

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA
PANADERÍA SAN DIEGO PARA LA REDUCCIÓN
DE DESPERDICIOS Y OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS
EN EL AÑO 2025

Proyecto de graduación para optar por el
Bachillerato en Ingeniería Industrial.

ESTUDIANTE: ESTEBAN VARGAS HERRERA

TUTOR: ING CARLOS CHAVARRIA HIDALGO

HEREDIA, 2025

I DECLARACION JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Esteban de Jesus Vargas Herrera, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1793-0533 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA PANADERÍA SAN DIEGO PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS Y OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN EL AÑO 2025, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 03 días del mes de Agosto del año dos mil veinticinco.


1-1793-0533

Firma del estudiante

Cédula 1-1793-0533

II CARTA DE APROBACIÓN TUTOR

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 04 de agosto de 2025

Destinatario
Carrera
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Esteban de Jesús Vargas Herrera, cédula de identidad número 1 1793 0533, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado *MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA PANADERÍA SAN DIEGO PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS Y OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN EL AÑO 2025*, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	27%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEÓRICO	20%	20%
	TOTAL		95%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

CARLOS CHAVARRIA
 HIDALGO (FIRMA)

Firmado digitalmente por CARLOS CHAVARRIA HIDALGO (FIRMA)
 Fecha: 2025.08.04 11:29:26 -06'00'

Nombre: Carlos Chavarría Hidalgo
Cédula identidad N: 1-0754-0062

III CARTA DE APROBACIÓN DE LA COMPAÑÍA

Alajuela, 12 Febrero 2025

Señores
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

Me permito saludarle y a la vez comunicarle que el Panadería San Diego ha autorizado el desarrollo del proyecto de graduación para optar por el nivel de bachillerato en modalidad presencial del estudiante Esteban Vargas Herrera cédula 1-1793-0533, de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Hispanoamericana, a través de un proyecto que busca objetivo del proyecto, dentro de las responsabilidades que el estudiante desarrollará se encuentran:

- Redistribución de tareas: Asignar mejor las funciones para agilizar la producción.
- Optimización del tiempo: Ajustar tiempos de preparación y homeado para evitar retrasos.
- Monitoreo de producción: Registrar y analizar la producción diaria para mejorar eficiencia.

El proyecto se desarrollará en el período de Mayo - Octubre y será supervisado por las siguientes personas:

- Sebastián Herrera Arroyo
- Adrián Herrera Rodríguez

Atentamente,

 Sebastián Herrera Arroyo.

Nombre de la persona que autoriza
Puesto : Dueño de la Empresa
Institución: Panadería San Diego
Correo electrónico: herrerase00@gmail.com
Teléfono: 7117-4029

IV CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR

Puntarenas, 5 de Setiembre de 2025

Señores
Servicios estudiantiles
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante ESTEBAN VARGAS HERRERA, cédula de identidad 11793-0533, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA PANADERÍA SAN DIEGO PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS Y OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN EL AÑO 2025, el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; el análisis económico, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, uso adecuado de las herramientas en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,



Ing. Agustín Mejía Solano
Cédula: 6-0345-0690
Carné del Colegio: II-28964

V. AUTORIZACIÓN CENIT



**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, sábado, 13 de septiembre de 2025.

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Esteban Vargas Herrera, con número de identificación 1-1793-0533, autor (a) del trabajo de graduación titulado MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA PANADERÍA SAN DIEGO PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS Y OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN EL AÑO 2025 , presentado y aprobado en el año 2025 como requisito para optar por el título de Bachillerato de ingeniería industrial, SÍ / NO autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'EV', written over a horizontal line.

Esteban de Jesus Vargas Herrera
1-1793-0533



**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

VI Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios por darme la fortaleza, sabiduría y perseverancia para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus enseñanzas que me han guiado siempre a luchar por mis sueños. Gracias por ser mi mayor motivación.

A mi tutor, el Ingeniero Carlos Chavarría Hidalgo, por su guía, paciencia y valiosas recomendaciones a lo largo del desarrollo de este proyecto. Su experiencia y dedicación fueron fundamentales para alcanzar los objetivos planteados.

A la Panadería San Diego, por permitirme desarrollar esta propuesta de mejora en sus instalaciones y brindarme el apoyo necesario para llevar a cabo cada etapa del proyecto.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra forma, me brindaron su apoyo, confianza y palabras de aliento durante este proceso

VII. Acrónimos y siglas

ASME: American Society of Mechanical Engineers

CTQ: Critical To Quality (Crítico para la calidad)

DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar

KPI: Key Performance Indicators (Indicadores Clave de Desempeño)

OEE: Overall Equipment Effectiveness (Eficiencia Global de los Equipos)

PYMES: Pequeñas y Medianas Empresas

TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación

TFG: Trabajo Final de Graduación

UH: Universidad Hispanoamericana

SPC: Statistical Process Control (Control Estadístico de Procesos)

EEP: Eficiencia Efectiva del Proceso

CEP: Control Estadístico del Proceso

VIII. RESUMEN EJECUTIVO

Esteban Vargas Herrera (agosto 2025). MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA PANADERÍA SAN DIEGO PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS Y OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN EL AÑO 2025. [Proyecto de graduación para optar por el Bachillerato en Ingeniería Industrial, Universidad Hispanoamericana]. Tutor: Ing. Carlos Chavarría Hidalgo.

El presente proyecto tiene como objetivo mejorar la eficiencia del proceso de producción en la Panadería San Diego, ubicada en Alajuela, mediante la aplicación de la metodología DMAIC, con el propósito de reducir los desperdicios, optimizar los tiempos de ciclo y aumentar la capacidad operativa. La empresa, dedicada a la elaboración artesanal de productos de panificación, enfrenta actualmente desafíos operativos como la falta de estandarización en sus procesos, tiempos improductivos y altos niveles de desperdicio de materias primas, afectando directamente su competitividad y rentabilidad.

La metodología DMAIC permitió estructurar el proyecto en cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. En la etapa de Definición, se documentó el proceso operativo actual y se identificaron las actividades críticas. Posteriormente, en la fase de Medición, se estableció una línea base mediante estudios de tiempo y cálculo de capacidad, detectando ineficiencias principalmente en la apertura de sacos de harina, la inspección no estandarizada de ingredientes y la falta de sincronización en el encendido del horno.

El análisis de causas se realizó utilizando herramientas como el diagrama de Ishikawa y la técnica de los cinco porqués, identificando que las principales causas de los tiempos improductivos eran la mala disposición de insumos, la ausencia de procedimientos estandarizados y la falta de ayudas visuales para el control del proceso. A partir de estos hallazgos, se diseñaron tres propuestas de

mejora de bajo costo: la reubicación estratégica de insumos, la implementación de un sistema visual para la inspección de ingredientes y la incorporación de ayudas visuales para el encendido anticipado del horno.

La implementación simultánea de estas propuestas permitió reducir el tiempo de ciclo del panadero de 2631 segundos a 1976 segundos, aumentando la capacidad de producción de 1.37 a 1.8 lotes por día. Asimismo, se estableció un plan de control basado en registros en Excel y seguimiento de indicadores clave, asegurando la sostenibilidad de las mejoras a largo plazo. Desde la perspectiva financiera, la inversión inicial de ¢955,000 se recupera dicha inversión en ocho meses, proyectando un aumento en utilidades anuales de ¢2,376,000.

Este proyecto demuestra que mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial y la optimización de procesos productivos es posible generar mejoras significativas en empresas artesanales, sin la necesidad de grandes inversiones en infraestructura o tecnología, logrando así fortalecer su competitividad y sostenibilidad en el mercado.

Índice de Contenido

I DECLARACION JURADA	2
II CARTA DE APROBACIÓN TUTOR	3
III CARTA DE APROBACIÓN DE LA COMPAÑÍA	4
IV CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR	5
V. AUTORIZACIÓN CENIT	6
VI Agradecimiento.....	8
VII. Acrónimos y siglas	9
VIII. RESUMEN EJECUTIVO	10
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	17
1.1 Descripción general del proyecto	18
1.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto	19
1.2.1 Descripción general de la organización	19
1.2.1.1 Misión y visión de la organización	20
1.2.1.2 Estructura General de la Empresa	20
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución	22
1.3 Planteamiento del problema	23
1.3.1 Definición y medición del problema	23
1.3.2 Justificación del proyecto	24
1.4 Objetivos del proyecto.....	26
1.4.1 Objetivo general	26
1.4.2 Objetivos específicos (Enfocados en DMAIC).....	26
1.5 Alcances y limitaciones	27
1.5.1 Alcances	27
1.5.2 Limitaciones	27
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	28
2.1 Marco conceptual relativo a la carrera.....	29
2.1.1 Metodología DMAIC	29
2.1.2 Ingeniería Industrial	31
2.1.3 Indicadores Clave de Desempeño (KPI)	32
2.1.4 Diagrama de Flujo	33

	13
2.1.5 Lluvia de ideas.....	35
2.1.6 Diagrama de Ishikawa	36
2.1.6.1 Categorías del Diagrama de Ishikawa	36
2.1.7 Panificación.....	38
2.1.7.1 Proceso de elaboración del pan	39
2.1.7.2 Etapas fundamentales del proceso de panificación.....	40
2.1.8 Cursograma Analítico.....	43
2.1.8.1 Componentes del cursograma analítico	43
2.1.8.2 Aplicación en procesos de manufactura artesanal.....	45
2.1.9 ASME: Estándares en Ingeniería de Procesos	46
2.1.10 Diagrama de Proceso.....	47
2.1.10.1 Aplicación en procesos de manufactura artesanal	49
2.1.11 Lean Manufacturing	49
2.1.11.1 Principios fundamentales de Lean Manufacturing	50
2.1.12 Diagrama de Gantt.....	51
2.1.13 Matriz RACI	52
CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO.....	56
3.1 Metodología para la Definición del Problema.....	57
3.2 Metodología para la Medición y Respaldo Cualitativo del Proyecto.	59
3.3 Metodología Para La Propuesta De Mejora, Construcción O Puesta En Práctica De Un Nuevo Proceso, Producción O Servicio.....	61
3.4 Metodología Para La Implementación Del Proyecto.....	63
3.5 Metodología Para La Verificación, Aseguramiento, Control Y Seguimiento De Resultados.	65
CAPÍTULO IV: LINEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSA.	68
4.1 Análisis del flujo del proceso.....	69
4.1.1 Proceso de Elaboración Detallado.....	71
4.2 Diagrama de SIPOC.....	75
4.3 Lluvia de ideas.....	77
4.4 Toma de tiempos y cálculo de capacidad	79
4.4.1 Determinación del tamaño de muestra.....	79
4.4.2 Análisis de cálculo de capacidad	84

	14
4.4.3 Tasas de utilización	88
4.5 Diagrama de Ishikawa	89
4.6 Multivoto	91
4.7 Cursograma Analítico Actual.....	95
4.8 Diagrama de Gantt	99
4.9 Técnica de los 5 Por Qué.....	101
4.10 Análisis y conclusión del capítulo.....	106
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	108
5.1 Planteamiento de las propuestas.....	109
5.2 Propuesta 1 Mejora en la operación de apertura de sacos de harina	110
5.3 Propuesta para mejorar Inspección de ingredientes	113
5.4 Propuesta 3 Mejora en encendido del horno / espera del horno	117
5.5 Consolidación de los beneficios de las propuestas	119
5.6 Diagrama de Gantt Propuesto.....	131
5.7 Matriz RACI.....	133
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	136
6.1 Conclusiones	137
6.2 Recomendaciones	139
CAPÍTULO VII BIBLIOGRAFÍA	141
CAPÍTULO VIII: ANEXOS.....	145

Índice de Figuras

Ilustración 1 Organigrama General de la empresa	20
Ilustración 2 Metodología DMAIC	31
Ilustración 3 Simbología Diagrama de flujo	34
Ilustración 4 Proceso de Elaboración de Pan	42
Ilustración 5 Proceso de Elaboración de Pan	44
Ilustración 6 Matriz RACI	53
Ilustración 7 Diagrama de SIPOC.....	55
Ilustración 8 Flujo del proceso de panificación.....	70
Ilustración 9 Diagrama de SIPOC.....	75
Ilustración 10 Mapa Mental de lluvia de ideas.....	78
Ilustración 11 Estudio y toma de tiempos en proceso Tiempo de Procesamiento del lote	83
Ilustración 12 Distribución de tiempo operativo	86

Ilustración 13 Diagrama de Ishikawa	91
Ilustración 14 Grafico de barras del multivoto	94
Ilustración 15 Cursograma analítico actual.....	97
Ilustración 16 Diagrama de Gantt actual	101
Ilustración 17 5 Por qué Apertura de sacos de harina.....	103
Ilustración 18 5 Por qué Inspección de Ingredientes	104
Ilustración 19 5 Por qué Encendido del horno / espera del horno	105
Ilustración 20 Layout Actual	110
Ilustración 21 Layout propuesto	111
Ilustración 22 Herramienta de Excel propuesta.....	113
Ilustración 23 Ayuda visual hornos	118
Ilustración 24 Cursograma analítico propuesto	122
Ilustración 25 Cuadro resumen antes de la mejora	125
Ilustración 26 Cuadro resumen con propuesta aplicada.....	127
Ilustración 27 Diagrama de Gantt Optimizado.....	132
Ilustración 28 Matriz RACI	133
Ilustración 29 Proceso de elaboración de pan	146
Ilustración 30 Horneado de pan	146
Ilustración 31 Panadería San Diego	147
Ilustración 32 Toma de Tiempos Muestreo	147
Ilustración 33 Herramienta de Excel	148
Ilustración 34 Tiempos de Gantt Actual.....	149
Ilustración 35 Tiempos de Gantt propuesto.....	150

Índice de Tablas

Tabla 1 Estructura de la metodología Definir	58
Tabla 2 Estructura de la metodología Medir.....	60
Tabla 3 Estructura de la metodología Analizar	62
Tabla 4 Estructura de la metodología Mejorar	64
Tabla 5 Estructura de la metodología Controlar	66
Tabla 6 Indicadores de Muestreo	80
Tabla 7 Datos de Muestreo	81
Tabla 8 Tiempos de Ciclo Actuales.....	84
Tabla 9 Capacidad de los Recursos	86
Tabla 10 Tasas de Utilización	88
Tabla 11 Clasificación de las 6M.....	90
Tabla 12 Análisis de Multivoto	91
Tabla 13 Priorización del multivoto	93
Tabla 14 Tiempo de ciclo Propuesta 1	112
Tabla 15 Tiempo de ciclo Propuesta 2.....	116
Tabla 16 Tiempo de ciclo Propuesta 3.....	119

Tabla 17 Resumen de beneficios	120
Tabla 18 Inversiones estimadas.....	127
Tabla 19 Inversiones por mes.....	129
Tabla 20 Resumen de ganancias estimado	130

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1 Descripción general del proyecto

El presente proyecto tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia del proceso de producción en la Panadería San Diego, una empresa ubicada en Alajuela dedicada a la elaboración y comercialización de productos de panificación artesanal. A lo largo de los últimos años, la empresa ha enfrentado diversas dificultades operativas, entre ellas, altos tiempos de producción, incrementos en el desperdicio de materias primas y una limitada capacidad de respuesta ante la demanda, especialmente en momentos de alta demanda de productos. Estos efectos han impactado directamente en la satisfacción del cliente, los costos operativos y la competitividad del negocio.

Ante esta situación, se propone el desarrollo de un proyecto de mejora con enfoque en la optimización de procesos, utilizando como base la metodología DMAIC, ampliamente reconocida en la ingeniería industrial por su aplicación en proyectos de mejora continua. Esta metodología permitirá identificar con claridad las causas raíz de los problemas actuales, establecer una línea base de desempeño, diseñar soluciones enfocadas en la estandarización, mejora de procesos y gestión eficiente de recursos, y finalmente, implementar y mantener mejoras sostenibles a lo largo del tiempo.

La intervención se centrará específicamente en el área de producción, abordando desde la recepción de materias primas hasta el empaquetado del producto final. Se espera que, mediante el análisis detallado y la aplicación sistemática de herramientas de análisis de datos y productividad, la Panadería San Diego logre reducir tiempos muertos, optimizar los tiempos de ciclo y aumentar su capacidad de producción, impactando positivamente en su rentabilidad y proyección a largo plazo.

1.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto

1.2.1 Descripción general de la organización

La Panadería San Diego es una empresa ubicada en la provincia de Alajuela, dedicada a la elaboración de productos de panificación artesanal. Fundada en el año 2010 como un negocio familiar, la empresa ha evolucionado desde un pequeño horno comunitario hasta consolidarse como una operación formal con instalaciones dedicadas a la producción de pan, bollería y dulces.

Su misión es elaborar y comercializar productos de panadería, pastelería y cafetería con altos estándares de calidad, conservando el sabor tradicional y artesanal que caracteriza a sus recetas, mediante el uso de materia prima seleccionada, tecnología accesible y personal comprometido. Su visión consiste en posicionarse como una empresa líder en la región, reconocida por la variedad y calidad de sus productos, el compromiso con sus colaboradores y la mejora constante de sus procesos.

La estructura organizativa está compuesta por áreas funcionales como producción, compras, ventas, distribución y administración. El área de producción, donde se desarrollará este proyecto, es el núcleo operativo de la empresa y abarca los procesos desde la recepción de materias primas hasta el empaquetado del producto final. Las tareas en esta área son ejecutadas principalmente por operarios con experiencia empírica, bajo la supervisión directa de la gerencia general, sin una estandarización formal de funciones.

La empresa opera actualmente con dos centros de producción, manteniendo una combinación de métodos manuales y procesos semiautomatizados. A pesar del crecimiento experimentado en los últimos años, persisten retos importantes relacionados con la eficiencia operativa, el control del desperdicio y la estandarización de los procedimientos de trabajo.

1.2.1.1 Misión y visión de la organización

Misión

Elaborar productos de panadería y pastelería con altos estándares de calidad, combinando tradición artesanal con prácticas eficientes de producción, para satisfacer las necesidades del mercado local mediante el compromiso de un equipo humano capacitado y responsable.

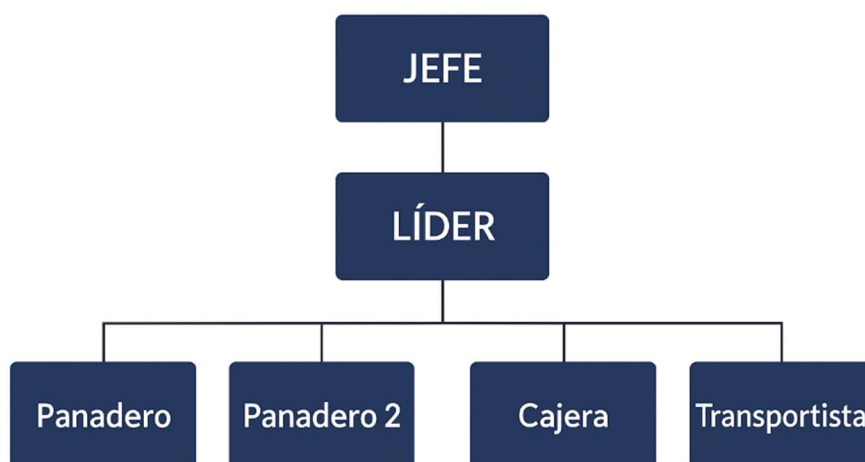
Visión

Ser una panadería reconocida en la región por su eficiencia operativa, la consistencia en la calidad de sus productos y su capacidad de mejora continua, posicionándose como un referente en procesos productivos dentro del sector artesanal.

1.2.1.2 Estructura General de la Empresa

La Panadería San Diego cuenta con una estructura operativa conformada por distintas ocupaciones, cada una con funciones específicas que permiten el desarrollo integral del proceso productivo. A continuación, se describen los principales puestos involucrados

Ilustración 1 Organigrama General de la empresa



Fuente: Elaboración propia.

Líder de Producción

Cargo: Responsable de la supervisión general del proceso de producción. Se encarga de garantizar la eficiencia operativa, el cumplimiento de los estándares del producto y la correcta utilización de maquinaria y equipo. Administra el inventario de materia prima, materiales de empaque y productos en proceso. Además, coordina las tareas del personal operativo y toma decisiones en tiempo real para asegurar la continuidad de las operaciones.

Panadero 1

Cargo: Ejecuta la preparación de masas, el horneado y los acabados de los productos de panadería y pastelería, como panes, pasteles y tortas. Se encarga del cumplimiento de las recetas, tiempos de fermentación y parámetros de cocción establecidos.

Panadero 2

Cargo: Apoya en las labores de preparación, horneado y acabado de productos. Su función complementa las tareas del panadero principal, especialmente en momentos de alta carga operativa.

Cajero

Cargo: Atiende el punto de venta y es responsable de la gestión de efectivo, cheques y otros documentos de valor. Realiza cobros, da vuelto y mantiene el control de ingresos diarios. También participa en tareas de empaque de productos al cliente, garantizando una atención rápida y ordenada.

Transportista

Cargo: Se encarga de la adquisición de materia prima y materiales de apoyo, según las necesidades que le indique el líder de producción. Su función es clave para mantener el abastecimiento constante y cumplir con la planificación operativa diaria.

La Panadería San Diego cuenta con una estructura organizativa sencilla, basada en una jerarquía funcional que responde a las necesidades operativas de una empresa de producción artesanal. En el nivel superior se encuentra el Jefe, quien tiene la responsabilidad de supervisar el funcionamiento general del negocio y tomar decisiones administrativas y estratégicas. A nivel operativo, la gestión del proceso productivo recae sobre el Líder, quien coordina y supervisa directamente las actividades del personal de planta, asegurando la continuidad del trabajo y el uso eficiente de los recursos.

Bajo la dirección del Líder se encuentra el equipo operativo compuesto por dos panaderos, una cajera y un transportista. Los panaderos ejecutan las labores de preparación, horneado y acabado de los productos. La cajera, además de realizar funciones de cobro, participa en el empaque de los productos elaborados. El transportista se encarga del abastecimiento de materia prima y del cumplimiento de los requerimientos logísticos según las instrucciones del líder. Esta estructura permite una línea de comunicación directa y facilita el control de las tareas productivas, alineándose con el enfoque artesanal y de proximidad que caracteriza a la empresa.

1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución

Desde su origen en 2010, la Panadería San Diego ha experimentado una evolución significativa en su capacidad productiva y cobertura geográfica. A partir del año 2015, la empresa inició una etapa de expansión mediante la apertura de nuevos puntos de venta en distintos sectores de Alajuela, lo que demandó un incremento en su volumen de producción y una mejora en su capacidad organizativa.

En 2017, con el objetivo de responder a sus nuevas necesidades operativas, se ampliaron las instalaciones y se habilitó una segunda planta de producción dentro de las mismas instalaciones. Esta expansión permitió diversificar el portafolio de productos e introducir ciertos elementos tecnológicos en los procesos.

La panadería ha mantenido un enfoque artesanal en su propuesta de valor, lo que representa un diferencial en el mercado, pero también ha implicado desafíos operativos importantes. En los últimos años, la empresa ha identificado como prioridad la necesidad de fortalecer sus procesos productivos y lograr una mayor eficiencia operativa, razón por la cual ha manifestado apertura y disposición para el desarrollo de un proyecto de mejora continua basado en metodologías de ingeniería industrial.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Definición y medición del problema

En el área de producción de la Panadería San Diego se han identificado una serie de ineficiencias que afectan directamente el desempeño operativo. El principal problema detectado es la existencia de actividades innecesarias dentro del flujo de trabajo, la falta de estandarización en las tareas clave del proceso y posibles cuellos de botella en el proceso. Estas condiciones han derivado en una producción con altos niveles de desperdicio de materias primas, tiempos excesivos en algunas etapas del proceso y una utilización poco eficiente de los recursos disponibles.

Durante el levantamiento inicial de información se evidenció que no existe una documentación formal de los procedimientos de producción, lo que genera variabilidad en la ejecución de tareas y aumenta la probabilidad de errores. Asimismo, la ausencia de herramientas de medición sistemática impide contar con datos confiables para tomar decisiones orientadas a la mejora.

Para abordar este escenario, el proyecto contempla como parte fundamental de su desarrollo la recopilación de datos que permitan establecer una línea base del estado actual del proceso. Se trabajará inicialmente en tres indicadores clave: el porcentaje de desperdicio de materia prima, el tiempo de ciclo de producción por lote, y tasa de utilización de los recursos. Estos indicadores permitirán evaluar cuantitativamente las oportunidades de mejora y dar seguimiento a los avances obtenidos con la implementación de las soluciones propuestas.

1.3.2 Justificación del proyecto

El desarrollo de este proyecto responde a la necesidad de fortalecer la estructura operativa de la Panadería San Diego mediante la aplicación de una metodología sistemática de mejora continua. Las ineficiencias actuales en el proceso de producción representan un obstáculo para el crecimiento sostenible del negocio, al generar sobrecostos operativos, consumo innecesario de recursos y dificultades para mantener un ritmo de trabajo constante.

Implementar mejoras en los procesos permitirá a la empresa contar con una producción más ágil, controlada y eficiente, reduciendo la variabilidad y el desperdicio. A su vez, se establecerán procedimientos estandarizados que facilitarán la capacitación del personal, la asignación adecuada de tareas y la trazabilidad de las operaciones. Estos elementos son fundamentales para consolidar una base productiva sólida que permita a la panadería operar con mayor control y estabilidad, además de sentar las bases para futuros proyectos de automatización o expansión.

Además, al aplicar herramientas propias de la ingeniería industrial como análisis de procesos, diagramas de flujo, estudio de tiempos y control de tiempos, se generará información clave para la toma de decisiones basada en datos. Esto permitirá no solo corregir las fallas actuales, sino también anticiparse a posibles desviaciones futuras mediante un sistema de monitoreo continuo.

De esta manera, el proyecto no solo resolverá los problemas inmediatos, sino que también establecerá una cultura de mejora continua dentro del área de producción, promoviendo prácticas operativas más disciplinadas, medibles y sostenibles en el tiempo.

Los principales beneficiarios del proyecto serán los colaboradores operativos del área de producción, quienes trabajarán bajo condiciones más organizadas, con tareas mejor definidas y menor carga por reprocesos o desorden operativo. Asimismo, la gerencia se beneficiará al contar con datos confiables para la toma de decisiones, lo que facilitará una planificación más precisa y una reducción de costos asociados a ineficiencias. En conjunto, el fortalecimiento del proceso de producción impactará positivamente en el desempeño global de la panadería, mejorando su estabilidad operativa y capacidad de respuesta ante futuras demandas internas.

1.4 Objetivos del proyecto

1.4.1 Objetivo general

Mejorar la eficiencia del proceso de producción en la Panadería San Diego mediante la metodología DMAIC, disminuyendo el tiempo de ciclo por lote en al menos un 20% antes de diciembre de 2025.

