

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PAN
FRANCÉS CONGELADO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DMAIC”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

ANGÉLICA NATALY AGUILAR ANCO

LIMA – PERÚ

2023




**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)**

Document Information

Mg Sc Silvia V. Melgarejo Cabello

Analyzed document	RESULTADOS Y DISCUSIÓN ANGENLICA AGUILAR.docx (D164748656)
Submitted	2023-04-22 15:19:00
Submitted by	Silvia Melgarejo Cabello
Submitter email	smelgarejo@lamolina.edu.pe
Similarity	2%
Analysis address	smelgarejo.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP Fabiola Elizabeth Casapaico Pultay-Resultados y discusión.docx Document TSP Fabiola Elizabeth Casapaico Pultay-Resultados y discusión.docx (D140361622) Submitted by: moup@lamolina.edu.pe Receiver: moup.unalm@analysis.arkund.com	 2
SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP - RESULTADOS Y DISCUSIÓN.pdf Document TSP - RESULTADOS Y DISCUSIÓN.pdf (D139588880) Submitted by: celiasp@lamolina.edu.pe Receiver: celiasp.unalm@analysis.arkund.com	 3
SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / 2. Trabajo de Suficiencia Profesional_Roc Ooscco 29-11.pdf Document 2. Trabajo de Suficiencia Profesional_Roc Ooscco 29-11.pdf (D152497700) Submitted by: ibp@lamolina.edu.pe Receiver: ibp.unalm@analysis.arkund.com	 1

Entire Document

I. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FASE: DEFINIR

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Con el objetivo de ser una empresa más rentable optimizando la gestión de compras, reduciendo la mano de obra y la merma, la empresa "Hipermercados SAC" pasa de tener tiendas con producción local a manejar un Centro de Producción de Panadería (en adelante Central), objeto de análisis del presente estudio.

La Central empezó a presentar incumplimientos de entrega y constantemente varios locales presentaban constantes desabastecimiento de panes que afectaban sus ventas, todo hacía indicar que la Central no contaba con la suficiente capacidad de producción, siendo incapaz de cubrir la demanda de las tiendas existentes. Por ello, hubo un número de tiendas que solicito retornar a la producción propia, sin embargo, esto traería consigo procesos definitivamente menos eficientes, con gastos más elevado y un mayor porcentaje de merma. Adicional a ello, la gerencia tenía planificado para dicho año, incrementar 10 tiendas en el abastecimiento centralizado de panes y toda esta situación ponía en riesgo la implementación.

En consecuencia, la empresa "Hipermercados SAC" decidió analizar el proceso de producción de la Central e identificar la capacidad de los equipos, tiempos de producción y actividades del personal, a fin de identificar las oportunidades de mejora para la productividad e incrementar su capacidad productiva de 3200 kg a 4,000 kg de pan francés al día la cual aseguraba la atención de las tiendas vigentes y las tiendas a incrementar en el año. IDENTIFICACIÓN DE CLIENTES

Los clientes del Centro de Producción de Panes Precocidos y Congelados son las tiendas de atención al público, cuyas necesidades están alineadas a satisfacer los requerimientos del consumidor final, en la figura 13 se presenta una representación gráfica de la interacción del centro de producción con los proveedores y clientes.

CTQ IMPULSOR (DRIVER) NECESIDAD Pedidos atendidos satisfactoriamente

Costo del pan

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PAN FRANCÉS
CONGELADO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DMAIC”**

Presentado por:

ANGÉLICA NATALY AGUILAR ANCO

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

M.Sc. Gloria Pascual Chagman
PRESIDENTE

Dra. Indira Betalleluz Pallardel
MIEMBRO

Laura Linares García, PhD.
MIEMBRO

Mg.Sc. Silvia Melgarejo Cabello
ASESOR

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con mucho cariño a mis padres Arístides y Haydee; quienes siempre me han brindado su apoyo y me motivaron a cumplir mis metas, a mis hermanos mayores por ser ejemplo de esfuerzo y a mi esposo Luis por el gran apoyo emocional y académico que compartimos juntos.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida y salud.

A mi familia, por su amor y apoyo incondicional.

A mi asesora, Mg.Sc. Silvia Melgarejo Cabello, por su tiempo y asesoramiento, otorgados a lo largo de la realización del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	EL PAN.....	3
2.1.1.	DEFINICIÓN	3
2.1.2.	PRINCIPALES INGREDIENTES	3
2.2.	PROCESOS ACTUALES DE ELABORACIÓN DE PAN.....	6
2.2.1.	ACTIVIDADES PARA ELABORAR PAN PRE-COCIDO	7
2.3.	METODOLOGÍA DMAIC.....	10
2.4.	LEAN SIX SIGMA.....	12
2.4.1.	LEAN.....	13
2.4.2.	SIX SIGMA	14
2.4.3.	INDICADORES USADOS EN SIX SIGMA.....	14
2.4.4.	HERRAMIENTAS APLICADAS A LEAN SIX SIGMA.....	18
2.4.5.	HERRAMIENTAS DE CALIDAD APLICADAS A LEAN SIX SIGMA	21
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	25
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	25
3.3.	DOCUMENTOS DE LA EMPRESA	25
3.4.	NORMAS Y REGLAMENTOS	26
3.5.	METODOLOGIA.....	26
3.5.1.	FASE DEFINIR.....	26
3.5.2.	FASE MEDIR.....	29
3.5.3.	FASE ANALIZAR	30
3.5.4.	FASE MEJORAR.....	30
3.5.5.	FASE CONTROLAR	30
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1.	FASE: DEFINIR.....	31

4.1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	31
4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE CLIENTES	32
4.1.1. FOCALIZACION DEL PROBLEMA	32
4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS PARA LA CALIDAD (CTQ'S).....	33
4.1.3. ESQUEMA DEL PROCESO	34
4.2. FASE: MEDIR.....	34
4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	34
4.2.2. PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS	39
4.2.3. MEDICIÓN DEL TIEMPO DE CICLO	39
4.3. FASE: ANALIZAR	49
4.3.1. IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES CAUSAS.....	49
4.4. FASE: MEJORAR	52
4.4.1. IMPLEMENTACIÓN DE 5'S	52
4.4.2. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	54
4.4.3. DEFINICIÓN DE ESTACIONES DE TRABAJO	55
4.4.4. MEDICIÓN TIEMPO DE CICLO FINAL	56
4.5. FASE: CONTROLAR	61
4.6. APLICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES.....	65
V. CONCLUSIONES	67
VI. RECOMENDACIONES	68
VII. BIBLIOGRAFÍA	69
VIII. ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Procesos actuales de elaboración de pan.....	7
Figura 2: Resumen metodología DMAIC	11
Figura 3: Aporte de cada metodología en el modelo Lean Six Sigma	12
Figura 4: Cálculo de la capacidad del proceso	17
Figura 5: Etapas de la implementación de 5 S's.....	19
Figura 6: Ejemplo de un Kanban.....	19
Figura 7: Ejemplo de Poka Yoke.....	20
Figura 8: Ejemplo de un SIPOC aplicado en un proceso de facturación	22
Figura 9: Diagrama de Ishikawa aplicado a un problema de lavadoras	22
Figura 10: Diagrama de Pareto aplicado a fallas de fabricación de botas.....	23
Figura 11: Secuencia de actividades para el desarrollo del trabajo.....	27
Figura 12: Diagrama de Árbol con inclusión del método de la Voz del Cliente.....	28
Figura 13: Interacción con proveedores y clientes	32
Figura 14: Análisis de Pareto de las Variedades de Pan producidos.....	33
Figura 15: Árbol de identificación de CTQ's.....	33
Figura 16: Esquema del proceso de elaboración de panes precocidos y congelados	34
Figura 17: Diagrama SIPOC del proceso de elaboración de pan congelado.....	35
Figura 18: Secuencia de proceso de Amasado	36
Figura 19: Secuencia de proceso de Formado	36
Figura 20: Secuencia de proceso de Fermentado	37
Figura 21: Secuencia de proceso de Horneado.....	37
Figura 22: Secuencia de proceso de Pre-enfriado	38
Figura 23: Secuencia de proceso de Ultra-congelado	38
Figura 24: Secuencia de proceso de Empacado.....	39
Figura 25: Simbología de los Procesos.....	40
Figura 26: Actividades y tiempo estándar del Amasado	41
Figura 27: Actividades y tiempo estándar del Formado.....	41
Figura 28: Actividades y tiempo estándar del Fermentado	42
Figura 29: Actividades y tiempo estándar del Empacado	43
Figura 30: Actividades y tiempo estándar del Horneado	44
Figura 31: Actividades y tiempo estándar del Pre-enfriado	44

Figura 32: Actividades y tiempo estándar del Ultracongelado	45
Figura 33: Cálculo del tiempo total de producción de pan por batch.....	45
Figura 34: Diagramas de Spaguetti en la Central de Producción	46
Figura 35: Representación gráfica del balance de línea de la producción de pan francés pre-cocido y congelado	49
Figura 36: Análisis de Causas - Formado.....	50
Figura 37: Análisis de Causas – Pre-Enfriado.....	50
Figura 38: Análisis de Causas – Ultracongelado.....	51
Figura 39: Análisis de Causas – Empacado.....	51
Figura 40: Comparativo Antes – Después en Zona de Formado.....	52
Figura 41: Comparativo Antes – Después en Zona Horneado	53
Figura 42: Comparativo Antes – Después en Zona Ultra-congelación.....	54
Figura 43: Mantenimiento y ajustes realizados a la pieza del equipo	55
Figura 44: Nuevo diagrama de Spaguetti optimizado	55
Figura 45: Actividades y tiempo estándar del Amasado	56
Figura 46: Actividades y tiempo estándar del Formado.....	56
Figura 47: Actividades y tiempo estándar del Fermentado	57
Figura 48: Actividades y tiempo estándar del Pre-enfriado	58
Figura 49: Actividades y tiempo estándar del Ultracongelado	58
Figura 50: Actividades y tiempo estándar del Empacado	59
Figura 51: Nuevo diagrama de flujo optimizado.....	60
Figura 52: Representación gráfica del balance de línea de la producción de pan francés pre-cocido y congelado	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación entre el sigma de un proceso, los DMPO y el rendimiento.....	16
Tabla 2. Criterios de decisión de la capacidad de proceso	17
Tabla 3: Clasificación de atributos según el método de Kano	28
Tabla 4: Plan de recolección de datos	39
Tabla 5: Resultados del Balance de Línea.....	47
Tabla 6: Modelos de los equipos	48
Tabla 7: Plan de control de la Central	62
Tabla 8: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral.....	65
Tabla 9: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en la Mejora de la Productividad de la Línea de Pan Francés Congelado mediante la metodología DMAIC.....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO DE LOS TIEMPOS BÁSICOS	71
ANEXO 2: CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO A TRAVÉS DEL PESADO DE PANES	72
ANEXO 3: DEFINICIONES ASOCIADAS A LA GESTIÓN DE LA CALIDAD.....	73

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional demuestra las competencias del autor para la realización del proyecto de mejora titulado: “MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PAN FRANCÉS CONGELADO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DMAIC”, cuyo objetivo fundamental fue incrementar la producción diaria de una Central de panificación a través de la optimización de los recursos existentes. Para ello fue necesario recopilar información acerca de las actividades realizadas, los tiempos empleados, los niveles de producción actuales y con ello ir identificando las principales causas de incumplimiento y definiendo un plan de acción a corto plazo para el tratamiento de dichas desviaciones. Como resultado de las mejoras implementadas, se logró incrementar en un **25% la producción inicial**, asegurando la continuidad del abastecimiento para las tiendas vigentes y 10 tiendas adicionales, todo ello aplicando la metodología de fases DMAIC.

Palabras claves: DMAIC, Lean, 5S, Mejora de Procesos, Tiempo estándar, Balance de línea.

ABSTRACT

The present work of professional sufficiency demonstrates the author's competences to carry out the improvement project entitled: "IMPROVING THE PRODUCTIVITY OF THE FROZEN FRENCH BREAD LINE THROUGH THE DMAIC METHODOLOGY", whose fundamental objective was to increase in daily production of a Central bakery through the optimization of existing resources. For this, it was necessary to collect information about the activities carried out, the times used, the current production levels and with this, identify the main causes of non-compliance and define a short-term action plan for the treatment of said deviations. As a result of this improvement, it was possible to increase initial production by 25%, ensuring continuity of supply for current stores and 10 additional stores, all applying the DMAIC phase methodology.

Keywords: DMAIC, Lean, 5S, Process Improvement, Standard Time, Line Balance.

I. INTRODUCCIÓN

Según Aspan (2019), la proyección de la industria de la Panificación en el Perú actualmente es favorable, pues en los últimos años el consumo de este ha ido creciendo, logrando alcanzar en el 2019 un consumo per cápita de 35 kg de pan, con tendencia a crecer 6 kilos más en los próximos años.

Conociendo esta tendencia, los supermercados han potenciado el segmento de la panificación, pasando de una producción artesanal en cada una de sus tiendas; cuyos procesos son menos eficientes, con más variables, más costosos y con mayor porcentaje de merma; a una producción centralizada y especializada. Dicha Central de Producción elabora panes congelados precocidos, abasteciendo diariamente a un número fijo de tiendas, siendo en esas tiendas donde se realiza la venta para el consumidor final. Sin embargo, luego de un tiempo, la Central empezó a presentar incumplimientos, no entregaba las cantidades necesarias y las tiendas presentaban desabastecimiento de panes que afectaban sus ventas. Por ello, algunas Gerencias de Tienda solicitaron recurrir nuevamente a la producción propia.

Es así como, para evitar recurrir a producciones en tienda y permitir el abastecimiento a **10 tiendas adicionales**, se tuvo la tarea de evaluar todo el proceso de producción de la Central de Producción, identificando las oportunidades de mejora, principales desperdicios y variaciones que incidían negativamente a la productividad, a fin de optimizar el consumo de sus recursos.

El presente trabajo abordará la revisión del proceso de producción de pan precocido congelado de una Central de Producción, aplicando la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Innovar y Controlar) a fin indicar la mejora de los procesos en la línea de producción de pan francés.

1.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del presente trabajo es:

- Establecer mejoras productivas en el proceso de elaboración de pan francés aplicando la metodología DMAIC para aumentar los volúmenes de producción.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos se presentan a continuación:

- Seleccionar el tipo de pan a analizar según su demanda.
- Medir los tiempos del proceso productivo de la Central en la línea de producción seleccionada.
- Diagnosticar el proceso productivo identificando los problemas y sus posibles causas.
- Proponer acciones de mejora basadas en herramientas Lean para incrementar la productividad de la Central.
- Establecer un plan de control para el seguimiento continuo de las medidas implementadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL PAN

2.1.1. DEFINICIÓN

El alimento horneado conocido como pan es el resultado de cocinar una combinación previamente fermentada, compuesta por elementos tales como la harina, el agua y la sal, los cuales determinan las propiedades visuales, táctiles y gustativas. Otros componentes secundarios incluyen azúcar, levadura, grasas, leche y otros que contribuyen a su atributo de calidad (Cauvain y Young, 1998).

2.1.2. PRINCIPALES INGREDIENTES

Según Cauvain y Young (1998) la masa más sencilla para la elaboración de panes debe contener al menos los siguientes ingredientes: harina, agua, levadura y sal. Pero también se puede añadir otros ingredientes que mejoren el sabor y textura del producto obtenido. A continuación, se detallan los ingredientes:

a. HARINA DE TRIGO

La harina contiene ingredientes adecuados para la elaboración de la masa (proteínas - gluten), ya que al mezclar harina y agua en una cierta proporción se obtiene una masa uniforme entre la que existe una unión con cierta resistencia a las manos y a la presión del gas que genera volumen con la fermentación (Cauvain y Young, 1998).

b. AGUA

Este es un ingrediente esencial en la preparación del pan. El agua que se emplea en la formación de la masa debe ser potable

Las sales presentes en el agua son óxido de calcio, carbonato de calcio, sulfato de calcio, cloruro de magnesio, óxido de magnesio y bicarbonato de sodio; influyen en la fermentación (Quaglia, 1991).

c. AGUA

Este es un ingrediente esencial en la preparación del pan. El agua que se emplea en la formación de la masa debe ser potable. Las sales presentes en el agua son óxido de calcio, carbonato de calcio, sulfato de calcio, cloruro de magnesio, óxido de magnesio y bicarbonato de sodio; influyen en la fermentación (Quaglia, 1991).

Propiedades del Agua:

- El agua es un agente plastificante y disolvente. Sin el agua una mezcla no tiene las propiedades de un fluido viscosos y muchas de las reacciones durante la fermentación no podrían realizarse.
- Controla la temperatura de la masa
- Disuelve las sales
- Asegura una unión de las proteínas que dan origen al gluten
- Para disolver azúcares y enzimas: necesarias para la fermentación.
- Controla la suavidad y palatabilidad del pan.

d. SAL

La sal actúa principalmente sobre la formación del gluten, cuando esta se adiciona dosificada según el tipo de harina, aumenta la compactación de las masas haciéndolas más fáciles de trabajar. Como resultado de esto, también es posible una mejor hidratación de la masa, sin que se vuelva pegajosa (Quaglia, 1991).

Adicionalmente la sal usada en pequeñas cantidades (1,8 – 2,2 por ciento en relación con la harina) tiene las siguientes funciones:

- Costra: El pan con sal tiene una costra más pálida y crocante.
- Mejora el sabor final del producto

- Microbiología del pan – inhibición, cuanto más sal se adicione más levadura debe ser adicionada para el mismo tiempo de fermentación del pan.

e. AZÚCAR

Es el glúcido más simple en la dieta. En el pan tiene funciones como agente ablandador, da sabor dulce, es sustrato fermentable en los productos esponjados por la levadura, también retiene la humedad en los productos horneados (Isique, 2014).

Entre estos elementos se encuentran (Calaveras, 2004):

- Monosacáridos: fermentables directamente por la levadura, como la glucosa y la fructosa.
- Disacáridos: incluyen la sacarosa y la maltosa.
- Polisacáridos: abarcan los almidones.

f. LEVADURAS

Se trata del ingrediente microbiano añadido a la mezcla con el propósito de inducir la fermentación, generando etanol y CO₂. El gas CO₂ es retenido dentro de la masa, provocando la formación de burbujas y un aumento en su volumen (Isique, 2014).

Según Arroyo (1996), este incremento de volumen prosigue hasta el horneo. En el horno, la masa se infla muy rápido y la acción del calor activa las enzimas que convierten gran parte de los azúcares. La levadura continúa alimentándose y produciendo gas y alcohol hasta una temperatura de 50 °C, momento en el que se detiene la fermentación y comienza la cocción.

La levadura no solo produce gas y alcohol en la masa, sino que también realiza otras funciones:

- Influye en el aroma, debido a los productos secundarios de fermentación.
- Al elevar la masa, el dióxido de carbono estira el gluten y da a las migas una estructura porosa y ligera.
- Tiene gran importancia en la coloración de la corteza.

g. MANTECA

La manteca mejora la apariencia del pan, crea un efecto de liso, aumenta el valor nutricional (ya que proporciona 9,000 calorías por kg) y prolonga la vida útil, porque la grasa reduce la pérdida de agua y mantiene el pan fresco. Además, la manteca o grasa de cerdo brinda un buen sabor al pan (Gherard, 1991).

h. MEJORADORES DE MASA

El mejorador es una mezcla de aditivos y coadyuvantes cuya función principal es retener el gas en la masa fermentada. La constitución base de un mejorador es la compuesta por emulsionante, vitamina C (ácido ascórbico), enzimas, azúcares y antiaglutinantes (Calaveras, 2004).

