

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE  
CALIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE  
PRODUCCION DE LA EMPRESA DOSMIL50 PARA  
EL SEGUNDO TRIMESTRE DEL 2025

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR  
POR EL BACHILLERATO EN INGENIERÍA  
INDUSTRIAL.

JOSIMAR RICARDO HALL CHAVES

ING. ANA CATALINA LEANDRO SANDÍ

HEREDIA, 2025

## Actas de aprobación

### CARTA DEL TUTOR

San José, 10 de setiembre de 2025.

**Señores**  
**Carrera de Ingeniería Industrial**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

El estudiante Josimar Ricardo Hall Chaves, cédula de identidad número 1-1656-0725, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA DOSMIL50 PARA EL SEGUNDO TRIMESTRE DEL 2025", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de bachillerato.

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%	12%
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 TEORICO	20%	18%
	TOTAL		85

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

Atentamente,

**Ana Catalina  
Leandro Sandí**

Firmado digitalmente por Ana  
Catalina Leandro Sandí  
Fecha: 2025.09.10 18:42:19  
-06'00'

**Ing. Ana Catalina Leandro Sandí**  
**Cédula identidad: 3-0398-0478**  
**Carné Colegio Profesional: IPI-22762**

**DECLARACIÓN JURADA**

Yo Josimar Hall Chaves, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 116560725 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: OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA DOSMIL50 PARA EL SEGUNDO TRIMESTRE DEL 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 11 días del mes de 09 del año dos mil 2025.



Firma del estudiante  
Cédula

## **Dedicatoria**

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida, y en especial a mi mamá, quien siempre ha soñado con verme graduado. Espero que ese momento llegue y que pueda compartirlo contigo en estos momentos difíciles, como siempre lo ha deseado.

A mi novia, por ser un apoyo constante, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles, y por caminar a mi lado en este proceso.

Por último, que en paz descansa a mi abuelo, que siempre supo cuánto me esforzaba en la universidad y que, con su ejemplo y sabiduría, me inspiró a no rendirme hasta alcanzar esta meta.

## **Agradecimiento**

Agradezco sinceramente a la empresa Dosmil50 y a todo su equipo de trabajo por brindarme la oportunidad de desarrollar mi proyecto en sus instalaciones. Su disposición, amabilidad y apoyo durante todo el proceso fueron fundamentales para llevarlo a cabo con éxito. Me sentí bien recibido y valorado, lo cual hizo que esta experiencia fuera aún más enriquecedora.

## TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I .....	10
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	11
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN EN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO.....	12
1.2.1 Descripción general de la organización.....	12
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa .....	16
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.3.1 Definición y medición del problema .....	17
1.3.2 Justificación del proyecto .....	19
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	20
1.4.1 Objetivo General.....	20
1.4.2 Objetivos específicos .....	20
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES .....	21
1.5.1 Alcances.....	21
1.5.2 Limitaciones.....	22
CAPÍTULO II.....	24
MARCO TEÓRICO.....	24
2.1 MARCO TEÓRICO GENERAL RELATIVO A LA CARRERA .....	25
2.1.1 Ingeniería .....	25
2.1.2 Ingeniería Industrial.....	26
2.1.3 Productividad.....	26
2.1.4 Calidad.....	27
2.1.5 Gestión de calidad .....	27
2.1.6 ISO 9001 .....	27
2.1.7 Sostenibilidad .....	28
2.1.8 Eficiencia .....	29
2.1.9 Mejora continua (Kaizen).....	29
2.1.10 Procesos .....	30
2.1.11 Desperdicio .....	30
2.1.12 Rechazo .....	30
2.1.13 Costo-beneficio.....	31
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO .....	31
2.2.1 Metodología DMAIC .....	31

2.2.2 Diagrama de flujo .....	34
2.2.3 Diagrama SIPOC .....	34
2.2.4 Diagrama Pareto .....	35
2.2.5 Diagrama Ishikawa .....	36
2.2.6 Lluvias de ideas .....	38
2.2.7 Listas de chequeo.....	38
2.2.8 Fichas técnicas o plantillas .....	38
2.2.9 Los cinco ¿por qué? .....	39
2.3 EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO .....	40
2.3.1 La importación de la gestión de calidad en la producción de empaques compostables .....	40
2.3.2 Relación entre la calidad y la sostenibilidad en el contexto de empaques compostables. ....	41
2.3.3 Análisis costo-beneficio en el contexto de empaques compostables.....	42
2.3.4 Cálculo del análisis costo-beneficio aplicado al control calidad en Dosmil50 .....	43
2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES.....	44
2.4.1 Antecedente 1 .....	44
2.4.2 Antecedente 2 .....	45
CAPÍTULO III.....	46
METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	46
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	47
3.1.1 Bitácora de observación de problemas .....	47
3.1.2 Diagrama SIPOC .....	48
3.1.3 Diagrama de Flujo del Proceso Actual .....	49
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.....	49
3.2.1 Análisis de datos históricos.....	50
3.2.2 Recopilación de datos actuales .....	50
3.3. METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.....	50
3.3.1 Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto) .....	51
3.3.2 Diagrama de Pareto .....	52
3.3.3 5 porques.....	53
3.3.4 Bitácora de análisis de datos.....	53
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO .....	54
3.4.1 Plan de acción.....	54

3.4.2 Lluvia de ideas (brainstorming).....	55
3.4.3 Fichas técnicas de control de calidad .....	55
3.4.4 Kaizen.....	55
3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS .....	55
3.5.1 Dashboard de datos.....	56
3.5.2 Diagrama de Gantt.....	56
CAPÍTULO IV.....	58
ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ.....	58
4.1 INTRODUCCIÓN .....	59
4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE PRODUCCIÓN.....	59
4.2.1 Diagrama SIPOC .....	59
4.2.2 Proceso de producción.....	60
4.2.3 Procesos en diagramas de flujo .....	63
CAPÍTULO V .....	75
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN .....	75
5.1 INTRODUCCIÓN .....	76
5.2 PROPUESTAS DE MEJORA SEGÚN CAUSA RAÍZ.....	77
5.2.1 Medición.....	78
5.2.2 Método.....	79
5.2.3 Mano de obra .....	79
5.4 FICHAS TÉCNICAS.....	82
5.4.1 Imprenta.....	82
5.4.2 Slitter .....	83
5.4.3 Bolseadora .....	84
5.4.4 Producto terminado.....	85
5.4.5 Impacto esperado de la implementación .....	86
5.5 KAIZEN.....	87
5.6 DASHBOARD DE CONTROL .....	89
5.7 DIAGRAMA DE GANTT.....	91
5.8 ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO.....	93
5.9 CONTROL Y SOSTENIBILIDAD .....	95
CAPÍTULO VI.....	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
6.1 CONCLUSIONES .....	99

6.2 RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS .....	107

### Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación de la empresa.....	12
Figura 2 Logo de DosMil50.....	13
Figura 3 Organigrama de DosMil50 .....	14
Figura 4 Representación de Metodología DMAIC .....	31
Figura 5 Representación de figuras de un diagrama .....	34
Figura 6 Representación de un diagrama SIPOC .....	35
Figura 7 Representación de un diagrama Pareto.....	36
Figura 8 Representación de un Ishikawa .....	37
Figura 9 ¿Por qué? .....	39
Figura 10 Diagrama de flujo para corte de bobinas .....	63
Figura 11 Diagrama de flujo para Imprenta de bolsas .....	64
Figura 12 Diagrama de flujo para maquina bolseadora .....	65
Figura 13 Resultado Pareto .....	68
Figura 14 Diagrama Causas Ishikawa.....	72
Figura 15 Ficha técnica para proceso de imprenta.....	83
Figura 16 Ficha técnica para proceso de Slitter .....	84
Figura 17 Ficha técnica para proceso de bolseado.....	85
Figura 18 Ficha técnica para inspección de producto final.....	86
Figura 19 Dashboard semanal Dosmil50 de rendimiento.....	90

### Índice de tablas

Tabla 1 Evolución de Dosmil50.....	17
Tabla 2 Posibles indicadores de medición del problema .....	18
Tabla 3 Herramienta Definir del DMAIC .....	47
Tabla 4 Levantamiento de bitácora .....	48
Tabla 5 Levantamiento de bitácora .....	48
Tabla 6 Herramienta Medir del DMAIC.....	49
Tabla 7 Herramienta Analizar del DMAIC .....	51
Tabla 8 Diagrama Ishikawa Excel .....	51
Tabla 9 Pareto Defectos .....	52
Tabla 10 por que s para rellenar .....	53
Tabla 11 Herramienta Implementar del DMAIC .....	54

Tabla 12 Herramienta Control del DMAIC .....	56
Tabla 13 Cronograma metodología.....	57
Tabla 14 Diagrama SIPOC general de DosMil50.....	60
Tabla 15 Numero de Defectos.....	66
Tabla 16 Porcentaje Acumulado .....	67
Tabla 17 Tabla priorización de defectos .....	69
Tabla 18 Análisis de los 5 Porqués .....	70
Tabla 19 Causa-raíz Ishikawa .....	73
Tabla 20 Herramientas capítulo 5 .....	76
Tabla 21 Resumen causas-soluciones .....	77
Tabla 22 Acción e impacto.....	77
Tabla 23 Propuesta solución de medición.....	78
Tabla 24 Propuesta de solución de método.....	79
Tabla 25 Propuesta de solución a mano de obra .....	80
Tabla 26 Plan de acción para DosMil50 .....	81
Tabla 27 Costos de implementar.....	93
Tabla 28 Beneficios anuales.....	94
Tabla 29 Tabla comparativa balance neto .....	94
Tabla 30 Tabla ROI.....	95
Tabla 31 Indicador de sostenibilidad de la propuesta .....	96

### Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Certificaciones Internacionales Ambientales.....	42
Ilustración 2 Maquina Cortadora .....	61
Ilustración 3 Máquina de impresión de diseños.....	62
Ilustración 4 Maquina Bolseadora .....	62
Ilustración 5 Implementación de Kaizen en Dosmil50.....	88
Ilustración 6 Datos en Power BI .....	90
Ilustración 7 Diagrama de Gantt Dosmil50 .....	92

**CAPÍTULO I**  
**PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.**

## 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Para este proyecto se accedió a Dosmil50, empresa ubicada en La Lima de Cartago y dedicada a la fabricación de empaques compostables, se encuentra en una fase de expansión productiva que incluye la incorporación de nueva maquinaria y la ampliación de su portafolio de productos. Este crecimiento exige pasar de contar con un sistema de calidad limitado, adecuado solo para un portafolio reducido, a disponer de un sistema de gestión de calidad más robusto, capaz de asegurar la estabilidad del proceso, la trazabilidad y el cumplimiento de requisitos de clientes y marcos de referencia internacionales.

El proyecto surge ante la necesidad de reducir la incertidumbre operativa propia del arranque y escalamiento de la planta, y de prevenir efectos indeseados que suelen asociarse a estas transiciones: variabilidad en la calidad, aumento de desperdicios y reprocesos, atrasos en entregas y potenciales afectaciones a la satisfacción del cliente. No fortalecer el sistema de gestión en esta etapa podría traducirse en pérdidas de productividad, mayores costos y riesgos de incumplimiento frente a especificaciones técnicas y expectativas comerciales.

El proyecto se categoriza en la línea de investigación en Calidad de la Escuela de Ingeniería Industrial y tiene como propósito optimizar el sistema de gestión de la calidad en el departamento de producción de Dosmil50 mediante herramientas de fácil adopción: estandarización documental, prácticas de control y visualización de indicadores, formación del personal y metodologías de mejora continua.

La propuesta mantiene un enfoque práctico y gradual, alineado con el estado actual de la empresa y con su capacidad de implementación.

El documento se organiza de la siguiente manera:

Capítulo 1: Planteamiento del problema y objetivos.

Capítulo 2: Marco teórico de referencia a la calidad.

Capítulo 3: Diseño de metodologías.

Capítulo 4: Diagnóstico de la situación actual.

Capítulo 5: Propuesta de mejora.

Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones.

Con este orden, el documento justifica la necesidad de optimizar el sistema, propone instrumentos de mejoras y establece la importancia del control dentro de la planta de producción.

## 1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN EN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO

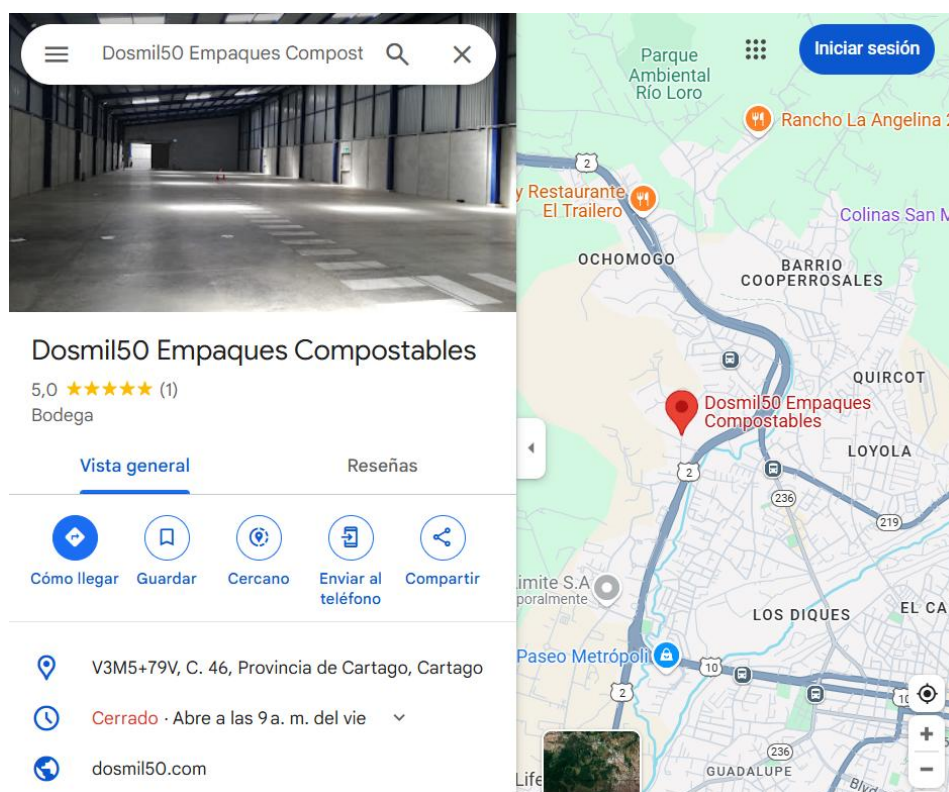
### 1.2.1 Descripción general de la organización

La empresa Dosmil50 Empaques Compostables S.A., ubicada en La Lima de Cartago, Costa Rica, fue fundada en 2019 bajo un modelo de economía circular, con el propósito de ofrecer alternativas sostenibles al plástico convencional. Su actividad principal consiste en la fabricación de empaques compostables para diversos productos alimenticios y comerciales, elaborados a partir de bioplásticos como PLA, PBS, PBAT, celulosa y derivados de almidón.

*Figura 1*

*Ubicación de la empresa*

*Dosmil50 Empaques Compostables en Cartago, Costa Rica*



*Fuente: Elaboración propia con base en Google Maps (2025).*

La propuesta de valor de Dosmil50 se centra en brindar empaques compostables eficientes, resistentes y sostenibles, complementados con servicios que fortalecen su modelo circular: asesoría técnica en la selección de materiales y empaques según el producto, capacitación a clientes en el uso y manejo de empaques post consumo y servicio de recolección de desechos orgánicos y bioplásticos para su posterior compostaje.

*Figura 2*

*Logo de DosMil50*



*Fuente: Dosmil50 (2025)*

### **Tipos de productos que ofrece Dosmil50:**

#### *Bolsas compostables:*

Diseñadas para frutas, vegetales, panadería y otros productos a granel. Son resistentes, aptas para supermercados, ferias y tiendas sostenibles, con opción de impresión personalizada.

#### *Empaques flexibles:*

Usados en snacks, granolas, café, semillas, entre otros; poseen alta barrera para preservar alimentos. Hechos con materiales como PLA, PBAT, PBS, almidón y celulosa.

#### *Películas compostables:*

Utilizadas como envolturas internas o externas, disponibles en versión transparente o con impresión. Biodegradables en condiciones industriales o domésticas (según el material).

#### *Etiquetas y adhesivos compostables:*

Elaborados con tintas y adhesivos certificados para garantizar una solución 100% compostable.

La organización se guía por los siguientes principios:

### Misión y Visión:

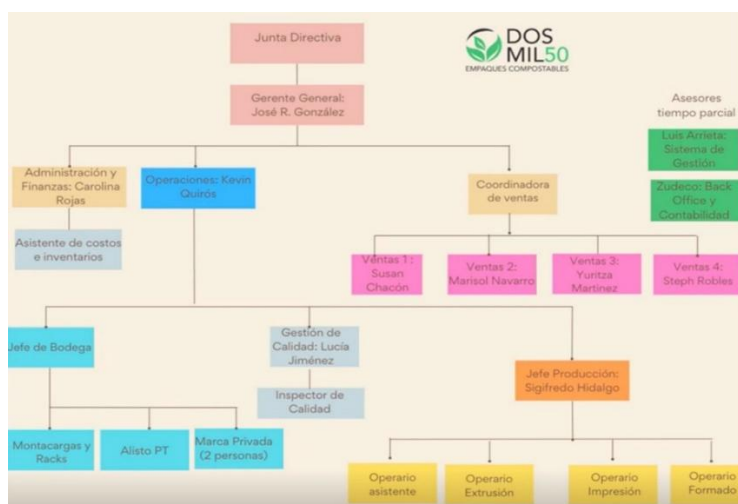
**Misión y propósito:** Ser líder en innovación y desarrollo de empaques compostables en América Latina, partiendo de un modelo circular, sostenible, rentable y accesible a nuestros clientes.

**Visión y ambición:** Ser los precursores de la sustitución del plástico en la industria de alimentos de América Latina y de la transición hacia una economía circular.

Actualmente, Dosmil50 cuenta con 30 colaboradores distribuidos en áreas como administración, operaciones, ventas y calidad, bajo una estructura organizativa que asegura el soporte a sus actividades productivas y comerciales. Se proyecta que este número aumente a partir del último trimestre de 2025, conforme crezca el volumen de trabajo.

Figura 3

Organigrama de DosMil50



Fuente: Dosmil50 (2025)

En el organigrama se observa que la empresa cuenta con departamentos clave que permiten coordinar sus operaciones. El área de Administración se encarga de la gestión financiera, talento humano y coordinación general de recursos. El área de Ventas y Mercadeo gestiona la relación con los clientes, asesoría técnica y seguimiento a pedidos. El área de operaciones, bajo la supervisión de Kevin Quirós, concentra las operaciones de corte, impresión y bolseado, asegurando el cumplimiento de las órdenes de trabajo donde el jefe de producción es Sigifredo Hidalgo. Finalmente, el Departamento de Calidad, supervisado por Lucia Jiménez se encarga de la inspección en proceso, la verificación de especificaciones técnicas y la aprobación final de los lotes, siendo un pilar fundamental en el modelo de sostenibilidad de la empresa.

Respecto al proceso productivo, Dosmil50 no realiza la formulación ni la extrusión de bioplásticos, ya que la materia prima (film compostable en bobinas) llega lista desde proveedores internacionales. Una vez en planta, el flujo de producción se desarrolla en cuatro etapas principales:

1. Recepción y almacenamiento: las bobinas de film compostable se almacenan bajo condiciones que preserven sus propiedades físicas y térmicas.
2. Corte en Slitter: las bobinas se ajustan a las dimensiones específicas solicitadas por el cliente.
3. Impresión flexográfica: se imprime el diseño o logotipo del cliente sobre el material, controlando parámetros de registro, viscosidad y temperatura.
4. Formación y sellado en bolseadora: el material impreso se transforma en bolsas mediante procesos de corte y sellado.
5. Empaque final y despacho: el producto terminado pasa por inspección final, se embala y se prepara para distribución al cliente.

Este esquema organizativo y de producción refleja la necesidad de fortalecer el sistema de gestión de calidad, ya que el crecimiento de la empresa exige controles más estandarizados, coordinación entre áreas y mecanismos de inspección más sólidos para garantizar la satisfacción del cliente.

### **1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa**

Dosmil50 fundada en el año 2019, ha estado constantemente evolucionando en la fabricación y distribución de empaques compostables, ampliando la gama de productos y mejorando su capacidad productiva. En sus inicios, la empresa dependía completamente de la importación de materiales bioplásticos (PLA, PBAT, PBS, celulosa y almidón), pero en los últimos años ha logrado desarrollar alianzas estratégicas con proveedores locales que permiten garantizar un mejor desempeño de los empaques y mayor eficiencia en la logística de abastecimiento.

El crecimiento también ha sido parte del impulso de las regulaciones del país y la alta demanda de los consumidores que desean hacer un cambio en el ambiente y la contaminación plástica.

La empresa busca ser referente en la industrial de empaques compostables a nivel nacional e internacional.

Actualmente Dosmil50 ha experimentado un crecimiento promedio estimado del 25% anual en ventas durante los últimos tres años, alcanzando la sustitución de aproximadamente un 40% de empaques plásticos convencionales por compostables en clientes estratégicos como supermercados, panaderías y comercios locales.

En línea con este crecimiento, la empresa ha realizado una inversión significativa aproximadamente ₡350 millones de colones en la adquisición de una nueva planta productiva ubicada en La Lima de Cartago, junto con maquinaria de última generación para el corte, impresión y formación de bolsas compostables. Esta ampliación busca no solo aumentar el volumen de producción, sino también mejorar la eficiencia operativa y preparar a la empresa para competir en mercados internacionales.