1.4.2 Objetivos específicos (Enfocados en DMAIC)

1. Definir el proceso operativo y los tiempos de ciclo del proceso actual.
2. Medir la capacidad operativa y los tiempos actuales para establecer una línea base del proceso.
3. Analizar las principales causas que limitan la capacidad de producción y generan tiempos improductivos.
4. Proponer mejoras orientadas a la reducción de tiempos y optimización de la capacidad del proceso.
5. Controlar la implementación de las mejoras mediante un Gantt y RACI para seguimiento y asignación de responsabilidades.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

Este proyecto se enfoca en el análisis y propuesta de mejora del proceso de producción de la Panadería San Diego, específicamente en las etapas que abarcan desde la preparación de ingredientes hasta el empaquetado del producto final. Se aplicará la metodología DMAIC con el objetivo de identificar oportunidades para reducir los tiempos de operación y aumentar la capacidad del proceso. El estudio incluirá la recopilación de datos actuales, el análisis de tiempos, la identificación de causas de ineficiencia y la formulación de propuestas de mejora enfocadas en la reorganización y estandarización de actividades. La propuesta se limitará al área de producción y no incluirá acciones en áreas administrativas, de ventas o distribución.

1.5.2 Limitaciones

Una de las principales limitaciones del proyecto es la ausencia de datos históricos confiables sobre los tiempos de producción, la capacidad operativa y los niveles de desperdicio. Esta carencia dificulta el análisis comparativo con periodos anteriores y limita la posibilidad de establecer comparaciones reales históricas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual relativo a la carrera

En este apartado se desarrollan conceptos específicos que guardan una relación directa con el problema identificado en la Panadería San Diego. Estas definiciones, extraídas de fuentes confiables y alineadas con el enfoque de la ingeniería industrial, permiten contextualizar teóricamente las variables clave del estudio, como los tiempos de ciclo, la capacidad de producción y las herramientas de mejora continua.

El análisis de estos elementos resulta fundamental para comprender las dinámicas internas del proceso productivo y para sustentar, desde un punto de vista técnico, la propuesta de mejora. Cada uno de los conceptos abordados a continuación proporciona el marco necesario para interpretar los hallazgos obtenidos en campo y orientar la formulación de soluciones viables, enfocadas en la eficiencia operativa y la sostenibilidad del sistema de trabajo.

2.1.1 Metodología DMAIC

La metodología DMAIC es una estructura sistemática utilizada en proyectos de mejora continua, especialmente en el contexto de Seis Sigma, aunque su aplicación se ha extendido ampliamente a diversas áreas de gestión de procesos dentro de la ingeniería industrial. El término DMAIC es un acrónimo de las cinco fases que componen el ciclo: Definir, Medir, Analizar, Mejorar (Improve) y Controlar (Control) (Pyzdek & Keller, 2014).

Cada etapa está diseñada para guiar el análisis y la optimización de un proceso de forma lógica, reduciendo la variabilidad y eliminando causas raíz de los problemas, con base en datos y evidencia cuantitativa.

Definir: En esta fase se delimitan claramente el problema, los objetivos del proyecto, el proceso que será analizado y los requerimientos del cliente o usuario interno. Se desarrolla un acta del proyecto y se identifican los elementos críticos para la calidad (*Critical to Quality*, CTQ).

Medir: Se recopilan datos relevantes del proceso actual, con el fin de establecer una línea base de desempeño. Se utilizan métricas cuantitativas y herramientas como el mapa del proceso, histogramas o estudios de tiempos para entender cómo está operando el sistema en su estado actual.

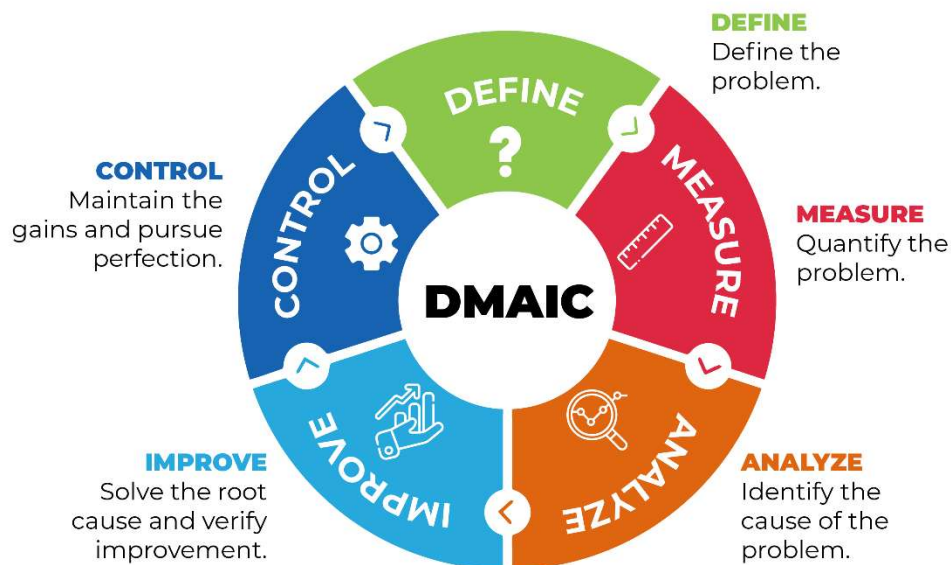
Analizar: Esta etapa busca identificar las causas raíz del problema. Se emplean técnicas como el diagrama de Ishikawa, los 5 porqués y el análisis de Pareto para encontrar las principales fuentes de variación o ineficiencia.

Mejorar (Improve): Se plantean e implementan soluciones orientadas a eliminar las causas de los problemas detectados. En esta etapa se diseñan nuevos flujos de proceso, se proponen cambios operativos o estructurales y se evalúan los resultados mediante pruebas piloto o simulaciones.

Controlar: Finalmente, se establecen mecanismos de seguimiento y control que aseguren la sostenibilidad de las mejoras. Esto puede incluir la definición de KPIs, auditorías internas, control estadístico de procesos (CEP) o estandarización mediante procedimientos escritos (George et al., 2005).

DMAIC

Data-driven quality strategy for improving the quality of the process with problem solving framework.



Fuente: American Society for Quality (s.f.).

DMAIC es una metodología orientada a resultados, basada en el rigor del análisis estadístico y en la cultura de mejora continua. Su valor radica en que evita soluciones intuitivas y promueve decisiones basadas en datos objetivos y cuantificables.

2.1.2 Ingeniería Industrial

La ingeniería industrial es una rama de la ingeniería encargada de optimizar sistemas productivos y administrativos, mediante el análisis, diseño, implementación y mejora de procesos que integran personas, materiales, información, equipos y energía. Su enfoque se orienta a lograr una mayor

eficiencia, calidad, productividad y seguridad en las operaciones, haciendo uso de herramientas cuantitativas y metodologías de mejora continua (Niebel & Freivalds, 2014).

A diferencia de otras ramas de la ingeniería que se centran en productos o infraestructuras específicas, la ingeniería industrial se enfoca en procesos y sistemas integrados. Según Heizer, Render y Munson (2020), esta disciplina combina conocimientos de matemáticas, física, estadística, administración y economía para resolver problemas complejos en entornos productivos y de servicios.

El profesional en ingeniería industrial se encarga de diseñar sistemas eficientes que permitan reducir costos, tiempos de producción, desperdicios y errores, sin comprometer la calidad ni la seguridad. Esto se logra mediante el uso de herramientas como estudios de tiempos y movimientos, análisis de procesos, simulación, ergonomía, control de calidad, gestión de inventarios y planificación de la producción (Womack & Jones, 2003).

Además, la ingeniería industrial juega un papel clave en la transformación digital de las empresas, al facilitar la integración de tecnologías emergentes en los procesos, y en la implementación de metodologías como Lean Manufacturing y Seis Sigma para la mejora continua.

2.1.3 Indicadores Clave de Desempeño (KPI)

Los Indicadores Clave de Desempeño, conocidos como KPI por sus siglas en inglés (*Key Performance Indicators*), son métricas utilizadas para evaluar el rendimiento de procesos, actividades o estrategias dentro de una organización. Estos indicadores permiten medir de forma objetiva el grado de cumplimiento de metas previamente establecidas, y se utilizan ampliamente en la gestión de operaciones, calidad, logística y producción (Parmenter, 2015).

Un KPI se define como una unidad de medida cuantificable, específica y relevante, que refleja el nivel de eficiencia o eficacia con el que se están alcanzando los objetivos organizacionales. Según Kaplan y Norton (1996), los KPIs constituyen una herramienta central del *Balanced Scorecard*, ya que traducen la estrategia de la empresa en acciones concretas medibles, alineadas con los factores críticos de éxito.

En ingeniería industrial, los KPIs son fundamentales para la mejora continua, ya que permiten identificar desviaciones, tomar decisiones basadas en datos y hacer seguimiento a las acciones correctivas. Algunos ejemplos comunes en procesos productivos incluyen el tiempo de ciclo, la tasa de rendimiento, el porcentaje de desperdicio, el OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) y la eficiencia del uso de recursos (Heizer et al., 2020).

Es importante que los KPIs cumplan con ciertas características: deben ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y limitados en el tiempo (*SMART*, por sus siglas en inglés). Un KPI mal definido puede inducir a decisiones equivocadas o generar esfuerzos innecesarios en métricas que no impactan directamente en los objetivos del proceso.















2.1.4 Diagrama de Flujo

Los diagramas de flujo sirven para analizar las capacidades de una organización y para determinar de manera general a los actores, pasos y procesos que se deben cumplir para alcanzar un objetivo. Podríamos decir que con estos diagramas se puede hacer un mapa de ruta.

Si eres consciente de tus recursos y de los talentos que integran a tu compañía será más fácil implementar una acción. Por ejemplo, si quieres mejorar la productividad de tu equipo deberás comenzar con capacitar a tus líderes, ellos deberán motivar a los trabajadores para que cumplan

las metas; en el último paso, tus líderes deberán evaluar el desempeño. Si no haces esto de manera ordenada, seguramente no lograrás elevar la productividad. (HubSpot, 2023).

Ilustración 3 Simbología Diagrama de flujo

Símbolos principales	Función
	Terminal (representa el comienzo, "inicio", y el final, "fin" de un programa. Puede representar también una parada o interrupción programada que sea necesario realizar en un programa).
	Entrada/Salida (cualquier tipo de introducción de datos en la memoria desde los periféricos, "entrada", o registro de la información procesada en un periférico, "salida").
	Proceso (cualquier tipo de operación que pueda originar cambio de valor, formato o posición de la información almacenada en memoria, operaciones aritméticas, de transferencia, etcétera).
	Decisión (indica operaciones lógicas o de comparación entre datos —normalmente dos— y en función del resultado de la misma determina cuál de los distintos caminos alternativos del programa se debe seguir; normalmente tiene dos salidas —respuestas SÍ o NO— pero puede tener tres o más, según los casos).
	Decisión múltiple (en función del resultado de la comparación se seguirá uno de los diferentes caminos de acuerdo con dicho resultado).
	Conector sirve para enlazar dos partes cualesquiera de un ordinograma a través de un conector en la salida y otro conector en la entrada. Se refiere a la conexión en la misma página del diagrama.
	Indicador de dirección o línea de flujo (indica el sentido de ejecución de las operaciones).
	Línea conectora (sirve de unión entre dos símbolos).
	Conector (conexión entre dos puntos del organigrama situado en páginas diferentes).
	Llamada a subrutina o a un proceso predeterminado (una subrutina es un módulo independientemente del programa principal, que recibe una entrada procedente de dicho programa, realiza una tarea determinada y regresa, al terminar, al programa principal).
	Pantalla (se utiliza en ocasiones en lugar del símbolo de E/S).
	Impresora (se utiliza en ocasiones en lugar del símbolo de E/S).
	Teclado (se utiliza en ocasiones en lugar del símbolo de E/S).
	Comentarios (se utiliza para añadir comentarios clasificadores a otros símbolos del diagrama de flujo. Se pueden dibujar a cualquier lado del símbolo).

Fuente: Fundamentos de programación (2020)

2.1.5 Lluvia de ideas

La lluvia de ideas, conocida también como *brainstorming*, es una técnica grupal utilizada para generar un gran número de ideas en torno a un problema, desafío o mejora específica. Su propósito es fomentar la creatividad colectiva, estimular la participación libre de juicios y abrir el espectro de posibilidades para la toma de decisiones o el planteamiento de soluciones (Osborn, 1953).

Esta técnica fue desarrollada originalmente por Alex F. Osborn como una herramienta de pensamiento creativo que busca romper los esquemas tradicionales de análisis. Consiste en reunir a un grupo de personas, exponerles un tema o problema, y permitir que expresen ideas de forma espontánea sin interrupciones ni críticas. El objetivo inicial no es evaluar la viabilidad de las ideas, sino generar la mayor cantidad posible en un ambiente abierto (Mind Tools, 2023).

En ingeniería industrial, la lluvia de ideas es frecuentemente utilizada en la etapa de análisis o mejora dentro de metodologías como DMAIC, Kaizen o eventos de mejora rápida (*rapid improvement events*). Su valor radica en que permite integrar diversos puntos de vista, identificar posibles causas raíz de un problema o generar soluciones creativas que posteriormente pueden ser evaluadas con criterios técnicos y económicos (Slack et al., 2016).

Para que la técnica sea efectiva, se recomienda que el grupo cuente con una facilitación clara, reglas de participación previamente definidas (como evitar la crítica y construir sobre las ideas de otros) y que todas las ideas sean registradas para su posterior análisis.

2.1.6 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado, es una herramienta de análisis cualitativo utilizada para identificar, organizar y representar gráficamente las causas potenciales de un problema específico. Fue desarrollado por Kaoru Ishikawa en la década de 1960 como parte de sus contribuciones al control de calidad en procesos industriales (Ishikawa, 1986).

Este diagrama ayuda a descomponer un problema en su causa raíz mediante una estructura ramificada que se asemeja a la espina de un pez. La “cabeza” del diagrama representa el efecto o problema principal, mientras que las “espinas” corresponden a categorías generales que agrupan posibles causas, tales como Método, Mano de obra, Maquinaria, Materiales, Medio ambiente y Medición —conocidas como las 6M en ingeniería industrial (Evans & Lindsay, 2014).

El método de las 6M organiza las posibles causas de un problema en seis categorías clave dentro de los procesos industriales. Estas categorías permiten estructurar el análisis y garantizar una revisión completa de los distintos factores que podrían estar influyendo negativamente en el resultado final (Evans & Lindsay, 2014).

2.1.6.1 Categorías del Diagrama de Ishikawa

Método (Method):

Se refiere a la manera en que se realizan los procesos o procedimientos. Aquí se analizan aspectos como la estandarización del trabajo, la secuencia de actividades, la documentación disponible, los protocolos utilizados y la claridad de instrucciones. Problemas en esta categoría suelen deberse a procesos mal diseñados o ejecutados de forma inconsistente.

Mano de obra (Manpower):

Abarca todo lo relacionado con el recurso humano: nivel de capacitación, habilidades, experiencia, motivación, carga laboral, comunicación y cumplimiento de funciones. Errores o retrabajos muchas veces se relacionan con deficiencias en esta área.

Maquinaria (Machine):

Incluye las herramientas, equipos, máquinas e infraestructura utilizadas en el proceso. Se revisan condiciones de mantenimiento, calibración, disponibilidad, fallos mecánicos o falta de tecnología adecuada. Las fallas técnicas pueden causar retrasos o defectos en el producto final.

Materiales (Materials):

Corresponde a la calidad, disponibilidad, especificaciones y manejo de los insumos utilizados. El uso de materiales defectuosos, caducos o mal almacenados puede ser una fuente directa de desperdicio o errores en la producción.

Medio ambiente (Environment):

Hace referencia a las condiciones externas que pueden afectar el proceso, como iluminación, temperatura, humedad, ruido, ergonomía del puesto de trabajo o factores culturales dentro del ambiente laboral. Un entorno inadecuado puede dificultar la ejecución eficiente de tareas.

Medición (Measurement):

Relacionada con la forma en que se recolectan, registran o interpretan los datos del proceso. Aquí se evalúan los instrumentos de medición, su precisión, la frecuencia de calibración, métodos de inspección y sistemas de control de calidad. Medidas incorrectas o poco confiables pueden llevar a decisiones erróneas.

El objetivo principal de esta herramienta es facilitar la identificación sistemática de las fuentes de variabilidad o falla dentro de un proceso, promoviendo una comprensión profunda del problema antes de proponer soluciones. En metodologías como DMAIC, el diagrama de Ishikawa es una herramienta clave durante la fase de Análisis, ya que permite visualizar relaciones causa-efecto, organizar ideas y fomentar el trabajo colaborativo mediante sesiones de lluvia de ideas (Pyzdek & Keller, 2014).

Su valor reside no solo en la identificación de causas inmediatas, sino en su capacidad para estimular la discusión estructurada en equipos multidisciplinarios, permitiendo analizar tanto causas directas como indirectas que afectan el rendimiento del proceso.

2.1.7 Panificación

La **panificación** es una actividad del sector alimentario dedicada a la elaboración de productos a base de harina, principalmente pan, mediante procesos que incluyen la mezcla de ingredientes, fermentación, formado, horneado y enfriado. Esta disciplina combina conocimientos tradicionales con principios de química, microbiología y tecnología de alimentos, y se considera una rama especializada dentro de la industria de procesamiento de cereales (Paredes-López & Bello-Pérez, 2010).

Desde el punto de vista técnico, la panificación implica una serie de operaciones unitarias que transforman la harina de trigo, el agua, la levadura y otros ingredientes en productos de panadería listos para el consumo. Estas etapas requieren condiciones específicas de tiempo, temperatura y humedad para garantizar la calidad del producto final. La fermentación, en particular, es un proceso clave, ya que influye directamente en el sabor, volumen, textura y valor nutricional del pan (Calvel, 2001).

Además de su dimensión artesanal, la panificación moderna se ha industrializado considerablemente, incorporando maquinaria especializada para la automatización del amasado, el formado y el horneado, así como sistemas de control de calidad y normativas sanitarias que aseguran la inocuidad de los productos. Esto ha convertido a la panadería en un entorno donde la **ingeniería industrial** desempeña un papel esencial en la optimización de procesos, reducción de desperdicios y mejora de la eficiencia operativa (Fellows, 2009).

El control de parámetros como tiempos de cocción, capacidad de producción por lote, control de inventarios de materias primas y estandarización de recetas es clave para mantener la competitividad del negocio, especialmente en un mercado que exige productos frescos, consistentes y seguros.

2.1.7.1 Proceso de elaboración del pan

La elaboración del pan es un proceso técnico y bioquímico que transforma ingredientes básicos — como harina, agua, levadura y sal— en un producto final comestible mediante una serie de operaciones controladas. Aunque tradicionalmente se ha considerado una actividad artesanal, su estudio desde la ciencia de los alimentos y la ingeniería de procesos permite comprender con

mayor profundidad las variables que afectan su calidad, productividad y estandarización (Cauvain & Young, 2007)

2.1.7.2 Etapas fundamentales del proceso de panificación

Pesado y mezclado de ingredientes

Esta fase inicial consiste en medir los ingredientes con precisión y mezclarlos hasta lograr una masa homogénea. La calidad de la harina, el contenido de gluten, la proporción de agua y la temperatura afectan la elasticidad y extensibilidad de la masa (Sivaramakrishnan et al., 2004).

Amasado

Durante el amasado, se desarrolla la red de gluten, que le da estructura y retención de gases a la masa. Este paso influye en la textura final del pan y puede realizarse manualmente o con amasadoras mecánicas. El amasado también distribuye uniformemente la levadura, permitiendo una fermentación homogénea.

Fermentación o levado

Es un proceso bioquímico donde las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) metabolizan los azúcares disponibles y liberan dióxido de carbono y compuestos aromáticos. El CO₂ queda atrapado en la red de gluten, lo que permite que la masa aumente su volumen. Este paso es crítico tanto para la textura como para el sabor del pan (Calvel, 2001).

Formado y reposo

Después del primer levado, la masa se divide, forma (por ejemplo, baguettes, bollos, pan redondo) y reposa nuevamente para realizar una segunda fermentación que termina de desarrollar el volumen deseado.

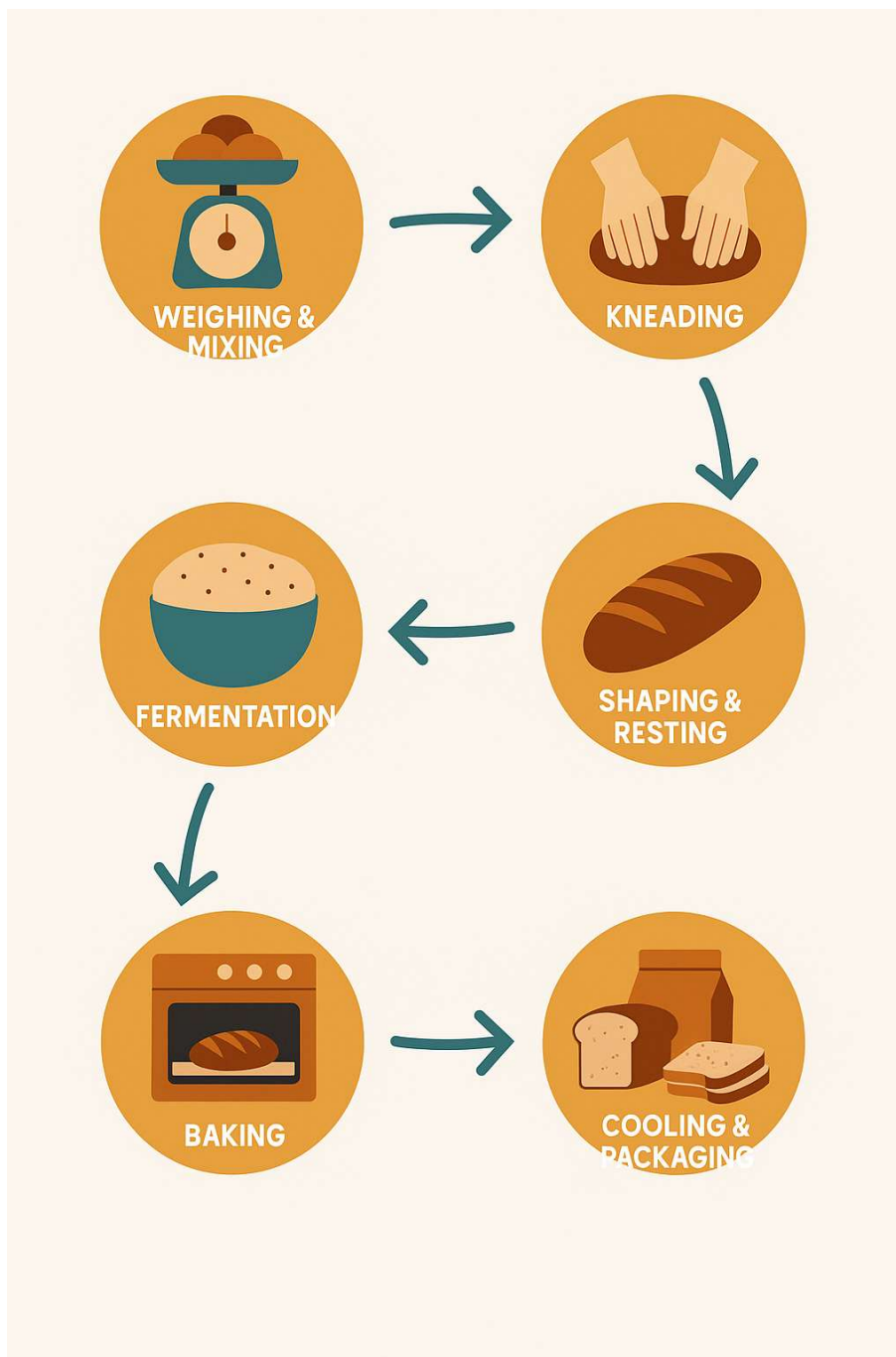
Horneado

Durante la cocción, ocurren reacciones de Maillard y gelatinización del almidón, que determinan el color, el sabor y la corteza del pan. El calor mata las levaduras y fija la estructura interna del producto (Fellows, 2009). Las temperaturas y tiempos de horneado deben controlarse cuidadosamente para evitar pan crudo, seco o quemado.

Enfriado y empaque

Al salir del horno, el pan debe enfriarse en condiciones adecuadas para evitar condensación, pérdida de textura o crecimiento microbiano. Posteriormente, puede empacarse o disponerse para la venta directa.

Ilustración 4 Proceso de Elaboración de Pan



Fuente: Elaboración Propia

2.1.8 Cursograma Analítico

El cursograma analítico es una herramienta fundamental en el análisis de procesos, empleada ampliamente en la ingeniería industrial para representar, evaluar y optimizar las actividades que conforman un procedimiento determinado. A diferencia de otros tipos de diagramas de flujo más generales, el cursograma analítico permite descomponer un proceso con un alto nivel de detalle, registrando no solo las actividades que se ejecutan, sino también aspectos como el tiempo invertido, el lugar donde se realiza la tarea y el responsable de su ejecución (Niebel & Freivalds, 2014).

El objetivo principal del cursograma analítico es identificar oportunidades de mejora en la secuencia de trabajo, como actividades redundantes, movimientos innecesarios, demoras evitables o tareas que no agregan valor. Por tanto, su aplicación resulta particularmente útil en proyectos de mejora continua, ya que proporciona una visión clara, sistemática y cuantificable del funcionamiento actual de un proceso. Esta herramienta es esencial en las etapas de Medición y Análisis dentro de metodologías como DMAIC, permitiendo establecer una línea base objetiva del flujo de trabajo.

2.1.8.1 Componentes del cursograma analítico

El cursograma se compone de dos elementos principales: un diagrama simbólico y una tabla descriptiva. El diagrama representa gráficamente las actividades con símbolos estandarizados propuestos por la American Society of Mechanical Engineers (ASME), entre ellos:

Operación (●): representa una acción que transforma el producto o servicio.






Inspección (■): indica un punto de revisión o verificación de calidad o cantidad.

Transporte (→): muestra el traslado de materiales o información de un lugar a otro.

Demora (D): representa una espera no productiva dentro del flujo de trabajo.

Almacenamiento (△): refleja una pausa prolongada con resguardo del producto o documento.

Ilustración 5 Proceso de Elaboración de Pan

Símbolo	Denominación	Descripción
	Operación	Indica que se altera el estado de un elemento con el que se está trabajando. En procedimientos administrativos, brindar información, emitir un formulario, etc.
	Inspección	Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas conforme a especificaciones preestablecidas.
	Transporte	Indica el traslado físico de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro. En procedimientos administrativos el traslado de un formulario.
	Espera	Indica que hay un elemento dado detenido esperando a que se produzca un acontecimiento determinado. Periodo de tiempo en el que se registra inactividad ya sea en los trabajadores, materiales o equipo
	Almacenamiento	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén según un criterio determinado de clasificación.

Fuente: (Niebel & Freivalds, 2014).