Otros componentes pueden ser el gluten, conservantes, estabilizantes, harina de especiales, etc. La adición de un mejorador influye en múltiples aspectos del proceso de acuerdo con lo buscado en el producto final (Calaveras, 2004).

2.2. PROCESOS ACTUALES DE ELABORACIÓN DE PAN

De acuerdo con lo descrito por Calaveras (2004), los pasos para elaborar pan han ido diversificándose según las necesidades del mercado, es así como dentro de los principales procesos de elaboración de pan se pueden clasificar tres tipos: Pan Normal, Pan Congelado, Pan Precocido.

En la figura 1 se muestran las actividades involucradas en cada proceso de elaboración de pan.

Pan Normal	Pan Congelado	Pan Pre-Cocido
Almacenamiento materias primas (a 18°C)	Almacenamiento materias primas (a 18°C)	Almacenamiento materias primas (a 18°C)
Dosificación (pesaje)	Dosificación (pesaje)	Dosificación (pesaje)
Amasado (24°C)	Amasado (20°C)	Amasado (22°C)
División	División	Reposo (algunos panes)
Boleado	Boleado	División
Reposo (15 min)	Formado	Boleado
Formado	Congelación (-18°C)	Reposo
Fermentación (1 h. 30' a 28°C)	Almacenamiento (-18°C. 1 mes)	Formado
Corte	Descongelación (5 a 24°C)	Fermentación (2 h. 30' a 28°C)
Cocción (55°C 30')	Fermentación (1 h. 30' a 28°C)	Corte
	Corte	1° Cocción (55°C 20')
	Cocción (55°C 30')	Enfriamiento (30°C. 18')
		Congelación (-18°C)
		Almacenamiento (-18°C)
		Descongelación (5 a 24°C)
		2° Cocción (55°C 10')

Figura 1: Procesos actuales de elaboración de pan

FUENTE: Calaveras (2004)

2.2.1. ACTIVIDADES PARA ELABORAR PAN PRE-COCIDO

A continuación, se describen las actividades del proceso de elaboración de Pan Pre-Cocido, el cual es materia de estudio en este trabajo:

a. ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

De acuerdo con lo indicado por Calaveras (2004), en este apartado es fundamental dividir las materias primas en dos grupos:

- Las que necesitan frío (0-5°C), como el huevo líquido, margarinas y mantecas, levadura, recortes de masa, masa madre natural.
- Las que se pueden mantener a temperatura ambiente, como la harina, huevo en polvo, gluten, mejorador, masa madre seca, harina de malta.

b. DOSIFICACIÓN/PESAJE

Consiste en pesar todos los ingredientes y medir los líquidos utilizando balanza y recipiente con escala de medidas respectivamente (Isique, 2014).

c. AMASADO

Su objetivo es lograr la plasticidad de la masa y la oxigenación completa a través del acto físico de mezclar y amasar uniformemente los ingredientes (Isique, 2014).

d. REPOSO

Su objetivo es dejar descansar la masa para que se recupere del desgaste sufrido en las etapas anteriores, la principal diferencia con el proceso de pan normal se basa en brindar más tiempo de reposo a la masa (Calaveras, 2004).

e. DIVISIÓN / BOLEADO / FORMADO

El objetivo de la división es fraccionar la masa en pesos establecidos, consiste en moldear la masa en forma de bolas, cuyo objetivo es reconstruir la estructura después de dividirla. Puede realizarse a mano o por medio de boleadoras cónicas. El objetivo del formado es dar la forma que corresponde según el tipo de pan a producir, ya sean redondas, largas, aplanadas, etc (Isique, 2014).

f. FERMENTACIÓN

Se basa principalmente en un proceso de fermentación alcohólica, realizado por levaduras que convierten los azúcares fermentables en etanol, CO₂ y ciertos subproductos adicionales. Esta etapa suele realizarse en cámaras de fermentación climatizadas con humedad de 30°C y 75%, durante 60 a 90 minutos (Isique, 2014).

g. CORTE

Etapa aplicada solo para los panes que necesitan corte, en panes precocidos no suele hacerse demasiados cortes, ya que podría generarse excesiva pérdida de volumen (ya suele ser un pan de poco volumen por naturaleza) (Calaveras, 2004).

h. PRIMERA COCCIÓN

En este paso se busca que en el interior del pan se logre la temperatura de 55°C para que no se desarrolle la tercera actividad de las levaduras, ya que a esa temperatura se han inactivado por el calor. En un proceso general de elaboración de panes congelados, se suele usar 20 minutos para la primera cocción y 10 minutos para la segunda (Calaveras, 2004).

i. ENFRIAMIENTO

En pan precocido se suele usar una cámara con temperatura de 18°C y humedad elevada con el fin de evitar que el pan pierda agua en exceso y endurezca pronto (Calaveras, 2004).

j. CONGELACIÓN

Con esta actividad se garantiza un producto con caducidad de tres meses aproximadamente. Este proceso se realiza a -18°C en el interior del pan. (Calaveras, 2004).

k. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento puede abarcar hasta tres meses, que es lo más común, y siempre se debe hacer sin perder la cadena de frío que mantenga el corazón del pan a -18°C (Calaveras, 2004).

l. DESCONGELACIÓN

Normalmente se realiza una descongelación total del pan a temperatura ambiente de $15-24^{\circ}\text{C}$ durante 20 a 30 minutos (Calaveras, 2004).

m. SEGUNDA COCCIÓN

Es en esta etapa donde se obtiene la finalización del proceso productivo, en general se suele realizar a 55°C por 10 minutos. Este proceso concreta las características finales del pan (Calaveras, 2004), tales como:

- Volumen: Bueno
- Corteza: Fina y Crujiente, de color dorado y con brillo.
- Miga: Debe ser tierna y blanca.
- Des-cascarillamiento: No debe de existir.
- Duración: Mínimo seis horas de vida, manteniendo pan tierno.

2.3. METODOLOGÍA DMAIC

De acuerdo con Molteni y Cecchi (2008), DMAIC corresponde a las siglas en inglés de las fases de un proyecto Lean Six Sigma, las cuales comprenden: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. DMAIC es un enfoque metodológico para tratar los procesos, suprimir aquello que no aporta valor, reducir la variabilidad y alinear el proceso con las expectativas del cliente.

La metodología DMAIC consiste en cinco pasos que son necesarios para definir y mejorar procesos. Para esto, también se utilizarán las herramientas y técnicas de Lean Manufacturing y Six Sigma para reducir desperdicios y defectos.

Los pasos son:

- **Definir.** Consiste en la definición el problema o la selección del proyecto con la finalidad de entender la situación actual y definir objetivos. Además, se selecciona el equipo.
- **Medir.** Consiste en la definición y descripción del proceso. Además, podría necesitar un análisis de los sistemas de medición.
- **Analizar.** Consiste en la determinación de las variables significativas por medio de estudios como el diseño de experimentos. Asimismo, abarca la evaluación de la estabilidad y capacidad del proceso.
- **Mejorar.** Consiste en la optimización del proceso. Si el proceso no es capaz, se deberá optimizar para reducir su variación. Además, se debe realizar la validación de la mejora a través de una medición actual de la capacidad.
- **Controlar.** Consiste en controlar y dar seguimiento al proceso. Una vez que el proceso es capaz, se necesita buscar mejores condiciones de operación, materiales, procedimientos, etc. para mejorar el rendimiento del proceso.

En la figura 2 se muestra un esquema general de las actividades que intervienen en cada fase de la metodología DMAIC.

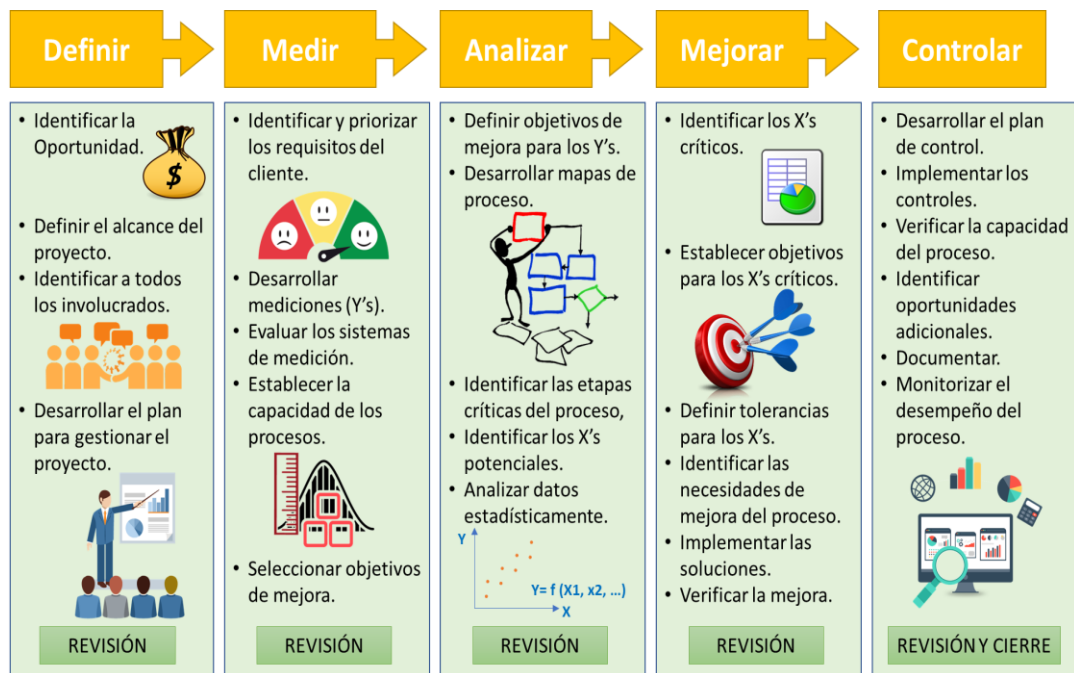


Figura 2: Resumen metodología DMAIC

FUENTE: LSSI (2015)

2.4. LEAN SIX SIGMA

El modelo Lean Six Sigma debe considerarse como una evolución del enfoque conocido como Calidad Total, Mejora Continua o Total Quality Management. (Molteni y Cecchi, 2008).

Lean Six Sigma es el término en inglés para referirse a la estrategia 6 Sigma enriquecida con los principios del enfoque esbelto Lean (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

El objetivo de Lean es eliminar actividades innecesarias (actividades sin valor agregado) para reducir el retrabajo, los tiempos de entrega, costos y aumentar la capacidad de los recursos más valiosos en el proceso (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

Por otro lado, Six Sigma es entendida como la metodología capaz de reducir la variabilidad de los procesos por medios estadísticos en base a datos. Implicando con feliz consecuencia la satisfacción de los clientes y aumento de los beneficios cumpliendo con los objetivos de la dirección. (Sánchez, 2005).

Los principales aportes de cada metodología, se puede apreciar en la figura 3.

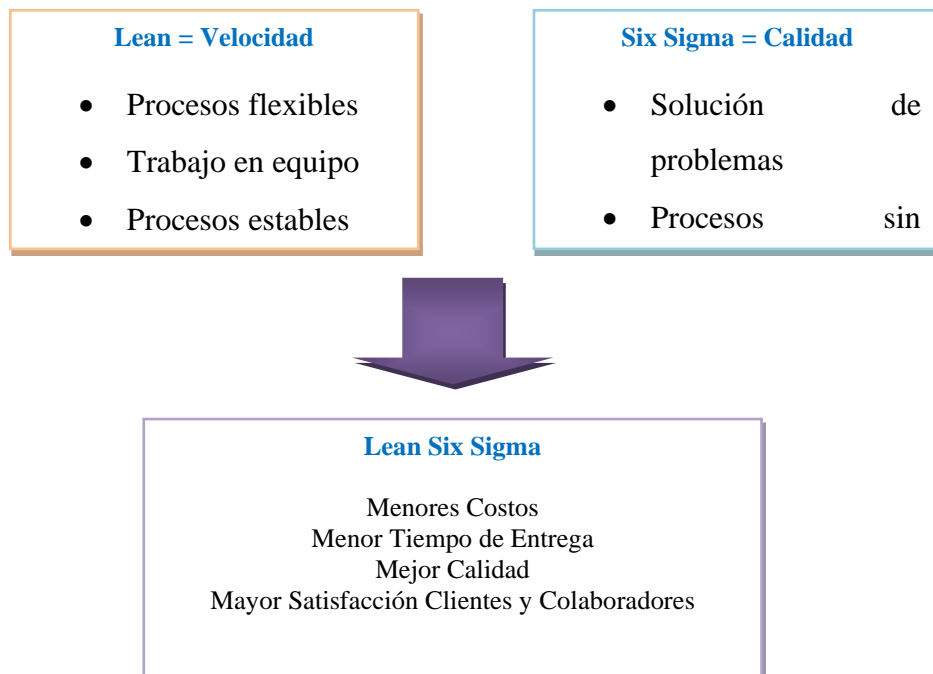


Figura 3: Aporte de cada metodología en el modelo Lean Six Sigma

FUENTE: LSSI (2015)

2.4.1. LEAN

a. DEFINICIÓN

Lean es una filosofía de trabajo basada en las personas, centrada en definir formas de mejorar y optimizar los sistemas de producción, identificando y eliminando todo tipo de “desperdicios” que es aquel proceso o actividad que consume más recursos de los necesarios (Hernández y Vizán, 2013).

La excelencia de este sistema productivo se evidenció durante la crisis petrolera de los años 70. La empresa Toyota logró sobreponerse de manera más ágil y con menores contratiempos en comparación con otros contendientes en el sector automotriz (Hernández y Vizán, 2013).

b. ORIGEN

Según Hernández y Vizán (2013), la filosofía Lean tuvo su origen con el desarrollo del sistema Lean Manufacturing, como un sistema de producción desarrollado por Taiichi Ohno en los años 50, durante su trayectoria profesional en la compañía automovilística Toyota, conocida como el Toyota Production System (TPS).

La superioridad de este sistema de producción quedó demostrada durante la crisis del petróleo de la década de 1970. La compañía de Toyota pudo recuperarse más rápido y con menos complicación que otros competidores en la industria automotriz (Hernández y Vizán, 2013).

Durante la década de 1980, compañías japonesas, estadounidenses y europeas ya estaban familiarizadas con este sistema productivo y comenzaron a implementarlo. No obstante, J.P. Womack y D.T. Jones registraron el sistema de producción de Toyota en su obra *The Machines That Changed the World*, que posteriormente sería denominado Lean Manufacturing (Hernández y Vizán, 2013).

2.4.2. SIX SIGMA

Six Sigma aparece como una herramienta de mejora totalmente integrada dentro de la gestión de la empresa y con señas de identidad propia. Esta historia comienza en la década de los años ochenta en Motorola, empresa donde primero fue desarrollado y probado.

En 1983, el ingeniero Bill Smith concluyó que, si un producto tenía un defecto y se corregía durante la fabricación, es probable que otros defectos pasaran desapercibidos y que el cliente los descubriera más tarde (Sánchez, 2005).

El objetivo del 6σ es alcanzar procesos de calidad Six Sigma, lo que implica generar, como máximo, 3.4 defectos por cada millón de oportunidades. Esta meta se consigue mediante un riguroso plan de optimización, concebido y promovido por la alta gerencia de la entidad. El programa lleva a cabo proyectos 6σ en toda la organización con el fin de impulsar el mejoramiento y erradicar defectos y demoras en los productos y procesos (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

2.4.3. INDICADORES USADOS EN SIX SIGMA

De acuerdo con lo indicado por Molteni y Cecchi (2008), en Six Sigma son usados frecuentemente los siguientes indicadores:

a. TOTAL DE OPORTUNIDADES (TOP)

Cantidad total de oportunidades de error, es el número de unidades generadas multiplicado por el número de oportunidades de error (cosas importantes que no pueden salir mal) que cada unidad tiene.

$$TOP = U * OP$$

b. PROPORCIÓN DEFECTUOSA (PD)

Fracción o proporción de unidades que tienen uno o más defectos. Se calcula dividiendo el total de unidades defectuosas por el total de unidades generadas.

$$PD = \frac{Total\ UD}{Total\ U}$$

c. DEFECTOS POR UNIDAD (DPU)

Cantidad de defectos por unidad (producto o servicio) generada. Se calcula dividiendo la cantidad de defectos totales por la cantidad total de unidades generadas.

$$DPU = \frac{D}{U}$$

d. DEFECTOS POR OPORTUNIDAD EN UNA UNIDAD (DPO)

Es la cantidad de defectos por unidad de error. Se calcula dividiendo la cantidad total de defectos por el total de oportunidades de error.

$$DPO = \frac{D}{TOP}$$

e. DEFECTOS POR MILLÓN DE OPORTUNIDADES (DPMO)

Se refiere al número de defectos por cada millón de posibilidades de error. Se calcula multiplicando la cantidad de defectos por oportunidad, por el valor un millón.

$$DPMO = DPO * 10^6$$

f. PARTES POR MILLÓN (PPM)

Es la cantidad de unidades defectuosas por millón de unidades procesadas.

$$PPM = \frac{Total\ UD * 10^6}{Total\ U}$$

g. NIVEL SIGMA (Σ)

Es el valor de la cantidad de sigmas, correspondientes a la variación del proceso, que “cabén” dentro de la mitad de las especificaciones. Todo lo mayor que sea el sigma de un proceso, lo hace más preciso, y mayor será la proporción de lo producido que responda a estas últimas. (Molteni y Cecchi, 2008).

h. RENDIMIENTO (YIELD)

Es la probabilidad de que el proceso entregue o produzca con “cero defectos”, a lo largo de un proceso, cada etapa tiene su propio rendimiento o Yield. El Yield total del proceso resulta de multiplicar los rendimientos de sus etapas. Se calcula sobre la base de la cantidad de defectos por unidad.

$$\text{Yield} = 1 - \text{DPO} \text{ ó } \text{Yield} = -e^{-\text{DPU}}$$

En la tabla 1 se puede apreciar la relación existente entre los indicadores rendimiento, DPMO y el nivel sigma de un proceso.