Tabla 1

## Evolución de Dosmil50

Aspecto	Año 2019 (Inicio)	Año 2025 (Expansión)
<b>Abastecimiento de materias primas</b>	100% importadas (China y Europa)	60% importadas / 40% proveedores locales
<b>Portafolio de productos</b>	2 líneas: bolsas y películas simples	4 líneas: bolsas, empaques flexibles, películas y etiquetas compostables
<b>Capacidad productiva</b>	5 toneladas mensuales	20 toneladas mensuales (estimado tras ampliación)
<b>Personal</b>	10 empleados	30 empleados (con expectativa de crecimiento en 2025)
<b>Ventas anuales estimadas</b>	€120 millones de colones aprox.	€600 millones de colones (crecimiento promedio 25% anual)
<b>Sustitución de plásticos</b>	Nula (etapa inicial de introducción al mercado)	40% de sustitución en clientes estratégicos
<b>Inversión en infraestructura</b>	Taller básico de producción	Nueva planta con maquinaria de última generación (€450 millones aprox.)

Fuente: Elaboración propia con base en información de Dosmil50 (2025).

Este proceso de expansión también plantea retos importantes. Entre ellos destacan la necesidad de estandarizar los procesos de gestión de calidad, asegurar la capacitación del personal técnico en el uso de las nuevas máquinas y establecer mecanismos de control más rigurosos que garanticen el cumplimiento de normas requeridas en la producción de empaques compostables.

## 1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.3.1 Definición y medición del problema

La empresa DosMil50 enfrenta el desafío de garantizar un control de calidad robusto en su nueva planta de producción de empaques compostables. Actualmente no dispone de un sistema formal y documentado que defina estándares, protocolos de inspección, responsabilidades claras ni indicadores clave. Esta carencia dificulta mantener consistencia en la producción y limita la capacidad de tomar decisiones basadas en datos confiables.

Algunos efectos que se han podido detectar:

- a) Incertidumbre sobre la funcionalidad de la nueva planta: la falta de pruebas suficientes sobre el rendimiento de las nuevas máquinas genera riesgo de retrasos en la producción y en el cumplimiento de los estándares de calidad.
- b) Falta de estructura en la gestión de la calidad: el sistema actual es limitado y poco formalizado, lo que incrementa las probabilidades de inconsistencias en los procesos.
- c) Aumento de desperdicios: sin mecanismos de control estandarizados, se prevé un mayor nivel de pérdidas de materiales y tiempos improductivos, con impacto directo en los costos.
- d) Recursos inadecuados: existe incertidumbre respecto al dimensionamiento y perfil de los recursos humanos y materiales necesarios para mantener la calidad.
- e) Riesgo de insatisfacción del cliente: la falta de control incrementa los errores de calidad, generando devoluciones, quejas y riesgo de pérdida de clientes.
- f) Aumento de costos: los reprocesos y desperdicios asociados a fallas en la gestión de calidad afectan directamente la rentabilidad de la empresa.

Si bien aún no se cuenta con un sistema formal de indicadores estadísticos que permitan cuantificar estas condiciones, se pueden anticipar métricas clave que faciliten la medición del problema, tales como:

*Tabla 2*

*Posibles indicadores de medición del problema*

Variable representativa	Cantidad aprox.	Fuente de datos	Frecuencia de medición
Errores de calidad	25% de la producción mensual	Reportes de producción y control de calidad	Semanal
Desperdicios	10% de la producción mensual	Registros de inventario y producción	Mensual
Nivel de satisfacción del cliente	2 a 3 quejas mensuales	Sistema de servicio al cliente / Ventas	Mensual

*Fuente: Elaboración propia con base en información de Dosmil50 (2025).*

El control de estos indicadores se realizará en periodos semanal y mensual. El desperdicio se medirá con base en las hojas de control de producción diaria, las quejas de clientes se contabilizarán según los reportes del área de servicio al cliente, y los tiempos de reproceso y paros se registrarán a partir de las bitácoras de producción. Además, se validarán semestralmente mediante revisión conjunta entre el departamento de producción y calidad.

Parte del análisis de este proyecto espera evaluar la mejora de estos indicadores a partir de la implementación de estrategias que ayuden al departamento de producción y calidad.

### **1.3.2 Justificación del proyecto**

Solucionar el problema de la gestión de calidad en la empresa DosMil50 permitirá dotar al departamento de producción de una estructura ordenada y alineada con normativas, impactando de manera positiva en las demás áreas de la organización. La ausencia de un sistema formal limita actualmente el control, la trazabilidad y la mejora continua de las operaciones, lo cual repercute en la consistencia del producto final, la eficiencia interna y la percepción de los clientes.

La implementación de un sistema de gestión de calidad más robusto brindará beneficios en distintos niveles. En el plano económico, contribuirá a la reducción de desperdicios, disminución de reprocesos y mayor aprovechamiento de los recursos. En el aspecto normativo, permitirá a la empresa orientarse hacia estándares de referencia como la norma ISO 9001 y reforzar su compromiso con regulaciones ambientales vigentes en Costa Rica, vinculadas al uso responsable de materiales y la reducción de residuos.

Desde la perspectiva de la competitividad, un sistema sólido de calidad le otorgará a DosMil50 una ventaja frente a otras empresas del sector, al garantizar productos compostables confiables y con valor agregado en mercados cada vez más exigentes y regulados. Esto fortalecerá la confianza de clientes actuales y potenciales, favoreciendo la expansión a nivel nacional e internacional.

Este proyecto tiene también una justificación académica, ya que representa una oportunidad para aplicar metodologías y herramientas propias de la ingeniería industrial

como: El DMAIC, Pareto, Ishikawa y Kaizen, en un caso real de la industria de empaques sostenibles. Los resultados no solo beneficiarán a DosMil50, sino que podrán servir como referencia replicable para otras pequeñas y medianas empresas (PYMES) que busquen mejorar sus procesos de calidad dentro de un modelo de economía circular.

## **1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.4.1 Objetivo General**

Optimizar el sistema de gestión de la calidad en la nueva planta de producción de DosMil50, mediante la estandarización de procesos y la implementación de herramientas de control de calidad, para la mejora de la eficiencia operativa, garantizar la trazabilidad en cada etapa y asegurar el cumplimiento de los requisitos de calidad y sostenibilidad desde el inicio de las operaciones.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Definir los requisitos de calidad esenciales para la fabricación de empaques compostables en la nueva planta de DosMil50, considerando normativas nacionales e internacionales, así como estándares industriales aplicables, con el fin de establecer parámetros claros de cumplimiento en la primera semana.

2. Medir el desempeño actual de los procesos de producción y control de calidad mediante la recopilación y análisis de indicadores clave (tasa de defectos, desperdicios, paros de máquina), con el objetivo de conformar una línea base que permita detectar un 100% de las desviaciones y áreas críticas en el primer mes.

3. Analizar las principales causas de variabilidad y fallos en la calidad de los empaques compostables, aplicando herramientas de análisis de causa raíz, con el fin de

identificar y priorizar oportunidades de mejora que impacten en la reducción de 25% las no conformidades en un plazo de 6 meses.

4. Implementar un sistema de gestión de calidad estandarizado que permita reducir los desperdicios en al menos un 15% y aumentar en un 25% la conformidad de productos respecto a especificaciones, en un periodo de seis meses posteriores a su puesta en marcha.

5. Integrar el enfoque de sostenibilidad en el sistema de calidad, asegurando la trazabilidad de los materiales compostables y promoviendo prácticas que reduzcan en un 15% inicial el impacto ambiental en los procesos productivos 6 meses posteriores.

## **1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.5.1 Alcances**

Este proyecto tiene como alcance la optimización del sistema de gestión de calidad para los nuevos productos en la nueva planta de producción de DosMil50, ubicada en La Lima de Cartago, en el contexto de su proceso de expansión. La iniciativa se centrará en la estandarización, control y mejora continua de los procesos productivos claves vinculados a la fabricación de empaques compostables.

El alcance incluye:

- Supervisión en línea de producción: control de parámetros en procesos como slitter, impresión y bolseadora.
- Implementación de fichas técnicas estandarizadas para cada etapa del proceso productivo.
- Capacitación del personal operativo y de supervisión en herramientas básicas de control de calidad.

- Auditorías internas periódicas para verificar cumplimiento de los procedimientos establecidos.
- Diseño de indicadores de desempeño (ej. porcentaje de defectos, porcentaje de desperdicio, cumplimiento de especificaciones) y tableros de control que permitan monitorear la efectividad del sistema.

El período de intervención se extenderá desde febrero de 2025 hasta el último trimestre del año, alineándose con la fase de crecimiento de la empresa.

***Fase de diagnóstico:*** levantamiento de información, análisis de línea base y detección de áreas críticas.

***Fase de diseño:*** elaboración de fichas técnicas, plan de acción y capacitación inicial.

***Fase de implementación y seguimiento:*** puesta en marcha de los procedimientos estandarizados, uso de indicadores y primeras auditorías internas.

El proyecto beneficiará a toda la empresa, con especial énfasis en el departamento de calidad y en el área de producción. Asimismo, contribuirá al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización en relación con la economía circular y la sostenibilidad.

Fuera del alcance del proyecto se encuentran actividades relacionadas con logística, mercadeo, comercialización y distribución de productos, dado que el enfoque principal será el fortalecimiento del sistema en planta.

### **1.5.2 Limitaciones**

El proyecto presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas en su implementación.

Disponibilidad de información: la empresa aún no cuenta con una base de datos histórica robusta sobre defectos o indicadores de calidad, por lo que se trabajará inicialmente con registros parciales y datos recopilados durante el período del proyecto.

Tiempo de ejecución: al desarrollarse en paralelo con la apertura de la nueva planta, el cronograma podría verse afectado por retrasos en la instalación o puesta en marcha de maquinaria y en tiempos de auditorías internas y externas.

Recursos humanos: la capacitación del personal dependerá de la disponibilidad de los operarios y supervisores dentro de sus jornadas de trabajo.

Alcance limitado: el proyecto se centrará en la gestión de calidad interna, sin profundizar en áreas externas como logística o mercadeo.

En este sentido, las limitaciones señaladas no impiden el desarrollo del proyecto, sino que delimitan el marco de acción dentro del cual se plantearán las propuestas de mejora.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **2.1 MARCO TEÓRICO GENERAL RELATIVO A LA CARRERA**

El presente marco teórico, son los fundamentos conceptuales vinculados a la carrera de Ingeniería Industrial, con el fin de contextualizar el proyecto dentro de esta rama.

La Ingeniería Industrial se enfoca en el diseño, mejora e implementación de sistemas de personas, materiales, información y equipos.

También, se apoya en principios y métodos de las ciencias físicas y matemáticas, con el propósito de optimizar procesos y garantizar la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad en las organizaciones. En este contexto, se abordan conceptos clave como calidad, gestión de calidad, control de procesos, productividad y mejoras, los cuales son esenciales para el desarrollo del presente trabajo dentro de DosMil50.

### **2.1.1 Ingeniería**

La ingeniería se define como la disciplina que aplica principios científicos, matemáticos y tecnológicos para diseñar, construir, optimizar y mantener sistemas, procesos o productos. Según (Horner, 2025) la ingeniería es fundamental para resolver problemas complejos mediante la aplicación de conocimientos técnicos, destacando el impacto de la automatización y la inteligencia artificial en la transformación de la industria y la infraestructura.

En el contexto de DosMil50, la ingeniería representa el marco metodológico para estructurar soluciones productivas más robustas, que aseguren el cumplimiento de estándares de calidad y sostenibilidad en la fabricación de empaques compostables.

### 2.1.2 Ingeniería Industrial

La Ingeniería Industrial es la rama de las ingenierías encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación y control de sistemas productivos y logísticos con miras a gestionar, implementar y establecer estrategias de optimización, con el objetivo de lograr el máximo rendimiento de los procesos de creación de bienes y/o la prestación de servicios.

Peraza y Acosta (2023) definen la ingeniería industrial de la siguiente manera:

La Ingeniería Industrial es por definición la rama de las ingenierías encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación y control de sistemas productivos y logísticos con miras a gestionar, implementar y establecer estrategias de optimización, con el objetivo de lograr el máximo rendimiento de los procesos de creación de bienes y/o la prestación de servicios. (p.57)

Hoy en día, esta rama se ha consolidado como un motor clave para la competitividad y sostenibilidad de las organizaciones, debido al avance de la automatización, la transformación digital y las crecientes exigencias ambientales. En el caso de DosMil50, la Ingeniería Industrial permite estructurar procesos estandarizados en la nueva planta de producción, garantizando eficiencia, trazabilidad y reducción de desperdicios, aspectos vitales en la industria de empaques compostables.

Asimismo, la literatura especializada enfatiza que la Ingeniería Industrial integra personas, materiales, información, energía y tecnología para optimizar resultados (“Ingeniería industrial”, 2025).

### 2.1.3 Productividad

La productividad refleja la capacidad de un sistema para alcanzar los objetivos planificados mediante el uso eficiente de recursos disponibles. Madriz-Rodríguez et al. (2022) la definen como el resultado que demuestra la consecución de lo esperado, garantizando la utilización apropiada de los recursos tangibles e intangibles del sistema organizacional. En el sector de empaques compostables, la productividad adquiere relevancia al evaluar el rendimiento de maquinaria y procesos de conversión, ya que impacta en costos operativos y en

la capacidad de atender la creciente demanda de alternativas sostenibles frente al plástico convencional.

#### **2.1.4 Calidad**

La calidad se entiende como el grado en que un producto o servicio cumple con los requisitos establecidos y satisface las expectativas del cliente. Juran & Godfrey (2020) destacan que la calidad no solo se relaciona con la conformidad respecto a especificaciones, sino también con la mejora continua de los procesos. La calidad implica asegurar que los empaques compostables mantengan resistencia, seguridad alimentaria y compostabilidad certificada, aspectos que fortalecen la confianza del cliente y la reputación de la empresa en un mercado en expansión.

#### **2.1.5 Gestión de calidad**

La gestión de la calidad abarca las actividades y procesos necesarios para garantizar y mejorar los estándares de los productos y servicios.

Según Alonso (2024) La gestión de calidad es el conjunto de actividades y procesos que se llevan a cabo en una organización con el objetivo de garantizar y mejorar los estándares de los productos o servicios de calidad que ofrece. En empresas como DosMil50, la gestión de la calidad resulta esencial para minimizar no conformidades, reducir desperdicios y establecer indicadores que permitan medir objetivamente el desempeño de la nueva planta de producción.

Además, la adopción de sistemas de gestión alineados con normas internacionales, como ISO 9001, se convierte en una ventaja competitiva.

#### **2.1.6 ISO 9001**

La norma ISO 9001:2015 establece los requisitos para implementar un sistema de gestión de la calidad que garantice la consistencia en los procesos y la satisfacción del cliente. Además, promueve un enfoque basado en procesos y la mejora continua como pilares

fundamentales para la competitividad organizacional(International Organization for Standardization, 2015).

En el caso de Dosmil50, la aplicación de ISO 9001 resulta estratégica por permite establecer procedimientos documentados que aseguren consistencia en la fabricación de empaques compostables, exige la implementación de mecanismos de control de procesos, lo cual se vincula directamente con la necesidad de reducir defectos y requiere la realización de auditorías internas periódicas, lo que garantiza la trazabilidad y validación objetiva de la calidad en todas las etapas productivas.

En este sentido, la norma ISO 9001 no solo se interpreta como una guía general, sino como una herramienta que proporciona a Dosmil50 una base sólida para estructurar y optimizar su sistema de gestión de calidad en la nueva planta de producción.

### **2.1.7 Sostenibilidad**

La sostenibilidad busca satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las de las futuras generaciones, integrando la protección ambiental, el desarrollo social y el crecimiento económico. Estefanía (2022) señala que incluso pequeños cambios, como la reducción del consumo de plásticos, contribuyen a este objetivo global.

En el contexto costarricense, el marco legal refuerza esta visión. La Ley N.º 8839 para la Gestión Integral de Residuos (2010) establece la responsabilidad de regular de manera integral los residuos generados, promoviendo su reducción, reutilización y valorización, lo que se vincula directamente con la misión de Dosmil50 al fabricar empaques compostables.

Más aún, esta ley fomenta el desarrollo de mercados de materiales biodegradables y valorizables como impulso al valor agregado y la competitividad de las empresas costarricenses. Asimismo, el MINAE ha impulsado políticas de economía circular, fomentando que las PYMES incorporen modelos productivos sostenibles y reduzcan el uso de plásticos convencionales.

Murrell et al. (2022) señalan que las empresas de empaques biodegradables en América Latina enfrentan un doble reto: cumplir con estándares de calidad que aseguren funcionalidad

técnica, y certificaciones ambientales que respalden la sostenibilidad del producto. Esta situación obliga a integrar la gestión de calidad y la sostenibilidad como un mismo sistema estratégico.

Para Dosmil50, alinear su gestión de calidad con estas normativas no solo garantiza el cumplimiento legal, sino que también fortalece su posicionamiento como actor relevante en el sector de empaques biodegradables en Costa Rica y la región.

### **2.1.8 Eficiencia**

La eficiencia se define como la capacidad de lograr los resultados esperados utilizando la menor cantidad de recursos posible. En el ámbito organizacional, implica optimizar procesos para maximizar la producción mientras se reducen costos y se mantiene la calidad (Dufresne & Kauffman 2021).

En la empresa, la eficiencia se traduce en minimizar desperdicios de bioplásticos, reducir tiempos improductivos y aprovechar al máximo las capacidades de la nueva maquinaria instalada en la planta.

### **2.1.9 Mejora continua (Kaizen)**

La mejora continua, conocida como Kaizen, es una filosofía de gestión que busca realizar mejoras graduales y constantes en los procesos organizacionales. Según Imai (2020), se fundamenta en la participación de todos los colaboradores para identificar oportunidades de mejora y eliminar desperdicios.

En DosMil50, la implementación de prácticas Kaizen puede contribuir a reforzar la cultura de calidad y fomentar la innovación en el diseño y producción de empaques.

### **2.1.10 Procesos**

Un proceso es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico.

También un proceso es “una secuencia estructurada de actividades diseñadas para producir un resultado específico, que agrega valor para los clientes u otras partes interesadas” (Heizer et al., 2020)

Los procesos productivos abarcan desde la recepción del film compostable hasta el corte, impresión, formado en bolseadora y empaque final. La estandarización de dichos procesos es fundamental para mantener consistencia en la calidad y trazabilidad en cada etapa.

### **2.1.11 Desperdicio**

El desperdicio se entiende como toda actividad que consume recursos sin generar valor agregado al producto o servicio. En el marco de la filosofía Lean Manufacturing, la identificación y eliminación de desperdicios es clave para mejorar la eficiencia (Heizer et al., 2020). En DosMil50, los desperdicios pueden presentarse en forma de material bioplástico defectuoso, tiempos improductivos o retrabajos. Reducirlos no solo mejora la rentabilidad, sino que también fortalece el compromiso de la empresa con la sostenibilidad ambiental.

### **2.1.12 Rechazo**

En la industria de empaques compostables, los rechazos pueden afectar de manera crítica la disponibilidad de producto terminado y la satisfacción del cliente, razón por la cual resulta indispensable implementar controles preventivos en cada etapa del proceso productivo. El rechazo ocurre cuando un producto no cumple con los estándares de calidad establecidos y debe ser descartado o reprocesado, lo que implica costos adicionales y pérdida de eficiencia. Montgomery (2019) indica que los rechazos representan una forma de desperdicio que afecta directamente la productividad y los costos.

### 2.1.13 Costo-beneficio

El análisis costo–beneficio es una herramienta fundamental en la toma de decisiones estratégicas, ya que permite comparar, cuantitativa y cualitativamente, los costos y beneficios de un proyecto o intervención. Según Castle (2024), proporciona una base objetiva para evaluar la viabilidad de una propuesta considerando tanto beneficios tangibles como intangibles, apoyando así una planificación basada en datos y orientada a resultados.

En el contexto de DosMil50, la aplicación del análisis costo–beneficio permitirá justificar de manera técnica y financiera la implementación de mejoras en su sistema de calidad (como fichas técnicas, sistema dashboard y capacitación), al demostrar que los beneficios estimados en ahorro de materiales, reducción de reprocesos y tiempos de paro superan ampliamente los costos asociados.

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

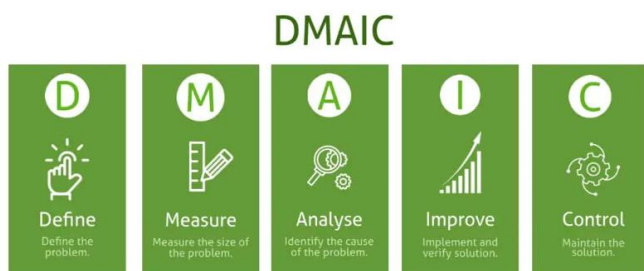
### 2.2.1 Metodología DMAIC

El proyecto de investigación se va a realizar con la metodología DMAIC que por sus siglas en inglés sería *Define, Measure, Improve, and Control*, en idioma español sería Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

Esta metodología forma parte de la estrategia Six Sigma y sigue sus mismas fases. En la imagen siguiente se puede observar el ciclo de lo que representa el DMAIC:

Figura 4

Representación de Metodología DMAIC



Fuente: (NG, 2025)

### 2.2.1.1 Definir

En la fase Definir, se delimitan los alcances del proyecto y se identifican claramente los procesos a intervenir, con el fin de enfocar las mejoras hacia la satisfacción del cliente. Según Pérez-Domínguez et al. (2020) esta etapa consiste en comprender el proceso actual y establecer objetivos alineados con las necesidades del cliente. Para el caso de DosMil50, se utilizarán herramientas como el mapa de procesos, SIPOC y lluvias de ideas, que permitirán visualizar los flujos de producción de empaques compostables e identificar oportunidades de mejora iniciales.