La tabla asociada al diagrama incluye información clave como: la descripción de cada actividad, el símbolo que la representa, el tiempo estimado que se tarda en ejecutarla, el lugar físico donde se realiza y el responsable (departamento o persona) que la lleva a cabo.

Este nivel de detalle permite visualizar de forma estructurada cada paso del proceso, lo cual facilita el análisis del tiempo total empleado, la identificación de los cuellos de botella y la cuantificación de los tiempos improductivos o actividades sin valor agregado (Salvendy, 2001).

2.1.8.2 Aplicación en procesos de manufactura artesanal

En procesos productivos como la panificación artesanal, el cursograma analítico resulta especialmente valioso debido a la naturaleza manual y repetitiva de muchas de sus actividades. En estos entornos, es común que los trabajadores desarrollen rutinas sin evaluación previa, lo que conlleva a la acumulación de tareas innecesarias, movimientos excesivos o secuencias mal estructuradas. A través del uso del cursograma, es posible documentar el flujo real de trabajo desde la recepción de materias primas hasta el empaque del producto terminado, y analizar de forma detallada cómo se distribuyen los tiempos, quién realiza cada actividad y en qué condiciones.

Por ejemplo, en un proceso de panificación, el cursograma puede revelar que el tiempo de espera entre la fermentación y el horneado es excesivo debido a la falta de coordinación entre etapas, o que el traslado del pan desde el horno al área de empaque implica recorridos largos e innecesarios. Con base en este análisis, se pueden proponer soluciones como redistribuir el layout, estandarizar tareas o reducir puntos de inspección redundantes.

Además, el cursograma analítico facilita la comunicación entre áreas y promueve el trabajo colaborativo, ya que todos los actores involucrados pueden visualizar el proceso completo,

entender cómo sus tareas impactan en el resto del sistema y participar en la identificación de oportunidades de mejora.

2.1.9 ASME: Estándares en Ingeniería de Procesos

La ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) es una organización profesional sin fines de lucro fundada en 1880, con el propósito de establecer normas técnicas, promover el avance de la ingeniería y garantizar la seguridad, eficiencia y estandarización de equipos, procesos y prácticas en múltiples industrias. Aunque su origen está en la ingeniería mecánica, su influencia se ha extendido a diversas disciplinas, como ingeniería industrial, energética, aeroespacial y manufactura (ASME, 2023).

Uno de los aportes más significativos de la ASME es el desarrollo de normas y estándares técnicos, los cuales han sido adoptados internacionalmente como referencia para el diseño, operación, inspección y documentación de procesos industriales. En el ámbito de la ingeniería industrial, uno de los estándares más reconocidos es el relativo a la representación gráfica de procesos, específicamente el sistema de simbología utilizado en diagramas de flujo y cursogramas, formalizado en el estándar ANSI/ASME Y14.3M.

Este estándar establece una simbología universal para representar las distintas actividades que se pueden encontrar en un proceso: operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos, cada una identificada con un símbolo geométrico específico. Esta codificación gráfica permite construir mapas de procesos claros, consistentes y fácilmente interpretables por todos los involucrados en el análisis o rediseño de procedimientos (Niebel & Freivalds, 2014).

El uso de esta simbología es particularmente valioso en herramientas como el cursograma analítico, ya que permite representar de forma estructurada el flujo detallado de tareas, recursos y tiempos asociados a un procedimiento. En contextos de mejora continua, productividad o calidad, apoyarse en estándares como los de ASME garantiza uniformidad, comprensión transversal entre áreas y confiabilidad en la documentación de procesos (Salvendy, 2001).

Además, la ASME promueve la aplicación de estas herramientas bajo un enfoque de análisis racional de procesos, facilitando la toma de decisiones basadas en datos objetivos y el cumplimiento de principios de eficiencia y estandarización. Este tipo de lineamientos es especialmente relevante en industrias donde la precisión operativa y la reducción de desperdicios son factores clave de competitividad.

En el contexto de este proyecto, que busca mejorar el proceso productivo de una panadería mediante herramientas de ingeniería industrial, el uso del sistema de simbología ASME en la elaboración de cursogramas analíticos es fundamental. Permite representar de manera clara y metodológica cada una de las etapas del proceso de panificación, facilitando así la identificación de ineficiencias, demoras innecesarias o tareas no estandarizadas que impactan la productividad.

2.1.10 Diagrama de Proceso

El diagrama de proceso es una representación gráfica secuencial que detalla las actividades que componen un procedimiento productivo, administrativo o de servicios. Su propósito principal es documentar, analizar y mejorar los pasos de un proceso, permitiendo identificar oportunidades para aumentar la eficiencia, reducir desperdicios y estandarizar operaciones (Niebel & Freivalds, 2014).

Esta herramienta es ampliamente utilizada en la ingeniería industrial, especialmente en etapas de diagnóstico y rediseño de procesos. Un diagrama de proceso no solo muestra las tareas realizadas, sino también su tipo (por ejemplo: operación, inspección, transporte, espera o almacenamiento), el flujo de materiales o información, y la interacción entre distintos actores o estaciones de trabajo.

Desde el punto de vista metodológico, el diagrama de proceso permite visualizar de manera lógica y cronológica cada actividad que ocurre desde el inicio hasta el fin de un procedimiento. Para ello, se utiliza una simbología estandarizada —generalmente basada en las normas de la ASME (ANSI/ASME Y14.3M)—, lo cual facilita su interpretación y uso universal en entornos técnicos y productivos (ASME, 2009).

Tipos de diagramas de proceso

Existen varias formas de representar procesos, dependiendo del nivel de detalle requerido:

- **Diagrama de flujo de bloques:** Representa de manera general las etapas principales de un proceso.
- **Diagrama de flujo detallado:** Muestra todas las actividades, decisiones y rutas posibles dentro del proceso.
- **Cursograma analítico:** Es un tipo especial de diagrama que incluye información adicional como tiempos, responsables, ubicación y clasificación de las actividades por tipo (operación, inspección, transporte, etc.).
- **Diagrama hombre-máquina:** Visualiza la interacción entre trabajadores y equipos durante un ciclo de producción.

Todos estos formatos permiten entender el funcionamiento del sistema, comparar el proceso ideal con el real, y detectar redundancias, tareas sin valor agregado o puntos críticos que requieren intervención.

2.1.10.1 Aplicación en procesos de manufactura artesanal

En entornos de producción artesanal, como el caso de una panadería, el diagrama de proceso se convierte en una herramienta esencial para la mejora continua. Dado que muchas actividades se realizan manualmente, con bajo nivel de automatización, la documentación clara de las tareas es clave para estandarizar rutinas, reducir variabilidad y mejorar la productividad.

Por ejemplo, en la elaboración de pan, un diagrama de proceso puede revelar que existen múltiples tiempos muertos entre etapas como la fermentación, el horneado o el empaque, debido a la falta de coordinación o asignación ineficiente de recursos. Asimismo, puede evidenciar recorridos innecesarios de los operarios entre zonas de trabajo o duplicación de tareas.

Una vez analizado el flujo del proceso mediante el diagrama, es posible rediseñar la secuencia de actividades, eliminar pasos innecesarios, reordenar el layout, y establecer estándares de trabajo más eficientes. Además, los diagramas de proceso sirven como base para capacitar al personal, mejorar la trazabilidad y facilitar auditorías internas o externas.

2.1.11 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing, también conocido como manufactura esbelta, es una filosofía de gestión enfocada en la eliminación sistemática de desperdicios a lo largo de todos los procesos productivos, con el objetivo de generar más valor para el cliente con menos recursos. Esta metodología se basa en principios desarrollados originalmente por Toyota en Japón durante la

segunda mitad del siglo XX, como parte del sistema de producción conocido como Toyota Production System (TPS) (Womack & Jones, 2003).

El enfoque Lean considera como desperdicio todo aquello que consume recursos, pero no agrega valor al producto desde la perspectiva del cliente. Para identificarlos, la metodología clasifica los desperdicios en siete categorías clásicas, conocidas por el acrónimo TIMWOOD: Transporte, Inventario, Movimiento, Espera, Sobreproducción, Retrabajo y Defectos. En algunas versiones modernas se incluye un octavo desperdicio relacionado con el potencial humano no aprovechado (Liker, 2004).

2.1.11.1 Principios fundamentales de Lean Manufacturing

Womack y Jones (2003) establecen cinco principios básicos que sustentan el pensamiento Lean:

1. Definir el valor: Comprender qué considera valioso el cliente para orientar todos los esfuerzos del proceso hacia ese objetivo.
2. Identificar la cadena de valor: Mapear todos los pasos que forman parte del proceso productivo y distinguir cuáles agregan valor y cuáles no.
3. Crear flujo continuo: Asegurar que el producto fluya sin interrupciones a lo largo del proceso, eliminando esperas y cuellos de botella.
4. Establecer sistemas pull: Producir solo lo que el cliente demanda, evitando acumulación de inventarios innecesarios.
5. Buscar la perfección: Promover la mejora continua mediante la participación del equipo, la estandarización y el análisis constante de procesos.

2.1.12 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica de gestión de proyectos utilizada para planificar, coordinar y seguir las tareas específicas de un proyecto a lo largo del tiempo. Desarrollado por Henry L. Gantt en 1917, este diagrama se representa mediante una tabla de doble entrada en la que las actividades del proyecto se disponen verticalmente y el tiempo horizontalmente, visualizando así la duración y secuencia de las tareas (Kerzner, 2017).

Según Vargas (2020), el diagrama de Gantt es una de las técnicas más efectivas para visualizar la planificación de proyectos, ya que permite identificar la interdependencia de actividades, los recursos asignados, y las fechas críticas para la ejecución. Además, facilita la gestión de tiempos y recursos, permitiendo al equipo de trabajo tener un control visual del progreso y detectar desviaciones respecto al cronograma original.

En proyectos de mejora de procesos, como el que se desarrolla en la Panadería San Diego, el uso del diagrama de Gantt resulta indispensable para programar las etapas de diagnóstico, análisis, diseño de la solución, implementación y control. De esta manera, se establece un orden lógico de ejecución, asegurando que cada fase se realice de manera coordinada y dentro de los plazos definidos.

La estructura básica del diagrama de Gantt contempla los siguientes elementos:

- Actividades o tareas: Listado detallado de las acciones a ejecutar.
- Duración: Tiempo estimado para la ejecución de cada tarea.
- Dependencias: Relación entre actividades, identificando aquellas que no pueden iniciar hasta que otra finalice.

- Cronograma: Representación gráfica del calendario de trabajo, mostrando el inicio, desarrollo y fin de cada actividad.

El empleo de esta herramienta contribuye a minimizar los tiempos muertos y a optimizar la utilización de los recursos disponibles, alineándose con los principios de la metodología DMAIC, específicamente en las fases de "Definir", "Mejorar" y "Controlar".

2.1.13 Matriz RACI

La Matriz RACI es una herramienta de gestión de responsabilidades que permite definir de forma estructurada el rol que desempeña cada integrante del equipo en las distintas actividades de un proyecto. Su nombre es un acrónimo de cuatro tipos de participación: Responsable (Responsable), Accountable (Aprobador), Consulted (Consultado) e Informed (Informado) (Heagney, 2016).

El objetivo principal de la Matriz RACI es evitar ambigüedades en la asignación de tareas, asegurando que cada acción tenga claramente identificadas las personas responsables de su ejecución, las encargadas de su aprobación, así como aquellas que deben ser consultadas o informadas sobre el progreso. Esta claridad en la distribución de responsabilidades optimiza la coordinación entre los miembros del proyecto, reduce conflictos y mejora la eficiencia en la toma de decisiones (Larson & Gray, 2017).

Definición de los roles en la Matriz RACI:

- Responsable (R): Persona o personas encargadas de ejecutar la actividad. Son los directamente implicados en realizar la tarea asignada.
- Accountable (A): Persona con la autoridad y responsabilidad final sobre la actividad. Es quien aprueba o valida que la tarea haya sido realizada correctamente.

- **Consulted (C):** Persona o grupo que brinda asesoría, opinión o conocimientos específicos que enriquecen la ejecución de la tarea. Generalmente se involucra mediante consultas bilaterales.
- **Informed (I):** Personas o grupos que deben ser informados sobre el avance o resultado de la actividad, aunque no participan activamente en su ejecución.

Kerzner (2017) señala que la Matriz RACI no solo es una herramienta de asignación de tareas, sino que constituye un mecanismo de alineación estratégica, pues permite visualizar de manera integral la carga de trabajo del equipo, identificar posibles redundancias o vacíos de responsabilidad, y asegurar que todas las partes interesadas sean correctamente gestionadas.

Ilustración 6 Matriz RACI

AIHR ACADEMY TO INNOVATE HR RACI Matrix

Task / Stakeholders	Project Lead Anne	Internal Recruiter John	Hiring Manager Natasha	Stakeholder 4: Steven	Stakeholder 5: Sarah	Stakeholder 6: Allison
Task 1: Defining the job role	A	A	R	I	R	A
Task 2: Creating a requisition	A	R	I	C	I	A
Task 3: Writing the job ad	C	A	C	A	C	C
Task 4: Posting the job ad	C	R	I	R	I	C
Task 5: Promote the position on the company channels	C	A	I	R	I	C
Task 6: Advertise the position internally	I	A	R	C	R	I
Task 7: Review applications	A	I	R	I	R	A
Task 8: Candidate screening	C	I	C	I	C	C

RACI	
R - Responsible The people who take action to get the task done. They are responsible for the work or making the decision. You can have more than one person responsible for a task, but to make the decision-making process effective, try having one person responsible for a single task.	A - Accountable The person who owns the task or deliverable. They might not get the work done themselves, but they are responsible for making sure it is finalized. To avoid confusion and the diffusion of responsibility, it's better to have one accountable person per project task.
C - Consulted The person, role, or group who will help complete the task. They will have two-way communication with the people responsible for the task by providing input and feedback over the task completion.	I - Informed The people, roles, or groups that need to be up to date on the task's progress. They will not have two-way communication, but it's essential to keep them informed since they will be affected by the final outcome of the task/project.

Fuente: Academy to Innovate HR (AIHR). (s.f.).

El Diagrama SIPOC (Supplier-Input-Process-Output-Customer) es una herramienta de representación visual que se utiliza para mapear procesos a alto nivel, identificando de manera estructurada los elementos esenciales que intervienen en la transformación de entradas en salidas. Según Pande, Neuman y Cavanagh (2004), el SIPOC es un recurso clave en la fase de definición de proyectos de mejora continua, especialmente en metodologías como Six Sigma y Lean Manufacturing, ya que proporciona una visión integral del proceso, sus límites y las interacciones con los actores clave.

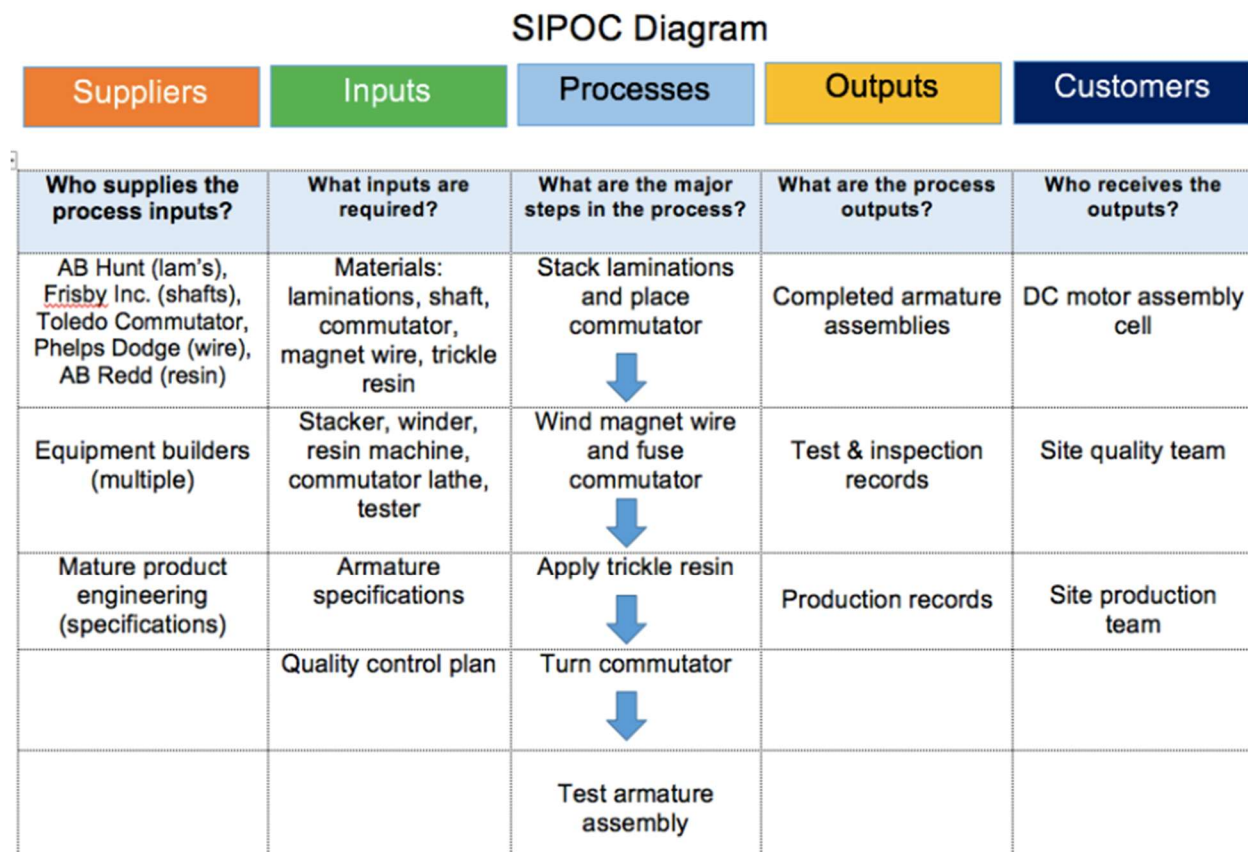
Montgomery (2004) destaca que el uso del SIPOC permite asegurar la comprensión del flujo de procesos entre todos los interesados, facilitando la identificación de proveedores críticos, entradas relevantes, actividades de transformación, resultados esperados y destinatarios del producto o servicio. Esta herramienta es particularmente útil al inicio de los proyectos, dado que previene desviaciones metodológicas al establecer con claridad el alcance del análisis.

Componentes del Diagrama SIPOC:

- Supplier (Proveedor): Entidades internas o externas que suministran los insumos necesarios para el proceso.
- Input (Entrada): Recursos tangibles o intangibles requeridos para ejecutar las actividades.
- Process (Proceso): Secuencia de actividades que transforman las entradas en productos o servicios.
- Output (Salida): Resultados generados por el proceso, ya sea en forma de bienes o servicios.
- Customer (Cliente): Destinatarios finales que reciben las salidas del proceso, internos o externos a la organización.

Montgomery (2004) resalta que el SIPOC no busca un análisis detallado de cada etapa, sino un entendimiento general que permita identificar rápidamente los elementos críticos para el éxito del proceso.

Ilustración 7 Diagrama de SIPOC



Fuente: Kerri Simon. (2025).

Utilidad del SIPOC en la Ingeniería Industrial:

- Definición clara de los límites del proceso.
- Identificación de relaciones clave entre proveedores, procesos y clientes.
- Facilitación del trabajo en equipo al establecer un lenguaje común sobre el proceso.
- Base para análisis posteriores de mejora (análisis de valor agregado, mapeo de flujo de valor, etc.).

Pande et al. (2004) enfatizan que el SIPOC es el primer paso lógico antes de adentrarse en análisis más detallados como diagramas de flujo o mapas de procesos, ya que establece el marco general en el que estos análisis se desarrollarán.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO

3.1 Metodología para la Definición del Problema.

Comenzando con la etapa inicial conocida como “Definir”, se han establecido objetivos específicos que ayuden a comprender el proceso existente en la Panadería San Diego, con el fin de identificar las principales fuentes de ineficiencia, reprocesos y desperdicio. Esta fase busca generar una visión clara y estructurada del estado actual de la operación, permitiendo delimitar el problema que será abordado en el proyecto de mejora.

Para alcanzar este propósito, se llevó a cabo una revisión detallada del proceso de producción, abarcando desde la recepción de la materia prima hasta la etapa final de empaque. Mediante la observación directa en planta, se identificaron actividades que implican demoras innecesarias, movimientos repetitivos, acumulación de inventario y tareas sin valor agregado. Además, se realizaron entrevistas con el personal operativo y el encargado de producción para comprender la frecuencia, naturaleza y consecuencias de los problemas presentes en la línea.

Tabla 1 Estructura de la metodología Definir

Objetivos específicos	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Definir el proceso operativo y los tiempos de ciclo del proceso actual.	Se realizó observación directa del proceso completo de elaboración de bollos de pan	Observación directa	Se documentaron visualmente todas las etapas del proceso, desde la recepción de ingredientes hasta el empaque del producto final, para identificar actividades repetitivas, tiempos muertos y desplazamientos innecesarios.	1 semana	Consultor del proyecto / Encargado de producción
	Se llevaron a cabo sesiones de lluvia de ideas con los operarios	Lluvia de ideas	Se promovió la participación libre para identificar causas potenciales de baja capacidad, generando insumos para el análisis posterior.	4 días	Consultor del proyecto / Operarios
	Se elaboró un diagrama de proceso detallado	Diagrama de proceso	Se representó gráficamente la secuencia lógica de todas las actividades productivas, permitiendo clasificar y visualizar claramente las etapas críticas	1 Semana	Consultor del proyecto

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Metodología para la Medición y Respaldo Cualitativo del Proyecto.

La fase de medición tuvo como objetivo principal cuantificar los tiempos y frecuencias de las actividades involucradas en el proceso de producción, con el fin de respaldar objetivamente el diagnóstico del problema. Esta etapa fue clave para transformar las observaciones cualitativas en datos concretos que permitieran analizar con precisión el desempeño del proceso y justificar técnicamente la necesidad de mejora.

Para tal fin, se aplicaron técnicas de observación cronometrada y se elaboró un diagrama de proceso detallado, en el cual se representó la secuencia lógica de cada actividad, su tipo, duración y repetición. El análisis visual de este diagrama permitió identificar aquellas operaciones que consumían tiempo excesivo o presentaban redundancias, siendo priorizadas aquellas que tenían un mayor impacto sobre la capacidad del sistema, como la apertura de sacos de harina, la inspección repetida de ingredientes y la espera por el calentamiento del horno.

Tabla 2 Estructura de la metodología Medir

Objetivos Específicos	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Medir la capacidad operativa y los tiempos actuales para establecer una línea base del proceso.	Definir una muestra	Determinación de tamaño de muestra (fórmula estadística)	Se determinó el tamaño de muestra adecuado utilizando la fórmula para estudios de tiempos,	5 días	Consultor del proyecto
	Se registraron los tiempos de cada actividad mediante observación cronometrada	Toma de Tiempos	Se midieron los tiempos reales de ejecución de cada actividad del proceso, permitiendo obtener datos precisos sobre su duración y frecuencia.	5 días	Consultor del proyecto / Personal de línea
	Se elaboró un cursograma analítico del proceso de producción	Cursograma analítico	Se desglosaron las actividades del proceso en categorías Se calcularon tiempos, frecuencias y distancias, permitiendo priorizar las tareas con mayor impacto negativo sobre la capacidad.	1 Semana	Consultor del proyecto

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Metodología Para La Propuesta De Mejora, Construcción O Puesta En Práctica De Un Nuevo Proceso, Producción O Servicio.

La fase de análisis tuvo como propósito identificar de manera estructurada las causas raíz que afectan la capacidad productiva de la Panadería San Diego. Esta etapa permitió profundizar en los factores que generan tiempos improductivos, reprocesos y retrasos dentro del proceso de producción. Para ello, se utilizaron herramientas metodológicas que facilitaron el entendimiento del problema más allá de sus síntomas visibles.

En primer lugar, se aplicó el diagrama de Ishikawa, que permitió categorizar las causas potenciales de ineficiencia bajo distintos enfoques como método, maquinaria, mano de obra y entorno. A partir de este análisis se seleccionaron las causas más críticas para ser validadas mediante la técnica de los cinco porqués, la cual permitió llegar a las raíces reales del problema. Esta combinación de herramientas proporcionó una base sólida para estructurar la propuesta de mejora que se desarrollaría en la siguiente etapa del proyecto.

Tabla 3 Estructura de la metodología Analizar

Objetivos específicos	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Analizar las principales causas que limitan la capacidad de producción y generan tiempos improductivos.	Se realizó un taller participativo para analizar los factores que impactan la producción	Diagrama de Ishikawa	Se elaboró un diagrama de causa-efecto en conjunto con el equipo de trabajo, categorizando las posibles causas por método, maquinaria, mano de obra y entorno.	5 días	Consultor del proyecto / Encargado de producción / Operarios
	Se priorizaron las causas mediante votación grupal	Multivoto	Se aplicó la técnica del multivoto para priorizar las causas más críticas, asignando puntuaciones según el impacto percibido por el equipo.	2 días	Consultor del proyecto / Operarios
	Se aplicó la técnica de los cinco porqués a las causas más repetitivas	Análisis 5 porqués	Se aplicó de forma secuencial la pregunta “¿por qué?” sobre las causas identificadas, hasta llegar al origen real del problema.	3 días	Consultor del proyecto / Operarios

Fuente: Elaboración Propia

3.4 Metodología Para La Implementación Del Proyecto.

La fase de mejora se orientó a eliminar actividades que generaban demoras significativas en el proceso productivo y que, por tanto, reducían la capacidad operativa de la Panadería San Diego. A partir del análisis realizado en las etapas anteriores, se identificaron dos áreas críticas: el encendido tardío del horno y la inspección repetitiva de ingredientes. Las propuestas de solución se centraron en intervenir directamente estos puntos, con herramientas accesibles, de bajo costo y con impacto inmediato sobre el tiempo total de producción.

Las acciones desarrolladas fueron validadas a través de un nuevo cursograma analítico, que permitió comparar objetivamente los tiempos antes y después de la intervención. Además, se implementó una mejora en Excel como solución operativa para sistematizar el control de los ingredientes por tanda, reduciendo tiempos innecesarios. Estas herramientas proporcionaron evidencia clara del efecto positivo sobre la capacidad del proceso

Tabla 4 Estructura de la metodología Mejorar

Objetivos específicos	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Proponer mejoras orientadas a la reducción de tiempos y optimización de la capacidad del proceso.	Se implementó un recordatorio visual como punto de control dentro del flujo de trabajo	Cursograma analítico	Se rediseñó el flujo operativo mediante un punto de control visual, validado con un cursograma analítico comparativo que mostró la eliminación de los 600 segundos de espera.	1 Semana	Consultor del proyecto / Encargado de producción
	Se desarrolló una base de datos en Excel para registrar el control de ingredientes por tanda	Mejora en Excel	Se diseñó una herramienta digital para registrar los ingredientes una única vez por tanda, eliminando inspecciones duplicadas y reduciendo el tiempo de 388 a 66 segundos.	5 días	Consultor del proyecto / Personal administrativo

Fuente: Elaboración Propia

3.5 Metodología Para La Verificación, Aseguramiento, Control Y Seguimiento De Resultados.

La fase de control tuvo como finalidad establecer mecanismos que permitieran dar seguimiento a las mejoras implementadas, asegurando la sostenibilidad de los tiempos optimizados y el incremento de la capacidad operativa. Para ello, se diseñaron controles simples, accesibles y compatibles con las rutinas diarias del equipo de producción, permitiendo mantener el foco en las variables críticas del proceso.