Tabla 1. Relación entre el sigma de un proceso, los DMPO y el rendimiento

Sigma (σ)	DPMO	Rendimiento (Yield)
2	308, 537	69%
3	66, 807	93.3%
4	6, 210	99.3%
5	233	99.98%
6	3.4	99.9997%

FUENTE: Molteni y Cecchi (2008)

i. TIEMPO DE CICLO (TC)

Para un producto es el tiempo que lleva atravesar todo el proceso. Para un servicio es el tiempo que lleva desde su inicio hasta que es completado.

j. CAPACIDAD DEL PROCESO

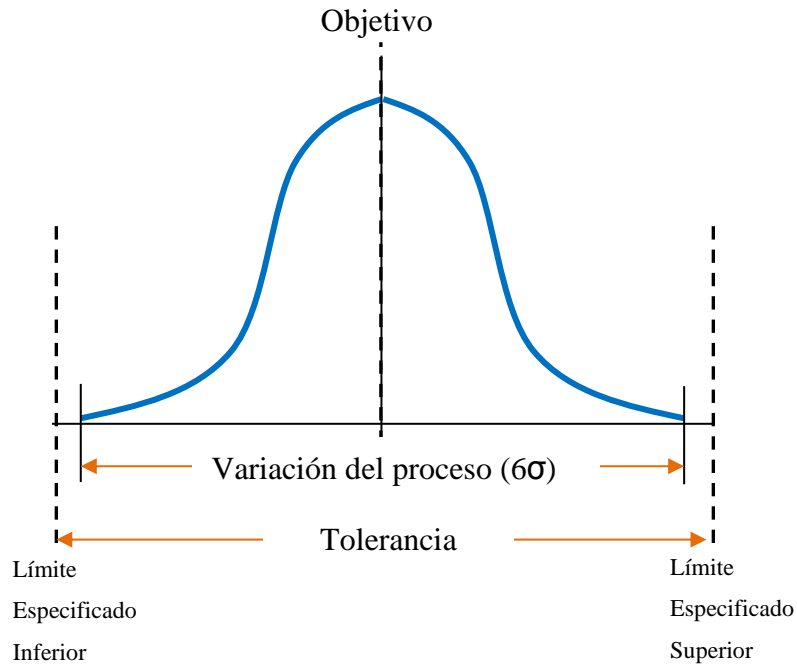
La capacidad del proceso ayuda a determinar si un proceso, tal como funciona en la práctica, entrega productos y/o servicios que satisfacen las especificaciones o estándares.

Existen dos requerimientos que deben cumplir los datos antes de establecer la capacidad del proceso:

Confirmar que el proceso está bajo control.

Asegurar que los datos cumplan con una distribución normal.

En la figura 4 se describe la metodología para calcular la capacidad del proceso.



$$Cp = \frac{\text{Distancia entre límites de especificación}}{\text{Variabilidad del proceso}} = \frac{Z}{6\sigma}$$

Figura 4: Cálculo de la capacidad del proceso

FUENTE: Molteni y Cecchi (2008)

Esta fórmula es únicamente aplicable si la distribución es simétrica. Se utilizarán otras fórmulas para distribuciones No Gaussianas.

El valor obtenido de Cp deberá ser interpretado de acuerdo con los criterios indicados en la tabla 2.

Tabla 2. Criterios de decisión de la capacidad de proceso

CP	Decisión
CP > 1.33	Proceso competente
1 < CP < 1.33	Proceso competente, aunque necesita monitoreo riguroso
CP < 1	Proceso no capaz

FUENTE: Escalante (2003)

En caso de que la especificación de la variable se exprese como máximo o mínimo, es sugerible utilizar los indicadores Cpu y Cpl, ya que solo valoran la mitad de la distribución de los datos (3σ).

$$Cpu = \frac{LSE - \bar{X}}{3\sigma} \qquad Cpl = \frac{\bar{X} - LIE}{3\sigma}$$

Donde:

Cpu: Capacidad de proceso teniendo en cuenta únicamente la especificación superior del proceso.

Cpl: Capacidad de proceso teniendo en cuenta únicamente la especificación inferior del proceso.

LIE: Límite de especificación inferior de la variable.

LSE: Límite de especificación superior de la variable.

\bar{X} : Valor promedio encontrado de los datos.

σ : Desviación estándar del proceso.

2.4.4. HERRAMIENTAS APLICADAS A LEAN SIX SIGMA

a. 5 S'S

Es una técnica para mejorar la limpieza, organización y utilización de las áreas de trabajo, que a su vez ayuda a incrementar el aprovechamiento del tiempo (LSSI, 2015).

Un programa de 5 S's se construye a través del desarrollo de las etapas indicadas en la figura 5.

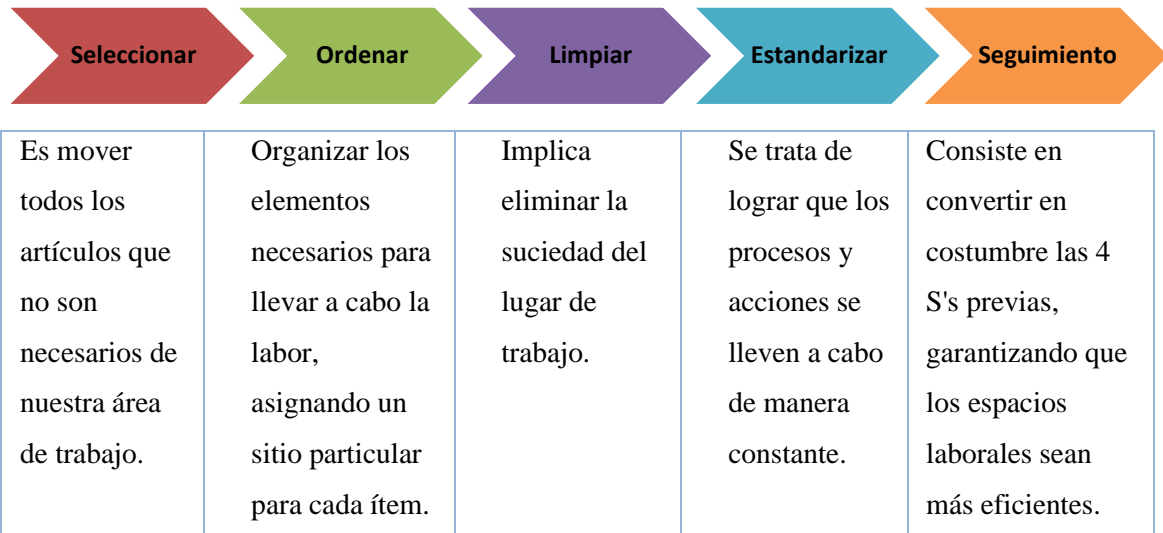


Figura 5: Etapas de la implementación de 5 S's

FUENTE: LSSI (2015)

b. KANBAN

Kanban significa “tarjeta” o “registro” y se utilizan para controlar el flujo de la producción en planta. Kanban es uno de los instrumentos utilizados para mantener la producción Just in time. (Material de entrenamiento Black Belt, UP/LSSI, 2015).

En la figura 6 se muestra un ejemplo de Kanban aplicado a un proceso de elaboración de pan con ajos tostado.

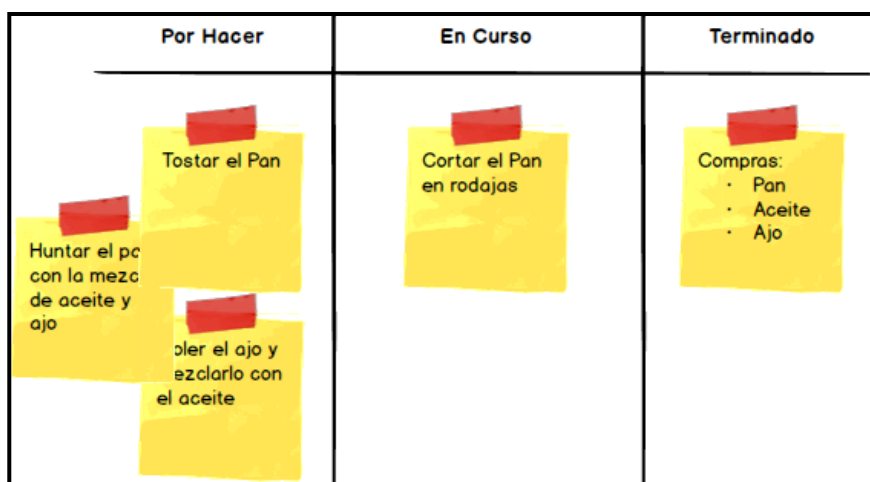


Figura 6: Ejemplo de un Kanban

FUENTE: LSSI (2015)

c. POKA-YOKE

Es un método para prevenir errores humanos en el proceso y permite que los trabajadores se concentren en su trabajo (LSSI, 2015). Un ejemplo del Poka Yoke se presenta en la figura 7.



Figura 7: Ejemplo de Poka Yoke

FUENTE: LSSI (2015)

d. JUST IN TIME

Es una metodología enfocada en fabricar y comprar “justo lo que se necesita, cuando se necesita, y en el momento que se precisa”. Es una herramienta muy efectiva para suprimir los despilfarros por desperdicios; sobreproducción, tiempos vacíos, almacenaje, transporte (LSSI, 2015).

e. MÉTODO R&R

El método R&R es la combinación de los estudios de repetibilidad y reproducibilidad. Permite validar si el sistema de medición representa una parte significativa de la variación total registrada y por ello no debe ser atribuida al proceso (Escalante, 2003).

La **repetibilidad** es la variación entre las mediciones realizadas por un operador utilizando la misma herramienta en la misma pieza, y la **reproducibilidad** es la desviación entre los

valores medios de las mediciones realizadas por diferentes operadores utilizando la misma herramienta en la misma pieza (Escalante, 2003).

Se concluye que:

- Si la repetibilidad es mayor que la reproducibilidad, podría deberse a las siguientes razones: la herramienta necesita mantenimiento, la herramienta debe rediseñarse, mejorar la sujeción o la posición de la pieza. En resumen, hay demasiada variabilidad entre piezas.
- Si la reproducibilidad es mayor que la repetibilidad, puede deberse a las siguientes razones: el operador debe estar capacitado en el uso de la herramienta, las calibraciones de la escala del instrumento no son claras, es posible que se necesite un dispositivo para reparar la herramienta para que el operador la use.

2.4.5. HERRAMIENTAS DE CALIDAD APLICADAS A LEAN SIX SIGMA

a. DIAGRAMA SIPOC

Gutiérrez y De la Vara (2009) indican que el esquema SIPOC deriva del acrónimo en inglés correspondiente a proveedores (suppliers), entradas (inputs), proceso (process), salidas (outputs) y clientes (customers); este esquema busca analizar el proceso y su contexto. Para ello, se identifican Proveedores (S), Entradas (I), Procesos (P), Salidas (O) y Clientes (C). En la figura 8 se presenta un ejemplo de este tipo de representación gráfica.

Pasos para realizar un diagrama SIPOC:

1. Definir el proceso y hacer su diagrama de flujo general donde se expliquen cuatro o cinco etapas principales.
2. Identificar los resultados o salidas del proceso, las cuales son bienes o servicios que genera el proceso.
3. Detallar los clientes que reciben o se benefician con las salidas del proceso.
4. Establecer las entradas de materiales, de información u otros que son necesarios para que el proceso funcione correctamente.
5. Finalmente, identificar proveedores que proporcionan las entradas al proceso.

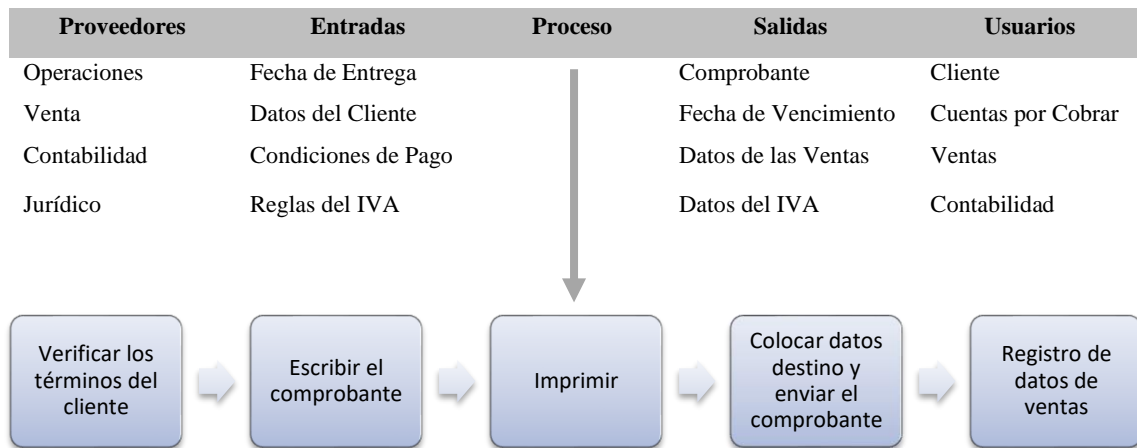


Figura 8: Ejemplo de un SIPOC aplicado en un proceso de facturación

FUENTE: Gutiérrez y De la Vara (2009)

b. DIAGRAMA DE ISHIKAWA (CAUSA-EFECTO)

El diagrama de Ishikawa es un método visual que vincula un inconveniente o efecto con los elementos o motivos que podrían originarlo. La relevancia de este diagrama radica en explorar diversas causas que influyen en el problema objeto de análisis, en lugar de enfocarse directamente en la solución (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

La figura 9 se aprecia un ejemplo de un diagrama de Ishikawa aplicado en un problema de lavadoras.

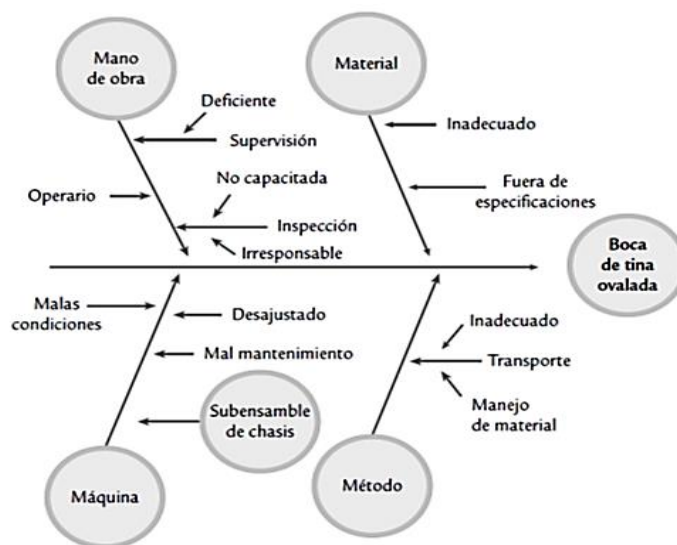


Figura 9: Diagrama de Ishikawa aplicado a un problema de lavadoras

FUENTE: Gutiérrez y De la Vara (2009)

c. DIAGRAMA DE PARETO

Diagrama de barras que facilita la identificación de prioridades y motivos, puesto que se organizan de acuerdo con la acumulación o relevancia de los distintos inconvenientes que surgen en un proceso.

La factibilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, donde se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte de los problemas (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

En la figura 10 se muestra un ejemplo de un Diagrama de Pareto aplicado a fallas de fabricación de botas.

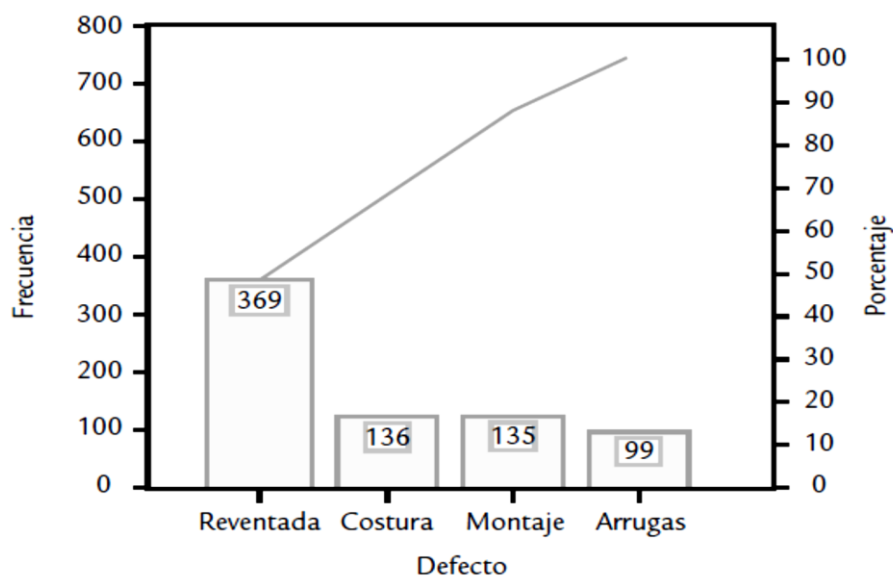


Figura 10: Diagrama de Pareto aplicado a fallas de fabricación de botas

FUENTE: Gutiérrez y De la Vara (2009)

d. LLUVIA DE IDEAS

La lluvia o tormenta de ideas es una técnica de pensamiento creativo orientada a que todos los integrantes del grupo colaboren de manera libre y aporten ideas acerca de un tema o problema específico (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

Reglas para desarrollar la lluvia de ideas (Gutiérrez y De la Vara, 2009):

1. Evitar los Juicios de Valor

Es importante que los participantes se sientan libres de expresar sus opiniones sin miedo a que se juzgue lo que van exponiendo.

2. Fomentar las ideas absurdas

Cuando se permite pensar fuera de los parámetros habituales pueden surgir soluciones creativas y no exploradas.

3. Construir sobre las ideas de otros

Ser positivo y fomentar la creatividad de los otros es esencial. Utiliza el "y", ya que une y construye. Evitar el "pero" ya que tiende a enjuiciar, a separar, e incluso a veces a destruir la creatividad de los otros.

4. Mantener el Foco

Comienza por definir el problema en cuestión, idealmente relacionado con la necesidad del cliente o usuario. No se debe permitir que la discusión se aleje demasiado del punto.

5. Tener una conversación a la vez

Instar a los participantes a participar cuando sea su turno e intentar no mantener conversaciones paralelas.

6. Pensar Visualmente

Escribir las ideas o mejor dibujarlas en un lugar donde todos puedan verlas, se recomienda usar post-its para poder moverlas y reagruparlas.

7. Cuantas más ideas mejor

Hay que fomentar el crear un gran número de ideas que consecutivamente se pueden revisar.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología DMAIC consiste en cinco pasos, así también se utilizó las herramientas y técnicas de Lean Manufacturing y Six Sigma para reducir desperdicios y defectos.

Se tuvo la tarea de evaluar el proceso de producción de la Central, identificando las oportunidades de mejora de sus procesos, los principales desperdicios y las variables que incidían negativamente en la productividad.

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones de la Central de Producción de la empresa “Hipermercados SAC”.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

- Laptop (HP MHP15591g)
- Impresora (Epson L3110)
- Cronómetro genérico.
- Cámara fotográfica Canon.
- Software Estadístico Minitab Inc.
- Hojas bond.
- Cuadernos de apuntes.
- Indumentaria para la zona de producción.

3.3. DOCUMENTOS DE LA EMPRESA

- Plano de distribución de planta y almacén de la empresa.
- Fichas técnicas de producto y formulaciones.
- Manuales de los procesos productivos.
- Programas de producción.

3.4. NORMAS Y REGLAMENTOS

- ISO 9000:2015 Vocabulario de calidad, cuyo extracto de las principales definiciones de presentan en el anexo 3.
- ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos.
- ISO 18404:2015 Quantitative methods in process improvement - Six Sigma - Competencies for key personnel and their organizations in relation to Six Sigma and Lean implementation.
- NTP 106.004:2016 Panadería, pastelería y galletería. Pan francés. Requisitos.
- NTP-ISO 3534-1:2015 Vocabulario y símbolos. Parte 1. Términos estadísticos generales y términos empleados en el cálculo de probabilidades.