En general:

- Mapa de procesos

El mapa de procesos proporciona una visión general de todos los procesos, lo que permite una comprensión general de las operaciones de una empresa sin profundizar en detalles técnicos.

- SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, and Customers)

Las siglas SIPOC significan Proveedor, Entradas, Proceso, Salidas y Clientes. Este cuadro ofrece una representación visual de un proceso que integra los proveedores internos y externos, sus respectivas entradas, el diagrama de flujo del proceso, las salidas de ese proceso y los clientes de esas salidas (Međedović et al., 2022).

- Lluvia de ideas

Proporciona ideas del personal que día a día lleva a cabo el proceso, lo que permite identificar puntos de vista diferente que pueden ser de ayuda.

### 2.2.1.2. Medir

Durante la aplicación de esta etapa, la misión está centrada en la recopilación de datos para su posterior análisis y evaluación.

Carrillo-Landazabal et al. (2022) destacan que esta etapa requiere el diseño de procedimientos adecuados de recolección de información para garantizar un análisis objetivo.

Para esta etapa al no tener una forma ya prevista de recolectar datos, se utilizará un Pareto de rechazos para poder identificar cuantitativa y cualitativamente donde hay errores

Una vez se hayan recolectado todos los datos (y finalizado el estudio) se ejecutan las comparaciones entre el escenario actual y los resultados obtenidos luego de los cambios para así verificar las mejoras y el éxito de la estrategia.

#### **2.2.1.3. Analizar**

El propósito de esta fase es identificar la causa raíz de los problemas detectados. Perseo (2019) sostiene que el análisis debe proporcionar la base para implementar acciones correctivas efectivas.

Para el proyecto, se empleará el diagrama de Ishikawa con las categorías de las 6M (método, material, mano de obra, máquina, medición y medio ambiente), lo cual ayudará a determinar las razones principales detrás de los defectos.

#### **2.2.1.4. Mejorar**

Después de identificar las causas del problema, el equipo desarrolla e implementa soluciones que eliminen esas causas. Aquí se prueban cambios y se evalúa su efectividad.

Se diseñan soluciones que ataquen el problema raíz y lleve los resultados hacia las expectativas del cliente, desarrollando mejoras(González et al., 2021).

En DosMil50, se implementará una estandarización piloto junto con capacitaciones al personal de calidad. Esto permitirá verificar la reducción de rechazos y optimizar la trazabilidad de los procesos.

#### **2.2.1.5. Controlar**

Finalmente se desarrollan controles para monitorear el proceso mejorado y prevenir la aparición de problemas en el futuro de DosMil50.

Se establecen indicadores de rendimiento clave (KPIs) para seguir el progreso continuamente (porcentaje de rechazos, tiempos de reproceso y nivel de cumplimiento de especificaciones del cliente).

Como lo mencionó González et al. (2021) El control y monitoreo es necesario para mantener y evaluar la efectividad de lo que se ha realizado.

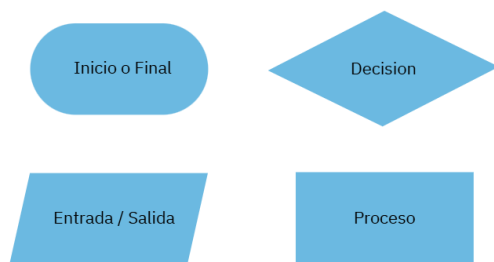
### 2.2.2 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es una representación gráfica que permite identificar de forma clara y sencilla los pasos de un proceso. Lucidchart (2025) explica que cada actividad se representa mediante símbolos y se conecta por flechas que indican la secuencia lógica.

En DosMil50, el diagrama de flujo permitirá mapear el recorrido de la materia prima bioplástica desde su recepción, corte, impresión y transformación en bolsas, hasta el empaque final para distribución, asegurando una visión integral del proceso.

*Figura 5*

*Representación de figuras de un diagrama*



*Fuente: (Smartdrawn, 2022)*

### 2.2.3 Diagrama SIPOC

Con esta herramienta se simplifican los procesos generales de manera que se pueda visualizar los proveedores, las entradas, las actividades realizadas, las salidas y los usuarios finales. Las siglas representan: S(supplier), I(Input), P(Process), O(Outputs), C(Clients).

Brindan de forma sencilla un mapa general de los procesos para la ayuda en la toma de decisiones y crear mejoras. Se puede decir que es una herramienta para la gestión de

proyectos (BPM), se investiga procesos, como mejorarlos y la implementación de dicha mejora.(MacNeil, 2024).

El acrónimo SIPOC proviene de estos cinco componentes:

**Proveedores (Suppliers):** la fuente de las entradas del proceso

**Entradas (Inputs):** los recursos que necesitas para que el proceso funcione

**Proceso (Process):** los pasos generales que componen el proceso

**Salidas (Outputs):** los resultados del proceso

**Clientes (Customers):** las personas que reciben los resultados o salidas, o se benefician del proceso

*Figura 6*

*Representación de un diagrama SIPOC*



*Fuente: (Global Standards, 2023)*

En la figura #6 se muestra de forma resumida y visual el proceso SIPOC, donde están las siglas en el orden a seguir.

En el contexto de DosMil50, el SIPOC será clave para relacionar los proveedores de bioplásticos, las materias primas recibidas, el proceso de transformación, los empaques compostables como salida, y los clientes que buscan soluciones sostenibles.

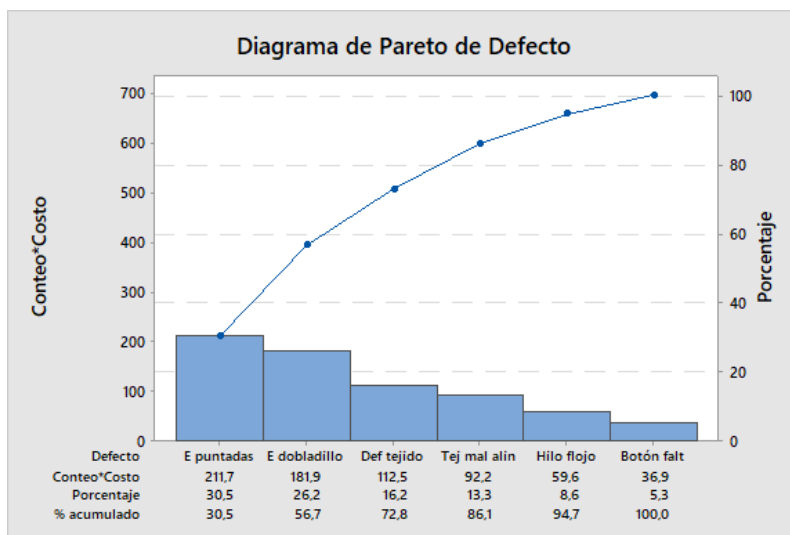
## 2.2.4 Diagrama Pareto

El Diagrama de Pareto permite visualizar y priorizar las causas principales de defectos en un proceso, facilitando la toma de decisiones en mejora continua. Tal como indica (Souza, 2019) "aunque muchos factores contribuyan a una causa, son pocos los responsables de dicho resultado".

En la imagen, se evidencia que defectos como errores de puntadas y dobladillo representan la mayor parte del impacto, validando el principio 80/20 aplicado al control de calidad.

Figura 7

Representación de un diagrama Pareto



Fuente: (LIBUY, R. C., 2021)

Este diagrama se aplicará en planta para identificar qué defectos (por ejemplo, fallas de corte, errores de impresión o deformaciones en los empaques) representan la mayor parte de los rechazos, enfocando recursos en solucionarlos.

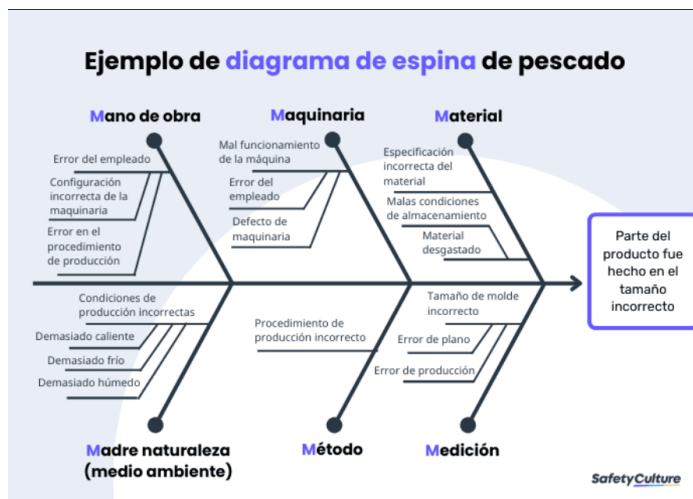
### 2.2.5 Diagrama Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, conocido también como el diagrama de espina de pescado es una herramienta gráfica que permite dentro de un entorno de trabajo, teniendo diferentes ideas conjuntas identificar causas críticas frente a un problema. Heizer et al. (2020) define:

“Es una herramienta visual que permite identificar, explorar y mostrar de forma sistemática las posibles causas de un problema o efecto específico, clasificándolas en categorías como método, maquinaria, mano de obra, materiales, medio ambiente y medición”

Figura 8

Representación de un Ishikawa



Fuente: (SafetyCulture, 2024)

Este diagrama puede tener dos enfoques, un enfoque al sector productivo que incluye las llamadas 6 M que son:

- Método
- Material
- Mano de obra
- Maquina
- Medición o medida
- Medio Ambiente

En DosMil50, este diagrama será empleado para estudiar las causas detrás de productos rechazados, lo que permitirá diferenciar entre problemas de técnicos como por ejemplo una calibración y humanos como por ejemplo una falta de capacitación del personal.

### **2.2.6 Lluvias de ideas**

La técnica de lluvia de ideas fomenta la creatividad colectiva y la generación de múltiples propuestas. Según CILED (2023), su propósito no es encontrar una solución perfecta de inmediato, sino ampliar el rango de opciones posibles.

En el contexto de proyectos de calidad, la lluvia de ideas es especialmente útil en la fase Definir del DMAIC, ya que fomenta la identificación colectiva de problemas y oportunidades de mejora. Entre sus ventajas se encuentran: la posibilidad de involucrar a diferentes áreas de la empresa, estimular la comunicación abierta, reducir la resistencia al cambio y favorecer el compromiso con las soluciones planteadas, para DosMil50, esta herramienta será aplicada en sesiones conjuntas entre los departamentos de producción, mantenimiento y calidad. De esta forma, se fortalece el enfoque participativo y se alinea a la empresa con prácticas de mejora continua.

### **2.2.7 Listas de chequeo**

Las listas de chequeo son documentos en los cuales se determinan unos pasos, normas o estatutos a revisar dentro de un proceso, esto con el fin de controlar el cumplimiento de dichas actividades y el correcto control de fallos y actividades dentro de los procesos.

En DosMil50, la implementación de listas de chequeo tendrá un papel clave en la fase Controlar del DMAIC. Cada turno de producción contará con formatos de verificación para asegurar que los empaques cumplan parámetros.

Estas listas permitirán recopilar datos, como porcentaje de rechazos o reprocesos, y servirán de soporte documental en el sistema de calidad. Además, se alinean con la visión de consolidar procesos estandarizados que aseguren consistencia en productos compostables frente al crecimiento de la demanda.

### **2.2.8 Fichas técnicas o plantillas**

Es un machote de trabajo que se utiliza para estandarizar, formalizar una serie de trabajos bajo una misma línea de orden y seguimiento.

Como se menciona en el blog de (Palma, 2020):

“Una ficha técnica es un documento deseablemente en un formato estandarizado que nos da cuenta de las características y el funcionamiento de un objeto. En las artes y, sobre todo, hablando de la exposición y visibilización de la obra producida, es menester contar con esta ficha o cédula de identidad ya sea para documentar, archivar o, lo más común, para mostrar en primera instancia la conformación de lo que se ve.”

Las fichas técnicas se utilizarán como soporte documental de cada máquina y tipo de empaque, garantizando que la producción cumpla con los requisitos de cada cliente y alineándose con los principios de trazabilidad de la economía circular

### 2.2.9 Los cinco ¿por qué?

Esta técnica se aplicará para investigar rechazos en la producción de empaques compostables. Por ejemplo, un defecto de sellado puede deberse a un mal ajuste de temperatura, originado a su vez por falta de calibración y, finalmente, por ausencia de un plan de mantenimiento preventivo.

Según Segura (2021), esta técnica se fundamenta en preguntas para explorar las relaciones causa-efecto que originan un problema específico, para determinar su causa raíz.

Figura 9

¿Por qué?

Fecha:	¿5 por qué?			
Por qué?: ¿por qué se presenta el problema?	Tiempos de cotizaciones retrasados			
1° Por qué?	2° Por qué?	3° Por qué?	4° Por qué?	5° Por qué?
Nombre		Firma		

Fuente: (Segura, 2021)

## **2.3 EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO**

La optimización de un sistema de gestión de calidad genera impactos directos en la eficiencia operativa, la satisfacción del cliente y la sostenibilidad de las organizaciones. Según (International Organization for Standardization, 2015), la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en la norma ISO 9001 permite mejorar de forma continua los procesos, garantizando el cumplimiento de requisitos y aumentando la confianza del cliente. De forma que un sistema bien estructurado no solo previene errores, sino que también reduce costos asociados a retrabajos y desperdicios.

En el caso de DosMil50, desde el momento en que el área de ventas registra una orden de compra y esta se transforma en datos de producción, es esencial que cada proceso cumpla con las especificaciones establecidas. De esta manera, se evitan quejas, reprocesos y pérdidas de material compostable, cuyo impacto negativo se reflejaría tanto en el costo económico como en la percepción de calidad por parte del cliente.

### **2.3.1 La importación de la gestión de calidad en la producción de empaques compostables**

Este proyecto está enfocado en la rama de la ingeniería industrial, la cual se encarga de cumplir estándares de calidad en los productos para optimizar al máximo los insumos que cada operación realiza, para dar al cliente la mejor versión.

(Meneses-Mejía et al., 2023) "Un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) es una herramienta que cuenta con una planeación estratégica eficiente y tiene como propósito apoyar a las organizaciones en ofrecer productos y servicios de calidad que cumplan con las expectativas del cliente. Estos resultados se miden a través de indicadores de satisfacción de los usuarios. "

Es importante porque al tener diferentes productos cada uno tiene diferentes procesos o especificaciones, la gestión de calidad ayuda que se tengan menos errores potenciales y que sean detectados antes del que producto llegue hasta el cliente o proveedor,

También permite controlar los desperdicios en los insumos de los productos que puede llegar a ser un problema económico para la empresa.

“La adopción de un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica para una organización que puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporciona una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible.” (Muñoz & Peña, 2022)

Al trabajar con material biodegradables tienen a degradarse más rápido que los materiales tradicionales, por esta razón una buena gestión de la calidad favorece a que se cumplan los tiempos establecidos para que el material sea procesado y entregado al cliente.

### **2.3.2 Relación entre la calidad y la sostenibilidad en el contexto de empaques compostables.**

La integración entre los sistemas de calidad y el de sostenibilidad dentro de una empresa es un enfoque cada vez más importante para lograr un crecimiento sostenible y responsable. Ambos sistemas comparten objetivos similares en términos de mejorar el desempeño empresarial, generar valor a largo plazo, impactar la responsabilidad social y ecológica.

Para León y Ferreiro,(2024) “La conexión entre sostenibilidad y calidad trasciende las prácticas operativas habituales, forjando una alianza estratégica que optimiza procesos internos e impulsa un impacto positivo en el entorno social y ambiental; lo que contribuye decisivamente al desarrollo presente y futuro”

Además, a nivel nacional, Costa Rica impulsa una robusta política de economía circular definida como un modelo regenerativo que minimiza residuos y maximiza la reutilización de recursos (Aguilar, 2024).

En Dosmil50, garantizar la calidad del producto tiene un impacto ambiental directo: al no admitir reprocesos, cada error se convierte en un desperdicio irreversible. Implementar estándares como EN 13432 o ASTM D6400 fortalece tanto la eficiencia del proceso como sus credenciales de sostenibilidad, alineándose plenamente con los principios de la economía circular.

A continuación, se muestra el logo que algunas certificaciones ambientales:

*Ilustración 1*

*Certificaciones Internacionales Ambientales*



*Fuente: Dosmil50*

### **2.3.3 Análisis costo-beneficio en el contexto de empaques compostables.**

El análisis costo–beneficio es una herramienta estratégica que respalda decisiones de inversión, al comparar los costos de implementación con los beneficios operativos, económicos y ambientales esperados. Según una revisión sistemática en el sector salud, un enfoque de mejora continua puede generar reducciones de costos sustanciales gracias a la optimización de procesos y la prevención de errores.(Evan et al., 2022)

En el caso de DosMil50, donde los materiales compostables no admiten reprocesos, cualquier defecto equivale a una pérdida directa de materia prima valiosa y esfuerzo productivo. Implementar controles de calidad más rigurosos no solo mejora la confiabilidad del producto, sino que también reduce significativas pérdidas económicas y fortalece la percepción de la marca.

### 2.3.4 Cálculo del análisis costo-beneficio aplicado al control calidad en Dosmil50

El análisis costo-beneficio permite evaluar medidas de calidad desde una perspectiva estratégica, comparando los costos de implementación con los beneficios esperados. Según la definición académica reciente, esta herramienta sistemática “permite determinar las opciones más beneficiosas mientras se conserva el uso eficiente de recursos” (Análisis de costo-beneficio, 2024).

Cada defecto en un empaque compostable representa una pérdida directa de materia prima, tiempo y energía, dado que los materiales no son aptos para reproceso. Por ello, invertir en inspecciones más rigurosas, capacitación y estandarización operacional puede traducirse en beneficios claros: reducción de desperdicio, optimización del uso de maquinaria, disminución de tiempos de paro y fortalecimiento de la imagen de sostenibilidad.

El cálculo del análisis costo-beneficio puede representarse mediante la fórmula clásica:

$$\text{Relación Costo-Beneficio (RCB)} = \frac{\text{Beneficio esperados}}{\text{Costos asociados}}$$

Por ejemplo, si se decide invertir en mejorar los procedimientos de inspección para evitar un 5% de productos defectuosos, se deben comparar los costos de implementación (como manuales, formación de personal o herramientas de medición) con los beneficios esperados, como reducción de pérdidas de material compostable, menor reproceso, y mejora en la satisfacción del cliente.

Otra forma práctica de evaluar esta relación es mediante el cálculo del beneficio neto:

$$\text{Beneficio neto} = \text{Beneficios totales} - \text{Costos totales}$$

En el caso de Dosmil50, estos beneficios incluyen:

1. Reducción del desperdicio de materiales biodegradables
2. Aumento en la eficiencia del uso de maquinaria.

3. Menores tiempos de parada por ajustes o defectos.
4. Mejora en la imagen de marca como empresa comprometida con la sostenibilidad y la calidad.

Este análisis no solo fortalece la rentabilidad operativa, sino también se alinea con los principios de la economía circular, favoreciendo la optimización de recursos y la minimización de pérdidas en cada etapa de producción.

## **2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES.**

Con base en la búsqueda de temas de como las empresas han gestionado la calidad de sus productos o servicios, se analizaron varios proyectos que se llevaron a cabo en Costa Rica y que se enfocaban en áreas afines que pueden considerarse como referencia para este proyecto

### **2.4.1 Antecedente 1**

En mayo de 2019, Ericka Castro Hernández, de la Universidad Hispanoamericana lideró un proyecto donde se buscaba mejorar la gestión de la inspección de materia prima entrante en la empresa Cardinal Health CMS, que se dedica a productos farmacéuticos clínicamente probados y soluciones rentables que mejoran la eficiencia de la cadena de suministros desde el hospital hasta el hogar.(Castro, 2019)

El objetivo de la mejora en la gestión de las inspecciones era porque la capacidad de inspección del material entrante era muy reducida por lo que el material quedaba pendiente de inspección, Para mitigar esta situación, la empresa incurre en gastos adicionales, por pago de horas extra para la inspección de materiales.

Esto demuestra la importancia de contar con procesos sólidos de inspección de materias primas, especialmente relevantes para Dosmil50, donde la calidad del film compostable recibido impacta directamente en el desempeño de producción.

Se propusieron soluciones centradas en la estandarización de procesos, y un nuevo modelo de gestión. Utilizando la metodología DMAIC, se implementaron estas propuestas, resultando en un proceso más eficiente, un mejor control de inventarios y una reducción de gastos por parte de la empresa.

#### **2.4.2 Antecedente 2**

Eduardo Céspedes de la universidad Hispanoamericana, ejecutó un proyecto de graduación, en la panadería Delicias del pan, en el segundo cuatrimestre del 2024 donde implementó conceptos del método DMAIC para atacar ciertos problemas como los desperdicios, disconformidades de clientes y el aumento de costos operativos.(Céspedes, 2024)

El objetivo fue documentar un conjunto de procedimientos estandarizados que definan claramente los estándares de calidad para cada producto, asegurando consistencia en la producción y mejorando la satisfacción del cliente.

El proyecto no solo permitió identificar y mitigar las ineficiencias existentes en los procesos de producción y control de calidad de Delicias de Pan, sino que también estableció una base sólida para la mejora continua y la sostenibilidad de la empresa.

Dichas experiencias resultan de gran relevancia para el caso de Dosmil50, al mostrar que la gestión preventiva y sistemática de la calidad es un factor determinante para garantizar eficiencia y sostenibilidad en la producción de empaques compostables.