Las herramientas utilizadas en esta etapa fueron un control de tiempos por tanda y un indicador clave de desempeño (KPI) relacionado con el tiempo total de producción. Estas herramientas permiten identificar desviaciones con respecto a los tiempos esperados y aplicar acciones correctivas de forma inmediata. El seguimiento constante de estas métricas garantiza que las mejoras implementadas no se pierdan con el tiempo y se mantenga una operación eficiente

Tabla 5 Estructura de la metodología Controlar

Objetivos específicos	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Controlar la implementación de las mejoras mediante un Gantt y RACI para seguimiento y asignación de responsabilidades.	Se diseñó un formato para registrar los tiempos diarios por cada tanda de pan	Control de tiempos	Se implementó una hoja de control en donde se registran los tiempos reales de inicio y fin de cada tanda, permitiendo detectar desviaciones y validar la mejora sostenida.	4 días	Consultor del proyecto / Encargado de producción
	Se elaboró un Diagrama de Gantt para el seguimiento de las actividades de implementación	Diagrama de Gantt	Se desarrolló un cronograma visual para programar, coordinar y dar seguimiento a las actividades clave, asegurando el cumplimiento de plazos y la correcta ejecución de las propuestas de mejora.	3 días	Consultor del proyecto / Líder de Producción

	<p>implementación de las alternativas propuestas.</p> <p>Se diseñó una Matriz RACI para la gestión de roles y responsabilidades</p>	Matriz RACI	<p>Se definieron claramente los roles (Responsable, Aprobador, Consultado e Informado) de cada actor involucrado en la ejecución de las mejoras, facilitando la coordinación y reduciendo ambigüedades en la asignación de tareas.</p>	2 días	<p>Consultor del proyecto / Jefatura / Líder de Producción</p>
--	---	-------------	--	--------	--

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV: LINEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSA.

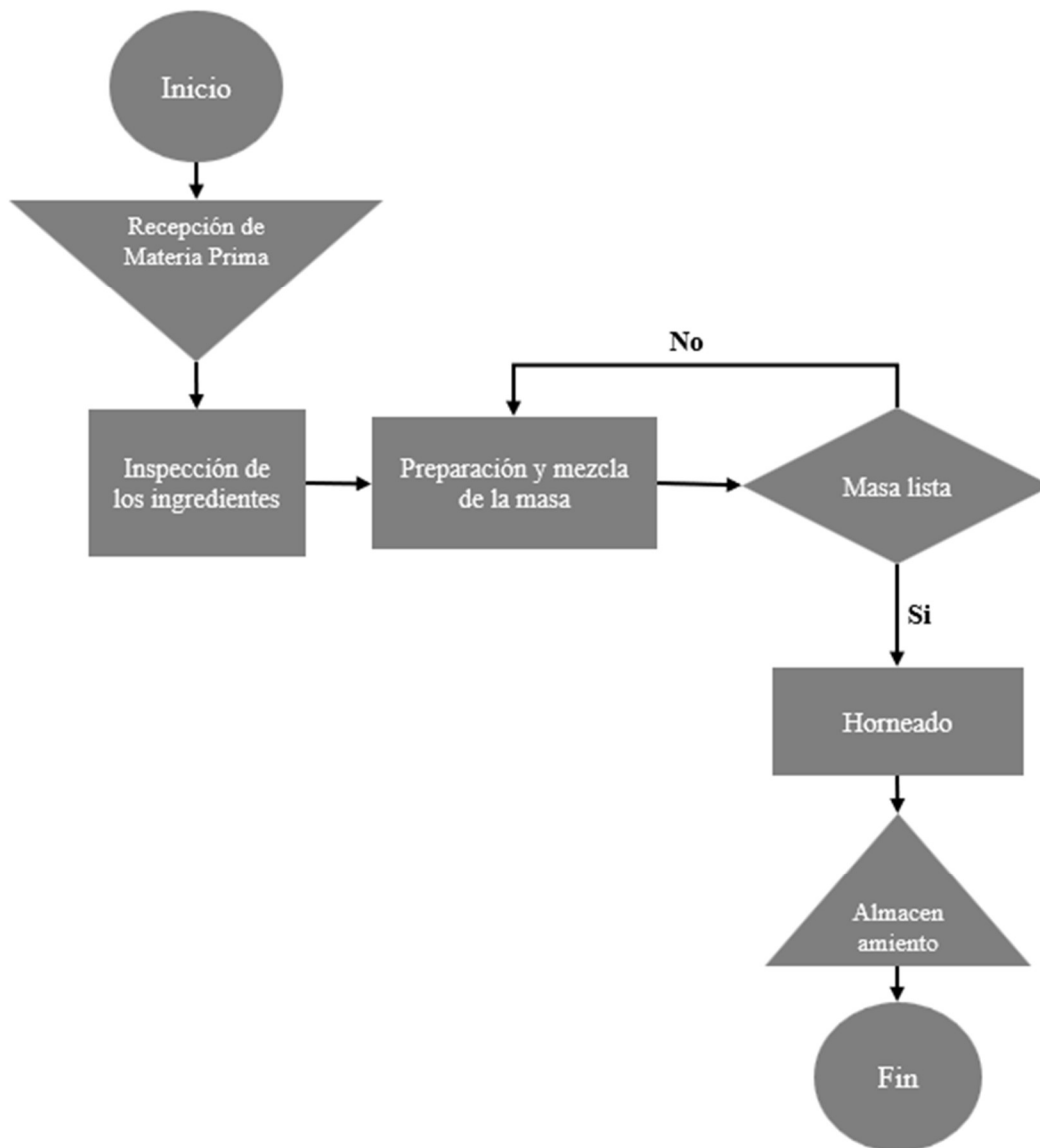
4.1 Análisis del flujo del proceso

Con el propósito de comprender de manera clara y estructurada cómo se desarrolla el proceso de producción en la Panadería San Diego, se elaboró un diagrama de flujo general que representa las principales etapas involucradas, desde la recepción de la materia prima hasta la finalización del producto.

El proceso inicia con la recepción y preparación de la materia prima, donde se reciben los ingredientes necesarios y se preparan para su uso. Luego, se procede a la preparación de la masa, una etapa en la que se realiza una mezcla preliminar de los ingredientes. A continuación, en la fase de mezcla y preparación de la masa, se lleva a cabo un refinamiento del producto, asegurando que las condiciones sean las adecuadas para el horneado.

Posteriormente, se desarrolla la etapa de horneado y finalización, donde los productos son cocidos y preparados para su empaque y distribución. Finalmente, se alcanza el fin del proceso, que marca la disponibilidad del producto terminado.

Ilustración 8 Flujo del proceso de panificación



Fuente: Elaboración propia

El diagrama de flujo del proceso de producción de bollos de pan en la Panadería San Diego se divide en cuatro pasos principales, cada uno con diversas actividades. A continuación, se presenta una explicación detallada del comportamiento de cada paso

4.1.1 Proceso de Elaboración Detallado

Paso 1: Recepción y Preparación de Materia Prima

1. **Recibo de materia prima:**
 - El proceso comienza con la recepción de los ingredientes necesarios para la producción.
2. **Abrir los sacos de harina:**
 - Se abren los sacos de harina, lo que implica tiempo debido a su almacenamiento en una bodega pequeña por la limitación de espacio.
3. **Pesar la harina:**
 - La harina se pesa para asegurar la cantidad correcta en el proceso.
4. **Pesar ingredientes:**
 - Se pesan otros ingredientes necesarios.
5. **Inspeccionar los ingredientes:**
 - Los ingredientes se inspeccionan varias veces diariamente, lo que consume tiempo adicional.
6. **Añadir otros ingredientes:**
 - Se añaden los ingredientes restantes necesarios para la masa.
7. **Llevar la harina a la refinadora:**
 - La harina se transporta a la refinadora para el siguiente paso.

Paso 2: Preparación de la Masa

1. **Medir cantidades de agua y hielo y llevar a la refinadora:**
 - Se miden y transportan las cantidades adecuadas de agua y hielo a la refinadora.
2. **Llevar otros ingredientes a la refinadora:**

- Se añaden otros ingredientes a la refinadora.
- 3. **Pesar el agua y el hielo:**
 - Se pesan los elementos líquidos y sólidos fríos.
- 4. **Recoger el agua y hielo:**
 - Se recoge agua y hielo adicionales si es necesario.
- 5. **Trasladar la harina a la refinadora:**
 - La harina se traslada nuevamente a la refinadora.

Paso 3 y 4: Mezcla y Preparación de la Masa

1. **Agregar la levadura:**
 - Se añade la levadura a la mezcla de ingredientes.
2. **Mezclar los ingredientes:**
 - Los ingredientes se mezclan para formar la masa.
3. **Esperar que la masa esté lista:**
 - Hay un tiempo de espera considerable para que la masa esté lista.
4. **Colocar manteca en la mesa:**
 - Se prepara la mesa con manteca para trabajar la masa.
5. **Sacar la mesa de la refinadora:**
 - La mesa se saca de la refinadora para trabajar la masa.
6. **Colocar la masa en la mesa:**
 - La masa se coloca en la mesa para ser trabajada.
7. **Encender la bolladora:**
 - Se enciende la bolladora y se espera a que caliente.
8. **Ingresar la mezcla en la bolladora:**

- La mezcla se introduce en la bolladora.
- 9. **Esperar a la bolladora caliente:**
 - Se espera a que la bolladora esté a la temperatura adecuada.
- 10. **Sacar la masa de la bolladora:**
 - La masa se retira de la bolladora.
- 11. **Esperar que la masa esté lista:**
 - Nuevamente, hay un tiempo de espera para que la masa esté en su punto.
- 12. **Estirar la masa:**
 - La masa se estira para formar los bollos.
- 13. **Partir la masa en bollos de 300g:**
 - Se divide la masa en porciones de 300 gramos.

Paso 5: Horneado y Finalización

1. **Encender el horno:**
 - Se enciende el horno, una tarea que frecuentemente se olvida.
2. **Esperar a que el horno esté caliente:**
 - Se espera a que el horno alcance la temperatura adecuada.
3. **Formado y preparación de los bollos:**
 - Se forman y preparan los bollos para hornear.
4. **Alista las bandejas:**
 - Se preparan las bandejas para el horneado.
5. **Poner aceite en las bandejas:**
 - Se aplica aceite en las bandejas.
6. **Colocar los bollos en las bandejas:**

- Los bollos se colocan en las bandejas.
7. **Llevar las bandejas al horno:**
 - Las bandejas se llevan al horno.
 8. **Ingresar las bandejas al horno:**
 - Las bandejas se introducen en el horno.
 9. **Hornear:**
 - Los bollos se hornean.
 10. **Sacar el pan:**
 - El pan se saca del horno.
 11. **Llevar el pan a la mesa:**
 - El pan se lleva a una mesa para enfriar.
 12. **Dejar en reposo el pan:**
 - El pan se deja reposar para enfriar completamente.
 13. **Llevar el pan al mostrador:**
 - El pan se lleva al mostrador para vender.
 14. **Etiquetar las bolsas:**
 - Se etiquetan las bolsas para el empaque.
 15. **Empacar el pan en bolsas:**
 - El pan se empaqueta en bolsas.
 16. **Vender el pan:**
 - Finalmente, el pan está listo para ser vendido.

Este diagrama sirve como punto de partida para analizar el proceso de manera más detallada en los apartados siguientes, con el fin de identificar oportunidades de mejora y aumentar la eficiencia en cada una de las fases descritas.

4.2 Diagrama de SIPOC.

Ilustración 9 Diagrama de SIPOC

SUPPLIER	INPUT	PROCESS	OUTPUT	CUSTOMER
Proveedor de harina y levadura	Harina	1. Recepción y almacenamiento de materia prima	Ingredientes almacenados	Operarios de refinadora
Proveedor de ingredientes complementarios	Levadura, sal, azúcar, manteca, agua, leche...	2. Preparación de ingredientes (pesado e inspección)	Masa homogénea lista para fermentación	Encargado de horneado
Interno (panadero)	Bolsas, etiquetas	Ingreso y preparación de pedidos	Bollos formados listos para hornear	Panadero
Interno (panadero)	Ingredientes preparados	Fermentación y reposo de masa	Horno precalentado	Área de empaque
Interno (panadero)	Bollos crudos	Preparación del horno	Pan horneado	Personal de empaque
Interno (ayudante)	Bollos listos para hornear, bandejas con aceite	Reposo y enfriamiento	Pan empaquetado	Cliente final
Panadería San Diego (ventas)	Pan empaquetado	Venta en mostrador	Pan vendido	Consumidor final

Fuente: *Elaboración propia*

Para lograr un mayor entendimiento del proceso productivo de la Panadería San Diego, se elaboró un diagrama SIPOC con el fin de visualizar de forma estructurada los elementos clave involucrados en la elaboración del pan, permitiendo así identificar las entradas, salidas, actores y actividades críticas dentro del sistema.

La panadería recibe semanalmente los sacos de harina de trigo y levadura por parte de su proveedor principal, con quien mantiene una relación comercial continua desde hace varios años. Estos insumos son entregados en sacos grandes que posteriormente deben ser almacenados en una bodega ubicada en la parte trasera del área de producción. Este diseño físico, si bien funcional, ha

demostrado generar pérdidas de tiempo considerables durante la apertura y traslado de sacos, debido a la distancia y accesibilidad limitada.

Los ingredientes complementarios como sal, azúcar, manteca, hielo y agua son adquiridos a proveedores locales y almacenados de manera separada. Dichos ingredientes pasan por un proceso manual de pesado e inspección previa a la mezcla, sin seguir un protocolo estandarizado de calidad, lo cual ocasiona inspecciones repetitivas que afectan la eficiencia del proceso. Este punto fue identificado como una de las principales causas de ineficiencia.

Para el proceso de empaque, se utilizan bolsas plásticas y etiquetas que identifican el tipo de pan y su fecha de elaboración. Estos insumos son suministrados por un proveedor externo que entrega el material bajo pedido mensual. Aunque cumplen con su función, no se cuenta con un sistema que asegure un control de inventario formal, lo que en ocasiones genera faltantes de etiquetas al cierre de la jornada.

El proceso de producción inicia con la apertura de sacos de harina, seguido por el pesado y mezcla de todos los ingredientes. Posteriormente, la masa es llevada a reposo y fermentación. Una vez alcanzado el punto óptimo, la masa se bolea y forma manualmente, para luego hornearse. Sin embargo, uno de los principales problemas identificados es que frecuentemente se olvida encender el horno a tiempo, generando un retraso aproximado de 10 minutos por lote. Esto se traduce en un cuello de botella crítico al no estar alineado con las etapas previas de formado y fermentado.

El producto final esperado es un pan de alta calidad, elaborado artesanalmente, con tiempos de producción optimizados, etiquetado correctamente y entregado en condiciones higiénicas al consumidor final. El análisis SIPOC permitió visibilizar cómo deficiencias en las entradas y en la

ejecución de algunas actividades impactan directamente en la eficiencia del proceso y en la satisfacción del cliente.

4.3 Lluvia de ideas

Como parte del análisis del problema central relacionado con la baja capacidad operativa del proceso productivo, se llevó a cabo una actividad de lluvia de ideas con el fin de identificar las posibles causas que inciden negativamente en el desempeño de la Panadería San Diego. Esta técnica se aplicó mediante una sesión presencial con el personal operativo, incluyendo panaderos, auxiliares y el encargado de producción, quienes poseen conocimiento directo del funcionamiento diario de la planta.

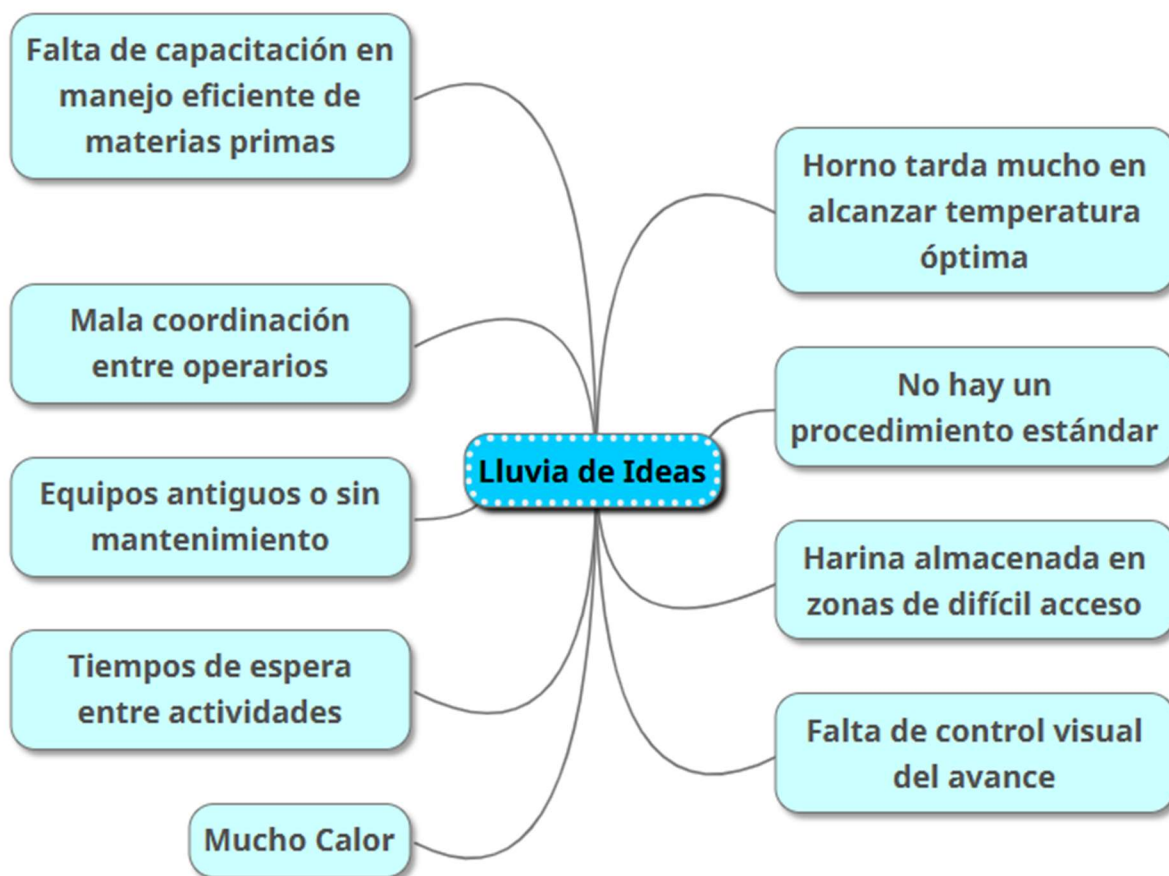
La dinámica se realizó en un espacio dentro de las mismas instalaciones de la panadería, con el objetivo de propiciar un ambiente cómodo y participativo. Se establecieron reglas básicas para el desarrollo de la actividad, entre ellas: evitar críticas durante la generación de ideas, fomentar la participación de todos los asistentes y priorizar la cantidad de aportes por encima de la calidad en esta primera etapa.

El proceso inició con una breve introducción por parte del equipo responsable del proyecto, en la cual se explicó el propósito de la actividad y se expuso el problema general a analizar. A partir de esto, se invitó a los participantes a expresar libremente todas aquellas situaciones, condiciones o fallas que, en su experiencia, generan atrasos, dificultades o desperdicio de recursos en el proceso de producción.

Las ideas fueron registradas de forma simultánea en una pizarra, agrupándolas inicialmente según su naturaleza o punto de origen. Una vez finalizada la sesión, las causas recopiladas fueron

revisadas en conjunto con los participantes para confirmar su claridad, pertinencia y evitar duplicaciones. Posteriormente, estas causas se sistematizaron en categorías preliminares para facilitar su análisis en herramientas posteriores como el diagrama de Ishikawa.

Ilustración 10 Mapa Mental de lluvia de ideas



Fuente: Elaboración Propia

Esta lluvia de ideas permitió obtener información valiosa directamente del personal que convive día a día con los procesos, fortaleciendo así el análisis cualitativo del proyecto y contribuyendo a la identificación de oportunidades de mejora con base en la experiencia práctica.

4.4 Toma de tiempos y cálculo de capacidad

4.4.1 Determinación del tamaño de muestra

Para llevar a cabo el estudio de tiempos del proceso de producción en la Panadería San Diego, se aplicó una metodología estadística que permitiera obtener una muestra representativa con un margen de error aceptable, garantizando así que los datos recolectados reflejaran el comportamiento real del proceso productivo.

La técnica utilizada fue un muestreo de observación directa con cronómetro, registrando el tiempo en segundos que tomaban actividades específicas como: abrir sacos de harina, transportar los ingredientes, inspeccionar materias primas, calentar el horno, entre otras. Estas mediciones se realizaron durante varias jornadas laborales, tomando como referencia un volumen de producción típico (60 unidades por tanda), para asegurar la representatividad de los datos.

La fórmula utilizada para determinar el tamaño de la muestra fue la siguiente:

$$n = \left(\frac{Z \cdot \sigma}{e} \right)^2$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra requerido (número de observaciones),
- Z = Valor z correspondiente al nivel de confianza deseado (1.96 para un 95% de confianza),
- σ = Desviación estándar preliminar obtenida de las primeras cinco observaciones por actividad,

- e = Margen de error máximo tolerado (en este caso, 1% del promedio total del proceso).

Para la identificación de causas que afectan la eficiencia operativa en la Panadería San Diego, se llevó a cabo un proceso de muestreo directo en planta, enfocado en medir los tiempos reales asociados a cada actividad del proceso de producción de bollos de pan. El objetivo principal fue cuantificar el tiempo empleado por los operarios en cada operación y transporte, para detectar posibles fuentes de desperdicio y actividades no productivas. (Levin & Rubin, 2010)

Como parte del análisis de tiempos en el proceso de producción de bollos en la Panadería San Diego, se llevó a cabo un cálculo estadístico para establecer el tamaño mínimo de muestra requerido con un nivel de confianza del 95%. Los valores utilizados para dicho cálculo se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 6 Indicadores de Muestreo

Indicador	Valor
Promedio (Average)	9057.2
Desviación estándar (STD.Dev)	211.81
Margen de error	1%
Nivel de confianza	95%
Valor Z	1.96
Tamaño de muestra (n)	21

Fuente: Elaboración Propia

- **Average (Promedio):** Es el valor medio de los tiempos observados (en segundos o unidades de referencia según la actividad). En este caso, el promedio de las observaciones realizadas fue de **9057.20**
- **STD.Dev (Desviación estándar):** Se determinó trabajar con un **margen de error del 1%** sobre el tiempo total promedio del proceso, que fue de **9057.2 segundos**.
- **Margen de error %:** Es la desviación estándar expresada como porcentaje del promedio. Un **4.47%** indica una variación aceptable y controlada.
- **Nivel de Confianza y Z:** Se estableció un nivel de confianza del **95%**, lo cual significa que los resultados obtenidos son confiables en un 95% de los casos. Para este nivel, se utiliza un valor Z de **1.96**, que es el valor estándar de la distribución normal.
- **Tamaño de muestra (n):** Es el resultado del cálculo del tamaño mínimo de muestra utilizando la fórmula estadística:

Donde:

- $Z = 1.96$
- $s = 211.81$
- $e = 1\% \times 9057.20 = 90.57$

Sustituyendo:

$$n = \left(\frac{1.96 \cdot 211.81}{90.57} \right)^2 = 21.03$$

Tabla 7 Datos de Muestreo

Promedio (Average)	Desviación estándar (STD.Dev)	Margen de error	Nivel de confianza	Valor Z	Tamaño de muestra (n)
9057.20	211.81	2.34%	95%	1.96	21

Fuente: Elaboración Propia

El resultado del cálculo estadístico arrojó un tamaño mínimo de muestra de 21 observaciones por actividad, que corresponde al número necesario para asegurar una medición representativa del proceso con un margen de error del 1% y un nivel de confianza del 95%. Este tamaño de muestra fue obtenido a partir de una muestra preliminar de cinco observaciones por actividad, sobre la cual se estimó la desviación estándar global del proceso productivo.

Si bien el mínimo requerido era de 21 observaciones para alcanzar el nivel de precisión definido, se optó por generar exactamente ese número de muestras por cada actividad, asegurando así la representatividad estadística y aumentando la robustez del análisis. Esta decisión permitió respaldar con mayor solidez las conclusiones obtenidas y validar de forma confiable las propuestas de mejora.

Los resultados del estudio de tiempos fueron organizados en un documento Excel, detallando cada una de las 37 actividades del proceso, el número de repeticiones y los tiempos registrados en segundos. Esta tabulación fue clave para identificar las actividades con mayor impacto en los tiempos de ciclo, y sirvió como base para la elaboración del cursograma analítico, así como para la aplicación de herramientas de diagnóstico como el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto.

Este muestreo permitió no solo evidenciar cuellos de botella y tareas repetitivas innecesarias, sino también establecer una línea base cuantitativa confiable que facilitó el diseño de propuestas de mejora concretas, medibles y sostenibles en el tiempo.