3.5. METODOLOGIA

La metodología para el desarrollo del presente trabajo se muestra en la figura 11, la cual contiene las actividades a desarrollar en cada fase del proyecto y ha sido desarrollado en base a los lineamientos indicados por Molteni y Cecchi (2008). A continuación se describen cada uno de los pasos de la metodología.

3.5.1. FASE DEFINIR

En esta etapa se definieron las características del proyecto, tales como: título, objetivo, alcance, planteamiento del problema, programación de las actividades, métricas, variables y actividades del proceso, los cuales se lograron mediante la ejecución de las siguientes actividades:

a. ENTREVISTA CON LOS REPRESENTANTES DE LA GERENCIA DE ESTUDIO

En la primera reunión (kick off), la gerencia de producción manifiesta los problemas de la central y las expectativas que espera del estudio. Producto de esta reunión se elaboró la minuta del proyecto, el cual fue enviado al Gerente de área como compromiso y autorización para realizar las visitas de toma de datos, así como brindar la información necesaria para el desarrollo del trabajo.

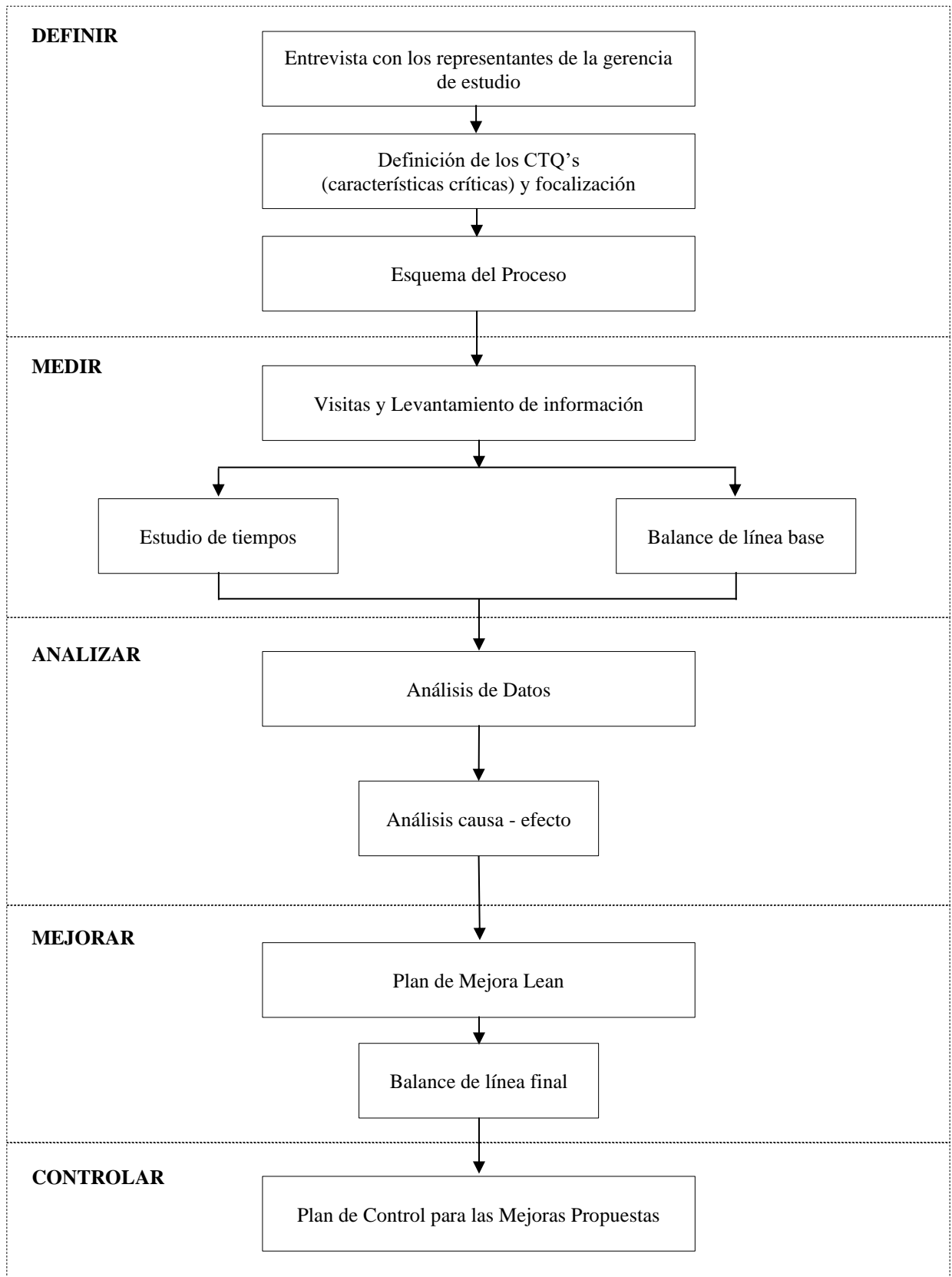


Figura 11: Secuencia de actividades para el desarrollo del trabajo

b. IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS PARA LA CALIDAD (CTQ'S)

El objetivo de este paso es entender la Voz del Cliente, para lo cual se siguió el método de Kano, explicado por Molteni y Cecchi (2008), cuyos pasos se describen a continuación:

- Se revisó los últimos resultados de la empresa correspondiente a satisfacción de clientes (tiendas y consumidores), reclamos y quejas, para identificar los atributos del producto.
- Se utilizó la tabla 3 como referencia para clasificar los atributos.

Tabla 3: Clasificación de atributos según el método de Kano

Atributo	Significado	Respuesta en encuesta
Básico	Son características sobreentendidas que el producto debe tener, no genera satisfacción si es cumplida, pero si genera insatisfacción si no es cumplida.	1. Neutral, 2. Insatisfecho
De Desempeño	Características que no damos por sobreentendido, pero que son deseados por el cliente, mientras más se cumplan generan más satisfacción, mientras menos se cumplan generan más insatisfacción.	1. Satisfecho, 2. Insatisfecho
Inesperado	Características que no son esperadas por el cliente, pero que sorprenden. Cuando no aparecen no generan insatisfacción, pero cuando aparecen generan más satisfacción y fidelización.	1. Satisfecho, 2. Irrelevante

FUENTE: Molteni y Cecchi (2008)

- Expresar los atributos como CTQ's, se construirá un diagrama de Árbol con los atributos identificados y validados, utilizando como referencia la figura 12.

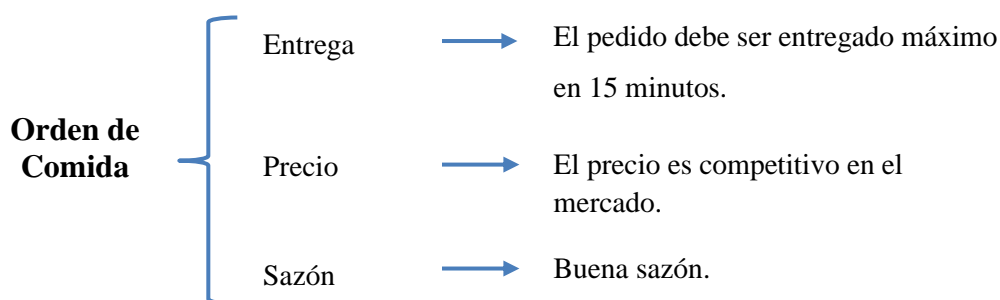


Figura 12: Diagrama de Árbol con inclusión del método de la Voz del Cliente

FUENTE: Molteni y Cecchi (2008)

c. FOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Con lo manifestado en el kick off, se solicitó información sobre los volúmenes de producción y venta, a fin de enfocar el estudio. Se realizó un análisis de la cantidad (Kg) de los panes producidos en la Central, con el objetivo de enfocar el proyecto hacia la variedad que represente el 80% de la producción. A fin de validar la selección, adicionalmente se empleó una gráfica de Pareto. Finalmente, se identificaron los motivos para realizar el proyecto de mejora, se determinó los objetivos del proyecto, el alcance y los resultados que se esperan al terminar el trabajo.

d. ESQUEMA DEL PROCESO

Con el objetivo de entender el proceso en estudio, se preparó un esquema con las principales actividades del proceso productivo de panes precocidos y congelados.

3.5.2. FASE MEDIR

En esta etapa se midió el nivel de desempeño actual del proceso y se calculó la brecha a cubrir para lograr los objetivos del proyecto. Las actividades realizadas fueron:

a. ELABORACIÓN DEL FLUJOGRAMA DEL PROCESO

Se analizó a detalle el proceso evaluado, con el fin de representar la ejecución inicial del mismo. También se incluyó un Diagrama Spaguetti para identificar el traslado del personal.

b. RECOLECCIÓN DE DATOS

A fin de determinar el desempeño actual del proceso evaluado, se recolectaron *in situ* datos del proceso por un periodo de 5 días, en los turnos mañana y tarde. Como parte de esta recolección, se observó y entrevistó a los operarios de la Central, se tomaron muestras aleatorias al azar de productos no terminados, se tomaron tiempos estándares y se evaluó la capacidad de cada equipo. Finalmente, con esta data se realizaron las siguientes acciones para saber el diagnóstico actual de la Central:

- Cálculo del Balance de línea.
- Cálculo del tiempo estándar de cada actividad del proceso
- Toma de pesos de los panes

c. DETERMINAR EL DESEMPEÑO DEL PROCESO

Con el propósito de reconocer las deficiencias que obstaculizaban el alcance del objetivo establecido en la definición del proyecto, se evaluó el rendimiento actual del proceso mediante las variables (Y's) y la distancia a cubrir para cumplir con los propósitos del análisis. Además, se estimó la capacidad del proceso y el nivel sigma, con el fin de verificar si el proceso se ajusta a las especificaciones o normas de los productos.

3.5.3. FASE ANALIZAR

En esta etapa, se estableció la relación causa-efecto entre las variables de salida (Y's) y las de entrada (X's). De esta forma, se adquirió conocimiento sobre la procedencia de errores y gastos innecesarios, así como de las posibilidades de mejora.

Se examinaron todos los datos obtenidos de cada etapa del proceso, los desplazamientos, los equipos y el personal involucrado, con el objetivo de identificar los desperdicios. Para ello, se emplearon técnicas de optimización como: Control estadístico de procesos, Diagrama de dispersión, Histograma, Regresión y Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF).

3.5.4. FASE MEJORAR

Durante esta etapa, se planificaron las estrategias de mejora. Esto implicó la elaboración de un Plan de mejora fundamentado en instrumentos Lean, como 5S, Kaizen, Andon y la definición del Trabajo estándar. En esta fase, se reconocieron los resultados favorables que permiten a la Central de Producción satisfacer la demanda de las tiendas existentes.

3.5.5. FASE CONTROLAR

En esta fase se integraron las propuestas de mejora en un documento a entregar a la empresa, la que fue nombrada Plan de Mejora, que incluye:

- El Mapa Proceso a futuro.
- Un plan de control, el cual será clave para la sostenibilidad de la mejora a lo largo del tiempo, este plan incluirá las características a medir, los medios y sistemas a utilizar, el sistema de alarmas y un sistema de acciones correctivas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FASE: DEFINIR

4.1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Con el objetivo de ser una empresa más rentable optimizando la gestión de compras, reduciendo la mano de obra y la merma, la empresa “Hipermercados SAC” pasa de tener tiendas con producción local a manejar un Centro de Producción de Panadería (en adelante Central), objeto de análisis del presente estudio.

La Central empezó a presentar incumplimientos de entrega y constantemente varios locales presentaban constantes desabastecimiento de panes que afectaban sus ventas, todo hacía indicar que la Central no contaba con la suficiente capacidad de producción, siendo incapaz de cubrir la demanda de las tiendas existentes. Por ello, hubo un número de tiendas que solicito retornar a la producción propia, sin embargo, esto traería consigo procesos definitivamente menos eficientes, con gastos más elevado y un mayor porcentaje de merma. Adicional a ello, la gerencia tenía planificado para dicho año, incrementar 10 tiendas en el abastecimiento centralizado de panes y toda esta situación ponía en riesgo la implementación.

En consecuencia, la empresa “Hipermercados SAC” decidió analizar el proceso de producción de la Central e identificar la capacidad de los equipos, tiempos de producción y actividades del personal, a fin de identificar las oportunidades de mejora para la productividad e incrementar su capacidad productiva de 3200 kg a 4,000 kg de pan francés al día la cual aseguraba la atención de las tiendas vigentes y las tiendas a incrementar en el año.

4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE CLIENTES

Los clientes del Centro de Producción de Panes Precocidos y Congelados son las tiendas de atención al público, cuyas necesidades están alineadas a satisfacer los requerimientos del consumidor final, en la figura 13 se presenta una representación gráfica de la interacción del centro de producción con los proveedores y clientes.

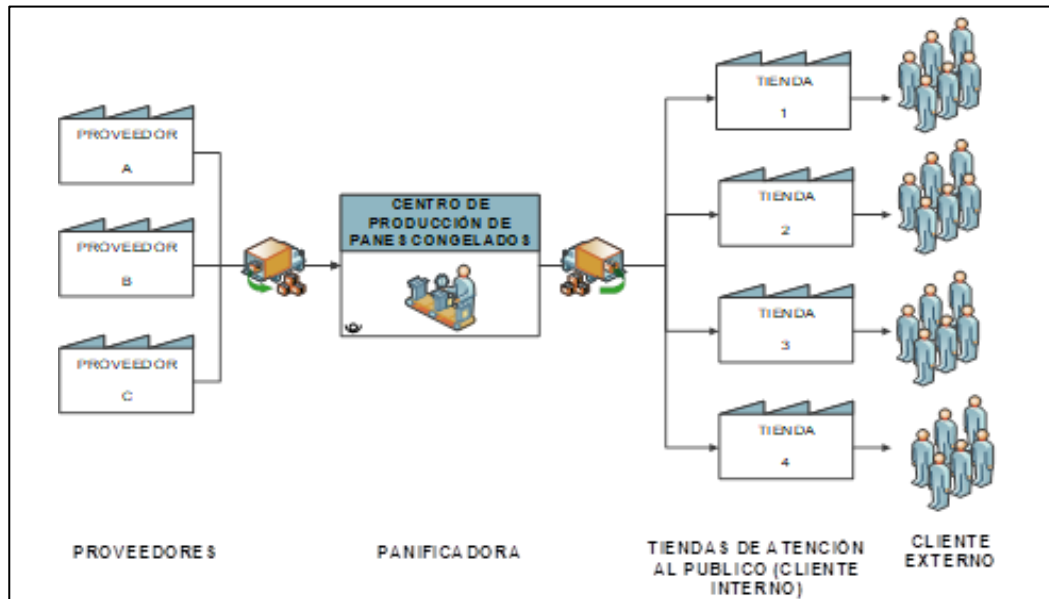


Figura 13: Interacción con proveedores y clientes

4.1.1. FOCALIZACIÓN DEL PROBLEMA

Se realizó un Análisis de Pareto con las variables: Producción (kg) versus Variedad de pan, el que se muestra en la figura 14, donde se puede observar que la variedad de pan francés y baguette concentran aproximadamente el 80% de la producción, sin embargo, debido a su mayor participación, en el presente estudio sólo se analizará la variedad de pan francés que representa el 51% de la producción mensual.

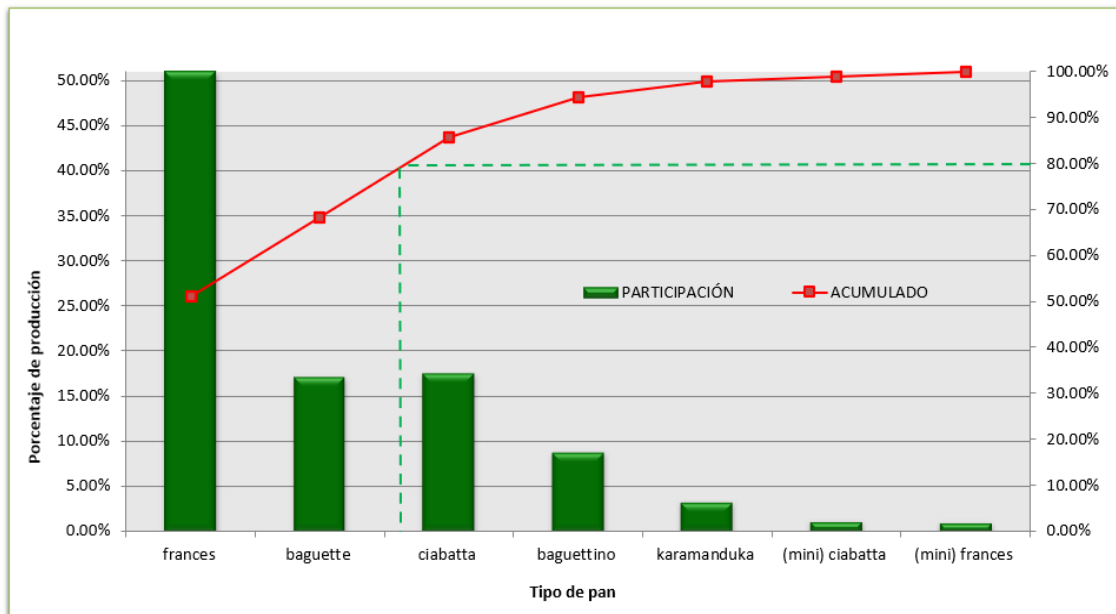


Figura 14: Análisis de Pareto de las Variedades de Pan producidos

4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS PARA LA CALIDAD (CTQ'S)

Con el propósito de comprender las exigencias del cliente, se aplicó la técnica de Kano, descrita por Molteni y Cecchi (2008), y se elaboró el esquema de Árbol con los atributos reconocidos y validados. Las características críticas para la calidad (CTQ) de la Central de producción se ilustran en la figura 15 que se presenta a continuación:

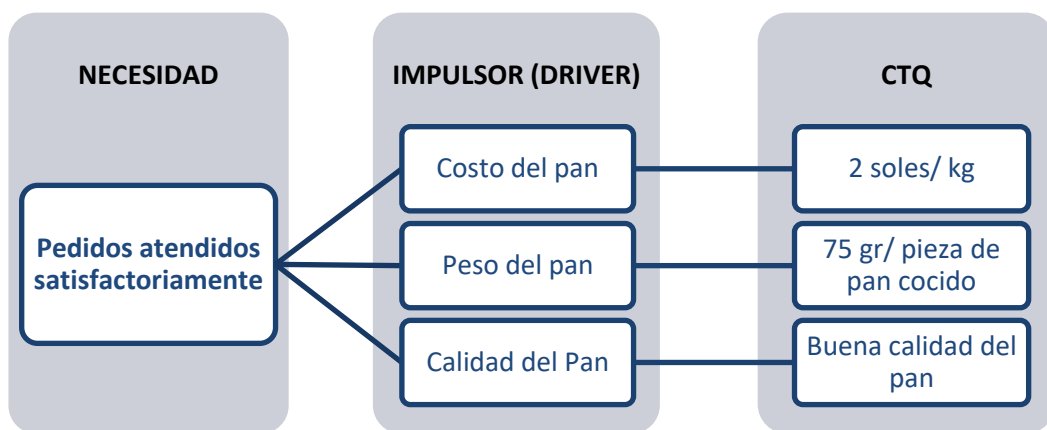


Figura 15: Árbol de identificación de CTQ's

4.1.3. ESQUEMA DEL PROCESO

Dado el objetivo del proyecto el cual es incrementar su capacidad productiva, se describe únicamente el proceso productivo de panes precocidos y congelados, el cual consta de 7 subprocesos, la que inicia con el amasado de ingredientes y finaliza con el empaclado del producto final para posteriormente distribuirlos a las tiendas, tal como se muestra en la figura 16. Las etapas posteriores no fueron parte del estudio dado que no presentaban oportunidad en capacidades ni ejecución.