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE TRABAJO**

### 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La definición del problema es una etapa crucial para poder dar soluciones efectivas y que sean respaldadas con datos que se pueden medir y controlar.

Con base a la metodología DMAIC, "definir" será la primera etapa que el proyecto va a cubrir para identificar y abordar el problema.

Tabla 3

#### Herramienta Definir del DMAIC

Etapa	Actividades	Herramientas	Descripción	Resultado esperado
Definir	Observar y documentar cómo se trabaja actualmente	Bitacora de observacion	Se visitará el lugar y se observarán	Obtener una idea clara de la forma de trabajo de la empresa
		Diagrama SIPOC	Ver las entradas y salidas del proceso	Obtener información sobre como se mueve el producto antes y
		Diagrama de flujo (actual)	Visualizar procesos de las maquinas	Conocer el proceso de producción de los empaques

Según la tabla, se observa las herramientas que se utilizaran y la información resumida del resultado esperado en el proyecto, en este caso el problema es definido a partir de un recorrido a través de la nueva planta de producción, conversaciones con el departamento de producción, diagramas SIPOC y diagramas de flujo.

La validación de esta fase se realizará mediante reuniones con el equipo de calidad y producción, contrastando las observaciones iniciales con los registros históricos de la empresa. De esta manera se asegura que el problema definido responde a una necesidad real y prioritaria de Dosmil50.

#### 3.1.1 Bitácora de observación de problemas

Con el fin de comprender el contexto actual de la planta, se llevaron a cabo conversaciones con los principales gerentes de Dosmil50, incluyendo el gerente de operaciones y supervisor de producción y Encargado de Calidad. Estas conversaciones permitieron identificar que la empresa se encuentra en proceso de expansión, lo cual implica la incorporación de nueva maquinaria y personal; también que sistema actual de gestión de calidad no se ajusta a los nuevos procesos de la maquinaria por lo tanto no existe una

trazabilidad completa de las no conformidades o rechazos en producción, lo que traería problemas con los clientes en su satisfacción hacia el producto.

*Tabla 4*

*Levantamiento de bitácora*

bitácora de observación	
Observaciones	información
1	
2	
3	
4	
5	

Estas conversaciones permitieron crear un primer borrador de observaciones del posible problema a tratar dentro de la planta. La tabla 4 levantamiento de bitácora muestra el formato diseñado para el levantamiento de información, el cual será completado en la fase de aplicación del proyecto.

### 3.1.2 Diagrama SIPOC

Se construyó un diagrama SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers), el cual se muestra a continuación. La Tabla 5 presenta un modelo preliminar con ejemplos representativos de la cadena de valor en Dosmil50, que será complementado y validado durante la etapa de aplicación en planta.

*Tabla 5*

*Levantamiento de bitácora*

Diagrama SIPOC				
Proveedor (S)	Entradas (I)	Proceso (P)	Salidas (O)	Clientes (C)
Proveedor de resinas	Bobina de film compostable	Corte, impresión y bolseado	Empaques terminados	Minoristas
P2	E2	P2	O2	C2
P3	E3	P3	O3	C3
P4	E4	P4	O4	C4

Este esquema mostrado en la tabla 5 permitirá a la empresa tener una visión clara de toda la cadena de valor, desde la recepción de la materia prima hasta la entrega al cliente final, facilitando la identificación de oportunidades de optimización en cada etapa del proceso. Este será completado en la fase de aplicación del proyecto.

### 3.1.3 Diagrama de Flujo del Proceso Actual

Se elaboró un diagrama de flujo para cada máquina para visualizar las principales etapas del proceso de fabricación de empaques compostables. Este diagrama permitió identificar puntos de control clave e identificar donde un operario podría fallar en el día a día.

## 3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO

En la segunda etapa de “Medir”, se llevará a cabo la recopilación de datos que respalden y demuestren el objetivo del proyecto en el taller.

Para esto, se emplearán diversas herramientas con el fin de obtener la información necesaria para realizar el análisis y asegurar la continuidad del proyecto.

Tabla 6

Herramienta Medir del DMAIC

Etapa	Actividades	Herramientas	Descripción	Resultado esperado
Medir	Revisar los datos obtenidos para encontrar patrones o problemas frecuentes	Análisis de datos históricos	Ver datos para tener mejor visión de la situación actual	Comprensión más precisa de la situación actual
		Recopilación de datos actuales	Organizar datos con el departamento de producción	Tener datos ordenados de x error

Se analizaron registros de los últimos 12 meses, considerando un promedio mensual de 4,000 unidades producidas. El muestreo incluyó el 95% de los reportes de calidad y

mantenimiento disponibles en este periodo, parte de esta información se podrá visualizar en los anexos del presente proyecto.

Los resultados esperados se validarán a partir de los registros internos de producción y calidad, comparando los datos recolectados con las tendencias históricas. Además, se verificará la consistencia de la información con apoyo del departamento de mantenimiento y calidad para garantizar la confiabilidad de los indicadores.

### **3.2.1 Análisis de datos históricos**

Se accedió a registros internos de la empresa correspondientes a los últimos 12 meses de operación y registros de pruebas de producción, incluyendo:

- Registros de producción diaria.
- Informes de calidad (rechazos, reprocesos, no conformidades).
- Reportes de mantenimiento y fallas de maquinaria.

### **3.2.2 Recopilación de datos actuales**

Estos datos fueron organizados en hojas de cálculo y analizados con el fin de:

- Identificar variabilidad en la calidad.
- Detectar puntos críticos en el proceso con mayor frecuencia de errores.
- Medir el impacto de eventos como reajustes en las máquinas o calibraciones necesarias.

## **3.3. METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO**

Se diseñó una metodología orientada a identificar las causas raíz de la variabilidad en la calidad del proceso productivo de empaques compostables. Esta metodología también permite proponer soluciones fundamentadas, priorizadas y viables para su implementación en la planta en expansión de la empresa Dosmil50.

Tabla 7

## Herramienta Analizar del DMAIC

Etapa	Actividades	Herramientas	Descripción	Resultado esperado
Analizar	Revisar los datos obtenidos para encontrar patrones o problemas	Bitacora de Analisis de datos	Ver causas que llevan al problema	Comprensión más precisa del problema
	Identificar cuáles problemas tienen mayor impacto	Diagrama Pareto	Ver 80-20 del problema	Enfocar los esfuerzos en las causas que generan más impacto
	Identificar mas detallado porque suceden los errores	5 porques	Detallar porque suceden los errores	Saber con detalle porque los errores se están dando de esa forma
	Buscar las posibles causas de los problemas de manera mas general	Diagrama Ishikawa	Recopilacion de hallazgos y decisiones tomadas	Conocer de forma visual y ordenada qué podría estar causando los problemas.

Para la tabla 7, la validación se llevará a cabo mediante sesiones de trabajo en conjunto con supervisores y operarios, revisando las causas identificadas en el Ishikawa y confirmando los hallazgos con datos obtenidos del Pareto. Esto asegura que las causas raíz seleccionadas correspondan a la realidad operativa.

### 3.3.1 Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto)

Se empleará el Diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado, para identificar las posibles causas raíz que generan las no conformidades en el producto final.

Tabla 8

## Diagrama Ishikawa Excel

Categoría	Causa 1	Causa 2	Causa 3	Causa 4	Causa 5
Máquina					
Método					
Mano de Obra					
Materiales					
Medición					
Medio Ambiente					
<b>Problema</b>					

La Tabla 8 muestra el formato diseñado para el levantamiento de información de las 6M del diagrama Ishikawa, el cual será completado en la fase de aplicación del proyecto en planta

Este análisis permitirá organizar visualmente las posibles fuentes de variabilidad y priorizar las áreas que requieren intervención directa.

### 3.3.2 Diagrama de Pareto

Con base en los registros históricos y datos actuales, se aplicará un Diagrama de Pareto para identificar cuáles son las principales causas que concentran la mayor cantidad de defectos. Esta herramienta se basa en el principio 80/20, que indica que una pequeña cantidad de causas representa la mayor parte del problema.

Tabla 9

*Pareto Defectos*

Tipo de defecto	Frecuencia
Defecto 1	
Defecto 2	
Defecto 3	
Defecto 4	
Defecto 5	

Tipo de defecto	Frecuencia	% Total	% Acumulado
Defecto 1			
Defecto 2			
Defecto 3			
Defecto 4			
Defecto 5			

La Tabla 9 muestra el formato diseñado para el levantamiento de información, el cual será completado en la fase de aplicación del proyecto en planta.

Este análisis permitirá identificar qué defectos, como deformaciones y problemas de sellado, concentran la mayor frecuencia, orientando las decisiones de mejora hacia los puntos críticos del proceso de termoformado en Dosmil50

### 3.3.3 5 porques

Este método consiste en realizar de forma consecutiva la pregunta "¿Por qué?" hasta cinco veces o las necesarias para encontrar la causa fundamental del problema. La aplicación de esta técnica ayudará a Dosmil50 a profundizar en el origen de los problemas detectados, asegurando que las soluciones propuestas ataquen directamente la causa raíz y no solo los síntomas

Tabla 10

por qué s para rellenar

Fecha:	5 por ques			
¿Por que se presenta el problema?				
1- Por que?	2- Por que?	3- Por que?	4- Por que?	5- Por que?
Raiz del problema:				

La Tabla 10 muestra el formato diseñado para el levantamiento de información de los 5 porques, el cual será completado en la fase de aplicación del proyecto en planta.

### 3.3.4 Bitácora de análisis de datos

Se construirá una bitácora específica de análisis de datos, donde se documentará hallazgos y decisiones tomadas a partir de los datos.

Esta herramienta servirá como respaldo documental para el área de calidad, garantizando que los hallazgos y decisiones queden registrados y puedan utilizarse en futuros ciclos de mejora continua.

### 3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La implementación para el sistema de gestión de calidad de Dosmil50 se desarrollará bajo una estrategia estructurada que asegure tanto la viabilidad técnica como la apropiación por parte del personal operativo. Se utilizará una combinación de herramientas de mejora continua, orientadas a facilitar el cambio cultural del operario, estandarizar cada proceso y garantizar el control de calidad en cada etapa del proceso productivo.

*Tabla 11*

*Herramienta Implementar del DMAIC*

<i>Etapa</i>	<i>Actividades</i>	<i>Herramientas</i>	<i>Descripción</i>	<i>Resultado esperado</i>
Implementar	Tomar en cuenta la opinión de los operarios	Lluvias de ideas	Abrirse a nuevas ideas	Obtener ideas frescas de los operarios
	Crear una ruta de implementación	Plan de acción	Atacar el problema lo antes posible	Aplicar un plan que sea ajustable al departamento
	Crear fichas técnicas para evitar errores en producción	Fichas técnicas	Estandarizar como se trabaja la calidad	Fichas que tengan los parámetros necesarios para evitar errores de calidad
	Mejora continua de los procesos que presenten oportunidades	Kaizen	buscar pequeñas mejoras continuas	Que el proceso cada vez tenga mejoras

Las propuestas se validarán mediante prueba piloto en planta y retroalimentación de los operarios involucrados.

Se evaluará la reducción en defectos en comparación con la línea base de medición, garantizando que las acciones correctivas generen los efectos esperados antes de su implementación definitiva

#### 3.4.1 Plan de acción

Con base en los hallazgos anteriores, que establezca actividades específicas, responsables, plazos y recursos requeridos. Este plan servirá como hoja de ruta para la implementación ordenada de las mejoras, asegurando el seguimiento y evaluación de cada iniciativa.

### **3.4.2 Lluvia de ideas (brainstorming)**

Los operarios y supervisor de planta, con el objetivo de identificar problemas actuales, oportunidades de mejora y posibles soluciones prácticas desde la experiencia directa del equipo de trabajo. Esta técnica fomenta la participación y permite recopilar información cualitativa valiosa para el diseño de mejoras.

### **3.4.3 Fichas técnicas de control de calidad**

Se diseñarán para cada maquina o proceso de producción. Estas fichas permitirán documentar los parámetros de calidad esperados, las tolerancias permitidas y los criterios de aceptación o rechazo, lo cual facilitará el monitoreo en tiempo real y la toma de decisiones para generar datos históricos para que más adelante se puedan realizar mejoras o cambios.

### **3.4.4 Kaizen**

Será enfocado en la mejora continua de los procesos que presenten oportunidades claras de optimización. Esta intervención permitirá aplicar de forma práctica los principios de mejora incremental, involucrando al personal operativo en la identificación de desperdicios, estandarización de tareas y establecimiento de controles visuales.

## **3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS**

Para garantizar la efectividad de las acciones implementadas en el sistema de gestión de calidad de Dosmil50, se establecerá una metodología de seguimiento que permita verificar, controlar y asegurar los resultados obtenidos, así como su sostenibilidad en el tiempo.

Se plantea la utilización de herramientas visuales como estrategia accesible y comprensible para todo el personal, facilitando la toma de decisiones.

Se espera que estas acciones aseguren no solo la mejora inmediata de los procesos, sino también la sostenibilidad y replicabilidad de las prácticas implementadas, de manera que formen parte integral y permanente del sistema de gestión de calidad de Dosmil50.

Tabla 12

*Herramienta Control del DMAIC*

<i>Etapa</i>	<i>Actividades</i>	<i>Herramientas</i>	<i>Descripción</i>	<i>Resultado esperado</i>
Controlar	Organizar que los datos y las personas involucradas pueden llevar un control y establecer metas y plazos	Dashboard o tabla de datos	Proporciona una visualización clara y concisa de los datos	Tener una visualización de los datos para todo el departamento
		Diagrama de Grantt	Ver la implementación de propuesta durante un periodo de tiempo	Establecer plazos para lograr metas

La validación se hará a través del seguimiento de indicadores en el dashboard de calidad y reuniones periódicas de revisión programadas (Diagrama Grantt). De esta manera, se confirmará que las mejoras implementadas se mantienen en el tiempo y no dependen únicamente de este proyecto puntual.

### 3.5.1 Dashboard de datos

Se diseñará para centralizar y visualizar indicadores clave de desempeño relacionados con la calidad del producto, el cumplimiento de estándares, la tasa de rechazos, tiempos de ciclo y eficiencia operativa.

Este panel de control permitirá monitorear el comportamiento de las variables críticas en tiempo real, facilitando la detección temprana de desviaciones y la aplicación oportuna de acciones correctivas.

### 3.5.2 Diagrama de Gantt

Para planificar y dar seguimiento a las actividades establecidas en el plan de acción. Esta herramienta permitirá visualizar las etapas del proyecto, los plazos definidos, los responsables de cada tarea y su nivel de avance.

Con estas dos herramientas se espera garantizar no solo la verificación inmediata de resultados, sino también la sostenibilidad y replicabilidad de las mejoras, integrándolas de manera permanente al sistema de calidad de Dosmil50.

### 3.6 CRONOGRAMA METODOLÓGICO

El desarrollo de este proyecto requiere organizar las actividades de manera secuencial y con plazos definidos para asegurar la correcta aplicación de la metodología DMAIC. A continuación, se presenta el cronograma metodológico, que distribuye las etapas y herramientas en un horizonte de 26 semanas aproximadamente, alineado al proceso de diagnóstico, análisis y mejora en la planta de Dosmil50.

*Tabla 13*

*Cronograma metodología*

<i>Etapas</i>	<i>Semana</i>
Definir	Semana 1-3
Medir	Semana 4-8
Analizar	Semana 9-13
Implementar	Semana 14-19
Controlar	Semana 20-25

La tabla 13 cronograma metodológico permite visualizar la secuencia lógica del proyecto, asegurando que cada etapa del DMAIC se ejecute en el tiempo previsto. Gracias a esta planificación, la propuesta garantiza un seguimiento ordenado, la participación del personal de Dosmil50 y la sostenibilidad de los resultados en el tiempo.

**CAPÍTULO IV**  
**ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ**

## **4.1 INTRODUCCIÓN**

Este capítulo corresponde a las etapas de medir y analizar del enfoque DMAIC. El propósito es identificar las causas raíz que afectan el desempeño de cómo se gestiona el control de calidad en la empresa Dosmil50, especialmente ante el aumento de la demanda y la operación de una nueva planta de producción en La Lima de Cartago.

El análisis se realiza a través de herramientas estadísticas y cualitativas como el Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, observación directa y conversaciones con el personal. Esto permitió diagnosticar las deficiencias más relevantes del proceso productivo y establecer una base sólida para proponer soluciones viables.

## **4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE PRODUCCIÓN**

Uno de los productos que se están fabricando en la planta es la bolsa PLA, y derivados de almidón (con o sin fuelle), utilizada para empaçar productos alimenticios y de uso comercial.

### **4.2.1 Diagrama SIPOC**

Aquí se presenta el Diagrama SIPOC, el cual resume los elementos clave del proceso actual de fabricación de bolsas compostables en Dosmil50. Este diagrama permite visualizar las entradas y salidas del proceso, los actores involucrados, así como los pasos intermedios desde la recepción de la materia prima hasta la entrega del producto final al cliente. Esta representación es muy general y según el tipo de producto que la empresa fabrique puede cambiar.

Tabla 14

Diagrama SIPOC general de DosMil50

Diagrama SIPOC				
Proveedor (S)	Entradas (I)	Proceso (P)	Salidas (O)	Clientes (C)
Proveedores de bioplástico	Resina PLA, PBAT, Tintas y aditivos	Fabricación de empaques	Empaque terminado	Clientes industriales y comerciales
Departamento de compras	Especificaciones Técnicas	Procesos de producción	Reporte de producción	Distribuidores
Gestión de Calidad	Normas ISO, Certificaciones	Control e Inspección	Informes de calidad	Departamento de ventas y consumidor final

Fuente: Dosmil50 (2025)

## 4.2.2 Proceso de producción

Una vez que tenemos la visión general, el proceso productivo de una bolsa compostable en la nueva planta incluye las siguientes etapas:

### 1. Corte de bobinas

La bobina de filme compostable se corta según el ancho requerido para el tipo de bolsa a fabricar.

Este proceso es fundamental para asegurar el ajuste correcto en las siguientes etapas de impresión y formado.

## *Ilustración 2*

### *Maquina Cortadora*



## **2.Impresión**

Se utiliza un sistema de impresión flexográfica de hasta seis colores, actualmente solo se utiliza el color verde ya que es el distintivo de la marca.

El filme es enrollado sobre cilindros impresores que aplican el diseño gráfico solicitado por el cliente.

La impresión debe mantenerse centrada y sin desplazamientos

En esta etapa se controla la calidad del color, definición de texto, y registros visuales.

*Ilustración 3*

*Máquina de impresión de diseños*



### **3. Formación y sellado (bolseadora)**

Luego de impreso, el filme es introducido en la máquina bolseadora, donde se realiza:

- El sellado lateral o inferior mediante calor y presión.
- El corte individual de cada bolsa.

*Ilustración 4*

*Maquina Bolseadora*

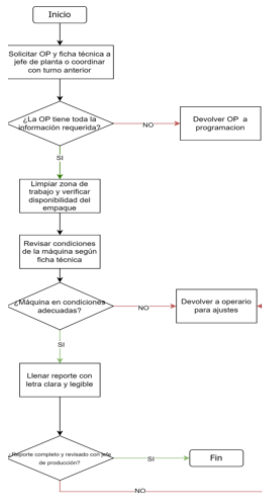


### 4.2.3 Procesos en diagramas de flujo

Se elaboraron diagramas de flujo para conocer el proceso que conlleva cada máquina para tener una mejor visión de lo que cada operario diariamente hace.