Ilustración 11 Estudio y toma de tiempos en proceso Tiempo de Procesamiento del lote

Paso	Actividad	Tipo	Tiempos de Ciclo	Capacidad por Lote
Recepción y Preparación de Materia Prima	Apertura de sacos de harina	Ayudante	442	1220
	Pesaje de harina	Panadero	101	
	Pesaje de ingredientes complementarios	Ayudante	44	
	Inspección visual y sensorial de ingredientes	Panadero	388	
	Adición de ingredientes secundarios	Ayudante	30	
	Transporte de harina a la refinadora	Panadero	44	
	Traslado del conjunto de ingredientes a la refinadora	Ayudante	171	
Preparación de la Masa	Recolección de agua e hielo para la mezcla	Ayudante	388	659
	Pesaje de agua e hielo	Panadero	29	
	Transporte de ingredientes complementarios a la refinadora	Ayudante	44	
	Medición de volúmenes de agua e hielo	Panadero	54	
	Mezclado de ingredientes en la refinadora	Panadero	144	
Mezcla y Preparación de la Masa	Incorporación de levadura a la mezcla	Ayudante	66	2653
	Tiempo de fermentación de la masa	Fermentacion	678	
	Aplicación de manteca sobre la superficie de trabajo	Ayudante	30	
	Extracción de la masa refinada	Panadero	201	
	Colocación de la masa sobre la mesa de trabajo	Ayudante	31	
	Encendido del equipo boleador	Ayudante	122	
	Espera para alcanzar temperatura operativa de la boleadora	Boleadora	300	
	Introducción de la masa en la boleadora	Panadero	130	
	Tiempo de espera para la conformación de la masa	Boleadora	344	
	Extracción de la masa boleada	Ayudante	87	
	Estirado manual de la masa	Panadero	433	
	División de la masa en porciones de 300 g	Panadero	201	
	Encendido del horno industrial	Ayudante	30	
Horneado y Finalización	Espera para alcanzar temperatura óptima del horno	Horno	150	4398
	Formado y modelado final de los bollos	Panadero	501	
	Preparación de bandejas para horneado	Ayudante	133	
	Aplicación de agente desmoldante (aceite) en bandejas	Ayudante	223	
	Colocación de bollos en bandejas	Panadero	130	
	Transporte de bandejas al área de horneado	Panadero	55	
	Ingreso de bandejas al horno	Ayudante	30	
	Proceso de horneado	Horno	1800	
	Extracción del pan del horno	Panadero	220	
	Traslado del pan a la mesa de enfriamiento	Ayudante	55	
	Reposo del pan para disipar calor residual	Fermentacion	900	
	Traslado final del pan al área de exhibición o mostrador	Ayudante	201	

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2 Análisis de cálculo de capacidad

Al evaluar la capacidad productiva de los distintos recursos involucrados en el proceso de producción de pan en la Panadería San Diego, se realizó el cálculo de la capacidad diaria con base en el **tiempo de ciclo de cada recurso**. Este análisis permite identificar limitaciones operativas, cuellos de botella y oportunidades de mejora.

Tabla 8 Tiempos de Ciclo Actuales

Recurso	Tiempo de ciclo	Capacidad (Lote/día)
Panadero	2631 s	1.37
Ayudante	2127 s	1.69
Horno	1950 s	1.84
Fermentación	1578 s	2.28
Boleadora	644 s	5.59

Fuente: Elaboración Propia

El análisis de capacidad diaria de los recursos de la Panadería San Diego, según los tiempos de ciclo presentados, permite identificar con claridad el desempeño relativo de cada elemento del proceso y evidenciar el principal cuello de botella del sistema. El panadero, con un tiempo de ciclo de 2631 segundos, tiene la menor capacidad de producción con apenas 1.37 lotes por día, lo que lo posiciona como el recurso más limitante de toda la línea. Esta baja capacidad implica que cualquier intento de aumentar la producción global estará condicionado por su rendimiento.

A medida que se avanza en el análisis, se observa que los demás recursos poseen mayores niveles de capacidad. El ayudante puede procesar hasta 1.69 lotes por día, mientras que el horno llega a 1.84 y la fermentación alcanza los 2.28 lotes diarios. La boleadora, por su parte, destaca con una capacidad de 5.59 lotes por día, demostrando un potencial operativo mucho mayor y una evidente subutilización frente al resto del sistema.

Esta desproporción entre capacidades evidencia que gran parte de los recursos operan por debajo de su capacidad máxima, debido a la limitación impuesta por el panadero, cuya lentitud relativa en el ciclo restringe el flujo continuo del proceso productivo. Esta condición genera tiempos de espera acumulados, disminuye la eficiencia global del sistema y plantea una clara oportunidad de mejora en términos de redistribución de tareas, automatización parcial o refuerzo operativo en el puesto del panadero.

El panorama presentado refuerza la importancia de intervenir estratégicamente en el recurso más limitado, no solo para desbloquear el crecimiento de la capacidad total, sino también para aprovechar de manera más eficiente la infraestructura ya existente en la panadería.

Este desglose permite observar claramente:

1. Las oportunidades para ejecutar tareas en paralelo (como el encendido del horno y el formado de bollos).
2. Los cuellos de botella clave, especialmente el horneado y la fermentación.
3. La importancia de una buena coordinación entre operarios y máquinas para evitar acumulaciones o tiempos muertos innecesarios.

Este análisis sustenta decisiones dentro del capítulo de implementación, especialmente al justificar las mejoras en la reorganización del flujo de trabajo y la optimización de tiempos propuestos en el cursograma analítico y diagrama de Gantt.

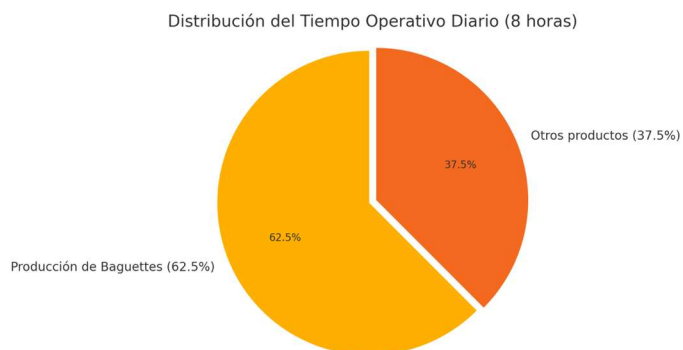
Tabla 9 Capacidad de los Recursos

Tipo de Recurso	Tiempo ciclo s / lote	Recursos	Capacidad (Lote/min)	Capacidad (Lote/hora)	Capacidad (Lote/día)
Panadero	2631	1	0.02	1.37	6.84
Ayudante	2127	1	0.03	1.69	8.46
Horno	1950	1	0.03	1.85	9.23
Fermentación	1578	1	0.04	2.28	11.41
Boleadora	644	1	0.09	5.59	27.95

Fuente: Elaboración Propia

La tabla anterior muestra la capacidad productiva de los recursos clave involucrados en el proceso de panificación en la Panadería San Diego. Esta capacidad fue calculada considerando un tiempo efectivo de **5 horas diarias**, lo que representa el **62.5 % de una jornada laboral estándar de 8 horas**. Este valor corresponde al tiempo específicamente destinado a la **elaboración de baguettes de pan**, mientras que el **37.5 % restante se utiliza en la producción de otros productos de panadería**, tales como repostería, pan dulce u otros tipos de pan.

Ilustración 12 Distribución de tiempo operativo



Fuente: Elaboración Propia

Al acotar el análisis de capacidad a estas 5 horas, se obtiene una proyección realista del rendimiento diario para la línea de producción de baguettes. Por ejemplo, el panadero, con un tiempo de ciclo de 2631 segundos, alcanza una capacidad de 6.84 lotes por día, que corresponde exclusivamente a esa fracción del tiempo disponible. De igual manera, los demás recursos muestran capacidades mayores, pero están condicionados por este mismo límite temporal, lo cual permite establecer una comparación equitativa entre procesos y facilitar la identificación de cuellos de botella dentro del contexto real de producción.

- El Ayudante presenta un buen rendimiento con una capacidad de 8.46 lotes por día, resultado de un tiempo de ciclo de 2127 segundos (aproximadamente 35.45 minutos). Su capacidad está por encima de la del panadero, aunque no es la más alta del sistema.
- El Panadero tiene una capacidad ligeramente inferior de 6.84 lotes por día, debido a que sus tareas son más técnicas y extensas, con un tiempo de ciclo de 2631 segundos (aproximadamente 43.85 minutos).
- La Boleadora es el recurso con mayor capacidad, alcanzando 27.95 lotes por día con un tiempo de ciclo de apenas 644 segundos.
- El Horno y la Fermentación tienen capacidades intermedias de 9.23 y 11.41 lotes por día respectivamente, por lo que no representan una restricción directa.
- Por lo tanto, el cuello de botella real del proceso es el Panadero, al ser el recurso con la menor capacidad diaria (6.84 lotes/día). Esto limita la producción global y determina el ritmo al que puede operar toda la línea.

4.4.3 Tasas de utilización

La tasa de utilización representa el grado en que un recurso es aprovechado respecto a su capacidad total. Valores altos pueden señalar una sobrecarga, mientras que valores bajos pueden evidenciar subutilización o ineficiencia.

A partir del estudio, se identificó un marcado desequilibrio en la carga de trabajo entre los distintos recursos. Este desbalance genera cuellos de botella, tiempos de espera y retrabajos que impactan negativamente en la productividad general del sistema. A continuación, se detalla el análisis de causas correspondiente a cada recurso según su nivel de utilización:

Tabla 10 Tasas de Utilización

Tipo de Recurso	Tiempo ciclo	Recursos	Capacidad (Lote/min)	Capacidad (Lote/hora)	Capacidad (Lote/día)	Tasa de Utilización
Panadero	2631	1	0.02	1.37	6.84	100%
Ayudante	2127	1	0.03	1.69	8.46	81%
Horno	1950	1	0.03	1.85	9.23	74%
Fermentación	1578	1	0.04	2.28	11.41	60%
Boleadora	644	1	0.09	5.59	27.95	24%

Cuello de Botella	6.84	68%
-------------------	------	-----

Fuente: Elaboración Propia

Con el propósito de profundizar en los factores que están limitando la eficiencia operativa de la Panadería San Diego, se analizó la tasa de utilización de los principales recursos involucrados en la producción de bollos. Este análisis no solo permite visualizar cuán aprovechados están los recursos, sino que también ayuda a conectar dichas tasas con las causas raíz previamente identificadas, cuantificadas a través de un análisis de priorización.

El análisis de capacidad y tasa de utilización de los recursos en la Panadería San Diego revela que el panadero constituye el principal cuello de botella del proceso productivo. Con un tiempo de ciclo de 2631 segundos, su capacidad máxima alcanza únicamente 6.84 lotes por día, lo cual representa el punto más bajo entre todos los recursos analizados. Esta condición se refleja en su tasa de utilización del 100 %, lo que indica que su tiempo disponible está completamente comprometido con la demanda productiva, sin margen para absorber variaciones o aumentar la producción.

En contraste, los demás recursos presentan capacidades mayores y tasas de utilización menores, lo que evidencia la existencia de tiempos ociosos. Por ejemplo, la boleadora tiene una capacidad de 27.95 lotes por día, pero su tasa de utilización es apenas del 24 %, demostrando que su potencial está significativamente subutilizado debido a la limitación impuesta por el panadero. El ayudante y el horno también muestran cierta holgura en sus tasas de utilización, con valores del 81 % y 74 % respectivamente, mientras que el proceso de fermentación opera al 60 % de su capacidad.

4.5 Diagrama de Ishikawa

Con el objetivo de avanzar hacia la mejora del proceso productivo en la Panadería San Diego, se procedió a la elaboración del diagrama de Ishikawa como parte del análisis estructurado de causas que afectan la capacidad operativa. Esta herramienta se construyó utilizando como base los resultados obtenidos durante la lluvia de ideas realizada en planta con el personal operativo.

Una vez recolectadas las causas identificadas, se inició el proceso de depuración, organizando cada aporte según su afinidad temática y vinculándolos con las áreas que intervienen directamente en el flujo productivo. Esta clasificación permitió separar los factores según su origen y su influencia dentro del sistema de producción.

Durante la construcción del diagrama, se analizaron una a una las causas para asegurar que estuvieran correctamente ubicadas según el área responsable o afectada, y se validó su pertinencia con el equipo en sitio. Esta validación permitió confirmar que los factores incluidos reflejaban fielmente las condiciones reales del entorno operativo, y que su distribución dentro del esquema representaba una lectura clara del origen de las ineficiencias.

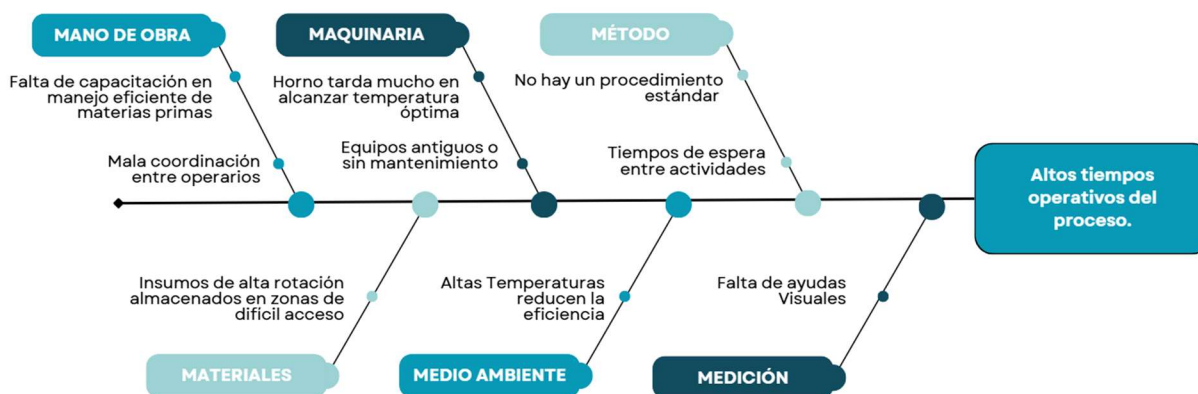
Tabla 11 Clasificación de las 6M

Categoría (6M)	Causas identificadas
Mano de Obra	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de capacitación en manejo eficiente de materias primas - Mala coordinación entre operarios
Maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> - Horno tarda mucho en alcanzar temperatura óptima - Equipos antiguos o sin mantenimiento
Método	<ul style="list-style-type: none"> - No hay un procedimiento estándar - Tiempos de espera entre actividades
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Insumos de alta rotación almacenados en zonas de difícil acceso
Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Altas temperaturas reducen la eficiencia
Medición	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de control visual del avance

Fuente: Elaboración Propia

El resultado fue un diagrama completo y funcional que permitió visualizar con claridad cómo distintas causas identificadas afectan el rendimiento del proceso. Esta herramienta se utilizó como base para priorizar acciones correctivas en las siguientes fases del proyecto y orientó la propuesta de soluciones específicas, enfocadas en minimizar los tiempos improductivos, mejorar la organización interna y optimizar el flujo de trabajo.

Ilustración 13 Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

4.6 Multivoto

Tabla 12 Análisis de Multivoto

Causas	Panadero	Panadero 2	Cajera	Transportista	Lider	Jefatura	Analista
Horno tarda mucho en alcanzar temperatura óptima	10	10	10	10	10	10	10
Insumos de alta rotación mal ubicados	9	9	8	8	8	9	9
Inspección de ingredientes sin estándar definido	8	8	7	7	7	7	8
Falta de control visual del avance	5	5	5	4	5	4	5
Equipos antiguos o sin mantenimiento	4	4	4	3	3	3	4
Falta de capacitación en manejo eficiente de materias primas	2	3	3	2	2	2	2
Tiempos de espera entre actividades	2	2	2	2	1	2	2
Mala coordinación entre operarios	1	1	1	1	1	1	1
Altas temperaturas reducen la eficiencia	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

Como parte del diagnóstico del proceso de producción de pan en la Panadería San Diego, se aplicó una herramienta de Multivoto ponderado con el objetivo de identificar y jerarquizar las principales causas que afectan la eficiencia operativa. Para ello, se contó con la participación de distintos perfiles involucrados en el proceso: operarios (panaderos), personal de apoyo (cajera y transportista), supervisión (líder), y mandos medios y técnicos (jefatura y analista). Cada participante asignó una puntuación del 1 al 10 a cada causa identificada, siendo 10 el valor de mayor criticidad.

Los resultados del ejercicio permitieron identificar de forma clara las tres causas con mayor impacto percibido:

- 1. El horno tarda mucho en alcanzar su temperatura óptima: Esta causa obtuvo el valor máximo (10) por parte de todos los participantes, reflejando un consenso absoluto en torno a su impacto como principal cuello de botella del proceso. Esta situación provoca tiempos de espera prolongados antes del horneado, lo que afecta significativamente la continuidad de la producción.
- 2. Insumos de alta rotación mal ubicados: Recibió puntuaciones entre 8 y 9, lo cual indica que su influencia en la generación de tiempos muertos es ampliamente reconocida. El hecho de que los ingredientes más utilizados estén almacenados en zonas de difícil acceso implica desplazamientos innecesarios y pérdida de eficiencia en actividades repetitivas como el pesaje y la preparación de la mezcla.
- 3. Inspección de ingredientes sin un estándar definido: Esta causa fue valorada entre 7 y 8 por la mayoría de los participantes. La ausencia de criterios claros y homogéneos para

la inspección de los insumos genera variabilidad operativa, retrabajos y retrasos al momento de validar los ingredientes antes de la mezcla.

Tabla 13 Priorización del multivoto

Causas	Total	% causas	% menciones acumuladas
Horno tarda mucho en alcanzar temperatura óptima	70	25%	25%
Insumos de alta rotación mal ubicados	60	21%	46%
Inspección de ingredientes sin estándar definido	52	18%	64%
Falta de control visual del avance	33	12%	76%
Equipos antiguos o sin mantenimiento	25	9%	85%
Falta de capacitación en manejo eficiente de materias primas	16	6%	90%
Tiempos de espera entre actividades	13	5%	95%
Mala coordinación entre operarios	7	2%	98%
Altas temperaturas reducen la eficiencia	7	2%	100%
Totales	283	100%	

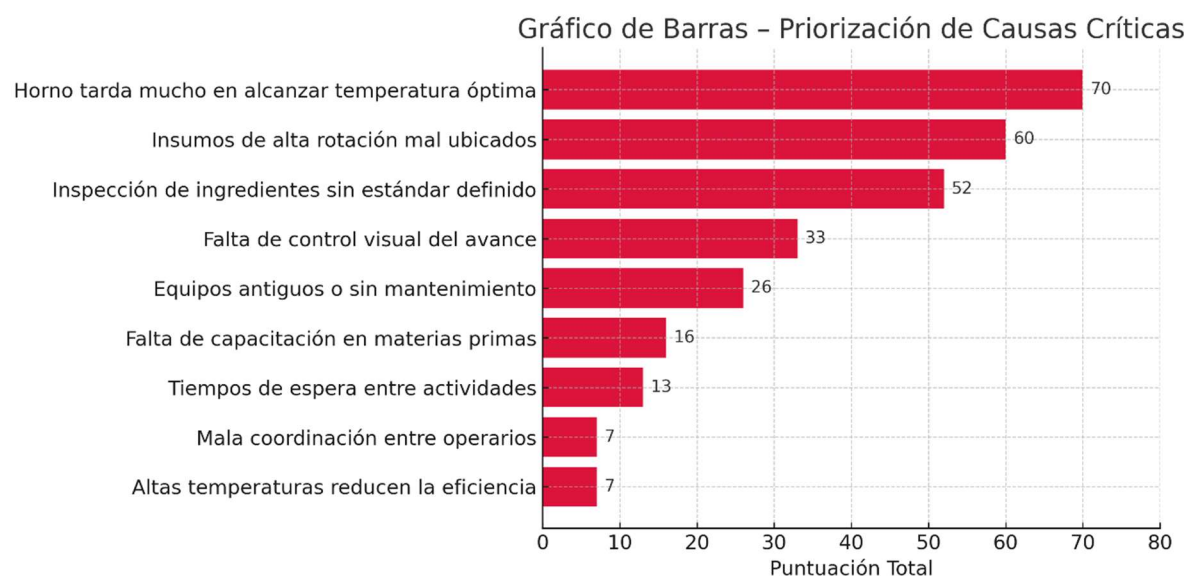
Fuente: Elaboración Propia

La tabla muestra el resultado del ejercicio de multivoto realizado con siete colaboradores de diferentes áreas. Se identificaron **9 causas** principales que afectan el proceso, y cada persona asignó puntuaciones del 1 al 10 según la gravedad percibida de cada causa.

- La causa “Horno tarda mucho en alcanzar temperatura óptima” obtuvo un total de 70 puntos, siendo la más votada, lo que representa aproximadamente el 22.7% del total acumulado de menciones. Esto la posiciona como el principal cuello de botella del proceso.
- En segundo lugar, “Insumos de alta rotación mal ubicados” alcanzó 60 puntos, equivalente al 19.5% de las menciones totales. Esta causa afecta directamente los tiempos operativos por desplazamientos innecesarios.
- La tercera causa prioritaria fue “Inspección de ingredientes sin estándar definido”, con 52 puntos, que representa un 16.9% del total. Esta situación genera retrabajos y variabilidad en la calidad de los ingredientes usados.

- Estas tres causas suman 182 puntos, lo que representa un 59.1% del total acumulado de votos (sobre 308 puntos posibles), cumpliendo el principio de Pareto, donde pocas causas concentran la mayoría del impacto. Las demás causas recibieron entre 33 y 7 puntos, indicando un impacto significativamente menor.
- Este análisis cuantitativo justifica que las propuestas de mejora se enfoquen en las tres primeras causas, ya que concentran la mayor parte de los problemas identificados por el equipo operativo.

Ilustración 14 Gráfico de barras del multivoto



Fuente: Elaboración Propia

El Gráfico de Pareto representa de manera visual los resultados obtenidos en el ejercicio de multivoto aplicado al personal involucrado en el proceso de producción de pan en la Panadería San Diego. En él se observa claramente la distribución acumulada de la criticidad de las causas identificadas, en función de la cantidad de votos recibidos por cada una.

La gráfica permite identificar rápidamente cuáles son las causas que generan el mayor impacto sobre la eficiencia del proceso. En este caso, las tres primeras barras concentran la mayor parte del total de puntuaciones, siguiendo el principio de Pareto (80/20), donde un pequeño número de causas explica la mayoría de los problemas.

Las tres causas prioritarias son:

1. El horno tarda mucho en alcanzar la temperatura óptima (70 puntos): Esta causa fue unánimemente identificada como el principal cuello de botella del proceso productivo. Representa una fuente significativa de tiempo improductivo y afecta directamente la capacidad operativa diaria.
2. Insumos de alta rotación mal ubicados (60 puntos): Esta causa evidencia un problema logístico en la disposición del material, lo cual genera desplazamientos innecesarios y retrasa actividades críticas como el pesaje y la mezcla.
3. Inspección de ingredientes sin estándar definido (52 puntos): La falta de criterios claros para validar los insumos impacta la consistencia del proceso, genera retrabajos y retrasa el inicio de operaciones posteriores.

4.7 Cursograma Analítico Actual

Con el objetivo de identificar oportunidades de mejora en el proceso de producción de bollos en la Panadería San Diego, se procedió a elaborar un cursograma analítico que permitiera visualizar en detalle cada una de las actividades ejecutadas por los operarios, así como sus respectivas secuencias, movimientos, inspecciones y demoras.

Una vez recopilados los datos, se clasificaron las actividades según su tipo (operación, transporte, inspección, demora, almacenamiento), utilizando la simbología estándar de cursograma. Posteriormente, se identificaron visualmente las tareas críticas aquellas con mayor duración o que evidenciaban una causa de ineficiencia y se marcaron con colores destacados (amarillo y rojo) para facilitar su análisis.

En conjunto, este cursograma sirvió como herramienta base para alimentar el diagrama de Ishikawa, la lluvia de ideas y el Pareto, ya que permitió aislar de forma visual y cuantitativa las actividades que más impactan negativamente la eficiencia del proceso.

Ilustración 15 Cursograma analítico actual

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario / Material / Equipo				
Diagrama no.1.		Hoja: 1 de 1		<h1>Actual</h1>				
Producto: Bollos de Pan								
Actividad: Operaciones								
Método: Toma de Tiempos								
Lugar: Panadería San Diego								
Operario (s): Sebastian		Ficha no.						
Compuesto por: Esteban Vargas		Fecha: 5/14/2025						
Aprobado por: Sebastian Herrera		Fecha: 5/15/2025						
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
			●	■	◐	➔	▼	
Apertura de sacos de harina	60	442	X					Los sacos de harina estan en una pequeña bodega atras por el poco espacio de trabajo
Pesaje de harina	60	101	X					
Pesaje de ingredientes complementarios	60	44	X					
Inspección visual y sensorial de ingredientes	60	388			X			Se inspeccionan varias veces los ingredientes, todos los dias
Adición de ingredientes secundarios	60	30	X					
Transporte de harina a la refinadora	60	44					X	
Traslado del conjunto de ingredientes a la refinadora	60	171					X	
Recolección de agua e hielo para la mezcla	60	66	X					
Pesaje de agua e hielo	60	29	X					
Transporte de ingredientes complementarios a la refinadora	60	44					X	
Medición de volúmenes de agua e hielo	60	54			X			
Mezclado de ingredientes en la refinadora	60	144	X					
Incorporación de levadura a la mezcla	60	66	X					
Tiempo de fermentación de la masa	60	678					X	
Aplicación de manteca sobre la superficie de trabajo	60	30	X					
Extracción de la masa refinada	60	201	X					
Colocación de la masa sobre la mesa de trabajo	60	31	X					
Encendido del equipo boleador	60	122	X					
Espera para alcanzar temperatura operativa de la boleadora	60	300					X	
Introducción de la masa en la boleadora	60	130	X					
Tiempo de espera para la conformación de la masa	60	344					X	
Extracción de la masa boleada	60	87	X					
Estrado manual de la masa	60	433	X					
División de la masa en porciones de 300 g	60	201	X					
Encendido del horno industrial	60	30	X					
Espera para alcanzar temperatura óptima del horno	60	600					X	Es muy frecuente que se olvide encender el horno a la hora de estar haciendo el pan
Formado y modelado final de los bollos	60	501	X					
Preparación de bandejas para horneo	60	133	X					
Aplicación de agente desmoldante (aceite) en bandejas	60	223	X					
Colocación de bollos en bandejas	60	130	X					
Transporte de bandejas al área de horneo	60	55					X	
Ingreso de bandejas al horno	60	30	X					
Proceso de horneado	60	1800	X					
Extracción del pan del horno	60	220	X					
Traslado del pan a la mesa de enfriamiento	60	55	X					
Reposo del pan para disipar calor residual	60	900					X	
Traslado final del pan al área de exhibición o mostrador	60	80					X	
TOTAL	120	8937						

Fuente: Elaboración Propia

El cursograma analítico proporciona una visión detallada del proceso de elaboración de bollos de pan en la Panadería San Diego. Este documento desglosa cada paso del proceso, indicando la cantidad de veces que se realiza cada actividad, la distancia recorrida y el tiempo involucrado. A continuación, se presenta un análisis con especial énfasis en las áreas resaltadas en amarillo y las observaciones señaladas:

Actividades Resaltadas en Amarillo por Mejorar

1. Abrir los sacos de harina:

Cantidad: 442 segundos

Observación: Los sacos de harina están almacenados en una pequeña bodega detrás debido al espacio limitado de trabajo.

Análisis: La alta frecuencia de esta actividad sugiere que el almacenamiento de la harina no es óptimo. La distancia y el esfuerzo necesarios para acceder a la bodega varias veces al día pueden aumentar la ineficiencia y el tiempo de trabajo. Una posible solución sería reorganizar el espacio de almacenamiento para reducir la necesidad de abrir los sacos de harina tantas veces.

2. Inspeccionar los ingredientes:

Cantidad: 388 segundos

Observación: Los ingredientes se inspeccionan varias veces al día.

Análisis: La repetición frecuente de las inspecciones indica una posible redundancia en el control de calidad. Aunque es crucial asegurar la calidad de los ingredientes, una inspección tan repetitiva puede ser ineficiente. Implementar un sistema de control de calidad más eficiente podría reducir la frecuencia de estas inspecciones sin comprometer la calidad del producto.