Figura 16: Esquema del proceso de elaboración de panes precocidos y congelados

4.2. FASE: MEDIR

4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El detalle del proceso productivo de elaboración de pan francés precocido y congelado se describe en el diagrama SIPOC presentado en la figura 17.

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Cliente
- Área de Almacén y pesado de insumos. - Jefatura de Producción. - Proveedor de Energía Eléctrica.	- Insumos: Sal, Levadura, Mejorador, Vitapan, Harina, Agua. - Programa de Producción. - Electricidad. - Equipo Amasador		- Masa de Pan	- Zona de Formado.
- Zona de Amasado. - Proveedor de Energía Eléctrica.	- Masa de Pan. - Coches. - Electricidad. - Equipo Combi-Line	Formado	-Coches con piezas boleadas de 85 gr. de pan crudo. - Registros de producción.	- Zona de Fermentado.
- Zona de Formado. - Proveedor de Energía Eléctrica.	- Coches con piezas boleadas de pan crudo. - Equipo Fermentador.	Fermentado	- Coches con piezas de pan fermentado. - Registros de Producción.	- Zona de Horneado.
- Zona de Fermentado. - Proveedor de Energía Eléctrica.	- Coches con piezas de pan fermentado. - Horno Konig.	Horneado	- Coches con pan precocido a 90°C.	- Zona de Pre-enfriado.
- Zona de Horneado. - Proveedor de Energía Eléctrica.	- Coches con pan precocido a 90°C. - Ventilador Industrial.	Pre-enfriado	- Coches con pan precocido a 30°C.	- Zona de Ultracongelado.
- Zona de Pre-enfriado. - Proveedor de Energía Eléctrica.	- Coches con pan precocido a 30°C.	Ultracongelado	- Coches con pan precocido congelado a -7°C.	- Zona de Empacado.
- Zona de Ultracongelado.	- Coches con pan precocido congelado a -7°C. - Jabas de almacén - Balanza. - Bolsas. - Pallet.	Empacado Fin	- Jabas con pan pesado, rotulado y congelado.	- Tiendas.

Figura 17: Diagrama SIPOC del proceso de elaboración de pan congelado

Con el objetivo de clarificar la comprensión del Diagrama SIPOC, a continuación, se describen las actividades del proceso productivo:

a. AMASADO

De acuerdo con la figura 18, como primer paso se procede a mezclar los ingredientes en el Bowl del Amasador, la que posteriormente se pone en funcionamiento por siete (07) minutos. Finalmente, la masa obtenida se traslada a la zona de formado.



Figura 18: Secuencia de proceso de Amasado

b. FORMADO

Como parte de los pasos presentados en la figura 19, se traslada el Bowl con la masa al equipo Combi-Line, se programa el equipo y se da inicio al proceso de formado, las piezas de pan salen sobre bandejas que son posteriormente ubicadas en coches.



Figura 19: Secuencia de proceso de Formado

c. FERMENTADO

De acuerdo con los pasos presentados en la figura 20, los coches que contienen las piezas de pan son trasladados e ingresados al Fermentador, donde se quedan por espacio de 110 minutos, posteriormente los coches son retirados y las piezas de pan son volteadas para dejarlas listas para el proceso de horneado.

1



Trasladar coche a zona de enfriamiento

2



Programar alarma de preenfriamiento.

Figura 22: Secuencia de proceso de Pre-enfriado

f. ULTRA-CONGELADO

De acuerdo con los pasos presentados en la figura 23, en la zona de preenfriamiento se identifica el coche cuyos panes tengan una temperatura menor o igual a 30°C, el mismo que es trasladado e ingresado al abatidor por 45 minutos.

En este proceso, los panes no sufren pérdida significativa de peso en el proceso de descongelación, ya que los abatidores reducen rápidamente la temperatura de los panes horneados, conservando sus características de frescura, higiene y calidad.

Al finalizar el proceso, los panes saldrán con una temperatura de -7°C, dado que los panes son productos pequeños, cuyo tiempo de uso suele ser de corto plazo (menores a 15 días).

1



Seleccionar coche frio

2



Ingresar coche al abatidor

3



Programar abatidor y esperar proceso

4



Retirar coche de abatidor

Figura 23: Secuencia de proceso de Ultra-congelado

g. EMPACADO

Finalmente, de acuerdo con los pasos presentados en la figura 24, los carritos con los panes ultracongelados son trasladados a la zona de empaclado. Aquí las piezas de pan se distribuyen en jabas que son controladas por medio de una balanza para llegar a un peso aproximado por jaba.

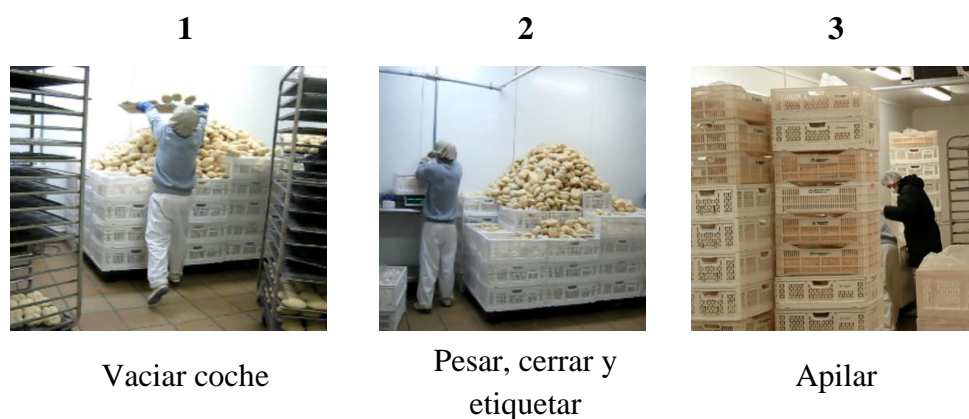


Figura 24: Secuencia de proceso de Empacado

4.2.2. PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se definió en el plan de recolección de datos de las variables a medir y las características relevantes para la toma de datos, para ello se visitó la planta durante un periodo de 5 días, en los turnos mañana y tarde. El plan de recolección de datos se muestra en la tabla 4.

Tabla 4: Plan de recolección de datos

Dato		Definición Operacional					
Variable	Tipo	Unidad	Como se medirá	Donde y cuando se medirá	Quien	Donde se registrará	Numero de muestras
Tiempo de Ciclo	Continuo	Segundos	Observación y cronómetro	Durante la producción	1 integrante del equipo de mejora	Hoja de tiempo de procesos	10 batches x día

4.2.3. MEDICIÓN DEL TIEMPO DE CICLO

Para el cálculo del tiempo de ciclo, el primer paso fue medir el tiempo estándar de cada subproceso, para luego realizar el Balance de Línea, que nos permitió identificar el proceso más lento y que por tanto define el ritmo de producción.

a. MEDICIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR

En esta etapa se utilizaron los símbolos de operación de los procesos presentados en la figura 25 y se midió el tiempo empleado en cada actividad, cuyo promedio fue multiplicado por el factor suplemento (debido a la fatiga, necesidades fisiológicas, ergonomía, entre otros definidos por la OIT) mostrado en el Anexo 1.

Figura 25: Simbología de los Procesos

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIGNICADO
	OPERACIÓN	Utilizado para la ejecución de un trabajo, indica las principales fases del proceso.
	INSPECCIÓN	Utilizado para verificar la calidad o cantidad.
	TRANSPORTE	Utilizado para mover material
	ALMACENAMIENTO	Utilizado para largos almacenamientos (en almacén)
	ESPERA	Utilizado para demoras o esperas entre procesos.
	COMBINADA (OPERACIÓN - INSPECCIÓN)	Indica operaciones combinadas de inspección y operación.
	COMBINADA (OPERACIÓN - TRANSPORTE)	Indica operaciones combinadas de operación y transporte.

FUENTE: OIT (1996)

Para la suma de tiempos no se consideraron las actividades realizadas en paralelo ya que no genera un tiempo adicional al subproceso. A continuación, se exponen los resultados logrados para cada uno de los subprocesos:

Comenzando con la figura 26, donde se describen los resultados de las actividades y el tiempo estándar del proceso de amasado.

Figura 26: Actividades y tiempo estándar del Amasado

SIMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO (SEG)	INDUCTOR	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	INDUCTOR.
○	BUSCAR AL SUPERVISOR Y CONSULTAR POR LA PRODUCCIÓN DEL TURNO	2	x BATCH	11%	0.04	x BATCH
D	ESPERAR LA ENTREGA DEL PLAN DE PRODUCCIÓN DEL TURNO	6	x BATCH	0%	0.10	x BATCH
○	COLOCAR BOWL EN SALIDA DEL EMBUDO Y ACTIVAR INCORPORACIÓN DE HARINA	5	x BATCH	14%	0.10	x BATCH
D	ESPERAR LA CAIDA DE HARINA Y AGUA AL BOWL	18	x BATCH	0%	0.30	x BATCH
⇒	TRASLADAR EL BOWL A LA AMASADORA	6	x BATCH	14%	0.11	x BATCH
○	AGREGAR INSUMOS AL BOWL	32	x BATCH	11%	0.59	x BATCH
○	MEZCLADO EN AMASADORA	420	x BATCH	0%	7.00	x BATCH
⇒	RETORNO DEL OPERADOR A ESTACIÓN DE TRABAJO	22	x BATCH	0%	0.37	x BATCH
⇒	TRASLADAR BOLW A LA COMBILINE	26	x BATCH	14%	0.49	x BATCH

Tiempo Estándar Total = 9.10 minutos / batch

Continuando con la figura 27, donde se describen los resultados de las actividades y el tiempo estándar del proceso de formado.

Figura 27: Actividades y tiempo estándar del Formado

SIMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO (SEG)	INDUCTOR	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	INDUCTOR.
○	COLOCAR BOWL EN COMBILINE	12	x BATCH	12%	0.22	x BATCH
D	ESPERA DE SALIDA DE MASA FORMADA (SOLO PARA BATCH 1)	700	x BATCH	0%	11.67	x BATCH
□	COLOCAR BANDEJA VACIA EN COMBILINE, ESPERAR CAIDA DE PAN DE LA COMBINE Y COLOCAR BANDEJA LLENA EN COCHE	516	x BATCH	13%	9.72	x BATCH
⇒	BUSCAR COCHES PARA COLOCAR LAS BANDEJAS	48	x BATCH	13%	0.90	x BATCH

Tiempo Estándar Total = 11.9 minutos / batch

Además, en la figura 28 se describen los resultados de las actividades y el tiempo estándar del proceso de fermentado.

Figura 28: Actividades y tiempo estándar del Fermentado

SIMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO (SEG)	INDUCTOR	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	INDUCTOR.
➡	TRASLADAR COCHE A FERMENTADOR	12	x COCHE	14%	0.46	x BATCH
○	REGISTRAR EN FORMATO	15	x COCHE	11%	0.56	x BATCH
○	ABRIR PUERTA DEL FERMENTADOR	3	x BATCH	11%	0.05	x BATCH
○	ACOMODAR COCHES AL INTERIOR DEL FERMENTADOR	48	x COCHE	11%	1.78	x BATCH
➡	INGRESAR COCHE AL FERMENTADOR	9	x COCHE	14%	0.34	x BATCH
○	CERRAR PUERTA DEL FERMENTADOR	2	x BATCH	11%	0.04	x BATCH
D	ESPERAR PROCESO DE FERMENTACIÓN	6600	x BATCH	0%	110.00	x BATCH
○	ABRIR PUERTA DEL FERMENTADOR	3	x BATCH	11%	0.05	x BATCH
○	BUSCAR COCHE QUE CUMPLIO TIEMPO	15	x COCHE	11%	0.56	x BATCH
○	RETIRAR COCHE DEL FERMENTADOR	5	x COCHE	14%	0.19	x BATCH
○	CERRAR PUERTA DEL FERMENTADOR	2	x BATCH	11%	0.04	x BATCH
➡	TRASLADAR COCHE A MESA DE TRABAJO	9	x COCHE	14%	0.32	x BATCH
○	REALIZAR VOLTEADO	180	x COCHE	14%	6.84	x BATCH
➡	TRASLADAR COCHE A FERMENTADOR	12	x COCHE	14%	0.46	x BATCH
○	REGISTRAR EN FORMATO	15	x COCHE	11%	0.56	x BATCH
○	ABRIR PUERTA DEL FERMENTADOR	3	x BATCH	11%	0.05	x BATCH
➡	INGRESAR COCHE AL FERMENTADOR	9	x COCHE	14%	0.34	x BATCH
○	CERRAR PUERTA DEL FERMENTADOR	2	x BATCH	11%	0.04	x BATCH

Tiempo Estándar Total = 115.81 minutos / batch

En la figura 29 se describen los resultados de las actividades y el tiempo estándar del proceso de Empacado.

Figura 29: Actividades y tiempo estándar del Empacado

SIMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO PROMEDIO (SEG)	INDUCTOR	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	INDUCTOR.
	BUSCAR JABAS Y LLEVARLAS A ZONA DE EMPAQUE	150.00	x COCHE	17%	5.85	x BATCH
	EMBOLSAR CADA JABA	6.00	x JABA	17%	2.82	x BATCH
	ABRIR PUERTA DE ABATIDOR	2.60	x COCHE	17%	0.10	x BATCH
	RETIRAR COCHE Y TRASLADAR COCHE A UN LADO	6.20	x COCHE	17%	0.24	x BATCH
	TRASLADARSE AL ABATIDOR Y CERRAR PUERTA	5.40	x COCHE	12%	0.20	x BATCH
	TRASLADARSE A LA MESA DE TRABAJO	3.80	x COCHE	12%	0.14	x BATCH
	COLOCARSE GUANTES	14.67	x COCHE	12%	0.55	x BATCH
	VACIAR LAS LATAS (tiempo por coche)	90.00	x COCHE	17%	3.51	x BATCH
	RETIRAR COCHE DE ZONA DE PICKING	17.67	x COCHE	12%	0.66	x BATCH
	QUITARSE GUANTES	4.50	x COCHE	12%	0.17	x BATCH
	TRASLADARSE HACIA LA BALANZA	3.89	x COCHE	12%	0.15	x BATCH
	RETIRAR EXCESO DE PAN EN LA JABA	3.11	x JABA	12%	1.40	x BATCH
	COLOCAR JABA EN LA BALANZA	4.00	x JABA	12%	1.80	x BATCH
	COMPLETAR PESO CORRECTO	4.89	x JABA	12%	2.20	x BATCH
	CERRAR BOLSA	5.33	x JABA	12%	2.40	x BATCH
	PEGAR ETIQUETAS	1.89	x JABA	12%	0.85	x BATCH
	APILAR JABA	3.56	x JABA	12%	1.60	x BATCH

Tiempo Total = 24.6 minutos / batch

Asimismo, en la figura 30 se describen los resultados de las actividades y el tiempo estándar del proceso de horneado.

Figura 30: Actividades y tiempo estándar del Horneado

SIMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO PROMEDIO (SEG)	INDUCTOR	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	INDUCTOR
➡	TRASLADAR COCHE A HORNO	7.3	X COCHE	14%	0.28	x BATCH
○	ABRIR PUERTA Y COLOCARSE GUANTES	4.0	X COCHE	12%	0.15	x BATCH
○	INGRESAR COCHE AL HORNO	5.5	X COCHE	14%	0.21	x BATCH
○	CERRAR PUERTA Y ACTIVAR HORNO	4.5	X COCHE	12%	0.17	x BATCH
D	HORNEADO DE FRANCES	710.0	X BATCH	0%	11.83	x BATCH
➡	DESPLAZARSE HASTA EL HORNO	6.2	X COCHE	0%	0.21	x BATCH
○	RETIRAR COCHE DEL HORNO	14.5	X COCHE	14%	0.55	x BATCH

Tiempo Estándar Total = 13.39 minutos / batch

En la figura 31 se describen los resultados de las actividades y el tiempo estándar del proceso de pre-enfriado.

Figura 31: Actividades y tiempo estándar del Pre-enfriado

SIMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO PROMEDIO (SEG)	INDUCTOR	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	INDUCTOR3
➡	TRASLADAR COCHE A ZONA DE ENFRIADO	12.3	X COCHE	14%	0.47	x BATCH
D	ESPERAR ENFRIADO	3000.0	X BATCH	0%	50.00	X BATCH

Tiempo Estándar Total = 50.47 minutos / batch

En la figura 32 se describen los resultados de las actividades y el tiempo estándar del proceso de ultracongelado.

Figura 32: Actividades y tiempo estándar del Ultracongelado

SIMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO PROMEDIO (SEG)	SUPLEMENTO	INDUCTOR.	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	INDUCTOR..
☐	IDENTIFICAR COCHE CON T° < 30°C	4.8	11%	X COCHE	0.18	x BATCH
➡	TRASLADAR COCHE AL ABATIDOR	10.0	11%	X COCHE	0.37	x BATCH
○	ABRIR ABATIDOR	3.2	12%	X BATCH	0.06	x BATCH
○	INGRESAR COCHES A ABATIDOR	14.4	14%	X COCHE	0.55	x BATCH
○	CERRAR ABATIDOR	2.5	12%	X BATCH	0.05	x BATCH
○	PROGRAMAR ABATIDOR	3.5	11%	X BATCH	0.06	x BATCH
D	ULTRACONGELAR PAN	2100.0	0%	X BATCH	35.00	x BATCH
D	DESCONGELACIÓN DE ABATIDOR	1800.0	0%	X BATCH	7.50	x BATCH

Tiempo Estándar Total = 46.27 minutos / batch

En resumen, el proceso presentó un tiempo total de 259.25 minutos por batch, lo cual se observa en la figura 33.