*Figura 10*

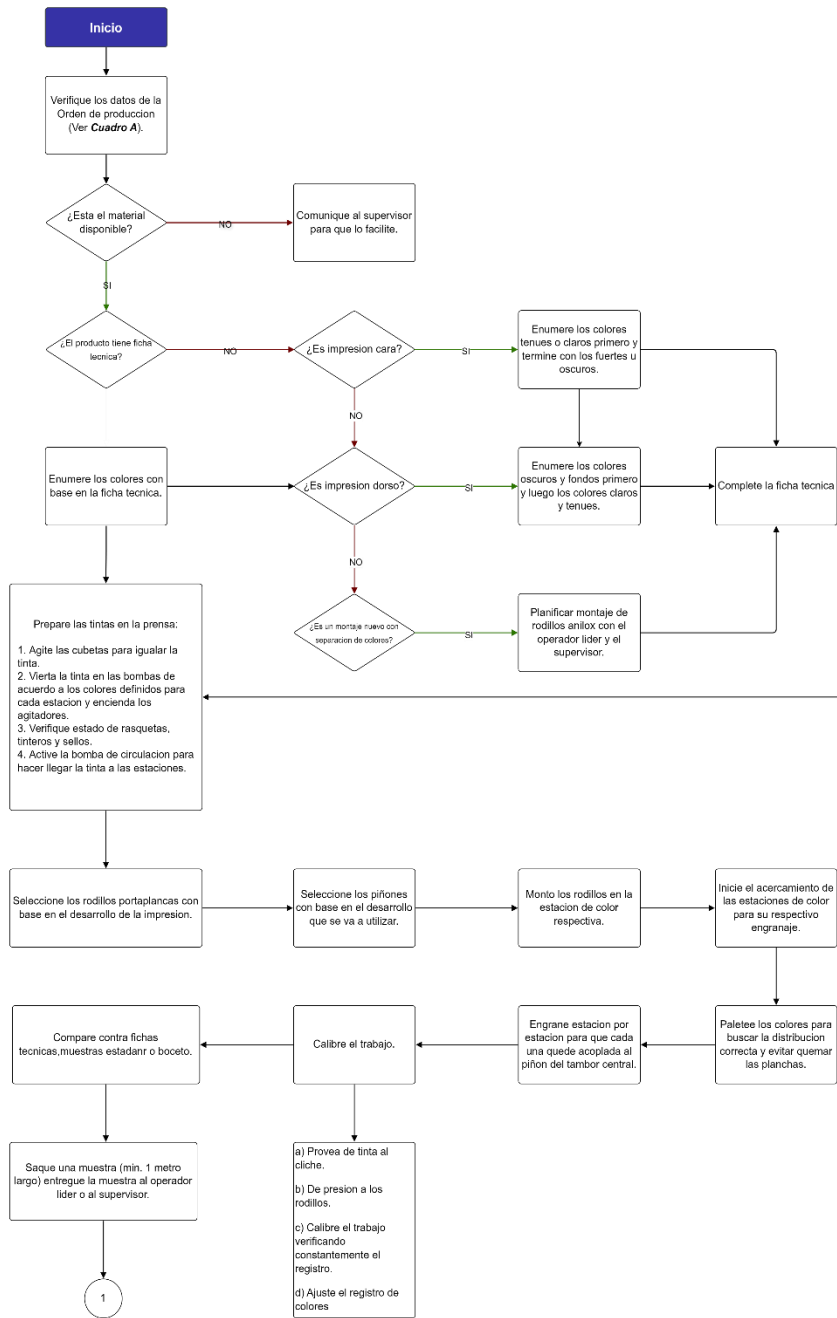
*Diagrama de flujo para corte de bobinas*



*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Dosmil50,2025*

Figura 11

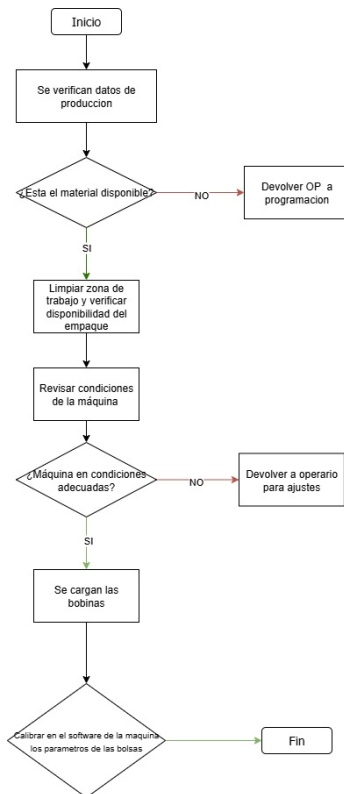
Diagrama de flujo para Imprenta de bolsas



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Dosmil50,2025

Figura 12

Diagrama de flujo para maquina bolseadora



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Dosmil50,2025

### 4.3 RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS DE PRODUCCIÓN

Para contar con una base sólida de información, se integraron dos fuentes principales: datos históricos y datos actuales. Los datos históricos, obtenidos de registros internos de la empresa correspondientes al último año, permitieron identificar tendencias, frecuencia de defectos y posibles áreas problemáticas que han persistido en el tiempo, algunos de estos datos pueden verse en los anexos para profundizar, con ellos nos dimos cuenta de que la forma en la que se está gestionando el control de calidad no es la óptima ya que hay errores en lotes de producción.

Durante un período de 2 meses de mayo a junio del 2025 aproximadamente, se recolectaron datos sobre la calidad del producto terminado en la línea de producción de bolsas PLA y derivados.

En total se analizaron 417 unidades defectuosas, lo que representa aproximadamente el 10,4% del total de 4.000 bolsas fabricadas en el período evaluado. Los principales problemas se concentraron en impresión desplazada (43%), desteñido (29%) y fallas de sellado (17%), lo cual confirma que más del 70% de los defectos provienen de procesos asociados a la impresión y el sellado de bolsas compostables., a continuación, se muestran los datos recolectados.

*Tabla 15*

*Numero de Defectos*

<b>Tipo de defecto</b>	<b>Frecuencia Mayo-junio</b>
Impresión desplazada	137
Desteñido de color	96
Corte irregular	84
Fallo en el sellado	48
Material arrugado	42
Mancha	10

*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Dosmil50,2025*

Con este análisis (tabla 13) datos generales nos podemos dar cuenta que uno de los principales problemas de calidad podría generarse en el proceso de impresión por algo número de frecuencia.

#### 4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON DIAGRAMA DE PARETO

El siguiente cuadro resume los 6 principales defectos detectados durante el período de observación:

*Tabla 16*

*Porcentaje Acumulado*

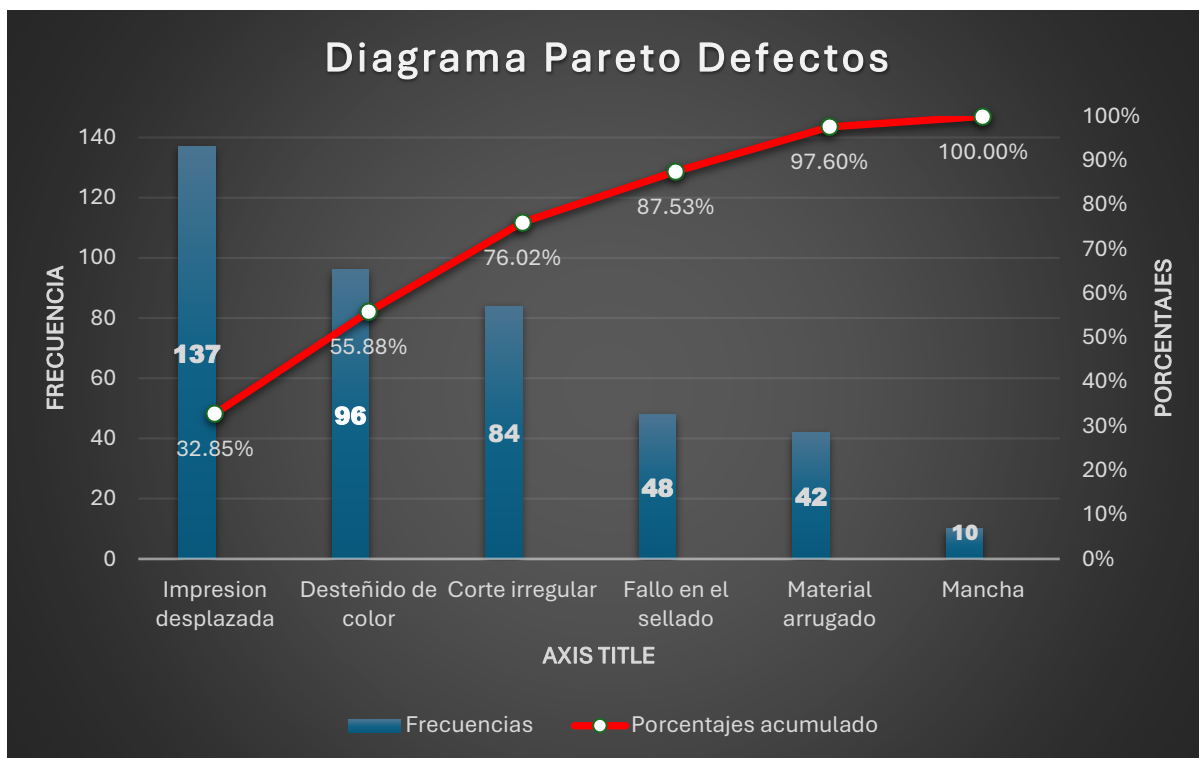
Tipo de defecto	Frecuencia	Porcentaje	% Acumulado
Impresión desplazada	137	32.85%	32.85%
Desteñido de color	96	23.02%	55.88%
Corte irregular	84	20.14%	76.02%
Fallo en el sellado	48	11.51%	87.53%
Material arrugado	42	10.07%	97.60%
Mancha	10	2.40%	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>417</b>		

*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Dosmil50,2025*

La tabla 16 muestra los datos para la creación de un diagrama visual de Pareto, en el siguiente apartado se vera de forma más visual.

Figura 13

Resultado Pareto



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Dosmil50,2025

Como se observa en el Diagrama de Pareto (Figura 13), los defectos de impresión desplazada (32.9%) y desteñido de color (23.0%) concentran en conjunto el 55.9% de todas las no conformidades detectadas en el período de observación. Esto indica que, al priorizar acciones correctivas en estas dos áreas, la empresa podría reducir más de la mitad de los defectos actuales, generando un impacto significativo en la mejora de la calidad del producto y en la satisfacción del cliente.

Tabla 17

Tabla priorización de defectos

Defecto identificado	% del total de defectos	Jerarquía
Impresión desplazada	56%	Alto
Desteñido de impresión		
Otros defectos	44%	Medio y bajo

Los demás defectos como nuestra la tabla 17, aunque relevantes, representan un porcentaje menor y pueden ser abordados de manera gradual en fases posteriores del plan de mejora.

Esta información refuerza la confiabilidad del análisis y proporciona una base para identificar, en la fase siguiente, las causas raíz que originan los principales defectos detectados.

#### 4.5 ANÁLISIS DE LOS 5 POR QUÉS?

Con el fin de identificar la causa raíz de los defectos más recurrentes en el proceso productivo de bolsas compostables, se aplicó la técnica de los 5 Porqués a los dos problemas priorizados en el diagrama de Pareto: impresión desplazada y desteñido de color. Esta herramienta consiste en realizar de forma consecutiva la pregunta “¿Por qué?” hasta cinco veces o las necesarias, profundizando en las causas hasta llegar al origen del problema.



## **4.6 ANÁLISIS DE CAUSAS CON DIAGRAMA DE ISHIKAWA**

Con el objetivo de identificar las causas raíz que originan los defectos de mayor incidencia en la producción particularmente impresión desplazada y desteñido de color se elaboró un Diagrama de Causa-Efecto (Ishikawa) junto al equipo del área de calidad.

El análisis se orientó a examinar factores relacionados con máquina, método, mano de obra, materiales, medición y medio ambiente, considerando el impacto sobre el control de calidad en el proceso productivo.

Se tomo nota de las observaciones en campo, para cada uno de los factores para realizar un diagrama de Ishikawa, es importante recalcar que el principal problema está en la sección de Impresión, pero es de suma importancia ver posibles causas que pueden generar obstáculos en otras secciones del proceso.

Figura 14

Diagrama Causas Ishikawa

# Diagrama de Ishikawa

Empresa DosMil50



Según la figura 14 hay de varios factores, particularmente en las áreas de medición, método y mano de obra, esto es determinante en la generación de los defectos más frecuentes detectados en el análisis de Pareto.

Tabla 19

*Causa-raíz Ishikawa*

Categoría	Causa 1	Causa 2	Causa 3	Causa 4
<b>Método</b>	No existe procedimiento estándar	Los ajustes de temperatura no están documentados	Ausencia de checklist de inspección	Revisión visual subjetiva sin criterios técnicos
<b>Mano de Obra</b>	Falta de capacitación técnica en el uso de nuevas máquinas	Poca comunicación entre turnos	Operarios no reportan anomalías	
<b>Medición</b>	No se usan patrones de inspección para impresión.	Mediciones visuales sin referencia	Datos de calidad no registrados digitalmente	Termómetros sin calibración.

La tabla 19 permite establecer un enfoque de mejora prioritaria sobre el control de los parámetros de impresión, la estandarización de procedimientos y otros controles.

El diagrama evidencia que la ausencia de procedimientos estandarizados y controles de calibración son los principales factores transversales que inciden en los defectos críticos.

## 4.5 CONCLUSIONES DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A partir del análisis anterior realizado, se obtuvo una visión clara del estado actual del proceso productivo en Dosmil50. La combinación de datos históricos y actuales, junto con el uso de herramientas como el diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa, permitió ver los principales problemas que afectan la calidad de las bolsas compostables y las causas que los originan. Entre los hallazgos más relevantes destacan los siguientes:

- Los datos actuales confirman la presencia recurrente de defectos que afectan la calidad de las bolsas compostables.
- El diagrama de Pareto indica que impresión desplazada y desteñido de color representan más del 50% de las no conformidades.

- Se identificó que las principales causas están relacionadas con medición, método y mano de obra, siendo estas las principales a atacar para mejorar la calidad del producto.
- Existen debilidades en la capacitación técnica del personal y en la comunicación, lo que contribuye a la repetición de fallas.
- Los equipos de medición y control carecen de procedimientos claros de inspección, generando variabilidad en la detección de defectos.
- Es prioritario implementar acciones de mejora enfocadas en el control de parámetros de impresión, la gestión del control de calidad de defectos y la estandarización de procedimientos.

Estos hallazgos constituyen la base para la etapa de propuesta e implementación de mejoras, orientadas a robustecer como se está gestionando la calidad de Dosmil50.

## **CAPÍTULO V**

### **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

## 5.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo tiene como propósito presentar una propuesta integral para optimizar el sistema de control de calidad en la empresa Dosmil50, con énfasis en la reducción de los defectos priorizados en el Capítulo 4 del presente proyecto (impresión desplazada y desteñido de color.)

El plan propuesto busca no solo resolver las causas raíz identificadas en medición, método y mano de obra, sino también fortalecer la gestión de calidad de forma integral, creando procedimientos claros, mejorando la capacitación del personal y estableciendo mecanismos de control que aseguren la sostenibilidad de las mejoras.

Para esta propuesta se emplearán las siguientes herramientas:

*Tabla 20*

*Herramientas capítulo 5*

<b>Etapa</b>	<b>Herramientas</b>
Implementar	Lluvias de ideas
	Plan de acción
	Fichas técnicas
	Kaizen
<b>Etapa</b>	<b>Herramientas</b>
Controlar	Dashboard o tabla de datos
	Diagrama de Grantt

Para facilitar la trazabilidad entre los hallazgos y las acciones, la siguiente tabla 19 resume las principales causas raíz detectadas y las soluciones propuestas en este capítulo:

Tabla 21

Resumen causas-soluciones

Defecto identificado	Causa raíz principal	Solución propuesta
<b>Impresión desplazada</b>	Falta de estandarización en equipos de impresión (medición)	Elaboración de fichas técnicas con parámetros de calibración y capacitación del personal.
<b>Impresión desteñida</b>	Uso inadecuado de tintas y mezcla incorrecta (método)	Estandarización de procesos y controles de verificación en línea.
<b>Variabilidad en la calidad</b>	Operarios sin entrenamiento específico (mano de obra)	Programa de capacitación continua y aplicación de metodología Kaizen en planta.

Las herramientas que se emplearán en este capítulo estarán alineadas directamente con las necesidades detectadas en el análisis previo, garantizando coherencia entre el diagnóstico y la propuesta de mejora.

## 5.2 PROPUESTAS DE MEJORA SEGÚN CAUSA RAÍZ

Las soluciones propuestas se definieron a partir del análisis realizado en el Capítulo 4, en el cual se identificó que los principales defectos de producción se originan en tres categorías críticas: medición, método y mano de obra.

Tabla 22

Acción e impacto

Categoría	Acción	Impacto
Medición	Calibración	Menos errores de desplazamiento
Método	Estandarizar	Menos errores de desteñido
Mano de obra	Capacitar	Menos defectos en general

En la tabla 20 se puede apreciar un resumen de los impactos esperados; con el fin de atender estas causas raíz, se desarrolló un proceso participativo de generación de ideas mediante sesiones de lluvia de ideas entre operarios y el departamento de producción. Durante tiempos muertos para no afectar el desempeño de trabajo, se analizaron de forma específica cada una de las categorías, obteniendo propuestas concretas orientadas a reducir los defectos y fortalecer el sistema de gestión de la calidad en la empresa.

### 5.2.1 Medición

Actualmente, la falta de calibración y control de equipos de medición provoca variabilidad en los parámetros de impresión y sellado. Para corregir esta situación se plantean las siguientes acciones:

Tabla 23

*Propuesta solución de medición*

Medición	
Observaciones	Propuesta de soluciones
1	Establecer un programa de calibración mensual de sensores, termómetros y equipos de impresión, con registros firmados por el encargado de mantenimiento.
2	Implementar una bitácora digital de control de parámetros, en la cual se registren datos críticos por lote (temperatura de sellado, velocidad de impresión, tensión del film).
3	Incorporar patrones físicos de inspección para la revisión de impresión

Como se muestra en la tabla 20, el Impacto esperado sería la reducción de errores de impresión desplazada y desteñido en al menos un 25% en los primeros tres meses de implementación.

### 5.2.2 Método

La ausencia de procedimientos estandarizados y listas de verificación genera diferencias en la forma de operar entre turnos y operarios. Para estandarizar el método se proponen:

Tabla 24

*Propuesta de solución de método*

Método	
Observaciones	Propuesta de soluciones
1	Elaboración de Procedimientos Operativos Estándar (POE) para el cambio de formato, arranque de línea y ajustes de impresión.
2	Creación de un checklist de liberación de línea, que incluya la verificación de parámetros críticos antes de iniciar la producción.
3	Documentación de criterios de aceptación y rechazo en impresión y sellado, con ejemplos visuales accesibles en la línea de producción.

Como se observa en la tabla 21 el Impacto esperado es mayor uniformidad en la operación, reducción de tiempos muertos por ajustes improvisados y mejor control en la inspección.

### 5.2.3 Mano de obra

El análisis evidenció deficiencias en la capacitación técnica y en la comunicación entre turnos. Las siguientes propuestas buscan reforzar el desempeño del personal:

Tabla 25

Propuesta de solución a mano de obra

Mano de obra	
Observaciones	Propuesta de soluciones
1	Implementar capacitaciones cortas y prácticas de 15 minutos al inicio de cada turno, enfocadas en los parámetros de impresión y control de calidad.
2	Diseñar una matriz de polivalencia, donde se indique qué operarios están capacitados en cada máquina, para asegurar personal apto en todos los turnos.
3	Crear un canal de reporte interno de anomalías sin sanciones, fomentando la comunicación y la mejora continua.

Como se muestra en la tabla 22 el impacto esperado es de una mayor confianza del personal para reportar problemas, reducción de errores por falta de conocimiento y continuidad en la calidad entre turnos.

### 5.3 Plan de acción para la optimización del control de calidad en Dosmil50

Los principales problemas de calidad en la empresa Dosmil50 se concentran en tres áreas críticas: medición, método y mano de obra, los cuales generan defectos recurrentes como impresión desplazada y desteñido de color como fue mencionado anteriormente. Con base en estos hallazgos, se diseñó un plan de acción estructurado que permite trasladar los resultados del análisis a iniciativas concretas, con responsables claros, tiempos definidos y costos estimados.

El propósito de este plan es asegurar que las soluciones propuestas no queden únicamente en un nivel teórico, sino que se conviertan en acciones prácticas y medibles dentro de la operación diaria. Además, el plan constituye una herramienta de gestión que facilita:

1. Organizar las tareas necesarias para implementar las mejoras de forma sistemática.
2. Definir responsabilidades claras, evitando la dispersión de funciones.
3. Asignar recursos y plazos realistas, garantizando que la ejecución sea viable.
4. Medir avances y resultados, asegurando que el impacto esperado en la reducción de defectos pueda ser monitoreado.

Las principales acciones definidas se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 26

Plan de acción para DosMil50

Actividad	Objetivo	Responsable	Plazo (Agosto como inicio)	Lugar	Método	Indicador de éxito	Costo estimado
Calibración mensual de equipos de medición	Evitar errores en impresión y sellado por parámetros incorrectos	Encargado de mantenimiento	Inmediato y mensual	Línea de producción	Ajuste y verificación con patrones	disminuir en un 20%	€120.000/mes
Implementación de patrones de inspección de impresión	Reducir defectos de impresión desplazada y desteñido	Departamento de calidad	2 semanas	Área de impresión	Uso de plantillas y guías de tolerancia	disminuir en un 20%	€80.000
Desarrollo de Procedimientos Operativos Estándar (POE)	Uniformar la operación y reducir variabilidad entre turnos	Supervisor de producción	1 mes	Todas las líneas	Documentación y capacitación	90% de los operarios capacitados	€150.000
Capacitación técnica corta a operarios	Disminuir fallos por desconocimiento o falta de experiencia	Encargado de capacitación	1 mes	Sala de producción	Sesiones prácticas de 15 minutos por turno	disminuir en un 20%	€100.000
Implementación de bitácora digital de control	Mejorar trazabilidad y toma de decisiones	Departamento de TI y calidad	3 semanas	Área de producción	Registro digital en hojas de cálculo	Registro del 100% de las no conformidades en la bitácora digital	€200.000

El plan mostrado en tabla 24 se centra en actividades de alto impacto y bajo costo relativo, priorizando la estandarización de procesos, la capacitación del personal y el fortalecimiento de la trazabilidad. De esta forma, Dosmil50 podrá mejorar la calidad de sus

empaques compostables y sentar las bases de un sistema de gestión de calidad más sólido y sostenible.

## **5.4 FICHAS TÉCNICAS**

El análisis realizado en el Capítulo 4 reveló que los defectos más críticos (impresión desplazada y desteñido de color) se originan principalmente en la etapa de imprenta, lo que demuestra la necesidad de contar con controles mucho más estrictos y estandarizados en esta fase. Sin embargo, para lograr una mejora integral en la gestión de calidad, se decidió replicar el uso de fichas técnicas diarias y estricto en los tres procesos productivos principales (Slitter, Imprenta y Bolseadora), además del control de producto terminado.

Las fichas técnicas representan una herramienta fundamental para la empresa Dosmil50, ya que permiten estandarizar procesos, guiar a los operarios, reducir la variabilidad y fortalecer la trazabilidad.

### **5.4.1 Imprenta**


El proceso de impresión es la etapa más sensible dentro de la fabricación de bolsas compostables, pues aquí se generan los principales defectos detectados en el análisis, como impresión desplazada y desteñido de color. Para evitar estas no conformidades se creó una ficha técnica que concentra todos los parámetros críticos del proceso.