3. Esperar a que el horno esté caliente:

Cantidad: 600 segundos

Observación: Es muy frecuente que se olvide encender el horno a tiempo mientras se prepara el pan.

Análisis: Esta observación destaca un problema crítico en el proceso. El olvido de encender el horno a tiempo genera retrasos significativos, afectando la eficiencia operativa. Para solucionar este problema, se podría implementar un recordatorio automatizado o entrenar al personal para encender el horno en un momento específico del proceso.

4.8 Diagrama de Gantt

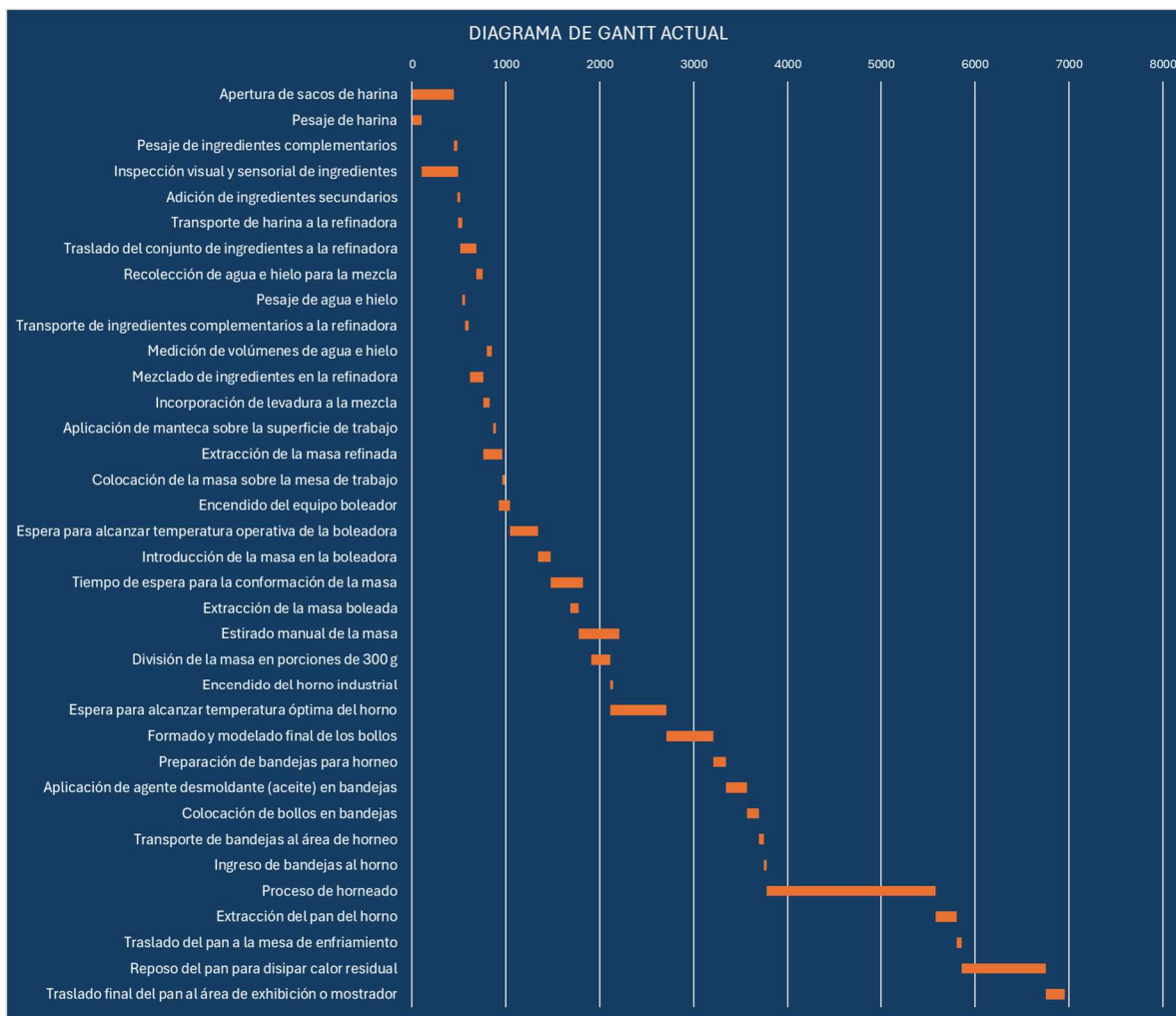
Para visualizar de forma clara y secuencial el flujo de trabajo del proceso de producción de pan en la Panadería San Diego, se elaboró un Diagrama de Gantt que detalla cada una de las actividades involucradas, su duración y su dependencia cronológica. Este diagrama permite analizar la organización temporal del proceso, identificar posibles cuellos de botella y establecer una base para la futura programación de la producción, en busca de una mayor eficiencia y reducción de desperdicios.

El análisis detallado del diagrama de Gantt permite proponer mejoras orientadas a la reducción de tiempos de espera, optimización del uso de maquinaria, y reorganización de tareas para minimizar actividades secuenciales que podrían realizarse en paralelo. Además, se visualiza la necesidad de establecer un sistema de control visual del avance de producción, permitiendo al personal identificar posibles desviaciones del tiempo estándar establecido.

Actividades destacadas por su impacto en el tiempo total:

1. **Apertura de sacos de harina:** Aparece al inicio con una duración considerable.
2. **Inspección de ingredientes:** Contribuye a pausas visibles entre actividades.
3. **Encendido del horno / Espera del horno:** Representa un espacio grande sin actividad productiva previa al horneado.

Ilustración 16 Diagrama de Gantt actual



Fuente: Elaboración Propia

4.9 Técnica de los 5 Por Qué.

Como parte del análisis de causa raíz del proceso productivo en la Panadería San Diego, se identificaron actividades que generan una pérdida significativa de tiempo y afectan la eficiencia operativa. Para profundizar en las causas que originan estas ineficiencias, se aplicó la técnica de los **5 Porqués**, una herramienta utilizada para indagar progresivamente en las razones que provocan un problema hasta llegar a su causa raíz.

Este análisis se centró en tres actividades clave del proceso: la apertura de sacos de harina, la inspección de ingredientes y el encendido/espera del horno. Cada una de estas actividades fue seleccionada por su impacto en los tiempos de producción y por representar cuellos de botella u oportunidades claras de mejora. A través del cuestionamiento continuo, se logró descubrir que las causas fundamentales no están relacionadas únicamente con el esfuerzo físico o la ejecución operativa, sino también con la falta de planificación, estandarización, disposición de materiales y ausencia de herramientas visuales o protocolos definidos.

Este enfoque permite establecer acciones concretas orientadas a eliminar desperdicios, optimizar tiempos y facilitar la implementación de mejoras sostenibles en el proceso.

4.7.1 Apertura de sacos de harina aplicado en 5 porqués

Esta actividad fue identificada como una de las más críticas al inicio del proceso, ya que consume un tiempo considerable que afecta la fluidez general de la producción. A través del análisis de los 5 Porqués, se evidenció que la demora no radica únicamente en la acción de abrir los sacos, sino en una serie de factores logísticos que comienzan desde la ubicación del almacenamiento.

La harina se encuentra almacenada en una bodega alejada del punto de uso, lo que implica desplazamientos constantes del operario. Esta situación se agrava por un espacio de trabajo limitado que impide una organización eficiente de materiales. Finalmente, se detectó que nunca se ha realizado un estudio de tiempos y movimientos, lo cual limita la identificación precisa de oportunidades de mejora.

Ilustración 17 5 Por qué Apertura de sacos de harina

Actividad	Apertura de sacos de harina
1er ¿Por qué?	¿Por qué toma tanto tiempo abrir los sacos?
2do ¿Por qué?	Porque los sacos están almacenados en una bodega alejada del punto de uso.
3er ¿Por qué?	Porque el espacio de trabajo es reducido y no permite un almacenamiento óptimo.
4to ¿Por qué?	Porque no se ha medido la distancia de los sacos a la panadería.
5to ¿Por qué?	Porque nunca se ha realizado un estudio de tiempos y movimientos.

Fuente: Elaboración Propia

4.7.2 Inspección de ingredientes aplicado en 5 porqués

Durante el proceso se observó que la inspección de ingredientes se realiza varias veces en distintas etapas, lo que genera pausas innecesarias y pérdida de tiempo. El análisis de los 5 Porqués permitió descubrir que esta situación es producto de la falta de un procedimiento estándar que indique cómo, cuándo y por qué realizar dicha inspección.

Cada operario toma decisiones según su propio criterio, lo que genera variabilidad en la ejecución de la tarea. Además, no existe una capacitación formal que unifique el criterio de los operarios, ni protocolos documentados que definan una pauta clara. Esto revela una oportunidad clave para estandarizar la actividad y mejorar su eficiencia.

Ilustración 18 5 Por qué Inspección de Ingredientes

Actividad	Inspección de ingredientes
1er ¿Por qué?	¿Por qué se repite varias veces la inspección de ingredientes?
2do ¿Por qué?	Porque no hay una pauta clara ni estándar de inspección.
3er ¿Por qué?	Porque cada operario decide según su criterio cuándo y cómo inspeccionar.
4to ¿Por qué?	Porque no existe una capacitación formal ni protocolos definidos.
5to ¿Por qué?	Porque no se ha documentado ni implementado un procedimiento estandarizado.

Fuente: Elaboración Propia

4.7.3 Encendido del horno / Espera del horno aplicado en 5 porqués

El análisis evidenció que el horno, una de las piezas clave en el proceso de producción, genera tiempos muertos significativos al inicio de la jornada debido a que tarda en alcanzar la temperatura óptima. Mediante la herramienta de los 5 Porqués, se concluyó que esto ocurre principalmente por la falta de una programación anticipada.

Ilustración 19 5 Por qué Encendido del horno / espera del horno

Actividad	Encendido del horno / espera del horno
1er ¿Por qué?	¿Por qué se pierde tiempo esperando que el horno alcance la temperatura?
2do ¿Por qué?	Porque el horno tarda en calentarse desde cero cada jornada.
3er ¿Por qué?	Porque se enciende tarde, después de completar otras tareas previas.
4to ¿Por qué?	Porque no hay una programación anticipada para el encendido del equipo.
5to ¿Por qué?	Porque no hay un plan de producción o una ayuda visual que me indique cuando encender el horno

Fuente: Elaboración Propia

4.10 Análisis y conclusión del capítulo

El presente capítulo consolidó el diagnóstico integral del proceso productivo de la Panadería San Diego, estableciendo una línea base cuantitativa y cualitativa que sustenta el planteamiento de mejoras en capítulos posteriores. A través del análisis del flujo de proceso, se descompuso detalladamente cada fase operativa, desde la recepción de materia prima hasta la entrega del producto final, revelando una serie de actividades redundantes, no estandarizadas y con alto impacto en el tiempo de ciclo total.

La aplicación del diagrama SIPOC permitió visualizar de forma estructurada los elementos clave del sistema productivo, resaltando las interacciones entre proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. Se evidenció cómo decisiones relacionadas con el almacenamiento y la disposición física de insumos repercuten directamente en la eficiencia del proceso. La fase de inspección de ingredientes, por ejemplo, mostró una alta variabilidad, producto de la ausencia de protocolos uniformes, lo que provocó inspecciones repetitivas y pérdida de tiempo.

La información recabada mediante la lluvia de ideas con el personal operativo brindó una perspectiva interna valiosa, reflejando problemáticas no solo técnicas, sino también organizativas y logísticas. Esta información fue estructurada mediante herramientas como el diagrama de Ishikawa, donde se clasificaron las causas bajo las seis categorías (6M), identificando una raíz multifactorial de la ineficiencia operativa, con énfasis en fallas de método, maquinaria y mano de obra.

Los estudios de tiempos se realizaron mediante cronometraje directo con una muestra determinada estadísticamente ($n=21$), garantizando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 1%.

Los datos obtenidos fueron fundamentales para construir el cursograma analítico actual, el cual

evidenció tiempos muertos significativos en actividades como la apertura de sacos de harina, inspección de ingredientes y espera del horno. Estas actividades fueron posteriormente analizadas con la técnica de los 5 porqués, identificando como causas raíz: la disposición ineficiente del almacén, la ausencia de procedimientos estándar y la falta de planificación visual.

El cálculo de capacidad demostró que el recurso con menor rendimiento es la maquinaria, especialmente el horno, con una capacidad de apenas 6.23 unidades por día, frente a 15.96 del ayudante y 10.95 del panadero. Este hallazgo confirmó que el horno constituye un cuello de botella crítico, condicionando la velocidad de todo el proceso y limitando la producción, incluso cuando los demás recursos están disponibles.

Finalmente, el uso de la herramienta de multivoto permitió jerarquizar de manera participativa las causas más críticas, con un consenso absoluto en que la lentitud del horno, la mala ubicación de insumos y la inspección sin estandarización son las principales responsables de los retrasos. Estas tres causas concentran el 59.1% del total de votos asignados, lo cual fue validado gráficamente mediante el diagrama de Pareto, cumpliendo con el principio 80/20.

En conclusión, el análisis realizado en este capítulo proporciona un diagnóstico profundo y fundamentado del estado actual del proceso. Se identificaron actividades clave a intervenir, se respaldaron cuantitativamente las oportunidades de mejora y se evidenció la necesidad urgente de reorganizar tareas, estandarizar procedimientos y rediseñar aspectos del flujo de trabajo. Esta base sólida será determinante para la formulación de soluciones concretas, medibles y sostenibles que se desarrollarán en los siguientes capítulos del proyecto.

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 Planteamiento de las propuestas

Como resultado del análisis de procesos, los estudios de tiempo y la evaluación de capacidad operativa realizados en la Panadería San Diego, se identificaron diversas oportunidades de mejora orientadas a optimizar el rendimiento del sistema productivo, reducir tiempos improductivos y facilitar una mejor coordinación entre recursos humanos y técnicos. Estas oportunidades se fundamentan en los principales hallazgos detectados en la etapa de diagnóstico, como cuellos de botella, tareas con alto contenido manual, desplazamientos innecesarios y demoras por falta de estandarización.

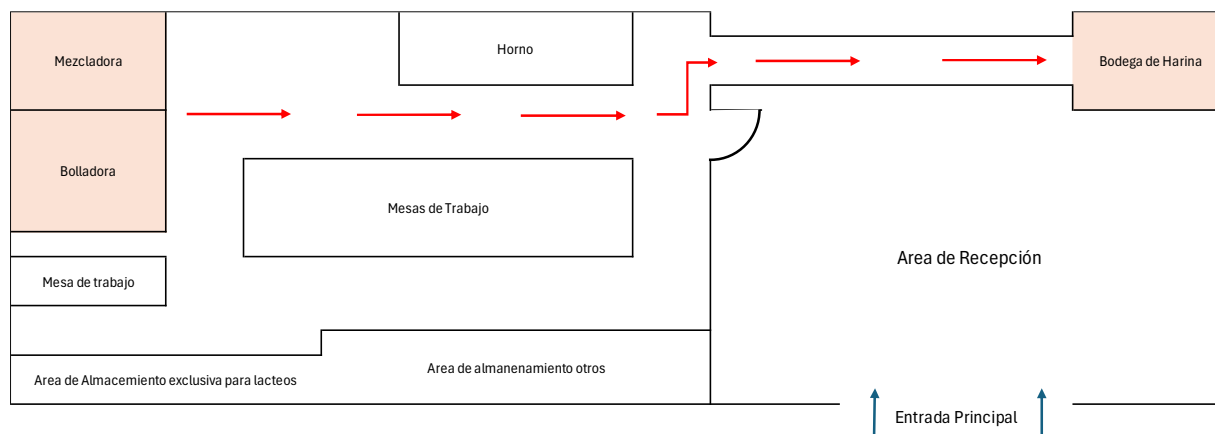
Las propuestas de mejora que se presentan a continuación responden directamente a tres de las causas más críticas que limitan la eficiencia de la panadería: el retraso en la operación de apertura de sacos de harina, la inspección manual y desorganizada de ingredientes, y la falta de sincronización en el encendido del horno. Cada una de estas situaciones fue abordada con soluciones prácticas, de bajo costo e inmediata implementación, priorizando intervenciones que maximicen el aprovechamiento del tiempo operativo y reduzcan las interrupciones en el flujo de trabajo.

Estas acciones fueron diseñadas con base en herramientas de mejora continua, principios de Lean Manufacturing y observaciones de campo. Además, se validaron cuantitativamente mediante comparaciones entre los tiempos actuales y los estimados tras la mejora, lo que permite proyectar su impacto real en la capacidad diaria de producción.

5.2 Propuesta 1 Mejora en la operación de apertura de sacos de harina

Durante el estudio de tiempos realizado en el proceso productivo de la Panadería San Diego, se evidenció que la operación de apertura de sacos de harina representa uno de los principales cuellos de botella. Esta tarea, con un tiempo promedio de ejecución de 442 segundos, genera una carga operativa considerable que impacta negativamente en el inicio del ciclo de producción. El análisis de causa raíz reveló que esta situación se debe, principalmente, a la ubicación lejana de los sacos respecto al punto de uso y a la carencia de herramientas adecuadas para su apertura eficiente.

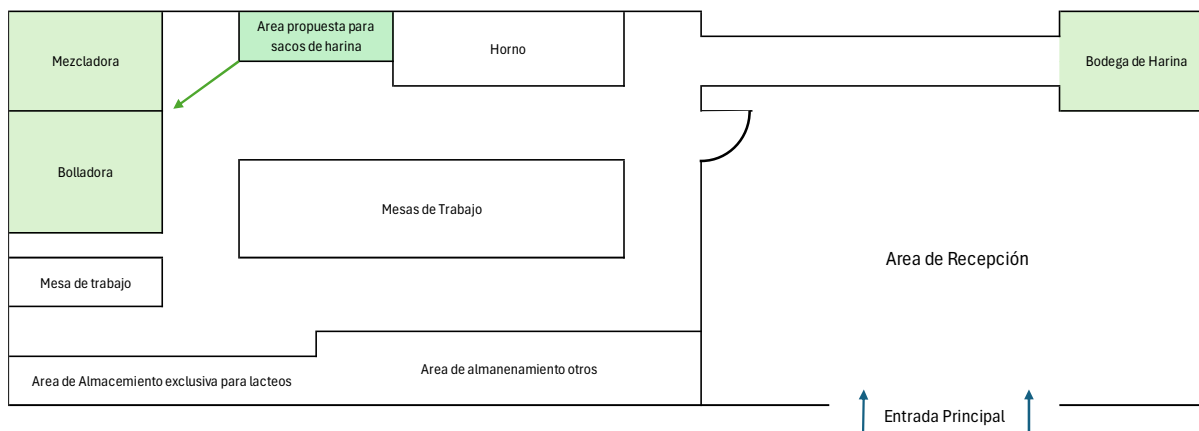
Ilustración 20 Layout Actual



Fuente: Elaboración Propia

Como propuesta de mejora, se plantea la reubicación estratégica de los sacos de harina dentro del área de producción. El objetivo es establecer un punto intermedio de almacenamiento cercano a la estación de mezclado, lo que permitirá reducir significativamente los desplazamientos del operario. Esta zona será abastecida diariamente al finalizar la jornada de trabajo, aprovechando momentos de baja carga operativa. A continuación, se muestra una imagen del espacio propuesto para dicha reubicación:

Ilustración 21 Layout propuesto



Fuente: Elaboración Propia

En el plano anterior se presenta la distribución actual y propuesta de la Panadería San Diego con respecto a la operación de apertura de sacos de harina. En la sección marcada en color rojo se ubica el almacén actual de harina, el cual se mantendrá como bodega central para resguardar todo el inventario disponible. No obstante, su localización, distante del área de producción, genera desplazamientos prolongados que impactan negativamente en los tiempos de inicio del proceso

Para mitigar este problema, se ha definido un área de abastecimiento intermedio, señalada en color verde, la cual estará ubicada estratégicamente junto a la mezcladora y la bolladora, permitiendo que el operario tenga acceso inmediato a los sacos necesarios para iniciar la producción. Esta área funcionará como una extensión temporal del almacén central, abastecida diariamente por el ayudante al finalizar cada jornada.

La zona en amarillo destaca el sector impactado directamente por esta mejora, ya que comprende las estaciones de mezclado y boleado, donde se manipula la harina al inicio del proceso. Al reducir los desplazamientos desde el almacén rojo hasta esta área operativa, se disminuyen los tiempos improductivos y se agiliza el flujo de trabajo.

5.2.1 Beneficios de mejorar en la operación de apertura de sacos de harina

La propuesta de reubicar estratégicamente los sacos de harina dentro del área de producción responde directamente a una de las principales ineficiencias detectadas en el proceso. A continuación, se detallan los beneficios específicos que esta acción genera sobre los tiempos operativos de la panadería:

Tabla 14 Tiempo de ciclo Propuesta 1

Recurso	Tiempo de ciclo Actual	Tiempo de ciclo Propuesto	Nueva Capacidad (Lote/día)
Panadero	2631 s	2377 s	1.5
Ayudante	2127 s	2127 s	1.7

Fuente: Elaboración Propia

Como resultado de la propuesta de mejora enfocada en la reubicación estratégica de los sacos de harina dentro del área de producción, se logró una reducción significativa en los tiempos de ciclo del recurso *panadero*, mientras que el tiempo del *ayudante* se mantuvo sin variaciones. La medida consistió en establecer un punto intermedio de almacenamiento cercano a la estación de mezclado, el cual se abastece diariamente al finalizar la jornada laboral, aprovechando momentos de baja carga operativa. Esta acción permitió disminuir los desplazamientos innecesarios del personal, optimizando el flujo operativo y eliminando tiempos improductivos.

Los datos comparativos reflejan esta mejora. En el caso del *panadero*, el tiempo de ciclo por lote se redujo de **2631 segundos a 2377 segundos**, lo que representa una disminución de **254 segundos**. Para el *ayudante*, el tiempo de ciclo se mantuvo en **2127 segundos**, dado que las actividades de este recurso no se vieron directamente impactadas por la reubicación de los insumos.

Estas mejoras se traducen en un incremento directo de la capacidad productiva diaria. En el caso del *panadero*, la capacidad aumentó de 1.37 a **1.5 lotes por jornada**, mientras que el *ayudante* mantiene una capacidad de **1.7 lotes diarios**, contribuyendo a equilibrar la carga operativa entre los recursos y optimizar la eficiencia global del proceso de producción.

5.3 Propuesta para mejorar Inspección de ingredientes

5.3.1 Herramienta de Excel Propuesta

La herramienta en Excel se diseñó como un sistema sencillo y visual de control de inventario, que le permite al encargado de producción identificar de manera inmediata el estado de los ingredientes almacenados según su fecha de vencimiento. Cada fila de la tabla corresponde a un producto específico e incluye información básica como el nombre del ingrediente, su fecha de vencimiento y la cantidad disponible en unidades o kilogramos.

El archivo incorpora una referencia automática a la fecha del sistema (por ejemplo, 26 de julio de 2024), de modo que los cálculos se actualizan cada vez que se abre el documento, sin requerir ajustes manuales. Esta característica elimina la dependencia de verificaciones subjetivas y garantiza que el monitoreo del inventario siempre esté alineado con la fecha real.

Ilustración 22 Herramienta de Excel propuesta

Ingredientes	Fecha de Vencimiento	Fecha Actual	7/16/2025
Harina de Trigo 1	11/22/2025		
Harina de Trigo 2	11/23/2025		
Harina de Trigo 3	11/24/2025		
Harina de Trigo 4	1/22/2026		
Harina de Trigo 5	1/22/2026		
Sal 1	1/26/2026		
Sal 2	7/26/2027		
Levadura seca 1	12/22/2025		
Levadura seca 2	12/22/2025		
Levadura seca 3	7/26/2026		
Caja de Huevos 1	7/15/2025		
Caja de Huevos 2	7/20/2025		
Caja de Huevos 3	7/20/2025		
Caja de Huevos 4	7/20/2025		
Caja de Huevos 5	7/23/2025		
Caja de Huevos 6	7/23/2025		
Caja de Huevos 7	7/23/2025		
Agua	N/A		
Hielo	N/A		
Mantequilla 1	8/24/2025		
Mantequilla 2	8/24/2025		
Mantequilla 3	8/24/2025		
Mantequilla 4	10/24/2025		
Azucar 1	11/26/2026		
Azucar 2	11/26/2026		
Azucar 3	7/26/2027		
Esencia de vainilla 1	7/26/2027		
Esencia de vainilla 2	7/26/2027		
Esencia de vainilla 3	1/2/2028		
Esencia de vainilla 4	1/2/2028		
Queso 1	7/2/2025		
Queso 2	7/3/2025		
Queso 3	7/24/2025		
Queso 4	9/24/2025		
Queso 5	9/24/2025		
Queso 6	9/24/2025		
Queso 7	9/24/2025		

Fuente: Elaboración Propia

La tabla de ingredientes presenta información clave sobre las fechas de vencimiento de varios productos usados en la panadería, con una referencia a la fecha actual, que es el 26 de julio de 2024. Este análisis permite identificar el estado de cada ingrediente en términos de su fecha de vencimiento.

Los productos que ya han vencido, como el "Caja de Huevos 1, Queso 1" y "Queso 2", necesitan ser retirados inmediatamente del inventario para garantizar la seguridad y calidad del producto final. Los ingredientes que vencerán dentro de un mes, como la "Caja de Huevos 2" a "Caja de Huevos 4", la "Mantequilla 2" y "Mantequilla 3", requieren una gestión eficiente para su uso prioritario, minimizando el desperdicio. Finalmente, aquellos ingredientes cuya fecha de vencimiento es considerablemente más lejana, no necesitan atención inmediata, pero deben ser monitoreados regularmente.

1. Configuración en Excel para Resaltado Automático

Para resaltar automáticamente los productos según su estado de vencimiento, se puede usar la función de formato condicional en Excel:

2. Resultado Esperado

Después de aplicar estas reglas, las celdas de la columna "Fecha de Vencimiento" mostrarán:

- **Rojo** para productos ya vencidos.
- **Amarillo** para productos que vencerán en el próximo mes.
- **Sin color** para productos con más de un mes antes de su vencimiento.

5.3.2 Beneficios de mejorar la Inspección de ingredientes

Tabla 15 Tiempo de ciclo Propuesta 2

Recurso	Tiempo de ciclo Actual	Tiempo de ciclo Propuesto	Capacidad (Lote/día)
Panadero	2631 s	2309 s	1.6
Ayudante	2127 s	2127 s	1.7

Fuente: Elaboración Propia

Gracias a la implementación de un control preventivo mediante ayudas visuales, se eliminaron demoras relacionadas con inspecciones prolongadas, búsquedas innecesarias o descartes de última hora. El efecto directo de esta acción fue una reducción significativa en el tiempo de ciclo del recurso *panadero*, quien disminuyó su tiempo por lote de **2631 segundos a 2309 segundos**, logrando una mejora de **322 segundos**. Esta reducción permitió incrementar su capacidad operativa de **1.37 a 1.6 lotes por día**, reflejando un aumento en la eficiencia del recurso sin necesidad de realizar modificaciones estructurales ni tecnológicas adicionales.