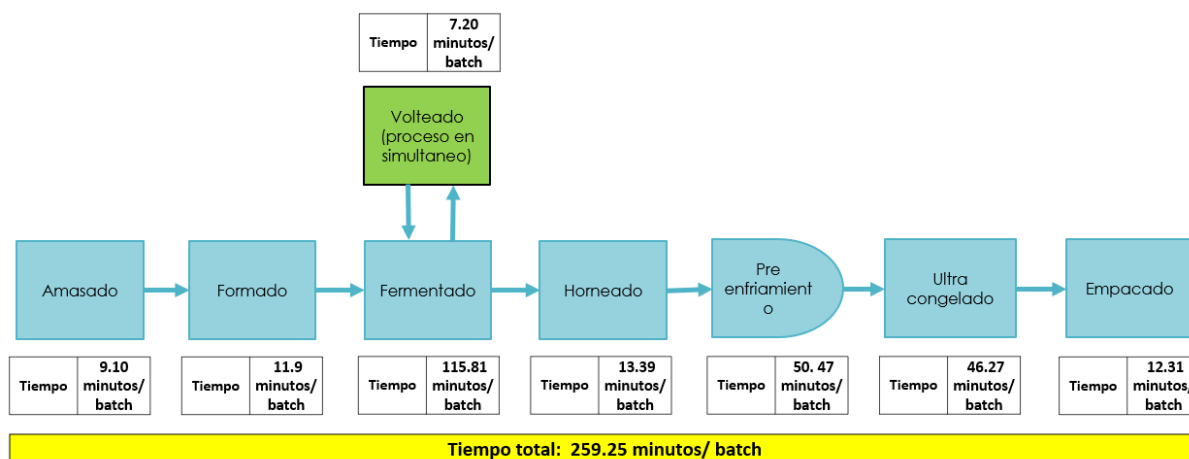


Figura 33: Cálculo del tiempo total de producción de pan por batch

b. DIAGRAMAS DE SPAGHETTI

Se desarrollaron diagramas de Spaghetti para representar del flujo y traslado físico de materias y personas en el espacio de trabajo y en el preciso momento en el que se ejecutaban las actividades de producción.

En la figura 34 se ilustran los planos con los movimientos observados, identificando en ellos un exceso de traslados generado por la búsqueda de coches y bandejas.

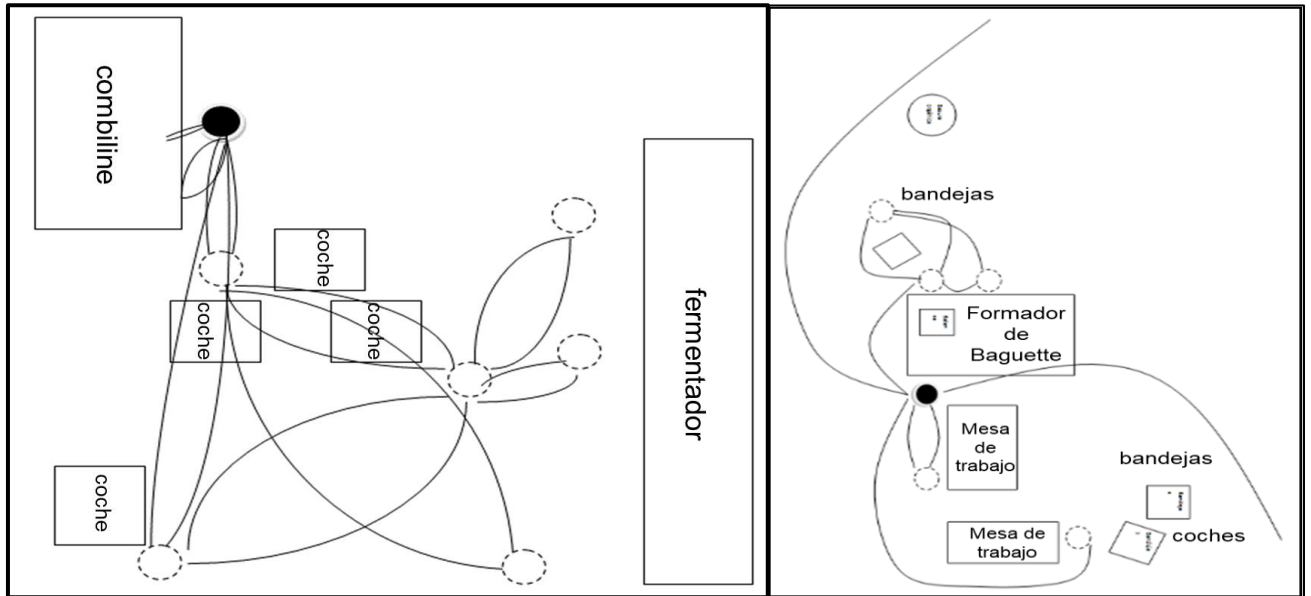


Figura 34: Diagramas de Spaguetti en la Central de Producción

c. BALANCE DE LÍNEA

Para el cálculo del balance de línea, se tomaron en cuenta los siguientes datos:

Producción actual

- Turnos al día: 02 turnos
- Horas por turno: 08 horas
- Tiempo al día requerido para TPM (mantenimiento, limpieza) : 60 minutos
- Tiempo disponible al día para producción: 900 minutos
- Demanda promedio por Tienda al día: 80 kg
- Tiendas atendidas: 40 tiendas
- Demanda (kg) al día: 3,200 kg
- Capacidad de 01 batch: 70 kg de producto final
- Demanda (batch's) al día: 46 batch's

Producción Objetivo

- Tiendas atendidas: 50 tiendas
- Demanda promedio por Tienda al día: 80 kg
- Demanda (kg) al día : 4,000 kg
- Capacidad de 01 batch: 70 kg de producto final
- Demanda (batch's) al día: 57 batch's

En la tabla 5 se presentan los resultados del balance de línea, observándose que, para la demanda actual de 3,200 kg de pan al día, el ritmo de producción demandado por el cliente (takt time) es de 14.3 minutos por batch. Sin embargo, de acuerdo con el objetivo del proyecto la demanda se incrementará a 4,000 kg de pan al día, por lo cual el ritmo producción demandado a futuro por los clientes (takt time) requiere ser de 11.3 minutos por batch, es decir que la producción a futuro deberá ser mucho más rápida para poder atender esta mayor demanda.

Tabla 5: Resultados del Balance de Línea

ACTIVIDAD	Tiempo de Actividad (min)	Gente	Cantidad de Equipos	Capacidad de equipo (en múltiplos de batch)	Yield	Tiempo de Ciclo (min)	Tiempo Disponible (min)	Demanda actual (batch/ día)	Takt Time (min/ batch)	Demanda futura (batch/ día)	Takt Time (min/ batch)
AMASADO	9.1	1	1	1	98%	9.3	900	46	14.3	58	11.3
FORMADO	11.9	2	1	1	98%	12.1	900	46	14.3	58	11.3
FERMENTADO	115.9	1	3	4	100%	9.7	900	46	14.3	58	11.3
HORNEADO	13.3	1	4	0.5	100%	6.7	900	46	14.3	58	11.3
PREENFRIADO	50.5	1	0	4	100%	12.6	900	46	14.3	58	11.3
ULTRACONGE LADO	46.3	1	4	1	100%	11.6	900	46	14.3	58	11.3
EMPACADO	12.18	2	0	1	99%	12.3	900	46	14.3	58	11.3

El rendimiento (Yield) de cada actividad expresa el porcentaje del producto que cumple con las especificaciones. A medida que el rendimiento (Yield) sea mayor, el tiempo de la actividad será menor debido a que no será necesario perder tiempo en reprocesos o acondicionamiento de productos defectuosos.

Asimismo, en la tabla 6 se realiza una descripción de cada uno de los equipos empleados en el proceso de producción.

Tabla 6: Modelos de los equipos

ACTIVIDAD	NOMBRE DEL EQUIPO	CAPACIDAD DE EQUIPO	ORIGEN
AMASADO	Amasadora KOENIG - GYD125	1 batch (2 coches)	Ruso
FORMADO	Combine KOENIG - KCL 2	1 batch (2 coches)	Ruso
FERMENTADO	Cámara de fermentación SUBAL	4 batch (8 coches)	Español
HORNEADO	Horno KOENIG - Roto Passat	1/2 batch (1 coche)	Ruso
PREENFRIADO	sin equipo	4 batch (8 coches)	-
ULTRACONGELADO	Abatidor EDENOX	1 batch (2 coches)	Español
EMPACADO	Ambiente refrigerado	4 batch (8 coches)	-

En la figura 35, se muestra la representación gráfica de los resultados del balance de línea, donde se identificó lo siguiente:

- Actualmente para atender 40 tiendas, el producto final es demandado a razón de 14.3 minutos por cada batch (takt time actual). Debido a que este intervalo de tiempo es mayor a cada uno de los tiempos de ciclo de las actividades de producción, se concluye que actualmente el ritmo de producción es más rápido que el ritmo de demanda de producto final, lo cual asegura que la empresa pueda cumplir con atender la demanda de producto final de todas las tiendas (3,200 kg / día).
- Sin embargo, cuando se atiendan 10 nuevas tiendas, la demanda se incrementará a 4,000 kg / día, acortando el ritmo de producto final demandado (takt time futuro) a razón de 11.3 minutos por cada batch. Debido a que este intervalo de tiempo es superado por los procesos de formado, pre-enfriado, ultracongelado y empacado, la empresa no podrá cumplir con la cantidad de panes demandados por las nuevas tiendas de atención al público.

Por las observaciones antes descritas, en las siguientes etapas del presente proyecto enfatizó el análisis y mejora en los procesos de formado, pre-enfriado, ultracongelado y empacado.

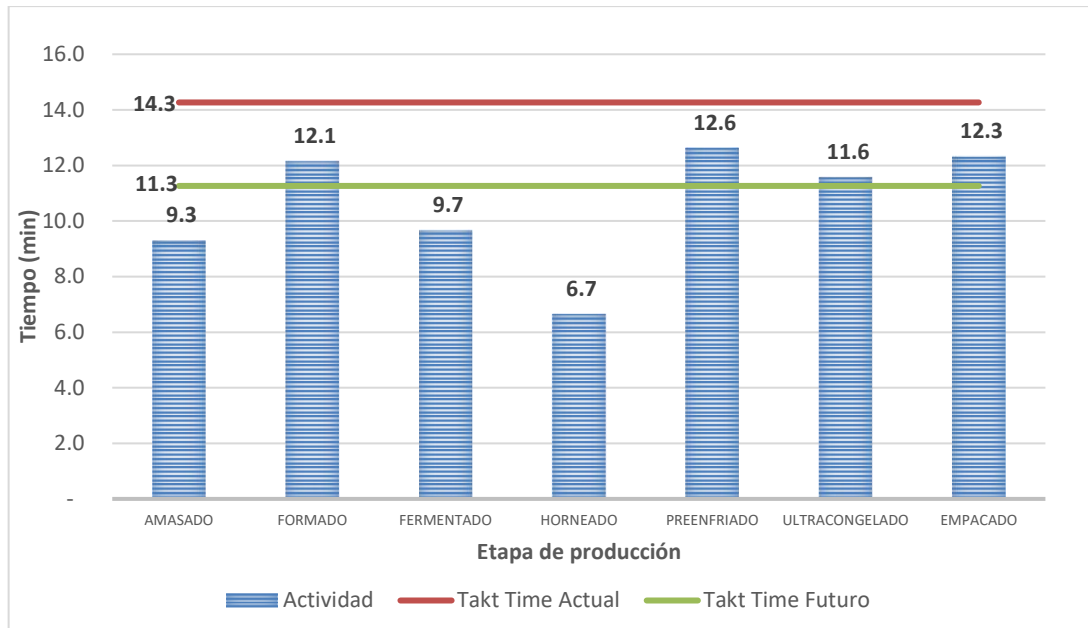


Figura 35: Representación gráfica del balance de línea de la producción de pan francés pre-cocido y congelado

4.3. FASE: ANALIZAR

En esta etapa se analizó la significancia de cada una de las variables principales y su correlación con el tiempo de ciclo total y de cada proceso.

4.3.1. IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES CAUSAS

En conjunto con los responsables y principales trabajadores del proceso de productivo, se identificaron las principales causas de exceso de tiempo para las actividades de formado, pre-enfriado, ultracongelado y empacado, los cuales se presentan a continuación:

a. FORMADO

A continuación, en la figura 36 se presenta el análisis de causas en el proceso de formado.

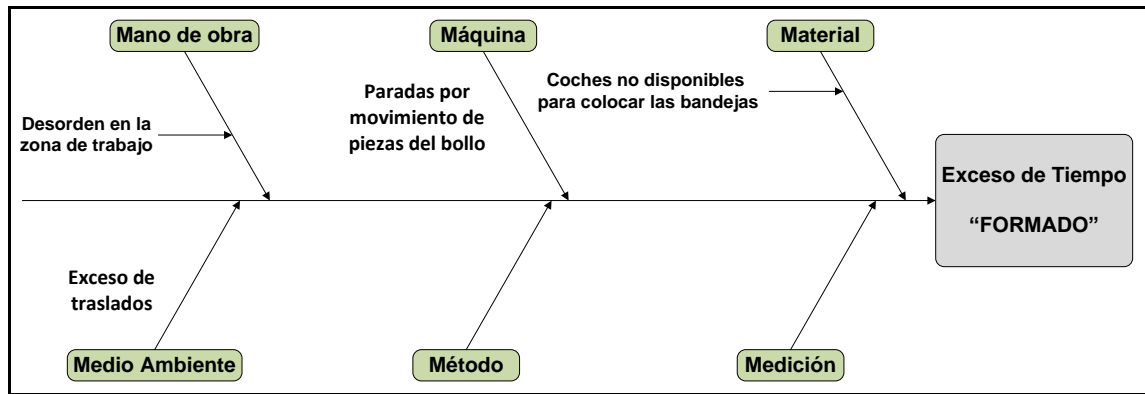


Figura 36: Análisis de Causas - Formado

b. PRE-ENFRIADO

A continuación, en la figura 37 se presenta el análisis de causas en el proceso de pre-enfriado.

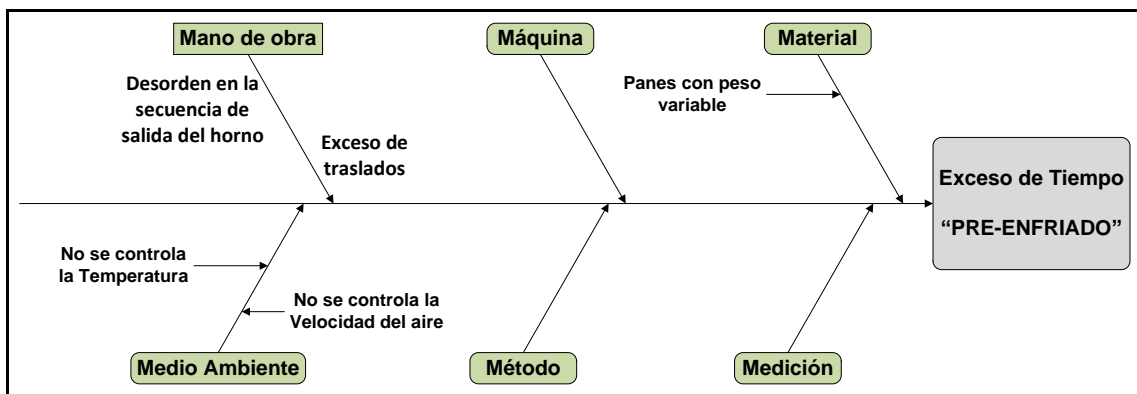


Figura 37: Análisis de Causas – Pre-Enfriado

c. ULTRACONGELADO

A continuación, en la figura 38 se presenta el análisis de causas en el proceso de ultracongelado.

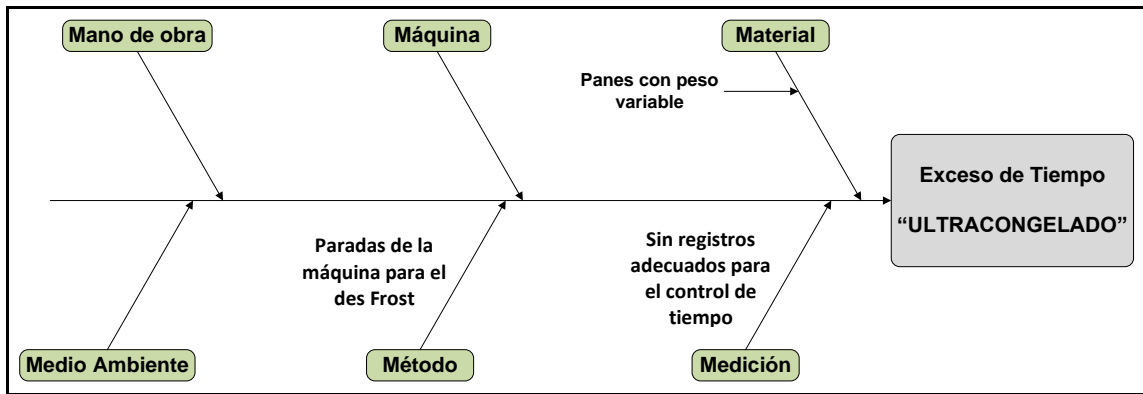


Figura 38: Análisis de Causas – Ultracongelado

d. EMPACADO

A continuación, en la figura 39 se presenta el análisis de causas en el proceso de empacado.

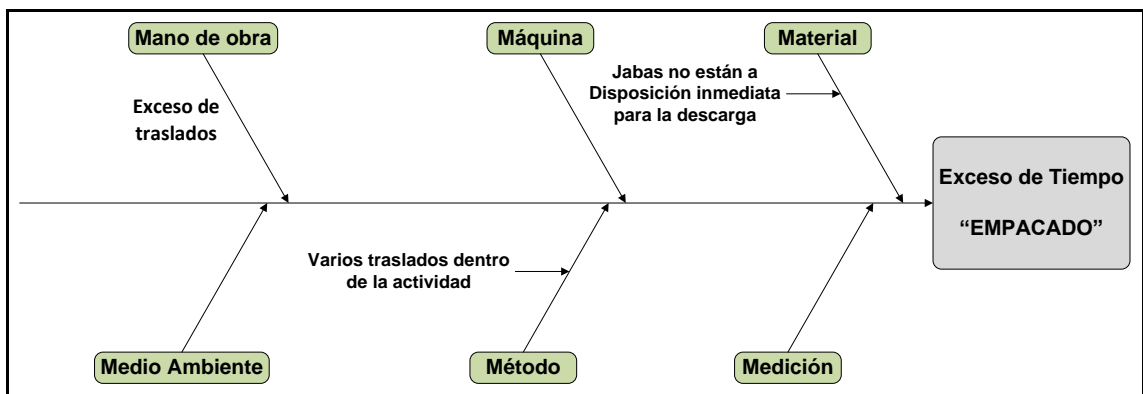


Figura 39: Análisis de Causas – Empacado

A lo largo de todo el proceso, se analizaron los desperdicios mortales de la calidad, de los cuales identificamos como constantes a los que se describen a continuación:

- **Exceso de movimientos:** En búsqueda de coches, bandejas, habilitadores, información, consultas.
- **Espera:** Horno vacío por espera de coches terminen el proceso de fermentado de manera continua, esperas para disponibilidad de jabas en el área de empacado.
- **Defectos:** Pesos variables, tamaños de producto final variable, alteraciones de la apariencia del producto por no respetar los tiempos de preenfriamiento.

4.4. FASE: MEJORAR

Ya identificadas las oportunidades en actividades que no generan valor, tales como traslados excesivos, innecesarios, búsqueda de materiales, desapego a los tiempos de ejecución, etc. Se estableció el desarrollo de buenas prácticas y elementos de control, las cuales se describen a continuación.

4.4.1. IMPLEMENTACIÓN DE 5'S

Se realizaron los siguientes ajustes:

a. ZONA FORMADO

Como se observa en la figura 40, los cambios implementados en la zona de formado fueron:

- Se colocaron rótulos que delimitaron las áreas, permitiendo el orden de los coches.
- Se colocaron señalización que ayuden a evitar errores operacionales.