En este documento se registran datos básicos como cliente, producto, lote y material a imprimir, pero sobre todo se detallan las condiciones técnicas bajo las cuales debe realizarse la impresión: viscosidad de las tintas, código de Pantone, tipo de anilox, presión de rasqueta, sticky back utilizado, temperatura del túnel de secado y velocidad de la máquina.

Al estandarizar estas variables, se logra un mayor control en la uniformidad del color y se reduce la probabilidad de que las impresiones se desplacen por falta de ajuste o sincronización. A continuación, se muestra la tabla que se creó para implementar.

Figura 15

Ficha técnica para proceso de imprenta

		Ficha Tecnica				Revisión: 5/7/2025	
Departamento: Imprenta						Pagina 1 de 1	
Fecha:		Imprenta:		Lote:			
Cliente:		Producto:					
Material a imprimir:		Calibre:					
Portaplancha:		Largo de rep:		Ancho:			
Tipo de impresion:	Cara:		Dorso:		Velocidad:		
Temperatura tunel:		Temperatura intercolores:					
Estacion	Color	Pantone	Codigo tinta	Viscosidad	Sticky back	Anilox	Rasqueta
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
<b>Observaciones:</b>							
<b>Firma VB operador lider:</b>							

Fuente: elaboración propia con datos de Dosmil50

Según la figura 15 podemos observar que se toman en cuenta los criterios de especificaciones que se necesitan para poder dar impresión a cada bolsa, y donde se toma en cuenta alguna observación que el operario pueda dar, también un visto bueno por el responsable de la máquina para saber quién opera ese día o por lote en caso de algún inconveniente.


#### 5.4.2 Slitter

El Slitter o proceso de corte de bobinas es la primera etapa del flujo productivo y, aunque pueda parecer una operación sencilla, su impacto en la calidad es fundamental. Un corte mal ejecutado provoca tensiones irregulares en el material, lo que genera desalineación durante la impresión o problemas de arrugado en la borseadora.

La ficha técnica desarrollada para este departamento permite registrar parámetros como el ancho y largo de la bobina, el calibre del material, la velocidad de corte y el número de máquina en que se realiza la operación.

Figura 16

Ficha técnica para proceso de Slitter

		<b>Ficha Tecnica</b>		Revisión: 10/07/2025
		<i>Departamento: Slitter</i>		Pagina 1 de 1
<b>Fecha:</b>		<b>Numero de maquina:</b>		
<b>Cliente:</b>		<b>Ancho:</b>		<i>mm</i>
<b>Lote:</b>		<b>Largo:</b>		<i>mm</i>
<b>Material a imprimir:</b>		<b>Calibre:</b>		<i>μm</i>
<b>Numero de OP:</b>		<b>Velocidad:</b>		<i>m/min</i>
<b>Observaciones:</b>				
<b>Firma VB operador lider:</b>				

Fuente: elaboración propia con datos de Dosmil50


Con la figura 16 podemos observar que se toman en cuenta los criterios de especificaciones que se necesitan para poder dar corte a cada bolsa, y donde se toma en cuenta alguna observación que el operario pueda dar, también un visto bueno por el responsable de la máquina para saber quién opera ese día o por lote en caso de algún inconveniente.

### 5.4.3 Bolseadora

En la etapa de bolseadora se define la forma final del producto, por lo que resulta indispensable que se cumplan con precisión las especificaciones dimensionales y de resistencia. La ficha técnica correspondiente detalla mediciones de ancho, calibre, fuelles y grosor de la bolsa. Además, incorpora criterios de aprobación y rechazo.

Figura 17

## Ficha técnica para proceso de bolseado

		Ficha Tecnica				Revisión: xx/xx/2025	
		Departamento: Bolseadora				Pagina 1 de 1	
Fecha:							
Cliente:							
Lote:							
Material a imprimir:							
Numero de OP:							
Estacion	Ancho (mm)	Ancho total (mm)	Calibre (µm)	Fuelles	Grosor	Especificacion 1	Especificacion 2
1							
2							
3							
4							
5							
6							
Aprobado							
Reprobado	Se devuelve						
Observaciones:							
Firma VB operador lider:							

Fuente: elaboración propia con datos de Dosmil50.

Según la figura 17 se observa que aparte de las especificaciones para dar forma a una bolsa y ser el último proceso; va a tener una sección donde se puede aprobar el lote o bien rechazar para devolver a un reproceso. Siempre bajo responsabilidad de visto bueno del operario encargado.

Esta práctica reduce la probabilidad de que lotes con defectos pasen inadvertidos y lleguen al cliente. Asimismo, genera evidencia documental que puede ser utilizada en auditorías de calidad o en procesos de trazabilidad de reclamos.

#### 5.4.4 Producto terminado

El último filtro de control de calidad se ubica en el producto terminado. En esta ficha se registran inspecciones visuales, verificaciones de sellado y mediciones de las dimensiones finales del lote antes de ser empacado para distribución. Su implementación es clave para garantizar que cualquier defecto no detectado en fases anteriores sea identificado a tiempo, evitando devoluciones o quejas de clientes.

Figura 18

Ficha técnica para inspección de producto final

		Inspección final de calidad
Sección	Campo	Información
Datos del Cliente	Nombre del Cliente	
	Empresa	
	Lote	
Detalles del Pedido	Código de Producto	
	Tipo de Paquete	
	Dimensiones	
	Material	
	Cantidad	
	Impresión	
	Certificaciones Requeridas	
Especificaciones Técnicas	Grosor	
	Tipo de Cierre	
	Acabado	
	Observaciones Técnicas	
Revisión y Aprobación	Aprobación de Producción	
	Notas y Observaciones:	

Fuente: elaboración propia con datos de Dosmil50.

De esta forma, la empresa asegura que el producto que sale al mercado cumple con los estándares de calidad definidos, reforzando la confianza del cliente y mejorando la imagen de marca.

#### 5.4.5 Impacto esperado de la implementación

Con la incorporación de fichas técnicas en cada etapa del proceso, Dosmil50 podrá:

- ✓ Atacar directamente las causas raíz de los defectos de impresión.
- ✓ Prevenir desviaciones futuras en corte y formación de bolsas.
- ✓ Estandarizar la operación en toda la planta.
- ✓ Consolidar un sistema documental de calidad, que además servirá de base para auditorías y certificaciones futuras.

De esta manera, aunque la ficha de imprenta responde a los defectos más críticos detectados en el análisis, su aplicación conjunta con las de Slitter, Bolseadora y producto terminado asegura un enfoque integral de control de calidad, cerrando el ciclo de producción y garantizando la conformidad del producto en cada etapa.

## **5.5 KAIZEN**

El Kaizen o “cambio para mejorar”, se centra en la aplicación de mejoras pequeñas, constantes y sostenidas en el tiempo. En el caso de Dosmil50, este enfoque resulta clave para consolidar las propuestas planteadas y garantizar que los avances obtenidos no sean puntuales, sino que formen parte de la cultura de trabajo de la organización.

A diferencia de otras metodologías que requieren inversiones elevadas o transformaciones radicales, el Kaizen busca optimizar los procesos a partir de acciones sencillas, de bajo costo y ejecutadas por el propio personal de planta. Su mayor fortaleza radica en la participación de todos los colaboradores, quienes aportan su experiencia diaria en la operación de las máquinas y el control de calidad.

En la empresa, el Kaizen se aplicará sobre tres ejes:

En primer lugar, se establecerán reuniones cortas y periódicas de retroalimentación en cada departamento (Slitter, Imprenta y Bolseadora), con la finalidad de revisar los resultados de calidad, discutir las no conformidades detectadas y definir pequeños ajustes de mejora. Estas reuniones no deben extenderse más de 15 minutos y servirán como un espacio para dar voz a los operarios, quienes son los primeros en detectar desviaciones.

En segundo lugar, se plantea la implementación de tableros visuales en planta, donde se expongan indicadores simples como porcentaje de defectos por semana, cumplimiento de especificaciones de ficha técnica, tiempos de parada por ajustes o rechazos de lotes. Estos tableros fomentan la transparencia de la información y permiten que los equipos se apropien de los resultados.

En tercer lugar, se propone que cada mejora validada en planta sea documentada y estandarizada dentro de las fichas técnicas y procedimientos internos. De esta manera, se asegura que las buenas prácticas no se pierdan con el tiempo ni dependan exclusivamente del conocimiento de un operario específico, sino que se integren al sistema de gestión de calidad.

La aplicación del Kaizen en Dosmil50 no solo permitirá atacar los problemas actuales de impresión desplazada y desteñido de color, sino que además generará un entorno de trabajo donde la calidad se perciba como una responsabilidad compartida. A través de estas prácticas, la empresa podrá anticipar fallas, reducir desperdicios y fortalecer su competitividad en un mercado que valora la consistencia y confiabilidad de los empaques compostables. A continuación, se muestra un ejemplo de cómo se vería un diagrama infográfico de Kaizen o mejora continua.

*Ilustración 5*

*Implementación de Kaizen en Dosmil50*

<b>Kaizen en Dosmil50</b>		
<b>Bloque 1</b>	<b>Bloque 2</b>	<b>Bloque 3</b>
<b>Reuniones cortas de retroalimentación</b>	<b>Tableros visuales</b>	<b>Documentación y estandarización</b>
15 minutos por turno para revisar no conformidades y proponer mejoras.	Indicadores visibles en planta: % defectos, lotes rechazados, cumplimiento de fichas técnicas.	Mejoras validadas se incorporan en fichas técnicas y procedimientos.
<b>Resultados</b>		
mejor comunicación y detección temprana de fallas.	transparencia y apropiación de la calidad.	reducción de variabilidad y prácticas compartidas.

Este servirá como herramienta práctica una vez que se inicie la fase de implementación, colocándose en un espacio visible de la planta para que cada turno pueda actualizar los datos y dar seguimiento al progreso.

Esto asegura que las mejoras implementadas no solo se mantengan, sino que evolucionen en el tiempo.

## **5.6 DASHBOARD DE CONTROL**

Una vez implementadas las acciones de mejora, se requiere un sistema que permita monitorear los resultados en tiempo real y facilitar la toma de decisiones. Para ello se propone la implementación de un Dashboard de Control, herramienta que reúne en un solo panel los indicadores más relevantes de calidad, producción y desempeño de la planta.

El objetivo principal del Dashboard es proporcionar información clara, precisa y visual, que permita a los supervisores y al departamento de calidad dar seguimiento al cumplimiento de los objetivos definidos. Además, este sistema fomenta la transparencia y la comunicación entre áreas, al ser accesible tanto para gerencia como para operarios.

Indicadores clave para visualizar la información de manera efectiva para todos en planta:

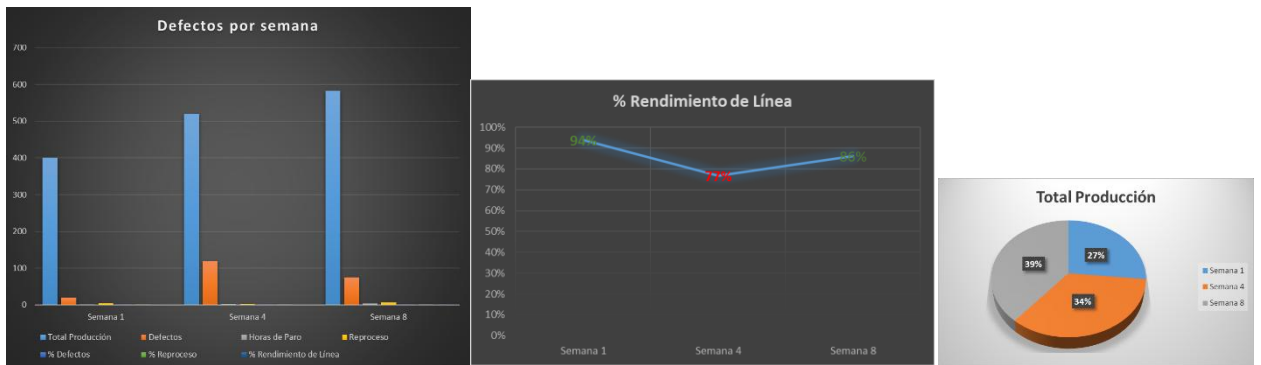
- a) Porcentaje de defectos por tipo (impresión desplazada, desteñido, corte irregular, etc.).
- b) Tiempo de paro de máquina por ajustes de calidad (en horas por semana).
- c) Rendimiento de la línea (lotes aprobados vs. rechazados).
- d) Tasa de reproceso (unidades reprocesadas sobre total de producción).

Estos indicadores serán actualizados de manera semanal por el departamento de calidad, y se mostrarán en un tablero visual ubicado en planta, así como en un archivo digital en línea (Excel o exportarlo a Power BI) accesible para el equipo administrativo.

Figura 19

Dashboard semanal Dosmil50 de rendimiento

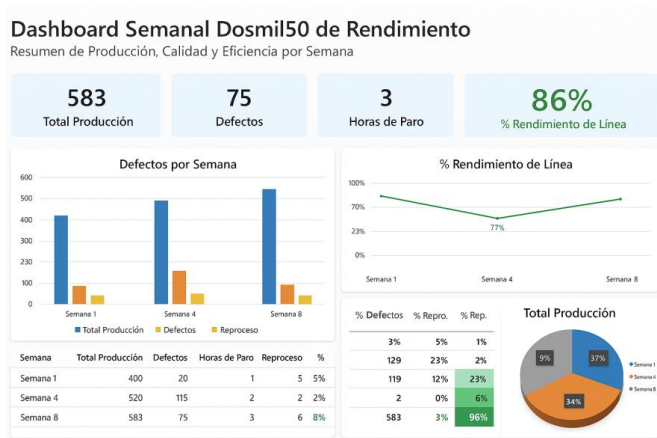
Semana	Total Producción	Defectos	Horas de Paro	Reproceso	% Defectos	% Reproceso	% Rendimiento de Línea
Semana 1	400	20	1	5	5%	1%	94%
Semana 4	520	119	2	2	23%	0%	77%
Semana 8	583	75	3	6	13%	1%	86%



En la figura 19, se muestran resultados obtenidos en las semanas 1,4 y 8 para testear la implementación de esta herramienta visual, todos los datos, tablas, formulas y gráficos son editables, esto para que se pueda ver la información a conveniencia del departamento.

Ilustración 6

Datos en Power BI



En la ilustración 6 se pueden observar los mismos datos, pero visualmente desde el programa Power BI, una manera más grafica de ver los datos semanales de la línea.

## 5.7 DIAGRAMA DE GANTT

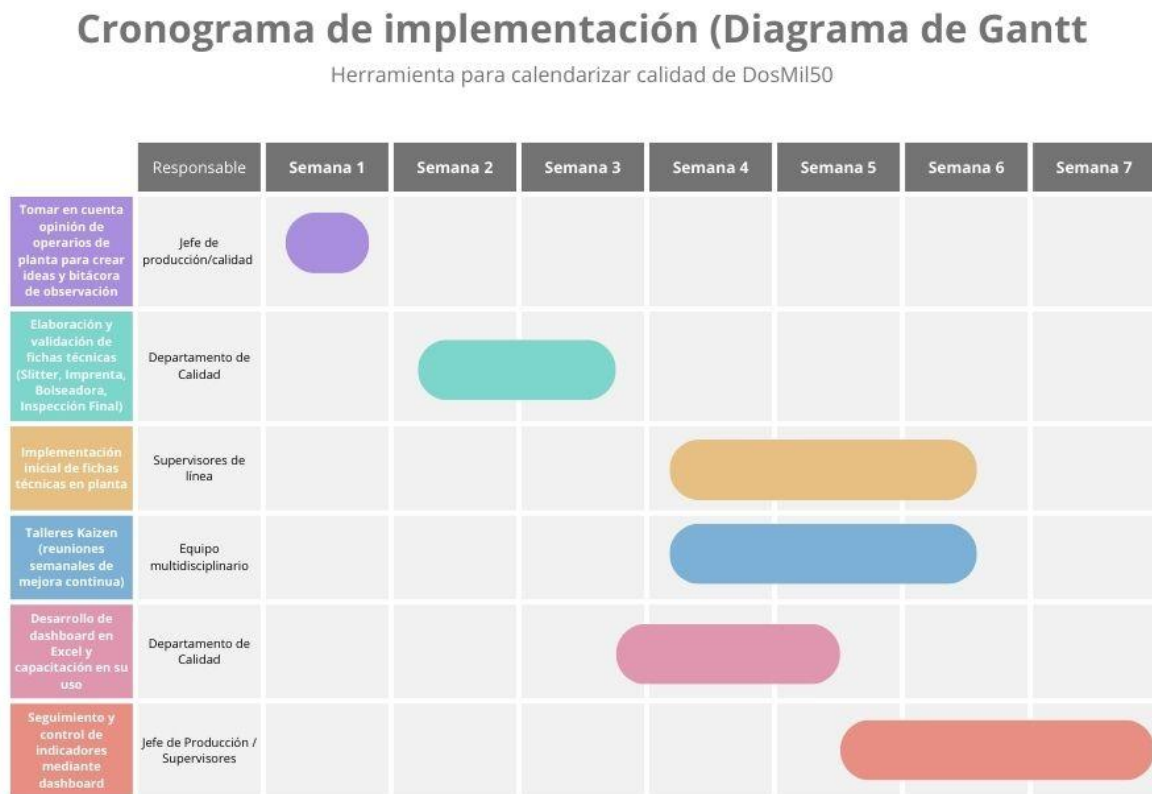
Constituye la hoja de ruta para ejecutar las mejoras propuestas en el sistema de gestión de calidad. Este plan establece las actividades a desarrollar, los responsables asignados y el tiempo estimado para su cumplimiento. Para organizar y dar seguimiento a la implementación, se elaboró un cronograma en formato de diagrama de Gantt que permite visualizar de manera clara las fases del proyecto.

El horizonte temporal de implementación se definió en 7 semanas, lo que corresponde aproximadamente a 35 días hábiles distribuidas en cuatro grandes bloques:

- a) Reunión (bitácora de observación) y lluvia de ideas.
- b) Aplicación de fichas técnicas y controles de calidad.
- c) Ejecución del plan Kaizen (mejora continua).
- d) Implementación del Dashboard de control y seguimiento.

*Ilustración 7*

*Diagrama de Gantt Dosmil50*



El cronograma planteado en la ilustración 6 permite estructurar la ejecución de las mejoras de forma ordenada, asegurando que cada actividad tenga un responsable definido y un tiempo específico de cumplimiento. De esta manera, se garantiza que la opinión, la estandarización mediante fichas técnicas, la implementación de controles y la incorporación de herramientas como el Kaizen y el dashboard se realicen de manera progresiva y sostenible en el tiempo.

## 5.8 ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO

En el caso de la empresa Dosmil50, la implementación de las herramientas propuestas (fichas técnicas, plan de acción, Kaizen y dashboard) no requiere de una inversión significativa en infraestructura o maquinaria, ya que la mayor parte del trabajo ha sido desarrollado como parte del presente proyecto. Los costos se limitan a aspectos administrativos, como la impresión de formatos, la capacitación básica del personal y el tiempo de dedicación en reuniones de mejora.

Tabla 27

*Costos de implementar*

<b>Costos Estimados (Valores ficticios en colones)</b>	
Tipo	Monto
Impresión y estandarización de fichas técnicas	€60,000
Reuniones de capacitación y talleres internos	€200,000
Pruebas del dashboard físico en planta	€100,000
<b>Total inversión aproximada</b>	<b>€360,000</b>

La Tabla 27 muestra los costos estimados de implementación del sistema de gestión de calidad. Los valores son ficticios y fueron construidos a partir de supuestos derivados de la operación real de Dosmil50, considerando rubros administrativos y de capacitación.

Tabla 28

*Beneficios anuales*

<b>Beneficios proyectados (valores ficticios en CRC anuales)</b>	
Tipo	Monto
Reducción de reprocesos	¢4,800,000
Ahorro en desperdicio de material	¢3,200,000
Disminución de horas de paro	¢1,600,000
<b>Total ahorro anual estimado</b>	<b>¢9,600,000</b>

La tabla 28 muestra los beneficios anuales proyectados tras la implementación de mejoras en calidad. Los beneficios se calcularon en función de la reducción de reprocesos, ahorro en desperdicio de material compostable y disminución de horas de paro. Los valores son ficticios, basados en aproximaciones a los registros reales de la empresa

Tabla 29

*Tabla comparativa balance neto*

Concepto	Monto (¢)
<b>Inversión inicial total</b>	¢360,000
<b>Beneficios proyectados anuales</b>	¢9,600,000
<b>Balance neto (beneficio – inversión)</b>	¢9,240,000

La tabla 29 muestra el balance comparativo de inversión inicial y beneficios anuales esperados. Se observa que el beneficio neto anual proyectado supera ampliamente la inversión inicial. Los valores son ficticios y se emplean únicamente para ilustrar el análisis costo–beneficio.

Los resultados de las tablas anteriores evidencian que la inversión requerida es mínima frente a los beneficios obtenidos.

Tabla 30

Tabla ROI

Concepto	Cálculo	Resultado
ROI (Retorno sobre la Inversión)	$(9,600,000 - 360,000) / 360,000 \times 100$	2,567%
	(Total ahorro anual estimado - Total inversión aprox) / Total inversión aprox X 100%	

El ROI tabla 30 del proyecto alcanza un 2,567%, lo que confirma que la propuesta es altamente rentable y sostenible. Además de la reducción de costos directos por reprocesos y desperdicios, la empresa se beneficia indirectamente al mejorar su eficiencia operativa, la satisfacción de sus clientes y su posicionamiento como referente en empaques compostables bajo un enfoque de sostenibilidad.