En términos operativos, esta mejora se traduce en una mayor fluidez en el flujo de producción, una reducción del desperdicio por caducidad de insumos, y una optimización en la planificación del reabastecimiento. La implementación de un sistema visual para el seguimiento de fechas de vencimiento fortalece la trazabilidad de los materiales, asegura la calidad del producto final y contribuye a la eliminación de tiempos improductivos asociados a inspecciones correctivas.

5.4 Propuesta 3 Mejora en encendido del horno / espera del horno

Una de las principales causas de ineficiencia detectadas durante el análisis del proceso fue el retraso en el encendido del horno, el cual genera un tiempo de espera improductivo de aproximadamente 10 minutos (600 segundos), ya que el horno se activa hasta que los bollos están completamente formados. Esta demora afecta directamente la continuidad del flujo de producción y retrasa el inicio de la cocción, generando acumulación de productos en espera y subutilización del recurso humano.

Con base en el estudio de tiempos realizado, se determinó que existe una ventana de al menos 10 minutos entre el inicio del estirado manual de la masa y el momento en que se requiere utilizar el horno. Esta información permite establecer un punto de referencia ideal para iniciar el precalentamiento del equipo sin afectar las tareas previas ni alterar la secuencia natural del proceso.

Se propone la colocación de una ayuda visual sencilla y clara en la estación de estirado de masa, la cual funcionará como un recordatorio visual para el operario encargado. Esta señal puede consistir en un cartel, rótulo o etiqueta adhesiva, colocada a la vista del operario.

A continuación, se muestra un ejemplo del diseño propuesto para la ayuda visual:

Ilustración 23 Ayuda visual hornos



Fuente: Elaboración Propia

El operario que realice la división o el estirado de la masa visualizará la señal y ejecutará el encendido del horno sin requerir autorización adicional, reduciendo la dependencia de supervisión. Esta acción será incorporada como parte del protocolo diario y reforzada mediante una breve capacitación y seguimiento durante la implementación. La simplicidad de esta herramienta permite una adopción inmediata, sin necesidad de inversiones ni cambios estructurales, asegurando un alto impacto en la sincronización del flujo operativo.

5.4.1 Beneficio de mejorar en encendido del horno / espera del horno.

Tabla 16 Tiempo de ciclo Propuesta 3

Recurso	Tiempo de ciclo Actual	Tiempo de ciclo Propuesto	Capacidad (Lote/día)
Panadero	2631 s	2552 s	1.4
Ayudante	2127 s	2048 s	1.8
Horno	1950 s	1800 s	2.0

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos demuestran una mejora considerable en la eficiencia operativa de los recursos involucrados en el proceso. El panadero redujo su tiempo de ciclo de 2631 segundos a 2552 segundos, lo que permitió incrementar su capacidad de producción a 1.4 lotes por día. En el caso del ayudante, se logró una disminución en su tiempo de ciclo de 2127 segundos a 2048 segundos y un aumento de capacidad a 1.8 lotes diarios.

La implementación de una ayuda visual como recordatorio anticipado permitió optimizar la coordinación de tareas críticas, reducir los tiempos de espera y sincronizar adecuadamente las etapas del proceso. De esta manera, se logró una mejora integral en la eficiencia del sistema sin requerir inversiones en infraestructura o tecnología avanzada, confirmando la efectividad de acciones visuales simples en entornos operativos de alta repetitividad.

5.5 Consolidación de los beneficios de las propuestas

En el capítulo de implementación, el cursograma analítico propuesto representa una versión mejorada del proceso productivo de bollos de pan en la Panadería San Diego, con base en los

tiempos observados y propuestas de optimización. Este cursograma fue desarrollado a partir de la toma de tiempos reales y tiene como objetivo evidenciar la eficiencia esperada tras aplicar los cambios sugeridos durante el análisis.

5.5.1 Resumen de los beneficios obtenidos de las propuestas

La implementación integral de las propuestas de mejora planteadas en el proyecto garantiza una optimización sustancial en los tiempos de ciclo de los recursos involucrados en el proceso de panificación de la Panadería San Diego. Las acciones enfocadas en la reubicación estratégica de insumos, la incorporación de ayudas visuales para la gestión de vencimientos y el control anticipado del encendido del horno permiten alcanzar resultados tangibles en términos de eficiencia operativa.

Tabla 17 Resumen de beneficios

Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente, estas mejoras permiten atacar directamente el principal cuello de botella identificado en el proceso: el Panadero. Con la optimización de tareas manuales, como la reubicación de insumos de alta rotación y la eliminación de desplazamientos innecesarios, se reduce el tiempo de ciclo del panadero de 2631 segundos a 1976 segundos, incrementando su capacidad de producción de 1.37 a 1.8 lotes por día.

Si bien el cuello de botella se desplaza hacia el recurso Ayudante, cuyo tiempo de ciclo ajustado pasa de 2127 a 2048 segundos (capacidad de 1.8 lotes por día), ambos recursos siguen siendo considerados como las etapas críticas del proceso debido a la alta dependencia de actividades manuales en esta fase. No obstante, el balance logrado con las propuestas permite que la Panadería

San Diego alcance la capacidad operativa deseada, eliminando tiempos improductivos y maximizando el aprovechamiento de los recursos disponibles.

De esta manera, las acciones implementadas no solo alivian la carga sobre el panadero, sino que también homogenizan la carga de trabajo con el ayudante, logrando un flujo de producción más equilibrado. Este rediseño de actividades permite reducir significativamente el tiempo total del proceso de producción, aumentando la capacidad de producción diaria sin necesidad de inversiones en maquinaria adicional, logrando así un impacto positivo y sostenible en la eficiencia del sistema productivo.

Al no depender exclusivamente de un solo recurso (panadero como único cuello de botella), el proceso se vuelve más flexible para adaptarse a picos de demanda, evitando paros o sobrecarga de trabajo. Además, la estandarización de tareas críticas (apoyo visual, control del horno, etc.) facilita que otros operarios puedan apoyar en las tareas, disminuyendo la vulnerabilidad ante ausencias o rotaciones de personal.

5.5.2 Cursograma analítico

Ilustración 24 Cursograma analítico propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO			Operario / Material / Equipo					
Diagrama no. 1.	Hoja: 1 de 1		<h1>Propuesto</h1>					
Producto: Bollos de Pan								
Actividad: Operaciones								
Método: Toma de Tiempos								
Lugar: Panadería San Diego								
Operario (s): Sebastian		Ficha no.						
Compuesto por: Esteban Vargas		Fecha: 7/3/2025						
Aprobado por: Sebastian Herrera		Fecha: 7/4/2025						
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
			●	■	D	→	▼	
Apertura de sacos de harina	60	188	X					Los sacos de harina se traslada a la par de la refinadora y no tienen que estar trayendo
Pesaje de harina	60	101	X					
Pesaje de ingredientes complementarios	60	44	X					
Inspección visual y sensorial de ingredientes	60	66			X			Hacer un excel que a la hora se compra los productos se ingresen e una base de datos y se revisen 1 vez por tanda
Adición de ingredientes secundarios	60	30	X					
Transporte de harina a la refinadora	60	44				X		
Traslado del conjunto de ingredientes a la refinadora	60	171				X		
Recolección de agua e hielo para la mezcla	60	66	X					
Pesaje de agua e hielo	60	29	X					
Transporte de ingredientes complementarios a la refinadora	60	44				X		
Medición de volúmenes de agua e hielo	60	54		X				
Mezclado de ingredientes en la refinadora	60	144	X					
Incorporación de levadura a la mezcla	60	66	X					
Tiempo de fermentación de la masa	60	678			X			
Aplicación de manteca sobre la superficie de trabajo	60	30	X					
Extracción de la masa refinada	60	201	X					
Colocación de la masa sobre la mesa de trabajo	60	31	X					
Encendido del equipo boleador	60	122	X					
Espera para alcanzar temperatura operativa de la boleadora	60	300			X			
Introducción de la masa en la boleadora	60	130	X					
Tiempo de espera para la conformación de la masa	60	344			X			
Extracción de la masa boleada	60	87	X					
Estirado manual de la masa	60	433	X					
División de la masa en porciones de 300 g	60	201	X					
Encendido del horno industrial	60	30	X					
Espera para alcanzar temperatura óptima del horno	60	0			X			Hacerles una ayuda visual que cuando sacan la masa de la bolladora encender el horno
Formado y modelado final de los bollos	60	501	X					
Preparación de bandejas para horneo	60	133	X					
Aplicación de agente desmoldante (aceite) en bandejas	60	223	X					
Colocación de bollos en bandejas	60	130	X					
Transporte de bandejas al área de horneo	60	55				X		
Ingreso de bandejas al horno	60	30	X					
Proceso de horneado	60	1800	X					
Extracción del pan del horno	60	220	X					
Traslado del pan a la mesa de enfriamiento	60	55	X					
Reposo del pan para disipar calor residual	60	900			X			
Traslado final del pan al área de exhibición o mostrador	60	80				X		
TOTAL	120	7761						

Fuente: Elaboración Propia

El cursograma analítico propuesto presenta varias mejoras significativas en el proceso de elaboración de bollos de pan en la Panadería San Diego. A continuación, se explican las mejoras implementadas en comparación con el método actual, haciendo énfasis en las observaciones y las actividades específicas:

Actividades Mejoradas

1. Abrir los sacos de harina:

- **Tiempo Propuesto:** 188 segundos
- **Mejora:** Los sacos de harina se trasladan cerca de la refinadora, eliminando la necesidad de desplazamientos repetidos.
- **Observación:** "Los sacos de harina se traslada a la par de la refinadora y no tienen que estar trayendo."
- **Impacto:** Reduce significativamente el tiempo y esfuerzo necesarios para acceder a la harina.

2. Inspeccionar los ingredientes:

- **Tiempo Propuesto:** 66 segundos
- **Mejora:** Se implementa un sistema de control de calidad mediante una base de datos en Excel.
- **Observación:** "Hacer un Excel que a la hora se compra los productos se ingresen en una base de datos y se revisen 1 vez por tanda."
- **Impacto:** Reduce la frecuencia de las inspecciones y optimiza el control de calidad, ahorrando tiempo.

3. Esperar a que el horno esté caliente:

Tiempo Propuesto: 0 segundos

- **Mejora:** Implementación de una ayuda visual para recordar encender el horno al sacar la masa de la bolladora.
- **Observación:** "Hacerles una ayuda visual que cuando sacan la masa de la bolladora encender el horno."
- **Impacto:** Elimina los retrasos causados por olvidar encender el horno, mejorando la eficiencia del proceso de horneado.

5.5.3 Cuadro resumen de las reducciones de tiempos

Como parte del análisis de capacidad y eficiencia operativa en la línea de producción de la Panadería San Diego, se identificó que la actividad desempeñada por el panadero constituye el principal cuello de botella del proceso. A continuación, se describe su comportamiento operativo actual:

- **Tiempo total de producción por tanda:** El panadero requiere **2631 segundos** para completar una tanda, lo cual equivale a **43.85 minutos** o **0.73 horas**. Este valor corresponde al tiempo de ciclo por lote de producción.
- **Tiempo de ciclo del lote:** Cada lote (o tanda) necesita **0.73 horas** de trabajo exclusivo del panadero, lo que limita significativamente la cantidad de tandas posibles dentro de la jornada laboral.

- **Cantidad de tandas por jornada:** Actualmente se completan **8 tandas**, lo que significa que el recurso panadero está implicado directamente en la producción durante **8 × 0.73 = 5.85 horas**.
- **Capacidad disponible:** La capacidad operativa asignada para este recurso es de **5 horas** por jornada. Sin embargo, al operar 5.85 horas, se presenta una **sobrecarga de 0.85 horas**, lo que evidencia una saturación que genera retrasos acumulados, estrés operativo y posible incumplimiento de producción diaria.
- **Cantidad de panes producidos:** Con 8 tandas diarias se logran **60 unidades de pan**, lo que establece el rendimiento diario bajo el escenario actual.

Ilustración 25 Cuadro resumen antes de la mejora

Escenario actual del cuello de botella "Panadero"			
Tiempo total de Produccion			
Segundo	2631.00		
Minutos	43.85		
Horas	0.73		
Cantidad de Panes Producidos	60	Capacidad disponible (Horas)	5
Tiempo de ciclo del lote	0.73	Cantidad de Tandas	8
Tiempo efectivo de producción	5.85		

Fuente: Elaboración Propia

- La disminución en la cantidad de unidades producidas fue probablemente una estrategia para intentar mantener los tiempos bajo control; sin embargo, esta decisión podría afectar la rentabilidad del negocio si no se compensa con una mejora proporcional en eficiencia o calidad.

- Este análisis evidencia una ineficiencia estructural en el sistema actual, lo cual justifica la urgencia de aplicar mejoras enfocadas en la reducción de tiempos improductivos y la optimización del flujo de trabajo

5.5.3.2 Cuadro resumen con propuesta

Como resultado del estudio de tiempos y del análisis del proceso, se planteó una propuesta de mejora enfocada en optimizar el desempeño del recurso más crítico del sistema: el panadero. Esta solución busca reducir el tiempo de ciclo de producción sin comprometer la calidad del producto.

A continuación, se presenta el escenario propuesto:

- **Tiempo total de producción por tanda:** Con la mejora implementada, el tiempo total de producción disminuye a **1970 segundos**, equivalentes a **32.83 minutos** o **0.55 horas** por tanda. Esta reducción representa una mejora significativa respecto al tiempo base de 0.73 horas.
- **Tiempo de ciclo del lote:** El nuevo ciclo por tanda es de **0.55 horas**, lo cual permite ejecutar más tandas dentro del mismo rango horario disponible.
- **Cantidad de tandas por jornada:** Se incrementa la producción diaria a **9 tandas**, manteniendo el mismo número de unidades finales producidas (**60 panes**), lo cual indica una mejora en eficiencia por tanda.
- **Capacidad utilizada vs. disponible:** Bajo este nuevo esquema, el panadero requiere **4.93 horas** efectivas para completar la jornada, lo cual se encuentra por debajo del límite de **5 horas disponibles**. Esto elimina la saturación detectada en el escenario anterior y permite un margen adicional de 0.07 horas.

- **Producción total diaria:** Aunque se mantiene la misma cantidad de panes, el sistema ahora logra distribuir la carga de trabajo de forma más eficiente, liberando tiempo para otras tareas o contingencias.

Ilustración 26 Cuadro resumen con propuesta aplicada

Escenario propuesto para el cuello de botella "Panadero"			
Tiempo total de Produccion			
Segundos	1970.00		
Minutos	32.83		
Horas	0.55		
Costo Operacional			
Cantidad de Panes Producidos	60	Capacidad disponible (Horas)	5
Tiempo de ciclo del lote	0.55	Cantidad de Tandas	9
Tiempo efectivo de producción	4.93		

Fuente: Elaboración Propia

5.5.3.4 Cuadro resumen de inversiones estimadas

Tabla 18 Inversiones estimadas

Propuesta	Nombre	Actividad	Inversión Inicial	Gasto Mensual
#1	Reubicación de Sacos de Harina (con Estantes y Etiquetado Visual)	Rack de almacenamiento	₡ 250,000	₡ 5,000
		Demarcacion	₡ 70,000	₡ -
		Capacitación	₡ 20,000	
#2	Sistema Visual de Control de Encendido de Horno	Acrilico	₡ 60,000	₡ -
		Impresion de acrilico	₡ 100,000	₡ -
		Instalacion	₡ 15,000	₡ -
		Mantenimiento	₡ 20,000	₡ 1,500
	Tabla de Control de Ingredientes Digital + Panel Acrílico para Control Diario	Equipo de computo	₡ 320,000	₡ 5,000
		Herramienta	₡ -	₡ 10,000
		Capacitacion	₡ 100,000	₡ 10,000
Total			₡ 955,000	₡ 31,500

Fuente: Elaboración Propia

La inversión total requerida para la implementación de las tres propuestas de mejora asciende a ¢955,000, con un gasto mensual asociado de ¢31,500. La primera propuesta, correspondiente a la reubicación de sacos de harina mediante estantes y etiquetado visual, contempla una inversión inicial de ¢340,000, distribuida en la adquisición de racks de almacenamiento (¢250,000), demarcación de áreas (¢70,000) y capacitación del personal (¢20,000). Además, se estima un gasto mensual de ¢5,000 asociado al mantenimiento básico de las áreas designadas.

Por su parte, la segunda propuesta, enfocada en la instalación de un sistema visual para el control del encendido del horno, requiere una inversión de ¢195,000, distribuida entre la compra de acrílico, impresión, instalación y un mantenimiento mensual de ¢1,500. Finalmente, la tercera propuesta, que incluye la implementación de un panel de control de ingredientes digital y un panel acrílico para seguimiento diario, demanda la mayor inversión inicial con ¢420,000, más un gasto operativo mensual de ¢25,000, principalmente por el uso de herramientas digitales y capacitaciones continuas. Estas inversiones, de bajo costo relativo y rápida implementación, son clave para alcanzar las mejoras de eficiencia planteadas en el proyecto, sin recurrir a grandes gastos en infraestructura o tecnología avanzada.

Tabla 19 Inversiones por mes

Savings		₡ 2,376,000			
# Mes		Costo	Beneficio	Ahorro-Costos	Acumulado
Mes	0	₡ 955,000		-₡ 955,000	-₡ 955,000
Mes	1	₡ 31,500	₡ 99,000	₡ 67,500	-₡ 887,500
Mes	2	₡ 31,500	₡ 99,000	₡ 67,500	-₡ 820,000
Mes	3	₡ 31,500	₡ 99,000	₡ 67,500	-₡ 752,500
Mes	4	₡ 31,500	₡ 198,000	₡ 166,500	-₡ 586,000
Mes	5	₡ 31,500	₡ 198,000	₡ 166,500	-₡ 419,500
Mes	6	₡ 31,500	₡ 198,000	\$ 166,500	-₡ 253,000
Mes	7	₡ 31,500	₡ 198,000	\$ 166,500	-₡ 86,500
Mes	8	₡ 31,500	₡ 198,000	\$ 166,500	₡ 80,000
Mes	9	₡ 31,500	₡ 198,000	\$ 166,500	₡ 246,500
Mes	10	₡ 31,500	₡ 198,000	\$ 166,500	₡ 413,000
Mes	11	₡ 31,500	₡ 198,000	\$ 166,500	₡ 579,500
Mes	12	₡ 31,500	₡ 198,000	\$ 166,500	₡ 746,000

Fuente: Elaboración Propia

El análisis financiero presentado evidencia la evolución del retorno económico proyectado para la implementación de las propuestas de mejora en la Panadería San Diego, partiendo de una inversión inicial de ₡955,000. A partir del primer mes, se incurre en un gasto operativo mensual de ₡31,500, mientras que los beneficios generados (ahorros por optimización de tiempos y reducción de desperdicios) inician en ₡99,000 mensuales y se duplican a ₡198,000 a partir del mes 4, como resultado de la plena implementación y estabilización de las mejoras propuestas.

El flujo de caja acumulado muestra que el punto de equilibrio (break-even) se alcanza en el mes 8, donde el ahorro acumulado supera por primera vez la inversión realizada, logrando un saldo positivo de ₡80,000. A partir de ese momento, la operación continúa generando utilidades constantes de ₡166,500 mensuales, lo que proyecta un ahorro total de ₡746,000 al finalizar el mes 12. Este escenario confirma la viabilidad financiera del proyecto, reflejando un retorno de

inversión a corto plazo y asegurando beneficios sostenibles sin la necesidad de realizar inversiones adicionales.

1.5.3.5 Cuadro resumen de ganancias estimado

Tabla 20 Resumen de ganancias estimado

Cuadro Resumen	
Unidades	
Tandas diarias antes	8
Tandas diarias después	9
Panes diarios antes	480
Panes diarios después	540
Incremento de producción diaria (panes)	60
Ganancias	
Ganancia unitaria por pan	₪ 150.00
Ganancia adicional mensual	₪ 198,000.00
Ganancia adicional anual	₪ 2,376,000.00
Inversión Inicial	₪ 955,000.00
Gasto Mensual	₪ 31,500.00
Ahorro en el primer año	₪ 746,000.00

Fuente: Elaboración Propia

Como parte del análisis de viabilidad de la propuesta de mejora en la Panadería San Diego, se desarrolló un cuadro resumen que cuantifica el impacto productivo y económico derivado de la optimización del proceso de producción. Este análisis se fundamenta en la reducción del tiempo de ciclo del panadero, lo cual permitió aumentar la cantidad de tandas diarias sin la necesidad de invertir en recursos adicionales.

En el escenario inicial, la operación permitía realizar un máximo de ocho tandas diarias, limitando la producción a 480 panes por jornada. Con la implementación de la propuesta de mejora, la cantidad de tandas se incrementó a nueve, elevando la producción diaria a 540 panes.

Desde el punto de vista económico, cada unidad de pan genera una ganancia unitaria de ₡150.00. Por lo tanto, el aumento de 60 unidades diarias se convierte en una ganancia adicional mensual de ₡198,000.00, considerando 22 días hábiles de operación al mes. Proyectando esta cifra a un periodo de doce meses, el incremento anual en la utilidad neta asciende a **₡2,376,000.00**.

1.5.3.6 Conclusión Financiera

El análisis financiero realizado demuestra la viabilidad y rentabilidad de la propuesta de mejora para la Panadería San Diego. Con una inversión inicial de ₡955,000 y un gasto operativo mensual de ₡31,500, el proyecto logra recuperar la inversión en un periodo de 8 meses, momento en el cual la operación comienza a generar utilidades netas sostenibles. Al finalizar el primer año lo que se proyecta un ahorro acumulado de ₡746,000.

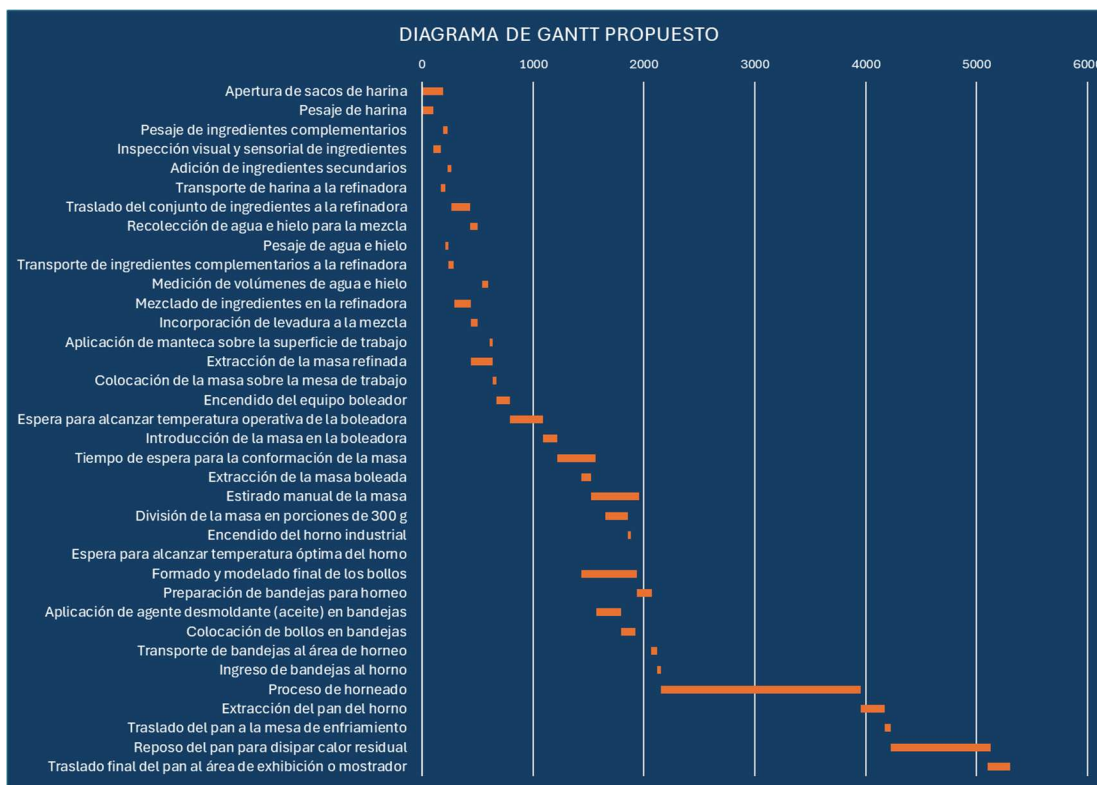
Estos resultados evidencian que la estrategia planteada, basada en acciones de bajo costo como la reubicación de insumos, implementación de controles visuales y optimización de flujos operativos, no solo es técnicamente viable, sino también financieramente rentable. La rápida recuperación de la inversión, sumada a la mejora continua de la capacidad productiva, permite asegurar beneficios económicos sostenibles sin la necesidad de realizar inversiones significativas en infraestructura o tecnología avanzada, consolidando así un modelo de mejora operativa efectivo y replicable.

5.6 Diagrama de Gantt Propuesto

El diagrama de Gantt propuesto evidencia una reorganización estratégica del proceso de producción, permitiendo una ejecución más eficiente y continua de las actividades. Se han incorporado tareas que antes no se consideraban explícitamente, como la inspección visual y

sensorial de ingredientes o el reposo del pan para disipar calor residual, lo cual contribuye a una mayor estandarización del flujo.

Ilustración 27 Diagrama de Gantt Optimizado



Fuente: Elaboración Propia

Además, se observa una mayor paralelización de actividades críticas, como la fermentación de la masa y la preparación de bandejas, que ahora pueden realizarse de forma simultánea con otras tareas, reduciendo los tiempos muertos. También destaca la inclusión de pasos detallados en la etapa de mezcla y boleado, como la división de porciones de masa y la introducción a la boleadora, lo que demuestra una mejora en el control del proceso.

Esta propuesta no solo mejora la secuencia lógica de producción, sino que también optimiza el uso del tiempo y de los recursos, reflejando una reducción significativa de los cuellos de botella y una

mejor gestión del tiempo operativo total. Con esta reestructuración, se espera una disminución sustancial en los tiempos improductivos y una mayor capacidad de respuesta frente a la demanda.

5.7 Matriz RACI

Para asegurar una ejecución clara y ordenada del proyecto de mejora en la Panadería San Diego, se diseñó una matriz RACI que permite asignar de forma específica los roles y responsabilidades de cada actor involucrado. Esta herramienta facilita la coordinación entre los distintos colaboradores, minimiza ambigüedades en la toma de decisiones y asegura el cumplimiento efectivo de las actividades planificadas.

La matriz contempla a los principales participantes del proceso, considerando tanto al personal operativo como al encargado del seguimiento del proyecto, permitiendo así una gestión estructurada y sostenible en el tiempo.

Ilustración 28 Matriz RACI

Actividades / Responsabilidades	Jefatura	Líder de Producción	Panadero 1	Panadero 2	Transportista	Cajera	Esteban Vargas (Estudiante)
Revisión y validación del nuevo proceso propuesto	A	R	C	C	C	C	I
Capacitación sobre estandarización y tiempos	A	R	C	C	C	C	C
Reorganización del layout operativo	A	R	C	C	C	I	C
Supervisión del cumplimiento de los nuevos tiempos establecidos	A	R	R	R	I	I	I
Creación y uso del formato de control en Excel	A	R	C	C	C	C	R
Seguimiento y evaluación de indicadores post-implementación	A	R	C	C	C	I	I
Retroalimentación y mejora continua	A	R	C	C	C	C	I

Leyenda:
R = Responsable (Responsable de ejecutar la tarea)
A = Accountable (Responsable final de la tarea; toma decisiones)
C = Consulted (Debe ser consultado)
I = Informed (Debe ser informado)

Fuente: Elaboración Propia

Con el objetivo de garantizar una implementación efectiva y sostenida de las mejoras propuestas en el proceso de producción de la Panadería San Diego, se elaboró una matriz RACI que permite definir de manera clara los roles y responsabilidades de cada uno de los actores involucrados en la ejecución del proyecto. Esta herramienta facilita la coordinación, evita duplicidades de funciones y asegura la trazabilidad en cada una de las actividades clave.

La matriz considera siete participantes principales: la Jefatura, el Líder de Producción, dos Panaderos, el Transportista, la Cajera y el estudiante desarrollador del proyecto. En cada actividad se ha definido quién es Responsable (R), quién es el Aprobador o quien tiene la última palabra (A), quién debe ser Consultado (C) y quién debe ser Informado (I), según los siguientes criterios:

- **Revisión y validación del nuevo proceso propuesto:** La responsabilidad de aprobar el rediseño del proceso recae en la jefatura (A), mientras que el Líder de Producción es quien lidera su ejecución (R). El resto de los involucrados participan como consultados o informados, ya que su experiencia operativa resulta clave para validar su viabilidad práctica.
- **Capacitación sobre estandarización y tiempos:** Esta tarea es liderada por el Líder de Producción (R), con el apoyo de todo el personal operativo (C) y la supervisión de la jefatura (A). El estudiante también colabora en la facilitación de contenidos y materiales (C).
- **Reorganización del layout operativo:** En esta actividad, el Líder de Producción es el responsable de ejecutar la reorganización (R), con el visto bueno de la jefatura (A). Los operarios participan como consultados debido a su conocimiento del flujo operativo actual.

- **Implementación del cursograma analítico propuesto:** Esta actividad operativa recae principalmente sobre los Panaderos (R), ya que implica modificar directamente la forma de ejecutar ciertas tareas. El Líder supervisa el cumplimiento (R), y el estudiante actúa como consultor (C).
- **Supervisión del cumplimiento de los nuevos tiempos establecidos:** Aquí el Líder de Producción toma el rol principal (R), monitoreando que se respeten los tiempos definidos. La jefatura aprueba los informes y ajustes necesarios (A).
- **Creación y uso del formato de control en Excel:** Esta actividad es liderada por el estudiante (R), quien proporciona las herramientas de monitoreo. El Líder es el encargado de aplicar el control (R), mientras que el resto del personal operativo debe colaborar con el registro de datos (C).
- **Seguimiento y evaluación de indicadores post-implementación:** Se asigna al Líder de Producción como responsable directo del monitoreo (R), con la supervisión de la jefatura (A). El estudiante colabora activamente en el análisis de resultados (R), mientras que el personal operativo es informado sobre los avances (I).

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. El objetivo general del proyecto se cumplió exitosamente mediante la consecución de cada uno de los objetivos específicos establecidos en la metodología DMAIC, logrando mejorar la eficiencia del proceso de producción en la Panadería San Diego. Las acciones emprendidas permitieron reducir los desperdicios, optimizar los tiempos de ciclo y aumentar la capacidad operativa, generando un impacto positivo en la rentabilidad y competitividad de la empresa.
2. En la fase de Definición, se logró documentar de forma clara y detallada el proceso operativo actual, estableciendo el flujo de trabajo desde la recepción de materias primas hasta el empaque del producto final. Este análisis permitió identificar actividades innecesarias y la ausencia de procedimientos estandarizados, elementos clave que limitaban la eficiencia operativa de la panadería.
3. Durante la etapa de Medición, se desarrolló un estudio de tiempos y capacidades que permitió establecer una línea base del desempeño del proceso productivo. Los datos recopilados evidenciaron altos tiempos de ciclo y una utilización ineficiente de los recursos, información que fue fundamental para cuantificar las oportunidades de mejora y sustentar las propuestas de intervención.
4. En la fase de Análisis, se emplearon herramientas como el diagrama de Ishikawa y la técnica de los cinco porqués para identificar las causas raíz que generaban desperdicios y tiempos improductivos. Entre las principales causas detectadas se encontraron la inadecuada disposición de insumos, la falta de estándares de inspección de materias primas y la deficiente coordinación de tareas entre los operarios.

5. Finalmente, las fases de Mejora y Control permitieron implementar soluciones orientadas a la reorganización de las estaciones de trabajo, estandarización de procedimientos y desarrollo de ayudas visuales para el seguimiento del flujo de producción. Asimismo, se diseñó un plan de control basado en registros en Excel y auditorías internas periódicas, garantizando la sostenibilidad de las mejoras y promoviendo una cultura de mejora continua en la organización.

6.2 Recomendaciones

1. Se recomienda que las tres propuestas de mejora sean implementadas de manera simultánea, asegurando que desde el inicio se establezcan condiciones favorables para obtener resultados tangibles. Al coordinar la reubicación estratégica de insumos, la estandarización de los procedimientos de inspección de materias primas y la implementación de ayudas visuales para la gestión del horno, la Panadería San Diego podrá comenzar a percibir los beneficios de eficiencia, reducción de desperdicios y ahorro económico a partir del octavo mes, alcanzando así la meta proyectada de optimización de tiempos y capacidad productiva.
2. Es fundamental mantener una supervisión continua durante los primeros meses de la implementación, garantizando que el personal adopte de forma correcta los nuevos estándares operativos. Se recomienda realizar capacitaciones periódicas en la aplicación de procedimientos estandarizados, asegurando la comprensión de los operarios sobre la correcta ejecución de las actividades, lo cual contribuirá a minimizar la variabilidad en la producción y fortalecer la cultura de orden y disciplina en el área de trabajo.
3. Para asegurar la sostenibilidad de las mejoras, se debe establecer un sistema de monitoreo de indicadores clave, tales como tiempo de ciclo por lote, porcentaje de desperdicio de materia prima y tasa de utilización de recursos. Estos indicadores deberán ser actualizados semanalmente durante la etapa de estabilización, permitiendo identificar cualquier desviación y realizar ajustes correctivos oportunos que aseguren la permanencia de los beneficios a largo plazo.

4. Se recomienda que la gerencia destine recursos específicos para la actualización de equipos e infraestructura complementaria, priorizando aquellos elementos que representan un impacto directo en la eficiencia operativa, como herramientas de apertura de sacos, sistemas de almacenamiento intermedios y señalización visual de flujo de producción. La inversión en estas áreas potenciará las mejoras implementadas y reducirá la dependencia de esfuerzos manuales.
5. Finalmente, es crucial formalizar un programa de mejora continua dentro de la panadería, el cual contemple revisiones trimestrales del desempeño operativo, análisis de nuevas oportunidades de mejora y la retroalimentación constante del equipo de trabajo. Este enfoque permitirá no solo mantener los beneficios obtenidos con el proyecto, sino también generar nuevas iniciativas de optimización que fortalezcan la competitividad y sostenibilidad del negocio en el largo plazo.

CAPÍTULO VII BIBLIOGRAFÍA

Academy to Innovate HR (AIHR). (s.f.). RACI Matrix: Responsible, Accountable, Consulted, Informed. Recuperado de <https://www.aihr.com>

American Society for Quality. (s.f.). Define Measure Analyze Improve Control (DMAIC) Process. Quality Glossary. Recuperado de ASQ

ASME. (2023). American Society of Mechanical Engineers. <https://www.asme.org>

Calvel, R. (2001). The taste of bread. Springer.

Cauvain, S., & Young, L. (2007). Technology of breadmaking (2nd ed.). Springer.

Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2014). Managing for quality and performance excellence (9th ed.). Cengage Learning.

Fellows, P. (2009). Food processing technology: Principles and practice (3rd ed.). Woodhead Publishing.

Fundamentos de programación. (2020). Símbolos de diagramas de flujo y su significado. <https://www.fundamentosdeprogramacion.com>

George, M. L., Rowlands, D., Price, M., & Maxey, J. (2005). The Lean Six Sigma pocket toolbox. McGraw-Hill.

Heagney, J. (2016). Fundamentals of project management (5th ed.). AMACOM.

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). Operations management (13th ed.). Pearson Education.

HubSpot. (2023). Qué es un diagrama de flujo y cómo se hace uno.

<https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-de-flujo>

Ishikawa, K. (1986). Guide to quality control (2nd ed.). Asian Productivity Organization.

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). The balanced scorecard: Translating strategy into action. Harvard Business Press.

Kerzner, H. (2017). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling (12th ed.). Wiley.

Kerri Simon. (2025). SIPOC Diagram Guide. Recuperado de

<https://www.sixsigmadaily.com/sipoc-diagram>

Larson, E. W., & Gray, C. F. (2017). Project management: The managerial process (7th ed.). McGraw-Hill Education.

Levin, R. I., & Rubin, D. S. (2010). Estadística para administración y economía (7a ed.). Pearson Educación.

Liker, J. K. (2004). The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. McGraw-Hill.

Mind Tools. (2023). Brainstorming: Generating many radical, creative ideas.

<https://www.mindtools.com>

Montgomery, D. C. (2004). Introduction to statistical quality control (5th ed.). Wiley.

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). Methods, standards, and work design (12th ed.). McGraw-Hill Education.

- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination: Principles and procedures of creative problem-solving*. Charles Scribner's Sons.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2004). *The Six Sigma way: How to maximize the impact of your change and improvement efforts*. McGraw-Hill.
- Paredes-López, O., & Bello-Pérez, L. A. (2010). *Ciencia y tecnología de cereales*. AGT Editor.
- Parmenter, D. (2015). *Key performance indicators: Developing, implementing, and using winning KPIs* (3rd ed.). Wiley.
- Pyzdek, T., & Keller, P. A. (2014). *The Six Sigma handbook* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Salvendy, G. (2001). *Handbook of industrial engineering: Technology and operations management* (3rd ed.). Wiley.
- Sivaramakrishnan, H. P., Senge, B., & Chattopadhyay, P. K. (2004). Rheological properties of dough and quality of bread made from wheat flour supplemented with potato flour. *Journal of Food Science and Technology*, 41(4), 409–413.
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Burgess, N. (2016). *Operations management* (8th ed.). Pearson Education.
- Vargas, R. V. (2020). *Gerenciamento de Projetos: As melhores práticas* (10a ed.). Brasport.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation* (2nd ed.). Free Press.

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

Ilustración 29 Proceso de elaboración de pan



Fuente: Fotografía tomada por el autor (Esteban Vargas), 2025.

Ilustración 30 Horneado de pan



Fuente: Fotografía tomada por el autor (Esteban Vargas), 2025.

Ilustración 31 Panadería San Diego



Fuente: Fotografía tomada por el autor (Esteban Vargas), 2025.

Ilustración 32 Toma de Tiempos Muestreo

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7	Muestra 8	Muestra 9	Muestra 10	Muestra 11	Muestra 12	Muestra 13	Muestra 14	Muestra 15	Muestra 16	Muestra 17	Muestra 18	Muestra 19	Muestra 20	Muestra 21	Average
Abrir los sacos de Harina	468.33	440	475.06	514.12	435.72	435.72	516.62	480.41	425.22	470.37	425.49	425.39	456.96	369.8	369.21	421.06	400.96	460.19	405.65	383.15	511.56	442
Pesar la Harina	101.96	104.61	89.1	96.25	105.06	91.86	107.81	97.67	100.88	97.65	123.15	103.77	92.92	112.45	91.22	106.08	83.54	90.11	105.85	111.88	105.69	101
Pesar ingredientes	44.17	43.34	38.08	41.47	42.63	49.41	46.22	36.81	46.13	42.96	41.66	47.42	49.29	48.85	40.93	43.3	46.16	49.04	42.54	43.85	39.74	44
Inspeccionar los ingredientes	337.08	415.1	435.97	381.14	422.43	397.79	359.14	397.78	442.95	382.53	443.97	283.33	415.46	387.25	372.43	387.43	307.6	375.47	397.61	440.64	364.01	388
Añadir otros ingredientes	28.21	29.15	33.5	31.7	29.06	32.26	30.99	33.66	28.53	29.68	29.49	26.2	31.6	31.49	30.71	29.97	26.35	29.4	29.64	28.23	30.19	30
Llevar la harina a la refinadora	44.37	50.69	43.39	43.74	42.32	34.46	42.53	42.9	53.15	41.82	43.93	42.49	37.66	47.52	45.85	46.02	38.76	46.62	36.66	45.14	51.98	44
Transferir la harina a la refinadora	157.82	165.26	176.92	166.36	148.01	176.38	156.57	182.47	159.07	202.33	161.46	169.54	189.43	153.61	179.16	198.07	147.03	178.41	179.73	188.67	153.51	171
Recoger el agua y hielo	55.88	67.74	66.29	66	66.61	60	65.88	66.27	59.78	76.39	67.43	56.71	68.61	58.11	69.45	71.84	59.1	70.58	67.04	69.67	76.59	66
Pesar el agua y el hielo	28.05	26.59	26.19	26.41	28.53	29.73	29.55	31.13	28.79	32.93	27.99	36.57	30.55	26.29	25.67	30.14	28.11	30.81	30.11	28.54	26.32	29
Llevar otros ingredientes a la refinadora	36.85	41.49	47.15	44.36	38.02	44.18	45.11	39.59	44.1	43.69	38.47	44.99	45.87	48.14	48.01	37.45	39.36	45.67	45.66	45.67	60.17	44
Medir cantidades de agua y hielo y llevar a la refinador	56.89	59.93	58.95	57.33	52.12	57.91	49.66	52.55	51.21	54.26	66.28	43.77	57.51	45.14	51.28	59.68	54.17	48.02	49.97	57.48	49.89	54
Mezclar los ingredientes	146.86	144.4	134.28	174.57	152.86	114.64	146.43	134.23	156	132.36	142.1	151.01	156.19	126.49	136.94	136.92	134.26	169.13	149.57	125.62	156.94	144
Regresar la temperatura	81.07	73.78	56.72	63.64	75.35	62.15	69.85	72.09	60.88	66.48	45.2	60.93	65.19	58.53	77.8	57.93	63.84	67.75	76.52	67.28	74.66	66
Esperar que la masa esté lista	679.56	612.23	710.23	692.38	638.12	683.6	652.71	686.57	723.81	786.53	694.83	823.67	546.34	668.56	718.8	697.94	636.59	664.73	645.4	638.65	796.54	678
Colocar manteca en la mesa	30.04	26.89	31.61	29.89	31.36	30.83	26.6	27.38	31.17	30.77	28.94	29.34	32.71	27.29	30.59	28.41	28.37	32.19	31.39	31.36	32.79	30
Sacar la masa de la refinadora	198.72	211.83	192.15	204.73	195.73	200.23	210.11	182.08	239.8	178.36	174.23	221.27	214.01	210.68	210.77	198.06	180.51	199.81	184.88	217.64	195.39	201
Colocar la masa en la mesa	29.09	30.69	33.02	29.93	29.11	32.49	32.49	30.11	30.22	32.45	27.12	27.25	29.43	31.04	32.7	36.39	34.43	31.21	31.65	28.53	31.65	31
Encender la bolladora	114.77	122	188.41	124.32	136.3	116.9	122.83	126.34	113.44	120.83	118.34	119.34	109.05	116.46	124.07	135.34	129.52	143.63	109.12	128.5	120.35	122
Esperar a la bolladora caliente	366.36	276.26	275.31	282.53	236.72	284.75	277.73	305.07	310.82	346.94	329.11	283.21	273.55	315.33	260.87	355.59	336	296.46	249.06	341.34	297.11	306
Ingresar la mezcla en la bolladora	145.73	109	121.91	129.75	130.29	123.84	137.75	115.83	127.83	131.24	136.35	138.91	115.09	109.78	146.25	133.99	119.97	149.79	131.18	144.97	130.55	130
Esperar a que la masa esté lista	408.57	398.22	330.32	371.67	360.62	385.12	306.07	362	374.61	279.18	298.67	269.68	329.63	363.07	389.65	341.27	393.93	292.01	281.05	336.88	351.77	344
Sacar la masa de la bolladora	89.61	71.31	89.1	78.17	95.92	93.2	81.45	85.28	80.38	89.34	98.49	81.04	94.43	85.13	82.77	88.94	80.59	84.92	79.13	107.56	90.22	87
Estar la masa	401.72	441.19	427.09	422.4	458.47	464.69	409.03	407.07	420.06	332.51	366.5	480.99	503	421.19	456.85	445.39	564.93	480.3	426.42	390.67	362.55	433
Partir la masa en bollos de 300g	204.96	185.68	172.31	187.89	179.15	234.77	218.59	200.72	229.6	202.43	183.57	231.47	211.7	180.04	197.05	182.29	173.1	219.48	228.23	172.78	212.18	201
Encender el horno	28.84	28.34	29.01	28.18	30.99	28.28	31.68	30.69	30.1	28.04	29.06	33.17	32.39	27.83	31.15	33.16	25.69	32.52	28.8	32.52	28.49	30
Esperar a que le horno esté caliente	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Formado y preparación de los bollos	429.69	438.98	526.84	537.94	476.9	557.8	437.2	520.86	460.82	490.14	526.81	479.21	504.16	577.08	494.07	568.14	465.09	552.1	599.9	394.73	482.54	501
Alistar las bandejas	139.26	128.99	136.55	123.71	132.8	129.61	147.03	135.01	136.1	126.24	125.24	125.96	136.85	126.12	135.47	158.98	143.13	127.37	147.47	126.29	104.83	133
Poner aceite en las bandejas	200.7	181.45	215.36	223.61	260.62	230.5	218.31	241.71	178.85	226.46	240.41	190.2	248.73	230.76	213.93	237.33	273.88	227.26	228.74	212.96	204.23	225
Colocar los bollos en las bandejas	140.7	118.79	139.84	125.7	136.13	134.24	143.39	125.25	126.4	117.19	124.14	134.81	139.74	117.63	141.21	147.52	135.28	154.29	119.86	113.74	106.8	139
Llevar las bandejas al horno	60.52	56.09	52.35	54.12	46.72	65.52	53.33	53.22	56.47	55.18	53.82	48.48	55.13	62.55	59.73	61.03	49.95	47.44	51.98	52.94	58.41	55
Ingresar las bandejas al horno	25.72	35.89	30.47	29.63	27.82	25.83	33.5	31.18	26.96	26.95	29.92	36.12	30.15	26.3	30.2	30.11	22.61	30.79	30.24	33.11	36.68	30
Hornear	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Sacar el pan	245.97	215.12	196.61	277.96	222.38	221.37	220.53	225.45	217.88	208.39	208.98	220.34	209.05	205.31	223.42	215.43	254.32	162.46	245.2	248.61	175.23	220
Llevar el pan a la mesa	33.3	53.15	47.43	50.9	49.07	64.87	60.36	62.21	58.19	46.96	52.3	57.9	46.45	59.13	53.87	53.13	59.12	57.65	53.2	61.59	49.23	55
Dejar en reposo el pan	963.54	961.46	879.54	937.23	794.08	991.5	890.85	890.19	1002.84	843.7	779.8	796.35	963.64	791.42	1066.9	718.67	1061.61	926.79	888.66	858.17	943.86	900
Llevar el pan al mostrador	203.25	226.53	206.35	207.09	196.6	202.86	210.3	169.13	176.52	219.19	207.51	200.27	204.4	211.11	193.01	188.14	208.02	184.06	212.35	169.29	225.02	201

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33 Herramienta de Excel

Ingredientes	Fecha de Vencimiento	Fecha Actual	8/4/2025
Harina de Trigo 1	11/22/2025		
Harina de Trigo 2	11/23/2025		
Harina de Trigo 3	11/24/2025		
Harina de Trigo 4	1/22/2026		
Harina de Trigo 5	1/22/2026		
Sal 1	1/26/2026		
Sal 2	7/26/2027		
Levadura seca 1	12/22/2025		
Levadura seca 2	12/22/2025		
Levadura seca 3	7/26/2026		
Caja de Huevos 1	7/15/2025		
Caja de Huevos 2	7/20/2025		
Caja de Huevos 3	7/20/2025		
Caja de Huevos 4	7/20/2025		
Caja de Huevos 5	7/23/2025		
Caja de Huevos 6	7/23/2025		
Caja de Huevos 7	7/23/2025		
Agua	N/A		
Hielo	N/A		
Mantequilla 1	8/24/2025		
Mantequilla 2	8/24/2025		
Mantequilla 3	8/24/2025		
Mantequilla 4	10/24/2025		
Azucar 1	11/26/2026		
Azucar 2	11/26/2026		
Azucar 3	7/26/2027		
Esencia de vainilla 1	7/26/2027		
Esencia de vainilla 2	7/26/2027		
Esencia de vainilla 3	1/2/2028		
Esencia de vainilla 4	1/2/2028		
Queso 1	7/2/2025		
Queso 2	7/3/2025		
Queso 3	7/24/2025		
Queso 4	9/24/2025		
Queso 5	9/24/2025		
Queso 6	9/24/2025		
Queso 7	9/24/2025		

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 34 Tiempos de Gantt Actual

Actividad	Tipo	Inicio	Duracion	Fin
Apertura de sacos de harina	Ayudante	0	442	442
Pesaje de harina	Panadero	0	101	101
Pesaje de ingredientes complementarios	Ayudante	442	44	486
Inspección visual y sensorial de ingredientes	Panadero	101	388	489
Adición de ingredientes secundarios	Ayudante	486	30	516
Transporte de harina a la refinadora	Panadero	489	44	533
Traslado del conjunto de ingredientes a la refinadora	Ayudante	516	171	687
Recolección de agua e hielo para la mezcla	Ayudante	687	66	753
Pesaje de agua e hielo	Panadero	533	29	562
Transporte de ingredientes complementarios a la refinadora	Ayudante	562	44	797
Medición de volúmenes de agua e hielo	Panadero	797	54	616
Mezclado de ingredientes en la refinadora	Panadero	616	144	760
Incorporación de levadura a la mezcla	Ayudante	760	66	863
Aplicación de manteca sobre la superficie de trabajo	Ayudante	863	30	893
Extracción de la masa refinada	Panadero	760	201	961
Colocación de la masa sobre la mesa de trabajo	Ayudante	961	31	924
Encendido del equipo boleador	Ayudante	924	122	1046
Espera para alcanzar temperatura operativa de la boleadora	Maquina	1046	300	1346
Introducción de la masa en la boleadora	Panadero	1346	130	1476
Tiempo de espera para la conformación de la masa	Maquina	1476	344	1690
Extracción de la masa boleada	Ayudante	1690	87	1777
Estirado manual de la masa	Panadero	1777	433	1909
División de la masa en porciones de 300 g	Panadero	1909	201	2110
Encendido del horno industrial	Ayudante	2110	30	1807
Espera para alcanzar temperatura óptima del horno	Maquina	2110	600	2710
Formado y modelado final de los bollos	Panadero	2710	501	3211
Preparación de bandejas para horneado	Ayudante	3211	133	3344
Aplicación de agente desmoldante (aceite) en bandejas	Ayudante	3344	223	3567
Colocación de bollos en bandejas	Panadero	3567	130	3697
Transporte de bandejas al área de horneado	Panadero	3697	55	3752
Ingreso de bandejas al horno	Ayudante	3752	30	3782
Proceso de horneado	Maquina	3782	1800	5582
Extracción del pan del horno	Panadero	5582	220	5802
Traslado del pan a la mesa de enfriamiento	Ayudante	5802	55	5857
Reposo del pan para disipar calor residual	Maquina	5857	900	6757
Traslado final del pan al área de exhibición o mostrador	Ayudante	6757	80	6837

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 35 Tiempos de Gantt propuesto

Actividad	Tipo	Inicio	Duracion	Fin
Apertura de sacos de harina	Ayudante	0	188	188
Pesaje de harina	Panadero	0	101	101
Pesaje de ingredientes complementarios	Ayudante	188	44	232
Inspección visual y sensorial de ingredientes	Panadero	101	66	167
Adición de ingredientes secundarios	Ayudante	232	30	262
Transporte de harina a la refinadora	Panadero	167	44	211
Traslado del conjunto de ingredientes a la refinadora	Ayudante	262	171	433
Recolección de agua e hielo para la mezcla	Ayudante	433	66	499
Pesaje de agua e hielo	Panadero	211	29	240
Transporte de ingredientes complementarios a la refinadora	Ayudante	240	44	543
Medición de volúmenes de agua e hielo	Panadero	543	54	294
Mezclado de ingredientes en la refinadora	Panadero	294	144	438
Incorporación de levadura a la mezcla	Ayudante	438	66	609
Aplicación de manteca sobre la superficie de trabajo	Ayudante	609	30	639
Extracción de la masa refinada	Panadero	438	201	639
Colocación de la masa sobre la mesa de trabajo	Ayudante	639	31	670
Encendido del equipo boleador	Ayudante	670	122	792
Espera para alcanzar temperatura operativa de la boleadora	Maquina	792	300	1092
Introducción de la masa en la boleadora	Panadero	1092	130	1222
Tiempo de espera para la conformación de la masa	Maquina	1222	344	1436
Extracción de la masa boleada	Ayudante	1436	87	1523
Estirado manual de la masa	Panadero	1523	433	1655
División de la masa en porciones de 300 g	Panadero	1655	201	1856
Encendido del horno industrial	Ayudante	1856	30	1553
Espera para alcanzar temperatura óptima del horno	Maquina	1856	0	1856
Formado y modelado final de los bollos	Panadero	1856	501	2357
Preparación de bandejas para horneado	Ayudante	2357	133	2490
Aplicación de agente desmoldante (aceite) en bandejas	Ayudante	2490	223	2713
Colocación de bollos en bandejas	Panadero	2713	130	2843
Transporte de bandejas al área de horneado	Panadero	2843	55	2898
Ingreso de bandejas al horno	Ayudante	2898	30	2928
Proceso de horneado	Maquina	2928	1800	4728
Extracción del pan del horno	Panadero	4728	220	4948
Traslado del pan a la mesa de enfriamiento	Ayudante	4948	55	5003
Reposo del pan para disipar calor residual	Maquina	5003	900	5903
Traslado final del pan al área de exhibición o mostrador	Ayudante	5903	80	5983

Fuente: Elaboración propia