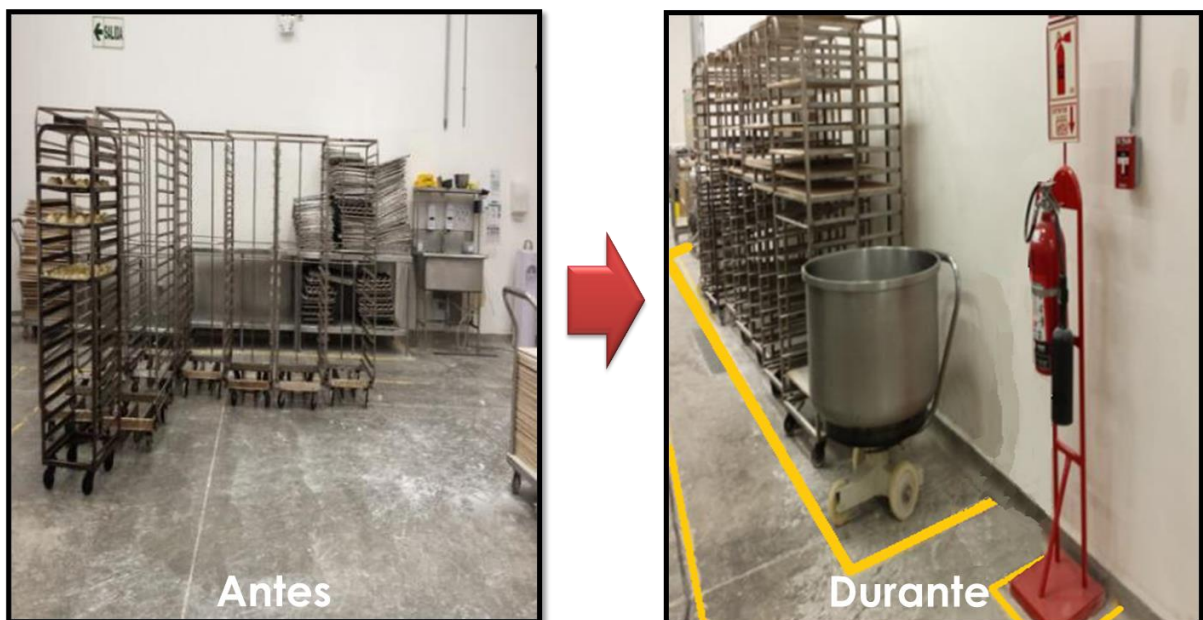


Figura 40: Comparativo Antes – Después en Zona de Formado

b. ZONA HORNEADO

Como se observa en la figura 41, los cambios implementados en la zona de horneado fueron:

- Se repararon los tableros visuales.
- Se repararon las luces y las alarmas de los hornos, permitiendo dar aviso oportuno al operador (ANDON).



Figura 41: Comparativo Antes – Después en Zona Horneado

c. ZONA DE PREENFRIADO Y ULTRA-CONGELACIÓN

Como se observa en la figura 42, los cambios implementados en la zona de pre-enfriado y ultracongelado fueron:

- Señalización de pisos: líneas de tránsito, ubicación de equipos, 5S.
- Se asignó numeración a los equipos, para un registro correcto.
- Se implementaron formatos al alcance del colaborador.
- Señalización que ayuden a evitar errores operacionales.
- Indicaciones de seguridad.
- Paneles con siluetas de herramientas/utensilios en su lugar de colocación.



Figura 42: Comparativo Antes – Después en Zona Ultra-congelación

4.4.2. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Se realizó mantenimiento a la pieza que genera el formado del bollo, lo cual redujo las incidencias de paradas del Combiline y con mejor el apego a los tiempos del proceso, los cambios se presentan en la figura 43.



Figura 43: Mantenimiento y ajustes realizados a la pieza del equipo

4.4.3. DEFINICIÓN DE ESTACIONES DE TRABAJO

Como se observa en la figura 44, se implementaron los siguientes cambios en las estaciones de trabajo:

- Se asignó a un responsable de abastecer coches y con ello reducir los recorridos entre zonas.
- Se realizó un nuevo diagrama de Spagueti evidenciando un mejor transito al esquema inicial.

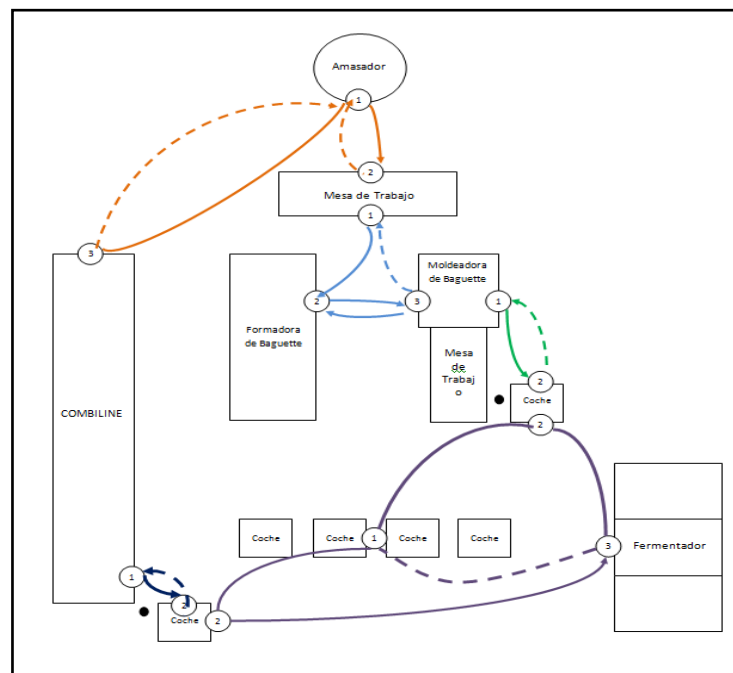


Figura 44: Nuevo diagrama de Spagueti optimizado

4.4.4. MEDICIÓN TIEMPO DE CICLO FINAL

Para la suma de tiempos no se consideraron las actividades realizadas en paralelo ya que no genera un tiempo adicional al subproceso. En la figura 45, se exponen los resultados logrados para el proceso de amasado:

Figura 45: Actividades y tiempo estándar del Amasado

SIMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO (SEG)	INDUCTOR	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	INDUCTOR.
○	COLOCAR BOWL EN SALIDA DEL EMBUDO Y ACTIVAR INCORPORACIÓN DE HARINA	5	x BATCH	14%	0.10	x BATCH
D	ESPERAR CAIDA DE HARINA Y AGUA AL BOWL	18	x BATCH	0%	0.30	x BATCH
➔	TRASLADAR EL BOWL A LA AMASADORA	6	x BATCH	14%	0.11	x BATCH
○	AGREGAR INSUMOS AL BOWL	32	x BATCH	11%	0.59	x BATCH
○	MEZCLADO EN AMASADORA	420	x BATCH	0%	7.00	x BATCH
➔	RETORNO DEL OPERADOR A ESTACIÓN DE TRABAJO	22	x BATCH	0%	0.37	x BATCH
➔	TRASLADAR BOLW A LA COMBILINE	26	x BATCH	14%	0.49	x BATCH

Tiempo Estándar Total = 8.60 minutos / batch

A continuación, en la figura 46 se presentan los resultados logrados para el proceso de formado.

Figura 46: Actividades y tiempo estándar del Formado

SIMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO (SEG)	INDUCTOR	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	INDUCTOR.
○	COLOCAR BOWL EN COMBILINE	12	x BATCH	12%	0.22	x BATCH
D	ESPERA DE SALIDA DE MASA FORMADA (SOLO PARA BATCH 1)	700	x BATCH	0%	11.67	x BATCH
◻	COLOCAR BANDEJA VACIA EN COMBILINE, ESPERAR CAIDA DE PAN DE LA COMBINE Y COLOCAR BANDEJA LLENA EN COCHE	516	x BATCH	13%	9.71	x BATCH

Tiempo Estándar Total = 10.1 minutos / batch

A continuación, en la figura 47 se presentan los resultados logrados para el proceso de fermentado.



Figura 47: Actividades y tiempo estándar del Fermentado

SIMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO (SEG)	INDUCTOR	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	INDUCTOR.
➡	TRASLADAR COCHE A FERMENTADOR	12	x COCHE	14%	0.46	x BATCH
○	REGISTRAR EN FORMATO	15	x COCHE	11%	0.56	x BATCH
○	ABRIR PUERTA DEL FERMENTADOR	3	x BATCH	11%	0.05	x BATCH
○	ACOMODAR COCHES AL INTERIOR DEL FERMENTADOR	48	x COCHE	11%	1.78	x BATCH
➡	INGRESAR COCHE AL FERMENTADOR	9	x COCHE	14%	0.34	x BATCH
○	CERRAR PUERTA DEL FERMENTADOR	2	x BATCH	11%	0.04	x BATCH
D	ESPERAR PROCESO DE FERMENTACIÓN	6600	x BATCH	0%	110.00	x BATCH
○	ABRIR PUERTA DEL FERMENTADOR	3	x BATCH	11%	0.05	x BATCH
○	BUSCAR COCHE QUE CUMPLIO TIEMPO	15	x COCHE	11%	0.56	x BATCH
○	RETIRAR COCHE DEL FERMENTADOR	5	x COCHE	14%	0.19	x BATCH
○	CERRAR PUERTA DEL FERMENTADOR	2	x BATCH	11%	0.04	x BATCH
➡	TRASLADAR COCHE A MESA DE TRABAJO	9	x COCHE	14%	0.32	x BATCH
○	REALIZAR VOLTEADO	180	x COCHE	14%	6.84	x BATCH
➡	TRASLADAR COCHE A FERMENTADOR	12	x COCHE	14%	0.46	x BATCH
○	REGISTRAR EN FORMATO	15	x COCHE	11%	0.56	x BATCH
○	ABRIR PUERTA DEL FERMENTADOR	3	x BATCH	11%	0.05	x BATCH
➡	INGRESAR COCHE AL FERMENTADOR	9	x COCHE	14%	0.34	x BATCH
○	CERRAR PUERTA DEL FERMENTADOR	2	x BATCH	11%	0.04	x BATCH

Tiempo Estándar Total = 111.61 minutos / batch

A continuación, en la figura 48 se presentan los resultados logrados para el proceso de pre-enfriado.









Figura 48: Actividades y tiempo estándar del Pre-enfriado

SIMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO PROMEDIO (SEG)	INDUCTOR	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	INDUCTOR3
	TRASLADAR COCHE A ZONA DE ENFRIADO	12.3	X COCHE	14%	0.47	x BATCH
	ESPERAR ENFRIADO	3000.0	X BATCH	0%	50.00	X BATCH

Tiempo Estándar Total = 45.47 minutos / batch

A continuación, en la figura 49 se presentan los resultados logrados para el proceso de ultracongelado.

Figura 49: Actividades y tiempo estándar del Ultracongelado

SIMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO PROMEDIO (SEG)	SUPLEMENTO	INDUCTOR.	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	INDUCTOR..
	IDENTIFICAR COCHE CON T° < 30°C	4.8	11%	X COCHE	0.18	x BATCH
	TRASLADAR COCHE AL ABATIDOR	10.0	11%	X COCHE	0.37	x BATCH
	ABRIR ABATIDOR	3.2	12%	X BATCH	0.06	x BATCH
	INGRESAR COCHES A ABATIDOR	14.4	14%	X COCHE	0.55	x BATCH
	CERRAR ABATIDOR	2.5	12%	X BATCH	0.05	x BATCH
	PROGRAMAR ABATIDOR	3.5	11%	X BATCH	0.06	x BATCH
	ULTRACONGELAR PAN	2100.0	0%	X BATCH	35.00	x BATCH
	DESCONGELACIÓN DE ABATIDOR	1800.0	0%	X BATCH	7.50	x BATCH

Tiempo Estándar Total = 46.27 minutos / batch

A continuación, en la figura 50 se presentan los resultados logrados para el proceso de empaclado.

Figura 50: Actividades y tiempo estándar del Empacado

SIMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO PROMEDIO (SEG)	INDUCTOR	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)	INDUCTOR.
○	EMBOLSAR CADA JABA	6.00	x JABA	17%	2.82	x BATCH
○	ABRIR PUERTA DE ABATIDOR	2.60	x COCHE	17%	0.10	x BATCH
⊞	RETIRAR COCHE Y TRASLADAR COCHE A UN LADO	6.20	x COCHE	17%	0.24	x BATCH
➡	TRASLADARSE AL ABATIDOR Y CERRAR PUERTA	5.40	x COCHE	12%	0.20	x BATCH
➡	TRASLADARSE A LA MESA DE TRABAJO	3.80	x COCHE	12%	0.14	x BATCH
○	COLOCARSE GUANTES	14.67	x COCHE	12%	0.55	x BATCH
○	VACIAR LAS LATAS (tiempo por coche)	90.00	x COCHE	17%	3.51	x BATCH
➡	RETIRAR COCHE DE ZONA DE PICKING	17.67	x COCHE	12%	0.66	x BATCH
○	QUITARSE GUANTES	4.50	x COCHE	12%	0.17	x BATCH
➡	TRASLADARSE HACIA LA BALANZA	3.89	x COCHE	12%	0.15	x BATCH
○	RETIRAR EXCESO DE PAN EN LA JABA	3.11	x JABA	12%	1.40	x BATCH
○	COLOCAR JABA EN LA BALANZA	4.00	x JABA	12%	1.80	x BATCH
○	COMPLETAR PESO CORRECTO	4.89	x JABA	12%	2.20	x BATCH
○	CERRAR BOLSA	5.33	x JABA	12%	2.40	x BATCH
○	PEGAR ETIQUETAS	1.89	x JABA	12%	0.85	x BATCH
○	APILAR JABA	3.56	x JABA	12%	1.60	x BATCH

Tiempo Estándar Total = 8.68 minutos / batch

En resumen, luego del ajuste de actividades, el proceso presentó un tiempo total de 244.12 minutos por batch, el cual se muestra en la figura 51.

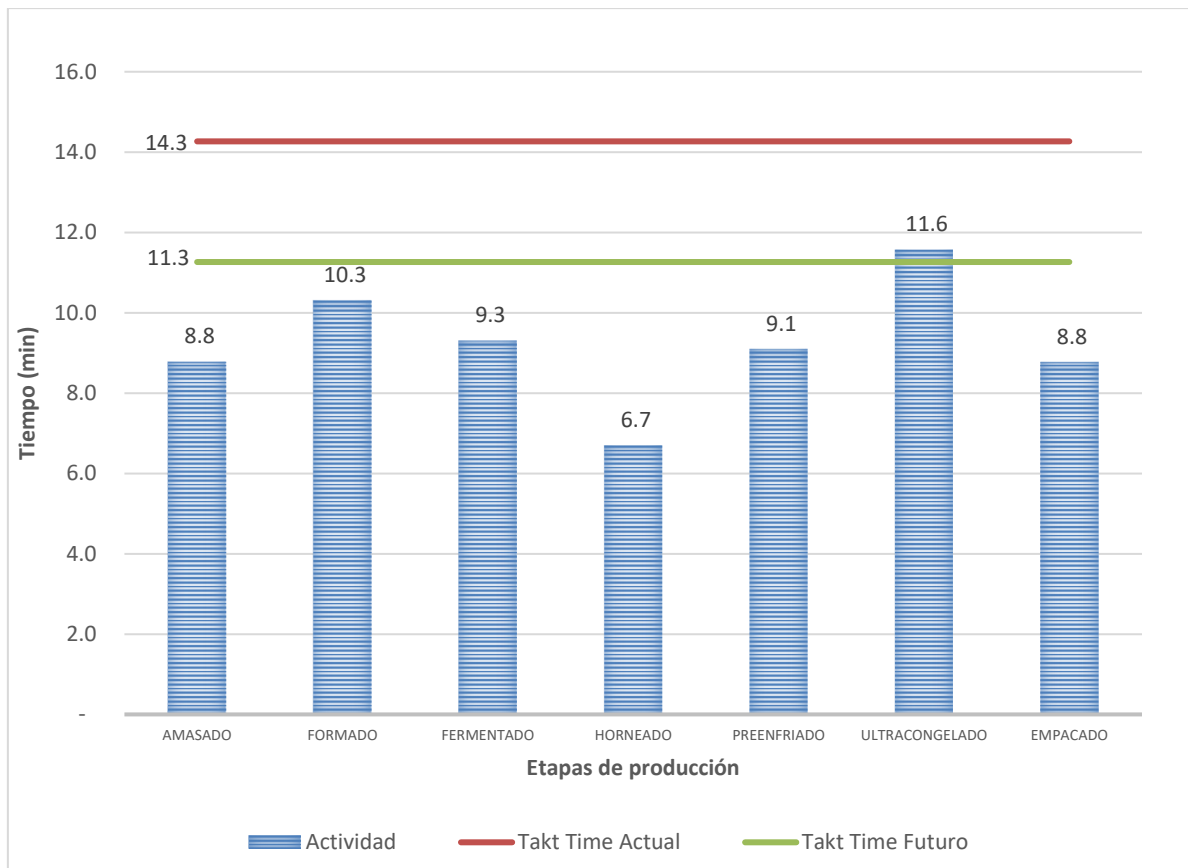


Figura 52: Representación gráfica del balance de línea de la producción de pan francés pre-cocido y congelado

Con los resultados obtenidos, el presente trabajo ha demostrado que la aplicación de la metodología DMAIC en conjunto con herramientas Lean son altamente aplicables para la reducción de actividades que no generan valor al proceso.

4.5. FASE: CONTROLAR

Con el fin de mantener en el tiempo las mejoras alcanzadas y seguir con la mejora continua en el proceso de producción, se estableció el Plan de Control presentado en la tabla 7.