Los montos de inversión y ahorro presentados en este análisis corresponden a valores ficticios contruidos a partir de la conversión y aproximación de la información real brindada por la empresa. Para los costos de implementación se asumieron rubros asociados a impresión de formatos, capacitaciones y pruebas de herramientas digitales, mientras que los beneficios se calcularon considerando la reducción de reprocesos (estimando un 5% de disminución de defectos), el ahorro en desperdicio de material compostable (equivalente a la merma registrada en un mes de operación) y la reducción de horas de paro por ajustes de maquinaria.

Estos supuestos permiten proyectar un escenario realista sin comprometer información confidencial de Dosmil50.

## 5.9 CONTROL Y SOSTENIBILIDAD

Una vez implementadas las mejoras, es indispensable asegurar su permanencia en el tiempo. Para ello, el control se convierte en un elemento clave, ya que permite verificar periódicamente si las acciones ejecutadas cumplen con los objetivos establecidos y si los resultados se mantienen.

En el caso de Dosmil50, el control se apoyará principalmente en el uso del dashboard de indicadores, que permitirá dar seguimiento semanal al nivel de defectos, horas de paro y cumplimiento de producción. Estos datos serán revisados por el departamento de calidad en conjunto con producción, de manera que cualquier desviación sea detectada y corregida oportunamente.

Por otro lado, la sostenibilidad de las mejoras dependerá de la disciplina con que se mantengan prácticas como la actualización de fichas técnicas, la ejecución de capacitaciones periódicas y la aplicación de la filosofía Kaizen para impulsar pequeños cambios continuos. De esta forma, no solo se asegura la reducción de defectos actuales, sino que se establece una cultura organizacional orientada a la calidad y la mejora continua.

Además, la propuesta tiene un impacto ambiental medible: al disminuir defectos y desperdicios, se estima que podrían evitarse alrededor de 72 kilogramos de material compostable al año, lo que equivale a sustituir la misma cantidad de plástico convencional. Este ahorro contribuye a evitar la generación aproximada de 180 kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalente, fortaleciendo el compromiso de Dosmil50 con los principios de la economía circular y con la Ley 8839 para la Gestión Integral de Residuos en Costa Rica.

*Tabla 31*

*Indicador de sostenibilidad de la propuesta*

Indicador	Valor estimado anual
Material compostable ahorrado	72 kg
Plástico convencional sustituido	72 kg
Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas (aprox.)	180 kg CO <sub>2</sub> eq.

*Fuente: Elaboración propia con base en información de Dosmil50 (2025).*

Los valores de la tabla 31 son ficticios y fueron calculados en base a una reducción de un 5% de defectos en la producción mensual de 4,000 bolsas compostables, Sin embargo,

estos resultados pueden variar según el avance en reducción de defectos que la empresa obtenga a largo plazo.

**CAPÍTULO VI**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

En relación con el objetivo general de optimizar el sistema de gestión de la calidad en la nueva planta de producción de Dosmil50, así como con los objetivos específicos orientados a la definición de requisitos, medición del desempeño, análisis de causas y propuesta de mejoras, se lograron resultados que evidencian avances significativos en la calidad, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- I. El estudio permitió identificar que los principales defectos en la producción de bolsas compostables en Dosmil50 se relacionan con problemas de impresión y desplazamiento, los cuales representan más del 50% de las no conformidades.
- II. Las causas raíz detectadas están ligadas principalmente a tres categorías críticas: medición, método y mano de obra, lo que evidencia la necesidad de reforzar la capacitación, los controles técnicos y la estandarización de procesos.
- III. La aplicación de herramientas como el diagrama de Pareto, el Ishikawa y los 5 porqués permitió un diagnóstico claro y fundamentado de la situación actual.
- IV. Las propuestas planteadas, entre ellas el uso de fichas técnicas, la implementación del Kaizen, la capacitación del personal y el dashboard de control, representan soluciones prácticas, aplicables y de bajo costo que fortalecen el sistema de gestión de calidad.
- V. El análisis costo–beneficio demostró que la inversión requerida es mínima en comparación con los beneficios obtenidos, lo que confirma la viabilidad económica de la propuesta.
- VI. El plan de acción y el cronograma garantizan una implementación ordenada y sostenible, mientras que las herramientas de control permiten asegurar la continuidad de las mejoras a futuro.

Estos resultados fortalecen no solo la cultura organizacional de mejora continua, sino también la competitividad de la empresa en el sector de empaques compostables, incrementando la satisfacción del cliente y alineando sus operaciones con los principios de sostenibilidad ambiental.

Con la aplicación de las propuestas, se proyecta una reducción del 15% en los desperdicios, una disminución del 20% en reprocesos y un incremento del 10% en la satisfacción del cliente en los primeros 6 meses.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

Con base en los resultados obtenidos, se sugieren las siguientes recomendaciones para asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas:

### **Corto Plazo (0-3 meses aproximadamente):**

- I. Capacitación continua: Mantener programas periódicos de formación para el personal operativo y de calidad, con énfasis en el uso de máquinas, criterios de inspección y estandarización de procesos.
- II. Actualización de fichas técnicas: Revisar y actualizar las fichas de cada proceso de manera trimestral, incorporando observaciones del personal y lecciones aprendidas.
- III. Seguimiento con dashboard: Utilizar el tablero de indicadores de manera semanal, revisándolo en conjunto entre calidad y producción para corregir desviaciones a tiempo.
- IV. Fortalecer la comunicación interna: Implementar reuniones cortas al inicio y cierre de cada turno para alinear a los operarios y garantizar la correcta transmisión de información.

### **Mediano Plazo (3-6 meses aproximadamente):**

- V. Ampliar el enfoque Kaizen: Promover iniciativas de mejora continua en otras áreas de la planta, de modo que la cultura de calidad trascienda más allá del proceso de bolsas compostables.

### **Largo plazo (6 meses-1 año aproximadamente):**

- VI. Evaluar nuevas tecnologías a futuro: Aunque las soluciones actuales son de bajo costo, se recomienda que en el mediano plazo la empresa valore

inversiones en software de gestión de calidad o sensores de monitoreo, para reforzar aún más la trazabilidad del proceso.

En síntesis, el proyecto demostró que la mejora del sistema de gestión de calidad en Dosmil50 es factible y sostenible mediante herramientas de bajo costo, capacitación del personal y fortalecimiento de la cultura organizacional. Se recomienda a la empresa mantener el compromiso con la mejora continua, lo cual permitirá consolidar su liderazgo en empaques compostables en Costa Rica, incrementar su competitividad en nuevos mercados y reafirmar su papel en la transición hacia modelos productivos sostenibles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, G. (2024). Economía circular en Costa Rica: Avances y retos hacia el 2030 - Academia de Centroamérica. *Artículo Científico*.  
<https://www.academiaca.or.cr/opinion/economia-circular-en-costa-rica-avances-y-retos-hacia-el-2030/>
- Alonso, M. (2024, junio 25). *Gestión de calidad: Qué es, y cómo implantarlo [2024]* • Asana. Asana. <https://asana.com/es/resources/quality-management>
- Análisis de costo-beneficio. (2024). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis\\_de\\_costo-beneficio?utm\\_source=chatgpt.com](https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_de_costo-beneficio?utm_source=chatgpt.com)
- Carrillo-Landazabal, M. S., Vargas-Ortiz, Ms. L. E., Severiche-Sierra, D. C. A., Peralta-Ordosgoitia, I. J. T., & Vélez, I. V. P. O. (2022). Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial - sector metalmecánico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), Article 2.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i2.2081](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2081)
- Castle, K. (2024). *Cost-benefit analysis: A practical guide to decision-making* [PDF].  
[https://www.researchgate.net/publication/392145551\\_Cost-benefit\\_analysis\\_a\\_practical\\_guide\\_for\\_decision-making](https://www.researchgate.net/publication/392145551_Cost-benefit_analysis_a_practical_guide_for_decision-making)
- Castro, E. (2019). *MEJORA DEL PLAN DE INSPECCIONES DE MATERIA PRIMA ENTRANTE, EN LA EMPRESA CARDINAL HEALTH CMS COSTA RICA* [Tesina, Universidad Hispanoamericana de Costa Rica]. <https://dspace-uh-tmp.igniteonline.la/home>
- Céspedes, E. (2024). *OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y MEJORA DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN PANADERÍAS DELICIAS DEL PAN, APLICANDO EL MÉTODO DMAIC DURANTE EL SEGUNDO*

CUATRIMESTRE DEL 2024 [Tesis, Universidad Hispanoamericana de Costa Rica].

<https://dspace-uh-tmp.igniteonline.la/home>

CILED. (2023). Design Thinking: “Lluvia de ideas”. *Desarrollo Profesional*.

[https://ciled.udd.cl/recursos\\_ciled/design-thinking-lluvia-de-ideas/](https://ciled.udd.cl/recursos_ciled/design-thinking-lluvia-de-ideas/)

Dufresne, R. J., & Kauffman, J. M. (2021). *Principios de eficiencia en la gestión de operaciones*. Editorial Routledge.

Estefanía, S.-J. (2022). Importancia de la sostenibilidad ambiental y sus pilares en el siglo XXI desde un enfoque ecológico. *Green World Journal*, 5(2), 025–025.

<https://doi.org/10.53313/gwj52025>

Evan, J., Leggat, S., & Samson, D. (2022). *A practical framework for achieving value creation and capture in healthcare through process improvement*. *Journal of Health Organization and Management*. <https://www.emerald.com/jhom/article-abstract/36/5/561/217486/A-practical-framework-for-achieving-value-creation?redirectedFrom=fulltext>

Global Standards. (2023). *El diagrama SIPOC, por sus siglas en inglés, es una herramienta para tener...* | *Global Standards* [Social business media]. LinkedIn.

[https://es.linkedin.com/posts/globalstd\\_el-diagrama-sipoc-por-sus-siglas-en-ingl%C3%A9s-activity-7105240735150460928-RN6g](https://es.linkedin.com/posts/globalstd_el-diagrama-sipoc-por-sus-siglas-en-ingl%C3%A9s-activity-7105240735150460928-RN6g)

González, R. G., León, S. J., Ramírez, I. G., & Pérez, J. E. C. G. (2021). DMAIC – SIX SIGMA: DMAIC Six Sigma. *Revista RELAYN- Micro y Pequeña empresa en Latinoamérica*, 5(3), Article 3. <https://doi.org/10.46990/relayn.2021.5.3.174>

Horner, H. (2025, enero 14). *Key Engineering Trends to Watch in 2025 and Beyond*. *Engineering Institute of Technology*. <https://www.eit.edu.au/key-engineering-trends-to-watch-in-2025-and-beyond/>

Imai, M. (2020). *Kaizen: The key to Japan's competitive success: Vol. 2nd Edition*.

Ingeniería industrial. (2025). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.

[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ingenier%C3%ADa\\_industrial&oldid=166033872](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ingenier%C3%ADa_industrial&oldid=166033872)

International Organization for Standardization. (2015). *Quality management systems: Requirements ISO*. Feb 2015.

Jay Heizer, Barry Render, & Chuck Munson. (2020). *Operations management (13th ed.)* (Pearson).

Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (2020). *Juran's quality handbook: The complete guide to performance excellence (7th ed.)*. McGraw-Hill Education.: Vol. 7th ed.

León, R., & Ferreiro, O. (2024, marzo 6). ¿Cómo integrar la sostenibilidad en los sistemas de gestión de calidad? *Clase Ejecutiva UC*.

<https://www.claseejecutiva.com.ec/blog/articulos/sostenibilidad-gestion-de-calidad-excelencia/>

*Ley para la Gestión Integral de Residuos, de 24 de Junio de 2010*. (s/f). vLex. Recuperado el 7 de septiembre de 2025, de <https://vlex.co.cr/vid/ley-integral-residuos-484961126>

LIBUY, R. C. (2021, de abril de). Lean Tools (herramientas lean). *Herramientas Lean*. <https://www.herramientaslean.com/diagrama-%20pareto/>

Lucidchart. (2025, mayo 12). *¿Qué es un diagrama de flujo?* Lucid Software Inc. <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo>

MacNeil, C. (2024, febrero 23). *¿Qué es un diagrama SIPOC? 7 pasos para trazar y comprender los procesos de negocios*. Asana.com.

<https://asana.com/es/resources/sipoc-diagram>

Međedović, E., Spalldi, B. L., Nevačinović, E., Rama, A., Kurtović, A., & Cerovac, A. (2022). SIPOC method of optimizing the clinical process in obstetrics. *Srpski*

*medicinski časopis Lekarske komore*, 3(3), 354–361. <https://doi.org/10.5937/smcl3-38976>

Meneses-Mejía, O., De la Hoz-Toscano, M., & Pacheco-Molina, A. (2023). Gestión de la calidad en los Centros de Desarrollo Tecnológicos (CDT): Revisión sistemática. *Desarrollo Gerencial*, 15(2), 1–24. Fuente Académica Plus. <https://doi.org/10.17081/dege.15.2.6665>

Montgomery, D. C. (2019). *Introduction to statistical quality control* (Wiley).

Muñoz, C. M., & Peña, A. M. (2022). *DISEÑAR UNA HERRAMIENTA DE AUDITORÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADOS EN LOS REQUISITOS TÉCNICOS CONTEMPLADOS EN LAS NORMAS ISO-9001:2015 Y BPM (BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA) PARA LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA Y COSMÉTICA*. 18.

Murrell, M., Mora, A., & Gomez, A. (2022). Factores determinantes del crecimiento empresarial en MIPYMES afectadas por el COVID-19. *Revista Tecnología en Marcha*, Vol 35, Pág. 236-246. <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6050>

NG, J. (2025, de enero). Modelo DMAIC: su guía para el éxito de Six Sigma [Educativo]. *AhaSlides*.

Palma, V. T. (2020, mayo 4). Construcción de una ficha técnica para las practicas artísticas contemporáneas – Revista 925 Artes y Diseño. *Revista .925 artes y diseños*. <https://revista925taxco.fad.unam.mx/index.php/2020/05/04/construccion-de-una-ficha-tecnica-para-las-practicas-artisticas-contemporaneas/>

Peraza, R. S., & Acosta, A. M. (2023). COMPONENTES DE LA VARIABLE LIDERAZGO EN EL DESEMPEÑO DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD. *Revista Ingeniería Industrial*, 22, 17–17.

- Pérez-Domínguez, L. A., Pérez-Blanco, J. J., García-Villalba, L. A., & Gómez-Zepeda, P. I. (2020). Aplicación de metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad. *Mundo FESC*, 10(19), 58. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.508>
- Perseo. (2019). *Metodología DMAIC*. Colsultoria Procesos. <https://www.consultoriaprosesos.com/metodologia-dmaic/>
- SafetyCulture. (2024). *Diagrama de Ishikawa*. [https://safetyculture.com/es/temas/diagrama-ishikawa/?utm\\_source=chatgpt.com](https://safetyculture.com/es/temas/diagrama-ishikawa/?utm_source=chatgpt.com)
- Segura, R., C. (2021). Repositorio Institucional Sapiencia. 2021, 63.
- Smartdrawn. (2022). *Símbolos de diagramas de flujo*. Símbolos de diagramas de flujo. <https://www.smartdraw.com/flowchart/simbolos-de-diagramas-de-flujo.htm>
- Souza, I. de. (2019, julio). Diagrama de Pareto: Definición, elementos básicos y objetivos. *Rock Content - ES*. <https://rockcontent.com/es/blog/diagrama-de-pareto/>

# ANEXOS

## 1. Fotografias de las maquinas nuevas de DosMil50

-Extrusora



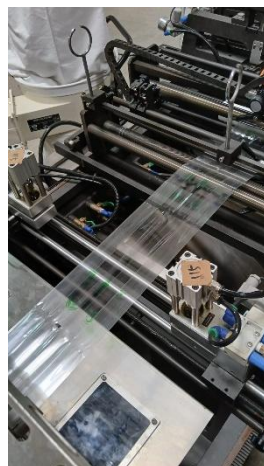
-Slitter



-Bolsadora



-Imprenta



-Resinas



2. Datos semanales (35 semanas)

Semana	Total Producción	Defectos	Horas de Paq	Reproceso	% Defectos	Atorno	Requisitos de
Semana 1	406	20	3	5	5%	1%	94%
Semana 2	605	30	2	5	5%	1%	94%
Semana 3	950	200	1	3	21%	0%	79%
Semana 4	530	119	2	2	23%	0%	77%
Semana 5	804	262	4	5	33%	1%	67%
Semana 6	479	262	5	3	55%	1%	45%
Semana 7	942	224	1	1	24%	0%	76%
Semana 8	868	75	3	6	13%	1%	86%
Semana 9	925	103	1	2	11%	0%	88%
Semana 10	513	166	1	1	32%	0%	67%
Semana 11	90	38	2	2	42%	2%	56%
Semana 12	340	43	2	1	13%	0%	87%
Semana 13	853	208	2	1	24%	0%	75%
Semana 14	696	173	0	1	26%	0%	73%
Semana 15	722	221	2	1	31%	0%	69%
Semana 16	583	75	2	0	13%	0%	87%
Semana 17	694	115	0	0	17%	0%	83%
Semana 18	841	102	2	0	12%	0%	88%
Semana 19	952	124	2	1	13%	0%	87%
Semana 20	741	205	2	1	28%	0%	72%
Semana 21	646	70	0	1	11%	0%	89%
Semana 22	989	72	0	1	7%	0%	93%
Semana 23	885	76	2	2	9%	0%	92%
Semana 24	1384	78	2	2	6%	0%	96%
Semana 25	670	187	2	2	28%	0%	72%
Semana 26	342	286	2	3	84%	1%	15%
Semana 27	768	367	2	3	47%	0%	53%
Semana 28	2020	367	2	3	18%	0%	82%
Semana 29	503	268	2	3	53%	1%	46%
Semana 30	605	140	2	4	23%	1%	76%
Semana 31	423	249	2	4	59%	1%	40%
Semana 32	583	75	2	4	13%	1%	86%
Semana 33	954	89	2	5	9%	1%	90%
Semana 34	694	202	1	5	29%	1%	70%
TOTAL	23487	5291	65.15757576	82.89090909			

### 3. Datos de control de defectos (Reclamos)

F-G-04 Reclamo Spoon bolsas camiseta .xlsx

83 % de almacenamiento usado

DOCUMENTACIÓN DE QUEJA	
PARA EL CLIENTE:	
Cliente (nombre y contacto)	Fabrica del Sabor, Spoon
Fecha de reclamo	13 agosto 2025
Producto	Bolsa SPOON camiseta HB
Lote de producto	211.25
Fecha de vencimiento del producto	****
Cantidad de producto entregado:	
Cantidad de producto defectuoso:	15.5 kg
Descripción de la no conformidad: (defectos físicos, impresión, medidas...)	Nos reportan los Locales bolsa SPOON camiseta con un olor muy fuerte, no es característico al producto, se procede a revisar 15.5 kilos que tenemos en bodega y efectivamente presenta un tono amarillento y un olor muy fuerte, se le indica a los locales que realicen la devolución del inventario con esa desviación.

**Detalle de la no conformidad (NC):**

Descripción del hallazgo:	Nos reportan los Locales bolsa SPOON camiseta con un olor muy fuerte, no es característico al producto, se procede a revisar 15.5 kilos que tenemos en bodega y efectivamente presenta un tono amarillento y un olor muy fuerte, se le indica a los locales que realicen la devolución del inventario con esa desviación.
---------------------------	---

### 5. Datos de producción

AutoSave OFF DATOS PRODUCCION DOSMIL50.xlsx - Protected... - Saved to this PC

PROTECTED VIEW Be careful—files from the Internet can contain viruses. Unless you need to edit, it's safer to stay in Protected View. Enable Editing

Fecha	LOT	Proce	Equip	SK	Producto	Entrada (kg)	Salida (kg)	Torguall	Desperdicio (m-h)	Treal (h)	Conform	No conform	Horas m	Horas p	Moraje (h)	Producción (h)	T.Monto (h)	plm	m/m	kg
02/04/2025	002	10	Stem1	BC-AB-010	Calé (Krat 315 x 160 mc)	1500	1500	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	001	09:25	40	C01	CS05	CS05 (PLA 15 x 7.2 x 30 x 40 mc)	400	165	0	135	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	001	10	Stem1	PL2	PL2 (PLA 15 x 20 x 20 mc)	1600	1604	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	002	30	Impresora1	BC-AB-010	Calé (Krat 315 x 160 mc) (1-50 B)	1500	1524	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	004	10	Stem1	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	1700	1700	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	005	10	Stem1	CS07	CS07 (PLA 60 x 40 mc)	1700	1700	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	004	10	Stem1	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	1555	1555	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	005	10	Stem1	CS07	CS07 (PLA 60 x 40 mc)	1555	1555	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	007	10	Impresora1	CS07-20	CS07 (PLA 60 x 40 mc) (1-20 B)	1547	1511.83	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	008	10	Impresora1	B	Campana (Ext 30 x 20 mc)	540	540	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	006	40	C02	B	Campana (EXT 20 x 20 x 20 mc)	2500	2500	0	0	0	21	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	004	10	Stem1	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	2500	2500	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	005	10	Stem1	CS07	CS07 (PLA 60 x 40 mc)	2555	2555	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	004	10	Impresora1	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc) (1-30)	1205	1213.34	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	004	10:4	40	C01	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	1000	1000	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	004	10	Stem1	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	2500	2500	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	005	10	Stem1	CS07	CS07 (PLA 60 x 40 mc)	2500	2500	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	004	10	Stem1	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	1500	1500	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	007	10:4	25	40	C01	CS07-20	CS07 (PLA 60 x 40 mc) (1-20 B)	1074.26	1000	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	007	10:4	25	40	C01	CS07-20	CS07 (PLA 60 x 40 mc) (1-20 B)	1074.26	1000	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	007	10:4	25	40	C01	CS07-20	CS07 (PLA 60 x 40 mc) (1-20 B)	1074.26	1000	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	008	10	Impresora1	CS07-30	CS07 (PLA 60 x 40 mc) (1-30 B)	1500	1477.53	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	004	10:25	40	C01	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	1500	1500	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	003	10	Impresora1	PL2	PL2 (PLA 20 x 20 mc) (1-30 B)	1600	1630.67	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	004	10:25	40	C01	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	1500	1500	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	009	10	Impresora1	CS07	CS07 (PLA 60 x 40 mc) (1-40 B)	1700	1700	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	004	10:25	40	C01	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	1478.73	1431.7	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	002	10:25	40	C01	PL2	PL2 (PLA 20 x 20 x 20 mc)	1913.35	1913.35	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	010	10	Stem1	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	1700	1717.52	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	011	10	Stem1	CS07	CS07 (PLA 60 x 40 mc)	1700	1700	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	012	10	Stem1	CS07	CS07 (PLA 60 x 40 mc)	1700	1700	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	013	10	Stem1	CS07	CS07 (PLA 60 x 40 mc)	1700	1700	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	008	10:25	40	C01	CS07-30	CS07 (PLA 60 x 40 mc) (1-30 B)	1507.78	1454	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	009	10:25	40	C01	CS07-40	CS07 (PLA 60 x 40 mc) (1-40 B)	1488.83	1488.8	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	001	10	Impresora1	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc) (1-50)	1300	1312.85	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	002	10	Impresora1	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	1700	1700	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	003	10	Stem1	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	1700	1700	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	004	10	Stem1	CS07	CS07 (PLA 60 x 40 mc)	1700	1700	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	005	10	Stem1	CS07	CS07 (PLA 60 x 40 mc)	1700	1700	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	006	10	Stem1	CS07	CS07 (PLA 60 x 40 mc)	1700	1700	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	007	10:25	40	C01	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	1403.02	1403	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	008	10	Impresora1	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc) (1-50)	1700	1703.85	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	009	10:25	40	C01	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	1302.54	1288.4	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	010	10:25	40	C01	CS05	CS05 (PLA 15 x 40 mc)	1000	1004	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	016	10	Impresora1	HER90	HER90 (EXT 20 x 50 x 56 mc)	100	38.55	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	017	10	Impresora1	HER90	HER90 (EXT 20 x 50 x 56 mc) (1-50)	100	100	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	018	10	Impresora1	HER90	HER90 (EXT 20 x 50 x 56 mc)	100	100	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	019	10	Impresora1	HER90	HER90 (EXT 20 x 50 x 56 mc)	100	100	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	020	10	Impresora1	HER90	HER90 (EXT 20 x 50 x 56 mc)	100	100	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	021	10	Impresora1	HER90	HER90 (EXT 20 x 50 x 56 mc)	100	100	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	022	10	Impresora1	HER90	HER90 (EXT 20 x 50 x 56 mc)	100	100	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	023	10	Impresora1	HER90	HER90 (EXT 20 x 50 x 56 mc)	100	100	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	024	10	Impresora1	HER90	HER90 (EXT 20 x 50 x 56 mc)	100	100	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	025	10	Impresora1	HER90	HER90 (EXT 20 x 50 x 56 mc)	100	100	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	026	10	Stem1	SP10	SP10 (PA-PE 60 x 70 mc)	3000	3000	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	027	10	Impresora1	SPOON	SPOON (EXT 20 x 50 x 56 mc)	100	100	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	028	10	Impresora1	SP10	SP10 (PA-PE 60 x 70 mc) (2-44)	3000	2703.8	0	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			
02/04/2025	029	10:25	40	C01	CS05	CS05 (PLA 15 x 7.2 x 30 x 40 mc)	1506.77	1496	0	0	0	0	00:00	00:00	0	0	0			

Fecha	OP	LOTE	Equipo	Producto	No conformes	Conformes	Rechazadas
10/04/2025	004	100.25	CO1	CSG5 ( PLA 13 x 7.2 x 30 x 40 mic )	658		
14/04/2025	007	104.25	CO1	CSG7-20 ( PLA 21 x 8 x 20 x 40 mic )	718		
21/04/2025	007	104.25	CO1	CSG7-20 ( PLA 21 x 8 x 20 x 40 mic )	1100		
22/04/2025	004	112.25	CO1	CSG5 ( PLA 13 x 7.2 x 30 x 40 mic )	1222		
23/04/2025	004	112.25	CO1	CSG5 ( PLA 13 x 7.2 x 30 x 40 mic )	251		
24/04/2025	004	112.25	CO1	CSG5 ( PLA 13 x 7.2 x 30 x 40 mic )	0	236	
24/04/2025	004	112.25	CO1	CSG5 ( PLA 13 x 7.2 x 30 x 40 mic )	0	525	
25/04/2025	004	115.25	CO1	CSG5 ( PLA 13 x 7.2 x 30 x 40 mic )	3200		
28/04/2025	003	119.25	CO1	PL2 ( PLA 12 x 30 x 25 mic )	300		
30/04/2025	008	120.25	CO1	CSG7-30 ( PLA 21 x 8 x 30 x 40 mic )	880		
02/05/2025	009	122.25	CO1	CSG7-40 ( PLA 21 x 8 x 40 x 40 mic )	249		
06/05/2025	009	122.25	CO1	CSG7-40 ( PLA 21 x 8 x 40 x 40 mic )	0	149	100
06/05/2025	008	120.25	CO1	CSG7-30 ( PLA 21 x 8 x 30 x 40 mic )		413	
07/05/2025	010	127.25	CO1	CSG5 ( PLA 13 x 7.2 x 30 x 40 mic )	160		
08/05/2025	010	128.25	CO1	CSG5 ( PLA 13 x 7.2 x 30 x 40 mic )	698		
09/05/2025	010	128.25	CO1	CSG5 ( PLA 13 x 7.2 x 30 x 40 mic )	280		
12/05/2025	014	132.25	CO2	HB50 ( EXT 28+15+15 x 50 x 66 mic )	23		
15/05/2025	014	135.25	CO2	HB50 ( EXT 28+15+15 x 50 x 66 mic )	28.2		
21/05/2025	011	141.25	CO1	CSG7-20 ( PLA 21 x 8 x 20 x 40 mic )	88		
22/05/2025	011	141.25	CO1	CSG7-20 ( PLA 21 x 8 x 20 x 40 mic )	400		
23/05/2025	012	143.25	CO1	CSG7-30 ( PLA 21 x 8 x 30 x 40 mic )	227		
23/05/2025	013	143.25	CO1	CSG7-40 ( PLA 21 x 8 x 40 x 40 mic )	180		
26/05/2025	013	143.25	CO1	CSG7-40 ( PLA 21 x 8 x 40 x 40 mic )	33		
27/05/2025	013	143.25	CO1	CSG7-40 ( PLA 21 x 8 x 40 x 40 mic )	380		
28/05/2025	014	135.25	CO2	HB50 ( EXT 28+15+15 x 50 x 66 mic )	81.99		
29/05/2025	019	149.25	CO1	CSG5 ( PLA 13 x 7.2 x 30 x 40 mic )	700		
03/06/2025	010	128.25	CO1	CSG5 ( PLA 13 x 7.2 x 30 x 40 mic )	0	500	
03/06/2025	004	115.25	CO1	CSG5 ( PLA 13 x 7.2 x 30 x 40 mic )	0	1000	


  

SKU	Impresión cortada	Variación de fuelle
HB50 ( kg )	59.45	70.94
HB38 ( kg )	3.8	15

< >
PRODUCCIONES
NO CONFORMIDADES
+

### 7. Fichas técnicas en uso



**Ficha Técnica**

Departamento: Imprenta

Revisión: 25/10/2024

Página 1 de 1

---

Fecha: 24.02.25      Imprenta: SANVAO

Ciente:      Producto: PL1-IMPRESA

Material a imprimir: PLA      Calibre: 40 MICRAS

Portaplancha: 40      Largo de rep: 18.33      Ancho: 25cm

Tipo de impresión:      Cara: X      Dorso:      Velocidad: 50mm

Temperatura tunel: 40      Temperatura intercolores: 45

Estacion	Color	Pantone	Codigo tinta	Viscosidad	Sticky back	Anilox	Rasqueta
1							
2							
3							
4	Verde	2256C	8374236	22	11856	300BM2	✓
5							
6	Negro	Proceso	837403	22	11856	300BM3	✓
7							
8							

**Observaciones:**

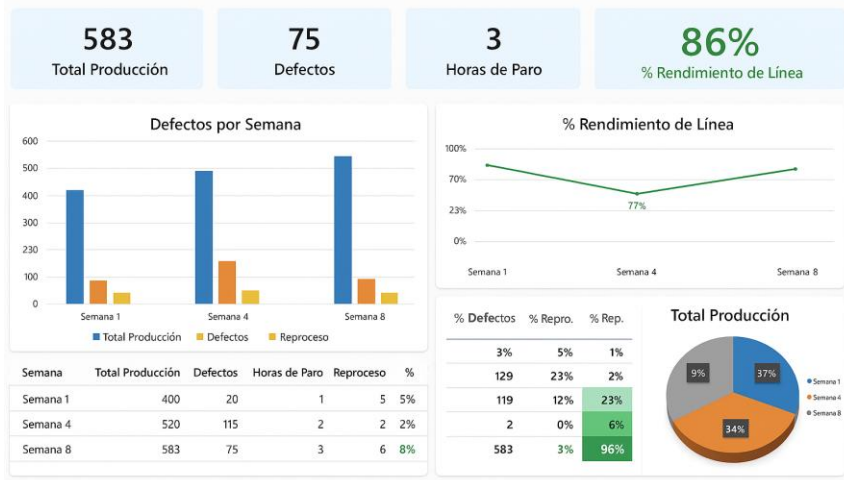
---

Firma VB operador líder: *[Firma]*

### 8. Pantallazo de Power BI para dashboard

## Dashboard Semanal Dosmil50 de Rendimiento

Resumen de Producción, Calidad y Eficiencia por Semana



## 9. Bitacora de Tutorias

### Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	11/2/2025
LUGAR	Microsoft Teams

#### REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESIS O TESIS

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	x									

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
3PM	3:30 p. m.	X

#### TEMAS TRATADOS :

Presentación inicial de la tesis y alcance del proyecto.  
Definición del cronograma de trabajo y fechas clave de entregas parciales.  
Orientación sobre la estructura general del documento (capítulos y apartados principales).

#### ACUERDOS:

Ajustar el plan de trabajo a las recomendaciones del tutor.  
Cumplir con las fechas establecidas en el cronograma.  
Iniciar redacción del Capítulo 1 con enfoque en la justificación y planteamiento del problema.

#### AVANCES

#### LIMITACIONES

PROXIMA SESIÓN : FECHA | 17/2/2025 | HORA | 3pm | LUGAR | teams

Firma Estudiante: Josimar Halli Chaves  
 Firma Tutor: Ana Catalina Leandrino Sanje  
 Fecha: 2025-02-07 19:35:42  
 06/97

**Universidad Hispanoamericana**

SEDE	Heredia
FECHA	7/4/2025
LUGAR	Microsoft Teams

**REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESIS O TESIS**

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	x									

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
8am	9am	x

**TEMAS TRATADOS :**

Revisión del Capítulo 1 (introducción, planteamiento del problema, justificación y objetivos).  
 Avance del Capítulo 2 (marco teórico y revisión bibliográfica).  
 Comentarios sobre estilo de redacción y coherencia entre capítulos.

**ACUERDOS:**

Corregir redacción del Capítulo 1 según observaciones.  
 Incorporar mayor profundidad en el marco teórico, reforzando fuentes académicas.  
 Continuar con la construcción del Capítulo 2 para próxima sesión.

**AVANCES**

Capítulo 1 finalizado en un 80% con ajustes en justificación y objetivos.  
 Se recopilaron fuentes académicas iniciales para el Capítulo 2.

**LIMITACIONES**

PROXIMA SESIÓN	FECHA	9/6/2025	HORA	3pm	LUGAR	teams
----------------	-------	----------	------	-----	-------	-------

Firma Estudiante: Josimar Hall Chaves  
 Firma Tutor: Ana Catalina  
 Leandro Sandi

**Universidad Hispanoamericana**

SEDE	Heredia
FECHA	9/6/2025
LUGAR	Microsoft Teams

**REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESIS O TESIS**

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			x							

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
8pm	9pm	x

**TEMAS TRATADOS :**

Revisión detallada del Capítulo 2.  
 Observaciones sobre el uso de citas y referencias en formato APA.  
 Identificación de vacíos en la fundamentación teórica.

**ACUERDOS:**

Completar referencias en formato APA.  
 Fortalecer el Capítulo 2 con fuentes más actualizadas y relevantes.  
 Preparar el Capítulo 3 para la próxima revisión.

**AVANCES**

Capítulo 2 desarrollado en un 70% con inclusión de más bibliografía.  
 Aplicación parcial de normas APA en citas y referencias.

**LIMITACIONES**

PROXIMA SESIÓN	FECHA	16/6/2025	HORA	3pm	LUGAR	teams
----------------	-------	-----------	------	-----	-------	-------

Firma Estudiante: Josimar Hall Chaves  
 Firma Tutor: Ana Catalina  
 Sandi

**Universidad Hispanoamericana**

SEDE	Heredia
FECHA	16/6/2025
LUGAR	Microsoft Teams

**REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESIS O TESIS**

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				x						

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
3pm	3:30pm	x

**TEMAS TRATADOS :**

Avance del Capítulo 3 (metodología de investigación) y borrador inicial del Capítulo 4. Discusión sobre aplicación del enfoque DMAIC dentro del marco metodológico. Observaciones sobre la organización de apartados y coherencia entre capítulos.

**ACUERDOS:**

Completar Capítulo 3 incorporando detalles del método de trabajo. Reestructurar el Capítulo 4 alineándolo con DMAIC. Corregir y normalizar todas las citas y referencias bajo APA.

**AVANCES**

Capítulo 3 redactado en un 70%, pendiente de ajustes metodológicos. Capítulo 4 iniciado con secciones aún desordenadas respecto al modelo DMAIC.

**LIMITACIONES**

PROXIMA SESIÓN	FECHA	13/7/2025	HORA	3pm	LUGAR	teams
----------------	-------	-----------	------	-----	-------	-------

Firma Estudiante: Josimar Hall Chaves  
 Firma Tutor: Ana Catalina Leonardo Sandi

**Universidad Hispanoamericana**

SEDE	Heredia
FECHA	21/8/2025
LUGAR	Microsoft Teams

**REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESIS O TESIS**

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					x					

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
3pm	3pm	x

**TEMAS TRATADOS :**

Revisión del Capítulo 5 (Análisis de causas raíz) y avances del Capítulo 6 (Propuesta de mejora). Corrección de tablas y gráficos incluidos en los capítulos. Indicaciones para ordenar anexos y mejorar presentación visual.

**ACUERDOS:**

Rediseñar tablas siguiendo un formato uniforme. Reforzar anexos con la evidencia del proceso de análisis. Corregir detalles de citación APA y mantener consistencia en todo el documento.

**AVANCES**

Proyecto avanzado en un 85%, con Capítulos 5 y 6 en desarrollo. Tablas y anexos en proceso de ajuste. Documento en etapa final de edición estructural.

**LIMITACIONES**

PROXIMA SESIÓN	FECHA	28/8/2025	HORA	3pm	LUGAR	teams
----------------	-------	-----------	------	-----	-------	-------

Firma Estudiante: Josimar Hall Chaves  
 Firma Tutor: Ana Catalina Leonardo Sandi

**Universidad Hispanoamericana**

SEDE	Heredia
FECHA	3/9/2025
LUGAR	Microsoft Teams

**REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESIS O TESIS**

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						x				

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
10PM	10:30 p. m.	X

**TEMAS TRATADOS :**

Últimas observaciones sobre la calidad de las tablas incluidas en los capítulos finales.  
 Discusión sobre la forma correcta de citar tesis de antecedentes.  
 Revisión del mock-up en Power BI para los resultados de la propuesta.

**ACUERDOS:**

Corregir tablas siguiendo el estándar definido.  
 Incorporar adecuadamente las citas de antecedentes.  
 Ajustar mock-up en Power BI según las recomendaciones.  
 Preparar la versión final para la revisión antes del visto bueno.

**AVANCES**

Documento en un 95% de avance, con correcciones puntuales pendientes.  
 Tablas y gráficos revisados casi en su totalidad.  
 Proyecto en etapa de afinamiento final previo a entrega formal.

**LIMITACIONES**

PROXIMA SESIÓN	FECHA	8/9/2025	HORA	10am	LUGAR	teams
----------------	-------	----------	------	------	-------	-------

Firma Estudiante: Josimar Hall Chaves  
 Firma Tutor: Ana Catalina Leandro Sandi  
 Leandro Sandi

**Universidad Hispanoamericana**

SEDE	Heredia
FECHA	6/9/2025
LUGAR	Microsoft Teams

**REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESIS O TESIS**

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						x				

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
10PM	10:30 p. m.	X

**TEMAS TRATADOS :**

Revisión integral del documento completo antes de la entrega formal.  
 Verificación de coherencia entre capítulos y apartados.  
 Observaciones sobre anexos finales y presentación del proyecto.

**ACUERDOS:**

Corregir detalles menores de redacción y formato.  
 Validar anexos y tablas antes de la entrega definitiva.  
 Preparar documento final para revisión oficial.

**AVANCES**

Documento en un 98% de avance.  
 Correcciones finales en proceso.

**LIMITACIONES**

PROXIMA SESIÓN	FECHA	8/9/2025	HORA	10am	LUGAR	teams
----------------	-------	----------	------	------	-------	-------

Firma Estudiante: Josimar Hall Chaves  
 Firma Tutor: Ana Catalina Leandro Sandi  
 Leandro Sandi

**Universidad Hispanoamericana**

SEDE	Heredia
FECHA	8/9/2025
LUGAR	Microsoft Teams

**REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS**

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								x		

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
3pm	4pm	x

**TEMAS TRATADOS :**

Confirmación de ajustes realizados en el documento final.  
Última revisión de estilo y normas APA.  
Validación de la propuesta y anexos finales.

**ACUERDOS:**

Incorporar correcciones finales menores.  
Asegurar cumplimiento al 100% de normas APA.  
Preparar versión final para impresión y encuadernado.

**AVANCES**

Documento completado en un 99%

**LIMITACIONES**

PROXIMA SESIÓN	FECHA	9/9/2025	HORA	3pm	LUGAR	teams
----------------	-------	----------	------	-----	-------	-------

Firma Estudiante: Josimar Hall Chaves  
 Firma Tutor: Ana Catalina Leandro Sandi  
Fecha: 2025.09.10 20:53:51 -0600

**Universidad Hispanoamericana**

SEDE	Heredia
FECHA	9/9/2025
LUGAR	Microsoft Teams

**REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS**

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								x		

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
3pm	4pm	x

**TEMAS TRATADOS :**

Confirmación de ajustes realizados en el documento final.  
Última revisión de estilo y normas APA.  
Validación de la propuesta y anexos finales.

**ACUERDOS:**

Incorporar correcciones finales menores.  
Asegurar cumplimiento al 100% de normas APA.  
Preparar versión final para impresión y encuadernado.

**AVANCES**

Documento completado en un 99%

**LIMITACIONES**

PROXIMA SESIÓN	FECHA	10/9/2025	HORA	3pm	LUGAR	teams
----------------	-------	-----------	------	-----	-------	-------

Firma Estudiante: Josimar Hall Chaves  
 Firma Tutor: Ana Catalina Leandro Sandi  
Fecha: 2025.09.10 20:52:42 -0600

**Universidad Hispanoamericana**

SEDE	Heredia
FECHA	10/9/2025
LUGAR	Microsoft Teams

**REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESIS O TESIS**

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HORA DE INICIO										
HORA DE CIERRE										
PUNTUALIDAD										

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
10AM	11AM	x

**TEMAS TRATADOS :**

Entrega del documento final revisado.  
Confirmación del cumplimiento con los lineamientos de la universidad.

**ACUERDOS:**

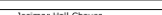

Registrar versión final aprobada por el tutor.  
No realizar cambios salvo ajustes mínimos de forma si fueran requeridos. Adjuntar Carta

**AVANCES**

Proyecto completado al 100% en su versión escrita.  
Documento en estado final para validación. Tutorías finalizadas

**LIMITACIONES**

PROXIMA SESIÓN	FECHA	HORA	LUGAR
----------------	-------	------	-------

Firma Estudiante:   
Firma Tutor:   
Leandro Sandi

## CARTA DE LECTOR

Puntarenas, 10 de Noviembre de 2025

**Señores**  
**Servicios estudiantiles**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

El estudiante **JOSIMAR RICARDO HALL CHAVES**, cédula de identidad 11656-0725, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: **OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA DOSMIL 50 PARA EL SEGUNDO TRIMESTRE DEL 2025**, el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he verificado que cumple el contenido necesario, 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.

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

Carta 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, miércoles, 3 de diciembre de 2025.

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Josimar Hall Chaves, con número de identificación 1-1656-0725, autor (a) del trabajo de graduación titulado Optimización del sistema de gestión de calidad para la empresa Dolsmil50 para el periodo del segundo cuatrimestre del 2025, presentado y aprobado en el año 2025 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ing. 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,

---

Josimar Hall Chaves  
1-1656-0725