Tabla 7: Plan de control de la Central

Proceso			Proceso de medición				Muestreo			Toma de decisiones			
Paso proceso	¿Qué controlamos?	Crítico	Entrada/Salida	Limites especificación/Requerimientos	Método de medición	Lugar	Método de Control	Tamaño de muestra	Frecuencia	Quién o qué lo mide	Donde se registra	Regla de decisión /Acción correctiva	No. doc
Pesado de materia prima e insumos	Peso	Si	Salida	Cantidades detallados en receta	Pesado	Zona de Pesado	Gráfico X-R	1	Cada preparación	Operador / Balanza	Formato: Pesado de Insumos -	Volver a pesar	CPAN-CF-012
	Fecha de vencimiento	Si	Entrada	Hasta el mismo día del vencimiento	Visual		Registro y seguimiento de fechas de vencimiento	1	Cada insumo usado	Operador	Pan Francés	Eliminar el insumo y solicitar uno nuevo	
Amasado	Estado de la mezcladora	Si	Entrada	Mantenimientos al día, Buena limpieza	Visual	Zona de Amasado	Registro y seguimiento de mantenimientos	1	Cada preparación	Operador	Formato: Registro de Producción Pan Francés	Solicitar el mantenimiento o realizar la limpieza correctiva	CPAN-CF-012
	Temperatura de la masa	Si	Salida	24 - 30 °C	Medición de la Temperatura		Gráfico X-R	1		Operador / Termómetro		Avisar al supervisor y reprocesar la masa	
	Tiempo	Si	Salida	10 min	Medición del tiempo		Registro manual	1		Operador / Cronómetro		Revisar el estado de la masa y reprocesar de ser el caso	

<<Continuación>>

Paso proceso	Proceso		Proceso de medición				Muestreo			Toma de decisiones			
	¿Qué controlamos?	Crítico	Entrada/ Salida	Limites especificación/ Requerimientos	Método de medición	Lugar	Método de Control	Tamaño de muestra	Frecuencia	Quién o qué lo mide	Donde se registra	Regla de decisión /Acción correctiva	No. doc
Formado	Peso	Si	Salida	83 - 88 g	Pesado	Zona de Formado	Gráfico X-R	1	Cada masa preparada	Operador / Balanza	Formato: Registro de Producción	Volver a pesar y repartir adecuadamente la masa	CPAN -CF- 012
	Número de bandejas x coche	Si	Salida	18 bandejas llenas x coche	Conteo		Registro manual	1		Operador	Pan Francés	Completar el número de bandejas por coche	
Fermentado	Estado de la cámara fermentadora	Si	Entrada	Mantenimientos al día	Visual	Zona de Fermentado	Registro y seguimiento de mantenimientos	1	Cada masa preparada	Operador	Formato: Registro de Producción	Solicitar el mantenimiento correspondiente	CPAN -CF- 012
	Tiempo	Si	Salida	120 min	Medición del tiempo		Gráfico X-R	1		Operador / Cronómetro	Pan Francés	Revisar el estado de la masa y reprocesar de ser el caso	
	Temperatura	Si	Salida	26 - 40 °C	Medición de la Temperatura		Gráfico X-R	1		Operador / Termómetro		Revisar el estado de la masa y reprocesar de ser el caso	
	Humedad	Si	Salida	80 - 85 %	Medición de la Humedad		Gráfico X-R	1		Operador / Higrómetro		Revisar el estado de la masa y reprocesar de ser el caso	
	Número de coches	No	Salida	9 coches	Conteo		Registro manual	1		Operador		Completar el número de coches por cámara	

<<Continuación>>

Proceso			Proceso de medición					Muestreo			Toma de decisiones		
Paso proceso	¿Qué controlamos?	Crítico	Entrada/Salida	Limites especificación/Requerimientos	Método de medición	Lugar	Método de Control	Tamaño de muestra	Frecuencia	Quién o qué lo mide	Donde se registra	Regla de decisión /Acción correctiva	No. doc
Horneado	Tiempo	Si	Salida	16 min	Medición del tiempo	Zona de Horneado	Gráfico X-R	1	Cada masa preparada	Operador / Cronómetro	Formato: Registro de Producción Pan Francés	Revisar el estado de la masa y reprocesar de ser el caso	CPAN -CF-012
	Temperatura	Si	Salida	115 °C	Medición de la Temperatura		Gráfico X-R	1	Cada masa preparada	Operador / Termómetro		Revisar el estado de la masa y reprocesar de ser el caso	
	Número de coches	No	Salida	1coche	Conteo		Registro manual	1	Cada masa preparada	Operador		Completar el número de coches por horno	
Pre enfriamiento	Tiempo	Si	Salida	30 min	Medición del tiempo	Zona de Preenfriamiento	Gráfico X-R	1	Cada batch de pre enfriamiento	Operador / Cronómetro	Formato: Registro de Producción Pan Francés	Revisar el estado del pan y reprocesar de ser el caso	CPAN -CF-012
	Temperatura	Si	Salida	30 °C	Medición de la Temperatura		Gráfico X-R	1	Cada batch de pre enfriamiento	Operador / Termómetro		Revisar el estado del pan y reprocesar de ser el caso	
Ultracongelado	Temperatura	Si	Salida	-7 °C	Medición de la Temperatura	Zona de Ultracongelación	Gráfico X-R	1	Cada batch de ultracongelado	Operador / Termómetro	Formato: Registro de Producción Pan Francés	Revisar el estado del pan y reprocesar de ser el caso	CPAN -CF-012
	Número de coches	No	Salida	2 coches / 4 coches	Conteo		Registro manual	1		Operador		Completar el número de coches	
Empacado	Peso de jabas	Si	Salida	3 kg	Pesado	Zona de Empacado	Gráfico X-R	1	Cada jaba	Operador / Balanza	Formato: Registro de Empacado Pan Francés	Corregir peso de jabas con otras unidades	CPAN -CF-014

Adicional al Plan de control, se ejecutaron las siguientes actividades:

- Se uniformizaron los procedimientos e instrucciones de trabajo.
- Los documentos se incorporaron al proceso de auditoría del negocio.
- Se realizó capacitación en el trabajo para el personal operativo involucrado en cada etapa.
- Se estableció una frecuencia de Control Estadístico de Procesos para los turnos aleatorios a fin de monitorizar el mantenimiento de la mejora, como se muestra en el Anexo 2.

4.6. APLICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional se encuentra enmarcado dentro de las actividades realizadas por la Bachiller en Ciencias – Industrias Alimentarias en la empresa Hipermercados SAC, donde desempeña la función de Analista Senior de Mejora de Procesos. La carrera de Industrias Alimentarias le proporciona las habilidades y conocimientos necesarios para desenvolverse adecuadamente en la compañía.

En el desarrollo de la Mejora de Procesos, se recurre al levantamiento de data de campo y realiza un conjunto de análisis de la situación inicial del proceso evaluado (AS IS), tales como productividad, costos, tiempos, calidad de los resultados, etc. En base a dicho diagnóstico inicial, se identifican las oportunidades y se diseñan propuestas de solución (TO BE), las cuales son puestas a prueba y luego son implementadas para finalmente pasar a formar parte de la ejecución operativa del área o proceso evaluado. Estas funciones se desempeñaron apropiadamente ya que se ponen en práctica los conocimientos adquiridos durante los años de estudio, tal como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral

Cursos	Conocimientos adquiridos puestos en práctica
Ingeniería de la Producción	Estudio de tiempos y movimientos
Diseño de Plantas	Tamaño y capacidad de equipos e instalaciones
Proyectos Agroindustriales	Análisis de aspectos económicos y financieros, organización, administración.
Métodos Estadísticos	Control de los procesos y de las inspecciones y muestreos de productos
Gestión de Calidad	Implementación de procesos de mejoramiento de la calidad

Asimismo, en el presente Trabajo de Suficiencia Profesional se puso en práctica la Mejora de la Productividad de la Línea de Pan Francés Congelado mediante la metodología DMAIC, para ello se realizó un análisis de la productividad inicial de la Central, se realizó un estudio de tiempos estándares, se obtuvieron los balances de línea de producción inicial y mejorado, así como se implementó una serie de mejoras en el campo de trabajo, lo cual permitió ampliar la producción inicial de la Central, estas actividades guardan relación con las asignaturas mostradas en la Tabla 9.

Tabla 9: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en la Mejora de la Productividad de la Línea de Pan Francés Congelado mediante la metodología DMAIC

Cursos	Conocimientos adquiridos puestos en práctica
Ingeniería de la Producción	Estudio de tiempos y movimientos
Diseño de Plantas	Tamaño y capacidad de equipos e instalaciones
Métodos Estadísticos	Control de los procesos y de las inspecciones y muestreos de productos
Gestión de Calidad	Implementación de procesos de mejoramiento de la calidad
Refrigeración y Congelación de Alimentos	Conocimiento sobre cadena de frío durante las etapas de producción
Tecnología de Leguminosas y Cereales	Principios de la panificación

Finalmente, el desarrollo de capacidades y competencias durante la carrera, tales como el análisis de información para la toma de decisiones y la búsqueda de soluciones, junto con una capacitación constante y por supuesto el manejo de habilidades personales, como el trabajo en equipo, comunicación, empatía, responsabilidad en el trabajo, liderazgo. entre otros, permitió un correcto desenvolvimiento del bachiller en el centro laboral, así como en la ejecución exitosa de las labores y actividades encomendadas.

V. CONCLUSIONES

1. La aplicación de la metodología DMAIC para la mejora de procesos, permitió que la organización mejorará la productividad del proceso de producción de pan francés de 3200 kg por día a 4000 kg de pan por día, manteniendo los mismos turnos y recursos.
2. La toma de tiempos del proceso productivo de la Central en la línea de producción de pan francés y permitió identificar las oportunidades de mejora del proceso, pasando de 259.25/batch min tiempo a 244.12 min/batch, lo que representó un 5.8% de eficiencia.
3. Se identificó que los problemas se presentaban en la etapa de formado, preenfriado, ultracongelado y empacado, siendo sus principales causas las actividades realizadas por la mano de obra, tales como desplazamientos innecesarios.
4. El estudio permitió la participación y compromiso de todo el personal operativo de la Central, ya que fue involucrado para identificación de los problemas, la búsqueda de soluciones, así como en la posterior sensibilización de las mejoras instaladas.
5. Se estableció un plan de control, definiendo método de medición, muestreo y reglas de decisión para cada etapa del proceso de producción a fin de mantener el seguimiento continuo de las medidas implementadas.

VI. RECOMENDACIONES

- Expandir la metodología DMAIC y el uso de herramientas Lean en mayores ámbitos de producción y servicios de la empresa, tales como la Central de acopio, el Centro de Distribución de Secos e incluso los locales de venta al público.
- Complementar el estudio con un Control Estadístico de Procesos para identificar oportunidades de variación en el proceso y continuar con la mejora de la planta de producción.
- Instalar un programa de mantenimiento de equipos y señalización, que asegure que estos se mantengan en óptimas condiciones y forme parte del hábito de las actividades de los operadores.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Arroyo, I. (1996). Evaluación de la calidad panadera del maíz blanco Molinero 2000. Tesis para optar por el título de Ingeniero de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú. 220 p.
- ASPAN (Asociación Peruana de Empresarios de la Panadería y Pastelería constituida). (2019). Disponible en: <https://aspanperu.com/>
- Calaveras J. (2004). Nuevo tratado de panificación y bollería. 2 ed. España: Editorial Mundi-Prensa. 622 p.
- Cauvian, S; Young, L. (1998). Fabricación del Pan. Zaragoza, España: Editorial Acribia. 422 p.
- Escalante, E. (2003). Seis-Sigma Metodología y técnicas. México: Editorial Limusa. 435 p.
- Gerhard, J. (1991). Biotecnología introducción con experimentos de modelo. España: Editorial Acribia. 380 p.
- Gutiérrez, H; De la Vara, R. (2009). Control estadístico de Calidad y Seis Sigma. 2 ed. México: Editorial McGRAW-HILL. 482 p.
- Hernández, J; Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. Escuela de Organización Industrial. España. 175 p.
- ISO (International Standard Organization). (2015). NTP ISO 9000 Sistema de Gestión de la Calidad: Fundamentos y Vocabulario. INDECOPI. Perú 2007. 140 p.
- ISO (International Standard Organization). (2003). ISO 10017. Orientación sobre técnicas estadísticas para la norma ISO 9001.
- Isique, J. (2014). Manual de panificación. Lima, Perú: Editorial Macro. 103 p.

- LSSI (Lean Six Sigma Institute). (2015). Material de entrenamiento Black Belt. Perú. 200 p.
- Molteni, E; Cecchi, O. (2008). El liderazgo del Lean Six Sigma. 2 ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Macchi. 469 p.
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). (1996). Introducción al estudio de trabajo. Cuarta edición. Ginebra, Suiza. 522p.
- Quaglia, G. (1991). Ciencia y tecnología de la panificación. Zaragoza, España: Editorial Acribia. 480 p.
- Sánchez, E. (2005). Seis Sigma, filosofía de Gestión de la Calidad: Estudio teórico y su posible aplicación en el Perú. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura. Perú. 139 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO DE LOS TIEMPOS BÁSICOS

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

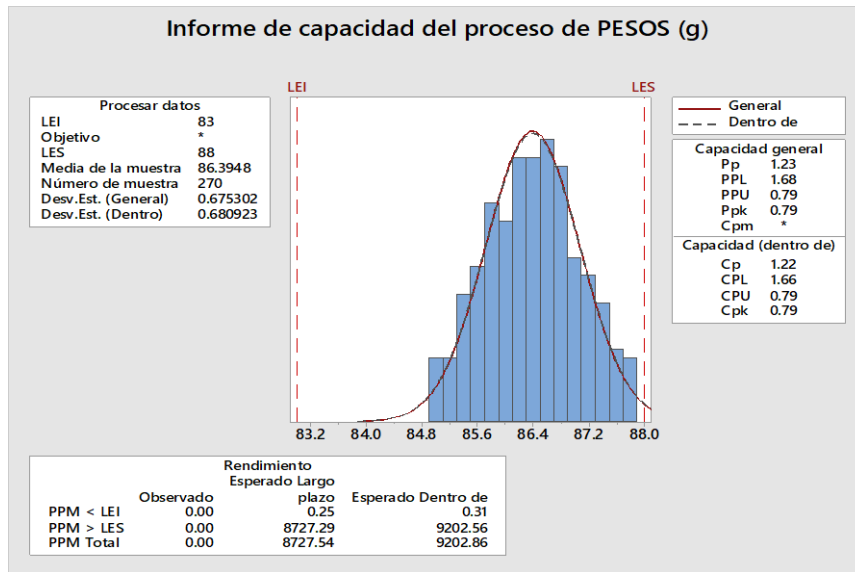
	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

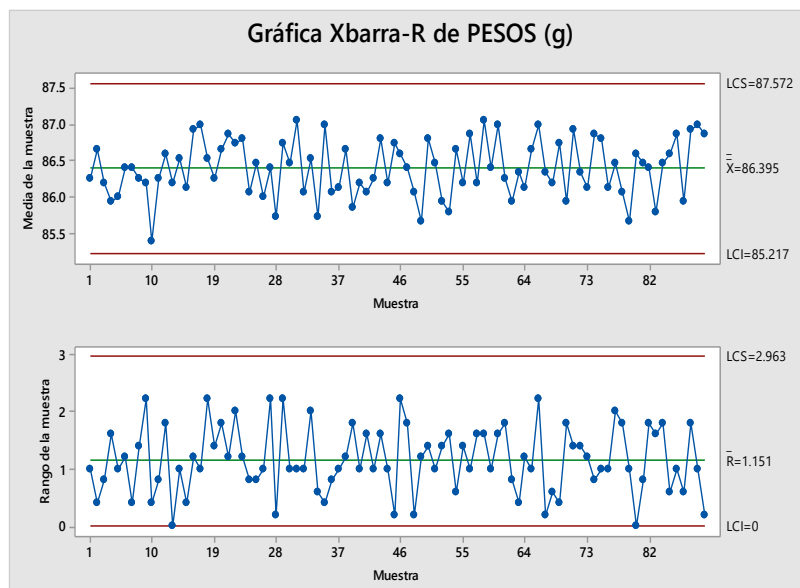
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4	45
B. Suplemento por postura anormal			2	100
Ligeramente incómoda	0	1		
incómoda (inclinado)	2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)				
Peso levantado [kg]				
2,5	0	1		
5	1	2		
10	3	4		
25		9		20
35,5	22	máx		
D. Mala iluminación				
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		
Bastante por debajo	2	2		
Absolutamente insuficiente	5	5		
E. Condiciones atmosféricas				
Índice de enfriamiento Kata				
16		0		
8		10		
F. Concentración intensa				
Trabajos de cierta precisión			0	0
Trabajos precisos o fatigosos			2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos			5	5
G. Ruido				
Continuo			0	0
Intermitente y fuerte			2	2
Intermitente y muy fuerte			5	5
Estridente y fuerte				
H. Tensión mental				
Proceso bastante complejo			1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos			4	4
Muy complejo			8	8
I. Monotonía				
Trabajo algo monótono			0	0
Trabajo bastante monótono			1	1
Trabajo muy monótono			4	4
J. Tedio				
Trabajo algo aburrido			0	0
Trabajo bastante aburrido			2	1
Trabajo muy aburrido			5	2

FUENTE: OIT (1996)

ANEXO 2: CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO A TRAVÉS DEL PESADO DE PANES



INTERPRETACIÓN: Los datos no presentan una distribución normal, por lo tanto, no están en control estadístico. El proceso aún no es estable o por su propia naturaleza se obtienen datos no normales.



Resultados de la Gráfica X de PESOS (g)

1. La mayoría de los puntos se mantiene cerca de la línea central (zona A y B)
2. Solo un punto se encuentran cerca de los límites de control.
3. Ningún punto fuera de los límites de control

Resultados de la Gráfica R de PESOS (g)

1. Ningún punto fuera de los límites de control
2. Pocos puntos cerca de los límites de control

ANEXO 3: DEFINICIONES ASOCIADAS A LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

Las siguientes definiciones proceden de la norma ISO 9000:2015 .

Gestión: Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.

Gestión de la calidad: Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad.

Nota: La dirección y control, en lo relativo a la calidad, generalmente incluye el establecimiento de la política de calidad y los objetivos de la calidad, la planificación de la calidad, el control de la calidad, el aseguramiento de la calidad y la mejora de la calidad.

Política de la calidad: Intenciones globales y orientación de una organización relativas a la calidad tal como se expresan formalmente por la alta dirección.

Nota: Generalmente la política de la calidad es coherente con la política global de la organización y proporciona un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la calidad.

Objetivo de la calidad: Algo ambicionado, o pretendido, relacionado con la calidad.

Nota 1: Los objetivos de la calidad generalmente se basan en la política de la calidad de la organización.

Nota 2: Los objetivos de la calidad generalmente se especifican para los niveles y funciones pertinentes de la organización.

Planificación de la calidad: Parte de la gestión de la calidad enfocada al establecimiento de los objetivos de calidad y la especificación de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de calidad.

En la fase de planificación se determinan los objetivos de calidad aplicados a los productos, procesos y sistemas. Estos objetivos pueden ser los siguientes:

- **Producto:** Especificaciones técnicas, tolerancias, etc.
- **Procesos:** Tiempo medio de procesamiento, número de defectuosos, capacidad del proceso, etc.
- **Sistemas:** Cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001:2000, cumplimiento de los requisitos del modelo de excelencia de la EFQM, etc.

Control de la calidad: Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

En la fase de la planificación de la calidad se han descrito objetivos de calidad que se quieren cumplir. En esta fase de control de la calidad se determinan y llevan a cabo las actividades necesarias para el control del cumplimiento de dichos objetivos. Estas actividades abarcan todas las fases del ciclo de vida de un producto, desde el desarrollo del producto hasta la desaparición del mismo.

Ejemplos de actividades de control de la calidad:

- **Para productos:** Inspección de las piezas, implantación del método de análisis modal de fallos y efectos (AMFE).
- **Para procesos:** Seguimiento de los procesos a través de cartas de control, diseño de experimentos para la optimización de procesos.
- **Para sistemas:** Auditorías a sistemas.

Aseguramiento de la calidad: Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad.

El aseguramiento de la calidad permite observar cómo están relacionadas todas las actividades de la organización relativas a la calidad y cómo se llevan a cabo estas actividades. El típico formato para la descripción de todo ello es un manual de la calidad.

Mejora de la calidad: Parte de la gestión de la calidad, orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad.