

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEJORA EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE

REBABEO EN EL DEPARTAMENTO DE

PRODUCCIÓN DE BIOMERICS ALAJUELA

APLICANDO LA METODOLOGÍA DMAIC EN EL

PRIMER CUATRIMESTRE 2026

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR

POR BACHILLERATO EN INGENIERÍA

INDUSTRIAL.

ESTUDIANTE: JORGE LUIS GUTIERREZ VARGAS

TUTOR: ING. JOHAN RODOLFO CASTRO VÁSQUEZ

ALAJUELA, 2026

II. ACTA DE APROBACIÓN

CARTA DE AUTORIZACION PARA LICENCIA DE TFG

**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, 16/07/2026

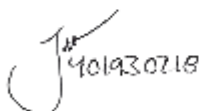
Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito Jorge Luis Gutierrez Vargas con número de identificación 401930218 autor del trabajo de graduación titulado MEJORA EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE REBABEO EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE BIOMERICS ALAJUELA APLICANDO LA METODOLOGIA DMAIC EN EL PRIMER CUATRIMESTRE 2026 presentado y aprobado en el año 2026 como requisito para optar por el título de bachillerato; SI 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,



Firma y Documento de Identidad

ACTA DE ACEPTACIÓN DE DEFENSA VIRTUAL

ACTA DE ACEPTACION DE DEFENSA VIRTUAL

ACTA DE MODALIDAD DE GRADUACION

CONSTANCIA DE MODALIDAD VIRTUAL

MODALIDAD DE GRADUACION:

CARRERA:

Quien suscribe, Jorge Luis Gutiérrez Vargas portador del documento de identificación número 401930218, en mi condición de egresado de la carrera de Ing. Industrial de la Universidad Hispanoamericana, por medio de la presente **ACEPTO EXPRESAMENTE**, por medio de éste documento que:

1. La defensa de la modalidad de graduación para optar al grado de Bachillerato en la carrera de Ing. Industrial se realice de forma virtual y no presencial.
2. Acepto expresamente sea grabada, siendo que la misma será utilizada estrictamente para fines académicos.
3. Me comprometo a que, en la hora y fecha señalada, salvo razones de fuerza mayor o caso fortuito, los cuales deberé de acreditar, contar con los accesos a la plataforma virtual de la universidad mediante la modalidad teams o la que asigne previamente la Universidad.
4. A acatar las instrucciones para dicho evento, tanto que giren las Autoridades Académicas como el Tribunal Examinador, antes, durante y posterior al mismo.
5. A firmar físicamente la documentación que se requiera, en la oportunidad y tiempo que el Decreto de Emergencia Nacional, sea levantado.
6. Conozco y acepto que los plazos y términos, para eventuales acciones recursivas contra resultado final, que corren a partir del día siguiente hábil a que he sido comunicado del mismo.

Firmo conforme: JL 401930218 Fecha: 01-julio-2026

NOTA: SI EL ESTUDIANTE POSEE FIRMA DIGITAL DEBE DE EMPLEAR LA MISMA Y ENVIARLA AL CORREO ELECTRONICO hayde.bolanos@uh.ac.cr SINO LA POSEE DEBE DE FIRMARLA FISICAMENTE Y ENVIAR UNA COPIA ESCANEADA AL MISMO CORREO.

CARTA DEL LECTOR

CARTA DE LECTOR

San José,
Universidad Hispanoamericana
Sede Llorente
Carrera

Estimado señor

El estudiante Jorge Luis Gutiérrez Vargas, cédula de identidad 4-0193-0218, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "MEJORA EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE REBABEO EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE BIOMERICS ALAJUELA APLICANDO LA METODOLOGÍA DMAIC EN EL PRIMER CUATRIMESTRE 2026.", el cual ha elaborado para obtener su grado de BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.

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

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

Atte.

Firma:

LEONOR MURILLO ALPÍZAR (FIRMA)	Firmado digitalmente por LEONOR MURILLO ALPÍZAR (FIRMA) Fecha: 2025.06.23 21:00:13 -06'00'
--------------------------------------	--

Nombre: Leonor Murillo Alpízar
Cédula: 1-1080-0184

ACTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

CARTA DEL TUTOR

San José, 23 de mayo de 2026

Destinatario
Carrera
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante JORGE LUIS GUTIERREZ VARGAS, cédula de identidad número 4-0193-0218, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "MEJORA EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE REBABEO EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE BIOMERICS ALAJUELA APLICANDO LA METODOLOGÍA DMAIC EN EL PRIMER CUATRIMESTRE 2026", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de BACHILLERATO EN INGENIERIA INDUSTRIAL.

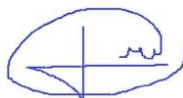
En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y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

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

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	19%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18%
	TOTAL		93%

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

Atentamente,



Johan Castro Vásquez
Cédula identidad N 112280842
Carné Colegio Profesional II-23889

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Jorge Luis Gutiérrez Vargas, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 4-0193-0218 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Mejora en la eficiencia del proceso de rebabeo en el departamento de producción de biomerics alajuela aplicando la metodología DMAIC en el primer cuatrimestre 2026, 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 25 días del mes de Mayo del año dos mil veintiséis.

Jorge Luis Gutiérrez Vargas

Firma del estudiante

4-0193-0218

Cédula



III. DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mi familia, en especial a mi esposa Rosibel Vargas Alvarado, por su apoyo constante, comprensión y paciencia a lo largo de este proceso académico, así como a todas las personas que, de una u otra forma, han contribuido a mi formación personal y profesional, brindándome enseñanzas, experiencias y motivación que han sido fundamentales para alcanzar este logro en mi carrera de Ingeniería Industrial.

IV. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, quien me brindó la fortaleza y el impulso necesarios para culminar esta etapa de mi formación profesional, aun frente a los distintos obstáculos presentados durante el camino. De igual manera, dedico este trabajo a las personas que facilitaron el desarrollo del proyecto en la empresa objeto de estudio, así como a los operarios, por su paciencia, colaboración y disposición durante las diversas pruebas y observaciones realizadas. De manera especial, dedico este logro a mi tutor, el Ing. Johan Rodolfo Vasquez, por su valiosa guía, tiempo, apoyo y acompañamiento constante, los cuales fueron fundamentales para que este proceso se desarrollara de la mejor manera.

V. TABLA DE CONTENIDOS

Tabla de contenido

II. ACTA DE APROBACIÓN	2
CARTA DE AUTORIZACION PARA LICENCIA DE TFG.....	3
ACTA DE ACEPTACIÓN DE DEFENSA VIRTUAL	4
CARTA DEL LECTOR	5
ACTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	6
DECLARACIÓN JURADA.....	7
III. DEDICATORIA	8
IV. AGRADECIMIENTOS	9
V. TABLA DE CONTENIDOS	10
ÍNDICE DE TABLAS	15
ÍNDICE DE FIGURAS	16
VII. ACRÓNIMOS Y SIGLAS	17
VIII. RESUMEN EJECUTIVO.....	18
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	19
1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.....	20
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN EN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO	21
1.2.1 Descripción general de la organización.....	21
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa	22
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23

	11
1.3.1 Definición y medición del problema	23
1.3.2 Justificación del proyecto	24
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	25
1.4.1 Objetivo general	25
1.4.2 Objetivos específicos	25
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	26
1.5.1 Alcances	26
1.5.2 Limitaciones	26
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	28
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA.....	29
2.1.1 Ingeniería industrial.....	29
2.1.2 Areas de actividad y aplicación de la ingeniería industrial	30
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO.....	31
2.2.1 Metodología DMAIC	31
2.2.2 Pasos de los procesos DMAIC	32
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.	36
2.3.1 Mejora de procesos.....	36
2.3.2 Tiempo de ciclos.....	37
2.3.3 Diagramas de procesos	38
2.3.4 Análisis estadísticos	38
2.3.5 Gestión de procesos.....	39

	12
2.3.6 Sipoc	40
2.3.7 Diagrama de Ishikawa	40
2.3.8 Diagrama de Pareto	41
2.3.9 Metodología 5S y mejora continua.....	41
2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS SEMEJANTES.....	42
2.4.1 Proyecto 1 – Antecedente nacional.....	42
2.4.2 Proyecto 2 – Antecedente nacional.....	43
2.4.3 Proyecto 3 – Antecedente nacional.....	44
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	46
3.1 METODOLÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	47
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO	48
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO	49
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	50
3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS	51
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ.....	52
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	53
4.2 PROBLEMÁTICA DEL PROCESO.....	55
4.3 ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ.....	55
4.3.1 Priorización de causas	58

	13
4.3.2 Análisis de Pareto	59
4.3.3 Conclusión del análisis de causas raíz	61
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	63
5.1 PROPUESTAS DE SOLUCIÓN	64
5.2 PROPUESTA 1: DOCUMENTO GUÍA DEL PROCESO	65
5.3 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN	66
5.4 PROPUESTA 3: CONTROL DE HERRAMIENTAS E INVENTARIO	69
5.4.1 Clasificación de herramientas (Seiri)	69
5.4.2 Orden de las herramientas (Seiton)	70
5.4.3 Limpieza de herramientas (Seiso)	70
5.4.4 Estandarización (Seiketsu)	71
5.4.5 Disciplina (Shitsuke)	72
5.4.6 Resultado de la propuesta	72
5.4.7 Control de inventario	73
5.5 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS PROPUESTAS	74
5.5.1 Costos de implementación	74
5.5.2 Beneficio económico esperado	75
5.5.3 Retorno sobre la inversión (ROI)	76
5.6 IMPLEMENTACIÓN Y CONTROL	77
5.6.1 Diagrama de Gantt	77
5.6.2 Lista de verificación de seguimiento	79
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80

6.1 Conclusiones.....	81
6.1.1. Definición de la situación del proceso de rebabeo	81
6.1.2. Identificación de factores que afectan el proceso	81
6.1.3. Aplicación de la metodología DMAIC	81
6.1.4. Diseño de propuestas de mejora	81
6.1.5. Importancia del control y seguimiento	82
6.2 Recomendaciones	82
6.2.1. Implementación de las propuestas de mejora	82
6.2.2. Capacitación del personal	82
6.2.3. Monitoreo del desempeño del proceso	82
6.2.4. Actualización de documentación operativa	82
6.2.5. Desarrollo de estudios futuros	82
CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA.....	83
BIBLIOGRAFÍAS.....	84
CAPÍTULO VIII: ANEXOS	86
ANEXO A	87
ANEXO B	96
Documento 1: Capacitación – Uso Correcto De Herramientas De Rebabeo	96
Documento 2: Capacitación – Uso Correcto De Herramientas De Rebabeo	102
Documento 3: Capacitación – Inducción Al Área De Rebabeo	109
ANEXO C	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Metodología para la definición del problema	47
Tabla 2. Metodología para la medición del problema	48
Tabla 3. Metodología para la propuesta de mejora	49
Tabla 4. Metodología para la implementación del proyecto.....	50
Tabla 5. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados	51
Tabla 6. Análisis de causas	57
Tabla 7. Frecuencia de causas para el análisis de Pareto	60
Tabla 8. Causas y propuestas	64
Tabla 9. SIPOC del proceso de rebabeo	65
Tabla 10. Programa de capacitaciones	67
Tabla 11. Programación por turnos	68
Tabla 12. Consolidación de costos de implementación	75
Tabla 13. Proyección de mejora en productividad.....	76
Tabla 14. Cálculo del ROI	77
Tabla 15. Cronograma de implementación de propuestas	78
Tabla 16. Lista de verificación de seguimiento de propuestas de mejora.....	79
Tabla 17. Descripción de columnas del formato de control de herramientas e inventario	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras 1. Etapas de la metodología DMAIC Definir	32
Figuras 2. Etapas de la metodología DMAIC Medir.....	33
Figuras 3. Etapas de la metodología DMAIC Analizar	34
Figuras 4. Etapas de la metodología DMAIC Mejorar.....	35
Figuras 5. Etapas de la metodología DMAIC Controlar	36
Figuras 6. Tipología de diagramas	38
Figuras 7. Diagrama del proceso de Rebabeo	54
Figuras 8. Diagrama de Ishikawa	56
Figuras 9. Diagrama de Pareto	61

VII. ACRÓNIMOS Y SIGLAS

DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

I.E.O: Instrucción Estándar de Operación.

OEM: Original Equipment Manufacturer (Fabricante Original de Equipos).

ROI: Return on Investment (Retorno sobre la Inversión).

SIPOC: Suppliers, Inputs, Process,Outputs,Customers(Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas y Clientes).

Six Sigma: Metodología de mejora continua orientada a la reducción de la variabilidad y defectos en los procesos.

VIII. RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene como propósito desarrollar una propuesta teórica de mejora para el proceso de rebabeo del Departamento de Producción de Biomerics Alajuela, mediante la aplicación de la metodología DMAIC bajo el enfoque Six Sigma. El estudio surge a partir de la identificación de situaciones que afectan el desempeño operativo del proceso, tales como reprocesos, variaciones en la ejecución de las actividades, falta de estandarización y oportunidades de mejora relacionadas con el control operativo dentro del área.

La investigación se desarrolla bajo un enfoque teórico y descriptivo, apoyado en el análisis documental y la revisión de literatura especializada relacionada con mejora de procesos, eficiencia operativa y metodologías de mejora continua. A partir de este análisis se describe de manera general el proceso de rebabeo y se identifican posibles oportunidades de mejora que impactan el desempeño del proceso, sin realizar implementación práctica de las propuestas desarrolladas.

Como resultado del desarrollo teórico, se plantea una propuesta estructurada basada en las fases Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC), orientada al fortalecimiento de la estandarización, documentación, capacitación y control operativo del proceso de rebabeo. Finalmente, se presentan conclusiones y recomendaciones que podrían servir como base para futuras aplicaciones prácticas de mejora continua dentro de la industria de dispositivos médicos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.

El presente proyecto tiene como objetivo analizar y desarrollar una propuesta teórica de mejora en la eficiencia del proceso de rebabeo del Departamento de Producción de Biomerics Alajuela, mediante la aplicación de la metodología DMAIC como herramienta de análisis y mejora de procesos. El estudio responde a la línea de investigación de la Escuela de Ingeniería Industrial orientada a la optimización de procesos productivos en la industria manufacturera.

El proceso de rebabeo constituye una etapa relevante dentro del flujo productivo, debido a su impacto directo en la calidad final del producto y en los tiempos de operación. Por esta razón, resulta pertinente abordar su análisis desde una perspectiva de Ingeniería Industrial, con el fin de identificar de manera conceptual posibles oportunidades de mejora que contribuyan al fortalecimiento de la eficiencia operativa del proceso.

Para el desarrollo del proyecto se utilizará la metodología DMAIC, la cual permite estructurar el análisis del proceso a través de las fases Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. El proyecto se desarrolla bajo un enfoque teórico y descriptivo, apoyado en la revisión de literatura especializada y el análisis documental, lo que permitirá describir el proceso de rebabeo y plantear una propuesta orientada a la mejora de su desempeño.

Finalmente, el proyecto contempla el análisis general del proceso, la identificación de factores que podrían afectar su eficiencia y la formulación de lineamientos de mejora que sirvan como referencia para futuras aplicaciones prácticas dentro de la organización o en contextos similares del sector productivo.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN EN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO

1.2.1 Descripción general de la organización

Biomerics es una compañía internacional de manufactura por contrato especializada en el sector de dispositivos médicos, con operaciones en distintos países, entre ellos Estados Unidos, Irlanda y Costa Rica. La empresa se dedica al diseño, desarrollo y fabricación de componentes y dispositivos médicos que requieren altos niveles de precisión, calidad y cumplimiento regulatorio, atendiendo a fabricantes originales de equipos médicos (OEM) a nivel global.

Entre sus principales capacidades productivas se encuentran el procesamiento de micro metales y plásticos, moldeo por inyección, extrusión, ensamblaje de catéteres y fabricación de dispositivos médicos terminados. Estas operaciones se desarrollan bajo estrictos sistemas de gestión de calidad y normativas propias de una industria altamente regulada, lo que demanda un control riguroso de los procesos productivos y administrativos, así como un enfoque constante en la mejora continua.

En Costa Rica, Biomerics cuenta con una planta ubicada en la provincia de Alajuela, la cual forma parte de su infraestructura global de manufactura. En el año 2023, la compañía consolidó su presencia en el país mediante la integración de operaciones previamente pertenecientes a Precision Concepts Medical, fortaleciendo su capacidad productiva y ampliando el alcance de sus procesos de manufactura. Las operaciones en esta planta se desarrollan bajo sistemas de gestión de calidad certificados, como la norma ISO 13485:2016, y cumplen con los requisitos regulatorios establecidos por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA).

La estructura organizativa de la planta responde a un modelo funcional, conformado por áreas como producción, ingeniería, calidad, cadena de suministro y soporte administrativo. En el área de producción se identifican distintos tipos de puestos, tales como operarios, técnicos, supervisores y personal de apoyo, quienes participan directamente en la ejecución, supervisión y control de los procesos productivos.

De manera general, el proceso productivo comprende etapas de preparación de materiales, transformación, operaciones de acabado, inspección y liberación del producto. Dentro de estas etapas, el proceso de rebabeo forma parte de las operaciones de acabado, influyendo directamente en la calidad final del producto y en los tiempos de ciclo del sistema productivo. Estas características hacen de la planta de Biomerics Alajuela un contexto relevante para el análisis académico de procesos desde la perspectiva de la Ingeniería Industrial y respaldan la pertinencia del presente estudio.

1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa

La empresa Biomerics ha experimentado un proceso de crecimiento y consolidación a lo largo de los años, fortaleciendo su presencia dentro del sector de dispositivos médicos y ampliando sus capacidades productivas. Esta evolución ha estado marcada por la incorporación progresiva de tecnologías, métodos de trabajo y estándares de calidad acordes con las exigencias de la industria médica a nivel internacional.

En el contexto de Costa Rica, y particularmente en la planta ubicada en Alajuela, la organización ha desarrollado y adaptado sus procesos de manufactura en respuesta a las necesidades del mercado y a los requerimientos regulatorios del sector. La evolución de los productos y servicios ofrecidos ha implicado ajustes continuos en los procesos productivos, así como un mayor énfasis en el control de calidad y en la eficiencia operativa.

Como consecuencia de este proceso evolutivo, las operaciones productivas han adquirido un mayor nivel de complejidad, lo que ha incrementado la necesidad de una gestión más estructurada de los procesos. En este contexto, el análisis de procesos específicos, como el rebabeo, adquiere relevancia al formar parte de las etapas productivas que influyen directamente en la calidad del producto final y en el desempeño operativo de la organización.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de rebabeo en el departamento de Producción de Biomerics Alajuela presenta, de forma general, condiciones que podrían estar afectando su eficiencia operativa. Dentro de las situaciones observadas se identifican tiempos de ciclo elevados, presencia de reprocesos, generación de cuellos de botella y desperdicio de material, lo cual incide en el desempeño del proceso y en el aprovechamiento de los recursos productivos. Estas situaciones generan un impacto negativo en la operación, por lo que resulta necesario analizar el proceso de rebabeo de manera estructurada, con el fin de comprender su comportamiento actual y establecer una base teórica que permita proponer mejoras orientadas al incremento de la eficiencia operativa.

1.3.1 Definición y medición del problema

El problema identificado en el proceso de rebabeo del Departamento de Producción de Biomerics Alajuela se define por la presencia de tiempos de ciclo elevados, reprocesos, cuellos de botella y desperdicio de material, los cuales afectan la eficiencia operativa del proceso y generan inconformidad a nivel organizacional. Estas situaciones se presentan de manera general durante la ejecución del proceso productivo, involucrando directamente al área de Producción y a los recursos humanos y materiales asociados. La medición del problema se realiza de forma cualitativa y descriptiva, a partir de la observación general del proceso y del análisis teórico del mismo, sin recurrir a indicadores cuantitativos específicos ni a registros de

tiempos, ya que dichos datos serán objeto de análisis en etapas posteriores del proyecto. Esta delimitación permite dimensionar el problema dentro de un nivel de complejidad adecuado para su desarrollo en el periodo académico establecido.

1.3.2 Justificación del proyecto

El proceso de rebabeo constituye una etapa relevante dentro del sistema productivo del Departamento de Producción de Biomerics Alajuela, debido a su influencia directa en la calidad del producto final y en la eficiencia del flujo operativo. Las condiciones observadas en dicho proceso, como tiempos de ciclo elevados, reprocesos, cuellos de botella y desperdicio de material, pueden generar impactos negativos en el desempeño general de la operación, reflejándose en un uso ineficiente de los recursos y en posibles afectaciones a la continuidad productiva.

Desde la perspectiva de la Ingeniería Industrial, el análisis sistemático de los procesos productivos resulta fundamental para identificar oportunidades de mejora que contribuyan a la optimización de tiempos, la reducción de desperdicios y el fortalecimiento de la eficiencia operativa. En este sentido, el desarrollo de una propuesta teórica orientada al análisis del proceso de rebabeo permite aportar un enfoque estructurado que facilite la comprensión de su comportamiento y de las condiciones que podrían estar limitando su desempeño.

Asimismo, al tratarse de una empresa perteneciente al sector de dispositivos médicos, la correcta gestión de los procesos productivos cobra especial relevancia debido a los altos estándares de calidad y control que caracterizan a esta industria. Un análisis adecuado de los procesos no solo favorece el cumplimiento normativo, sino que también apoya una mejor planificación, control y toma de decisiones a nivel operativo y administrativo.

El presente proyecto se justifica además por su aporte académico, al aplicar la metodología DMAIC como herramienta de análisis teórico para la mejora de procesos, contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento en el área de la Ingeniería Industrial. Los lineamientos y resultados derivados del estudio podrán servir como referencia para futuras investigaciones o aplicaciones prácticas en contextos similares, tanto dentro de la organización como en otras empresas del sector manufacturero

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta de mejora en la eficiencia del proceso de rebabeo mediante la aplicación de la metodología DMAIC, con el fin de fortalecer la estandarización, reducir reprocesos y mejorar el control operativo dentro del Departamento de Producción de Biomerics Alajuela, durante el primer cuatrimestre del año 2026.

1.4.2 Objetivos específicos

D. Definir la situación actual del proceso de rebabeo en el Departamento de Producción de Biomerics Alajuela, considerando su flujo operativo y las condiciones generales en que se desarrolla.

M. Analizar el flujo del proceso de rebabeo y los elementos que inciden en su eficiencia operativa.

A. Analizar los factores que influyen en la presencia de reprocesos, cuellos de botella y desperdicio de material dentro del proceso de rebabeo.

I. Proponer mejoras del proceso de rebabeo, orientada a la optimización de la eficiencia mediante la aplicación de la metodología DMAIC.

C. Establecer lineamientos de control que permitan dar seguimiento conceptual a la propuesta planteada, con el fin de contribuir a la sostenibilidad de las mejoras propuestas.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcances

El presente proyecto se desarrolla en el proceso de rebabeo del Departamento de Producción de Biomerics Alajuela, durante el primer cuatrimestre del año 2026. El estudio se circunscribe al análisis conceptual del proceso, sin contemplar la implementación práctica de mejoras ni la medición de resultados reales en planta.

La investigación abarca el análisis general del flujo del proceso de rebabeo, considerando variables relacionadas con reprocesos, desperdicio operativo, estandarización y control operativo del proceso, identificadas a partir de la observación del proceso y del análisis documental. Asimismo, se contempla la aplicación conceptual de la metodología DMAIC como marco estructurado para el estudio del proceso productivo.

Dentro de los alcances del proyecto se incluye el desarrollo de mejora orientada a la eficiencia del proceso de rebabeo, la cual puede servir como referencia para futuros estudios o aplicaciones prácticas dentro de la organización o en contextos similares del sector manufacturero. Los principales beneficiarios del estudio corresponden al área de Producción y a los responsables de la gestión de procesos, al aportar lineamientos conceptuales para la mejora continua.

1.5.2 Limitaciones

Una de las principales limitaciones del estudio corresponde a la ausencia de datos cuantitativos detallados del proceso para realizar validaciones prácticas de las propuestas desarrolladas. Asimismo, el análisis se limita exclusivamente al proceso de rebabeo del Departamento de

Producción de Biomerics Alajuela, sin considerar otros procesos productivos que podrían estar relacionados de forma indirecta. Estas limitaciones no impiden el desarrollo del proyecto, pero delimitan el alcance del análisis y el tipo de conclusiones que pueden obtenerse, las cuales se presentan a nivel conceptual y descriptivo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA

CARRERA

2.1.1 Ingeniería industrial

La Ingeniería Industrial surge como una disciplina orientada a mejorar la eficiencia en el uso de los recursos dentro de las organizaciones productivas. Su origen se vincula directamente con la Revolución Industrial, periodo en el cual el crecimiento acelerado de las fábricas y la producción en masa evidenció múltiples problemas relacionados con la organización del trabajo, el aprovechamiento de los recursos y las condiciones laborales. Ante este contexto, se hizo necesario desarrollar métodos sistemáticos que permitieran analizar y optimizar los procesos productivos.(Zambrano Vargas & Alvarado Benavides, 2011)

Uno de los principales precursores de la Ingeniería Industrial fue Frederick Winslow Taylor, quien introdujo los principios de la administración científica con el objetivo de mejorar la productividad mediante el estudio de tiempos y movimientos. A partir de estos aportes, se buscó estandarizar los métodos de trabajo y establecer prácticas más eficientes para la ejecución de las tareas. Posteriormente, Henri Fayol amplió el enfoque desde la administración, proponiendo principios que permitieron estructurar de forma más organizada las funciones dentro de las empresas. De igual manera, Frank y Lillian Gilbreth realizaron contribuciones relevantes al analizar los movimientos del trabajo humano, incorporando aspectos relacionados con la ergonomía y la eficiencia operativa, aspectos fundamentales en el desarrollo de la Ingeniería Industrial.(Zambrano Vargas & Alvarado Benavides, 2011)

Con el paso del tiempo, la Ingeniería Industrial evolucionó y amplió su campo de aplicación, integrando herramientas provenientes de diversas disciplinas como la estadística, las matemáticas, la economía y la administración. Esta evolución permitió que la ingeniería

industrial trascendiera el ámbito exclusivamente productivo y se adaptara a contextos organizacionales más complejos, caracterizados por la necesidad de una adecuada toma de decisiones y un control riguroso de los procesos.(Zambrano Vargas & Alvarado Benavides, 2011)

En la actualidad, la Ingeniería Industrial abarca múltiples áreas de aplicación. Entre las más relevantes se encuentran la gestión de la producción, orientada a la planificación, organización y control de los procesos productivos; la gestión de la calidad, enfocada en el cumplimiento de estándares y la mejora continua; y la investigación de operaciones, la cual utiliza modelos matemáticos para apoyar la toma de decisiones. Asimismo, la disciplina incluye áreas como la logística y la cadena de suministro, la gestión del talento humano, la seguridad y salud ocupacional, y la optimización de sistemas organizacionales.(Zambrano Vargas & Alvarado Benavides, 2011)

En conjunto, la Ingeniería Industrial se caracteriza por su enfoque integral, ya que analiza las organizaciones como sistemas en los que interactúan personas, procesos, tecnología y recursos. Su finalidad principal es contribuir a la mejora del desempeño organizacional, promoviendo el uso eficiente de los recursos y el logro de los objetivos estratégicos de las empresas, tanto en el sector industrial como en el de servicios.

2.1.2 Areas de actividad y aplicación de la ingeniería industrial

Dentro de la ingeniería industrial se identifican diversas áreas de actividad y aplicación que permiten intervenir en la mejora de los sistemas productivos y organizacionales. Estas áreas integran conocimientos técnicos, analíticos y administrativos, lo que brinda al ingeniero industrial una visión integral para optimizar procesos, recursos y la toma de decisiones.

Entre las principales áreas se encuentra la ingeniería de métodos, orientada al mejoramiento de las operaciones mediante el estudio del trabajo, el análisis de tiempos y movimientos, el diseño de puestos y la seguridad laboral. Asimismo, el diseño de procesos de manufactura abarca la producción, la automatización y el uso de tecnologías modernas para incrementar la eficiencia y la calidad de los sistemas de fabricación.

Otra área relevante es la gestión de la calidad, la cual se enfoca en asegurar el cumplimiento de estándares y normas mediante prácticas de control y mejora continua. De igual forma, la logística y la gestión de la cadena de suministro se encargan de planificar y controlar el flujo de materiales e información desde los proveedores hasta el cliente final.

Finalmente, el diseño y distribución de plantas, junto con la planeación y control de la producción y el mantenimiento industrial, contribuyen a mejorar el flujo de trabajo, la continuidad operativa y la confiabilidad de los procesos productivos, reflejando el carácter integral de la ingeniería industrial dentro de las organizaciones. (González Ortiz, 2024)

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Metodología DMAIC

¿Qué es la metodología DMAIC?

La metodología DMAIC proviene del acrónimo en inglés: Define, Measure, Analyze, Improve y Control. Es un método de trabajo utilizado en Six Sigma, creado en la década de los ochenta por el ingeniero Bill Smith. Esta metodología se enfoca principalmente en la resolución de problemas basada en datos, con el objetivo de mejorar y optimizar productos y procesos. Cuando existen problemas en la producción, el método DMAIC permite recopilar y analizar

información para identificar las causas raíz y proponer soluciones efectivas.(DPSYS Academy, s/f)

2.2.2 Pasos de los procesos DMAIC

La metodología DMAIC consta de cinco pasos esenciales que se encuentran interrelacionados y deben seguirse en un orden específico, sin omitir ninguno. Estos pasos son: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Definir (Define)= es la primera etapa de la metodología, en la cual se identifica y define claramente el problema, así como el impacto que este tiene en la empresa. En esta fase también se establece el alcance del proyecto, se determinan los límites del proceso, los recursos que se utilizarán y se conforma el equipo de trabajo. Todo esto permite analizar las necesidades del proceso y comprender las expectativas del cliente o de la organización.(DPSYS Academy, s/f)

Figuras 1. *Etapas de la metodología DMAIC Definir*



Fuente. (XR Industrial, 2023)

Medir (Measure) = En la etapa de Medir, se realiza la medición del problema identificado previamente. En esta fase se definen los indicadores que serán utilizados, así como las herramientas y los criterios de medición necesarios para evaluar el desempeño del proceso. El objetivo principal es medir el rendimiento actual del proceso y recopilar datos confiables de acuerdo con los criterios establecidos. Esta información permite evaluar de manera objetiva el impacto real del problema y establecer una línea base que servirá como referencia para las siguientes etapas del proyecto.(DPSYS Academy, s/f)

Figuras 2. *Etapas de la metodología DMAIC Medir*



Fuente.(XR Industrial, 2023)

Analizar (Analyze): En la fase de Analizar, se examinan y evalúan los datos recopilados durante la etapa de medición con el fin de identificar las causas raíz del problema. En este paso se comparan los resultados actuales del proceso con el desempeño esperado o estimado. En caso de realizarse cambios o ajustes, estos deben ser investigados y documentados dentro de esta

misma etapa. Además, se identifican y presentan diversas alternativas de mejora potencial, las cuales serán analizadas y priorizadas para su posterior implementación.(DPSYS Academy, s/f)

Figuras 3. *Etapas de la metodología DMAIC Analizar*



Fuente.(XR Industrial, 2023)

Mejorar (Improve): La etapa de Mejorar consiste en el desarrollo, documentación y aplicación de las soluciones propuestas. En esta fase se realizan lluvias de ideas y se trabajan todas las oportunidades de mejora identificadas en la etapa de análisis. Se evalúan las posibles soluciones para corregir o evitar la causa principal del problema y se determina si las acciones propuestas son efectivas. En caso de que una solución no genere los resultados esperados, esta debe ser replanteada o reemplazada. Si los resultados obtenidos son favorables, se procede a su implementación formal dentro del proceso.(DPSYS Academy, s/f)

Figuras 4. *Etapas de la metodología DMAIC Mejorar*



Fuente.(XR Industrial, 2023)

Controlar (Control): La fase de Controlar es la última etapa de la metodología DMAIC y tiene como objetivo asegurar que las mejoras implementadas se mantengan en el tiempo. En esta etapa se establecen mecanismos de control que permiten monitorear el proceso de manera continua y prevenir la reaparición del problema. El sistema de control debe incluir un plan de mitigación, así como una estructura de seguimiento e informes que facilite la gestión de riesgos y la respuesta oportuna ante posibles fallas en el proceso.(DPSYS Academy, s/f)

Figuras 5. *Etapas de la metodología DMAIC Controlar*



Fuente.(XR Industrial, 2023)

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.

2.3.1 Mejora de procesos.

La mejora de procesos es un enfoque que busca optimizar la manera en que se realizan las actividades dentro de una organización, con el objetivo de reducir errores, tiempos innecesarios y desperdicios. Este tipo de metodología se basa en analizar cómo se está trabajando actualmente, identificar fallas o puntos débiles y proponer acciones que permitan mejorar el rendimiento del proceso. En el ámbito de la ingeniería industrial, la mejora de procesos se apoya en herramientas estructuradas que permiten evaluar datos reales y tomar decisiones fundamentadas para aumentar la eficiencia y la calidad.(Lizarbe & Aguilar, 2020)

Además, la mejora de procesos no solo se enfoca en hacer cambios aislados, sino en establecer una forma de trabajo más organizada y controlada que permita mantener los resultados en el tiempo. Para lograrlo, se utilizan herramientas de análisis, medición y seguimiento que ayudan a verificar si las mejoras implementadas realmente generan un impacto positivo. Este enfoque permite que las empresas optimicen sus operaciones, reduzcan costos y mejoren su desempeño general, lo cual se relaciona directamente con la aplicación de metodologías como DMAIC dentro del proyecto.(Lizarbe & Aguilar, 2020)

2.3.2 Tiempo de ciclos

El tiempo de ciclo es un concepto importante dentro del análisis de procesos productivos, ya que permite conocer cuánto tarda un sistema en producir una unidad de producto o completar una tarea dentro de un proceso. Este indicador se obtiene mediante el estudio de tiempos, el cual consiste en observar y medir el tiempo que tarda un operario en realizar una actividad utilizando instrumentos de medición como cronómetros. Con esta información es posible analizar el rendimiento del proceso y comprender cómo se desarrolla cada una de las actividades dentro del sistema productivo.(Escalante Lago & González Zúñiga, 2018)

El estudio de tiempos se utiliza para determinar el tiempo estándar necesario para ejecutar una tarea bajo condiciones normales de trabajo. A través del registro y análisis de los tiempos observados, los ingenieros pueden identificar oportunidades de mejora en los procesos, optimizar los métodos de trabajo y establecer estándares que permitan aumentar la eficiencia y la productividad dentro de una organización. De esta forma, el análisis de los tiempos de ciclo se convierte en una herramienta fundamental para mejorar el desempeño de los procesos industriales.(Escalante Lago & González Zúñiga, 2018)

2.3.3 Diagramas de procesos

Los diagramas de procesos son herramientas utilizadas en la ingeniería industrial para representar de forma gráfica las diferentes actividades que ocurren dentro de un proceso. Estos diagramas permiten visualizar paso a paso cómo se desarrolla una operación, identificando actividades como operaciones, transportes, inspecciones, esperas o almacenamiento. Gracias a esta representación es posible comprender con mayor claridad cómo funciona un proceso y qué actividades forman parte de él.(García Criollo, 2018)

El uso de diagramas de procesos ayuda a analizar las operaciones de una manera más ordenada, permitiendo identificar actividades innecesarias, tiempos improductivos o posibles mejoras en el flujo de trabajo. A través de estos diagramas los ingenieros pueden estudiar el proceso completo y proponer cambios que permitan simplificar las operaciones, reducir tiempos y mejorar la eficiencia dentro de la organización.(García Criollo, 2018)

Figuras 6. *Tipología de diagramas*

Diagrama de Flujo de Procesos Muestra el flujo o secuencia de un proceso, sirve para evidenciar costos ocultos como distancias, recorridos, retrasos y almacenamientos temporales.	 Significa: Transformación de materia prima de un estado A a un estado B	 Significa: Verificación de calidad, cantidad o ambas	 Significa: Desplazamiento de las personas o materiales a otro lugar	 Significa: Resguardo de material bajo control, no se puede sustraer sin autorización previa	 Significa: Interrupción momentánea de un trabajo, acumulación de trabajo entre dos operaciones sucesivas
--	--	---	--	--	---

Fuente.(Instituto Nacional de Aprendizaje, s/f)

2.3.4 Análisis estadísticos

El análisis estadístico es una herramienta fundamental dentro de la ingeniería, ya que permite recopilar, organizar y examinar datos obtenidos de mediciones, experimentos o procesos productivos. A través de técnicas estadísticas es posible describir el comportamiento de los

datos, identificar patrones y comprender la variabilidad presente en los procesos. Esta información resulta esencial para interpretar fenómenos reales y para apoyar la toma de decisiones basadas en evidencia cuantitativa.(Walpole et al., 2022)

En el ámbito de la ingeniería, el análisis estadístico también permite evaluar la confiabilidad de los datos y establecer conclusiones sobre poblaciones a partir de muestras. Mediante métodos como el cálculo de medidas descriptivas, el uso de representaciones gráficas y la aplicación de inferencia estadística, los ingenieros pueden analizar información obtenida en diferentes contextos, lo que facilita la mejora de procesos, el control de calidad y la optimización de sistemas productivos.(Walpole et al., 2022)

2.3.5 Gestión de procesos

La gestión de procesos se enfoca en analizar cómo se realizan las actividades dentro de una organización con el objetivo de mejorarlas y hacerlas más eficientes. Un proceso puede entenderse como un conjunto de actividades relacionadas que permiten transformar recursos o información en un producto o servicio que aporte valor al cliente. Cuando las empresas identifican claramente sus procesos, pueden entender mejor cómo funcionan sus operaciones y detectar oportunidades de mejora en cada etapa.(Bravo Carrasco, 2019)

Además, la gestión de procesos busca analizar los procesos de forma integral, considerando que cada actividad forma parte de un sistema mayor dentro de la organización. Esto significa que para mejorar un proceso no solo se revisan las tareas individuales, sino también la relación que existe entre diferentes áreas, recursos y personas. De esta manera se pueden aplicar métodos y herramientas que permitan rediseñar o mejorar los procesos para lograr mejores resultados en términos de eficiencia, calidad y cumplimiento de los objetivos de la empresa.(Bravo Carrasco, 2019)

2.3.6 Sipoc

El SIPOC es una herramienta utilizada para representar de forma general un proceso, identificando sus elementos principales: proveedores (Suppliers), entradas (Inputs), proceso (Process), salidas (Outputs) y clientes (Customers). Su estructura permite visualizar de manera ordenada qué recursos ingresan al proceso, qué actividades lo transforman y qué resultados se entregan, así como a qué clientes se dirigen dichos resultados.(Bravo Carrasco, 2019)

Esta herramienta resulta especialmente útil en las etapas iniciales de un proyecto de mejora, ya que brinda una visión general del proceso antes de profundizar en el análisis detallado de cada actividad. Al delimitar claramente dónde inicia y dónde termina el proceso, el SIPOC facilita la identificación de los límites de estudio y sirve como punto de partida para aplicar otras herramientas de análisis más específicas.(Bravo Carrasco, 2019)

2.3.7 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado, es una herramienta gráfica que permite identificar y organizar las posibles causas de un problema dentro de un proceso. Su estructura agrupa las causas en categorías generales, tales como mano de obra, métodos, maquinaria, materiales y medición, facilitando un análisis ordenado de los factores que pueden estar generando una situación no deseada. (García Criollo, 2018)

Esta herramienta se utiliza generalmente después de recopilar información mediante observación directa o entrevistas con el personal involucrado en el proceso, ya que permite traducir ese conocimiento en una representación visual de las posibles causas raíz. Al ordenar las causas por categorías, el diagrama de Ishikawa facilita la discusión grupal y orienta posteriormente la priorización de los factores más relevantes, los cuales pueden analizarse con

mayor profundidad mediante otras herramientas, como el diagrama de Pareto.(García Criollo, 2018)

2.3.8 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta gráfica basada en el principio de que, en la mayoría de los casos, un porcentaje reducido de causas genera la mayor parte de los problemas dentro de un proceso, relación conocida comúnmente como la regla 80-20. Se representa mediante un gráfico de barras ordenadas de mayor a menor frecuencia, acompañado de una línea que muestra el porcentaje acumulado, lo que permite visualizar con claridad cuáles causas tienen mayor impacto.(Bravo Carrasco, 2019)

En la práctica, esta herramienta se aplica una vez que se han identificado las posibles causas de un problema, por ejemplo, mediante un diagrama de Ishikawa, con el fin de priorizar aquellas que requieren mayor atención. Al enfocar los esfuerzos de mejora en las causas de mayor impacto, las organizaciones pueden utilizar sus recursos de manera más eficiente y obtener resultados más significativos en menor tiempo.(Bravo Carrasco, 2019)

2.3.9 Metodología 5S y mejora continua

La metodología 5S es una técnica de origen japonés orientada a la organización, el orden y la limpieza del lugar de trabajo, con el fin de mejorar la eficiencia, la seguridad y el control visual dentro de un proceso. Su nombre proviene de cinco palabras japonesas que inician con la letra S: Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplina). La aplicación de estos cinco principios busca eliminar elementos innecesarios, asignar un lugar definido a cada herramienta o material, y mantener estas condiciones en el tiempo mediante hábitos de trabajo disciplinados.(García Criollo, 2018)

Por su parte, la mejora continua es un principio de gestión que busca optimizar de manera constante y progresiva los procesos, productos o servicios de una organización, en lugar de aplicar cambios aislados o esporádicos. Este enfoque se apoya en ciclos repetidos de análisis, implementación y revisión, en los cuales participan los colaboradores involucrados en el proceso, con el objetivo de identificar oportunidades de mejora de forma constante y sostener los resultados obtenidos en el tiempo.(Lizarbe & Aguilar, 2020)

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS SEMEJANTES

Antes de desarrollar la propuesta de este proyecto, se realizó una revisión de algunos trabajos e investigaciones que abordan problemas similares dentro del área de estudio. Analizar estos proyectos permite conocer qué soluciones se han aplicado anteriormente, cuáles fueron los resultados obtenidos y qué herramientas o metodologías se utilizaron.

Además, revisar estos antecedentes ayuda a tener una mejor idea de cómo otros investigadores han enfrentado situaciones parecidas, lo que sirve como apoyo para el desarrollo del presente trabajo. De esta forma, los proyectos analizados funcionan como una referencia que permite comparar enfoques, identificar buenas prácticas y fortalecer la propuesta que se plantea en esta investigación.

2.4.1 Proyecto 1 – Antecedente nacional

Tema del proyecto: Mejoramiento del proceso producción, mediante herramientas de ingeniería, en la línea seis de la empresa Smith & Nephew.

Año: 2023

Autor: Angie Pamela Salas Chaves

Problema: En este proyecto se analiza el proceso productivo de la línea seis de una empresa, donde se identificaron problemas relacionados con la capacidad de producción. A pesar de que

el proceso estaba establecido, existían ciertas etapas que generaban retrasos y afectaban el flujo normal de la producción. Esta situación provocaba que la línea no pudiera alcanzar su máximo rendimiento.(Salas Chaves, 2023)

Causa Raíz: Luego de realizar un análisis detallado del proceso productivo, se determinó que la principal causa del problema estaba en una etapa específica del proceso relacionada con el uso del horno. Esta operación requería más tiempo que las demás actividades lo que generaba un cuello de botella dentro de la línea.(Salas Chaves, 2023)

Resultados: Como resultado del estudio se plantea la aplicación de herramientas de ingeniería industrial para mejorar la organización del proceso productivo, optimizar el flujo de trabajo y aumentar la eficiencia de la línea seis. Estas propuestas buscan mejorar el rendimiento de la producción y apoyar una gestión más ordenada del proceso..(Salas Chaves, 2023)

2.4.2 Proyecto 2 – Antecedente nacional

Tema del proyecto: Mejora del proceso de producción en la línea de Zepol Ungüento Adulto mediante la metodología DMAIC en Laboratorios Zepol en Curridabat durante el tercer cuatrimestre de 2024.

Año: 2024

Autor: Caleb David Arroyo Mora

Problema: El proyecto analiza el proceso de producción del producto Zepol Ungüento Adulto en los Laboratorios Zepol. Se detecta que el proceso presenta ineficiencias que afectan el desempeño de la línea de producción, lo que puede generar retrasos, variabilidad en los tiempos de operación y una menor eficiencia en el proceso productivo.(Arroyo Mora, 2024)

Causa Raíz: A partir del análisis del proceso mediante la metodología DMAIC, se identifican problemas relacionados con la organización del proceso productivo, falta de control en algunas

etapas y variaciones en las actividades que afectan la eficiencia del proceso.(Arroyo Mora, 2024)

Resultados: El proyecto propone implementar mejoras en el proceso productivo utilizando herramientas de análisis de datos, estandarización de procedimientos, capacitación para los operarios y sistemas de control del proceso. Con estas acciones se busca reducir la variabilidad del proceso, mejorar la eficiencia de producción y disminuir los costos operativos (Arroyo Mora, 2024)

2.4.3 Proyecto 3 – Antecedente nacional

Tema: Mejora del proceso de gestión de proyectos en el área de desarrollo de páginas web de la empresa ProventusNova mediante la metodología DMAIC durante el primer cuatrimestre del 2025.

Año: 2025

Autor: Aaron Angulo Sandi

Problema: El problema que se analiza en este proyecto es que en el área de desarrollo web de la empresa no existe un procedimiento claro para gestionar los proyectos. Esto provoca desorganización en las tareas, falta de control en el avance del trabajo y poca documentación del progreso de los proyectos. (Angulo Sandi, 2025)

Causa raíz: La causa raíz del problema es la falta de estandarización en los procedimientos del área de desarrollo web, lo que provoca que cada colaborador trabaje de forma distinta y que no exista un sistema formal para registrar y dar seguimiento a los proyectos.(Angulo Sandi, 2025)

Resultados: El proyecto propone implementar un sistema de gestión de proyectos que permita mejorar la organización del trabajo dentro del área de desarrollo web. Entre las mejoras propuestas se incluyen capacitaciones para los colaboradores, herramientas de seguimiento de

tareas y estrategias de control para supervisar el progreso de los proyectos. Con estas acciones se busca mejorar la eficiencia del trabajo y facilitar el control de las actividades.(Angulo Sandi, 2025)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1 METODOLÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En esta etapa del proyecto se desarrolla la fase de definición del problema, correspondiente a la primera fase de la metodología DMAIC. El objetivo de esta etapa es comprender de manera general la situación actual del proceso de rebabeo dentro del Departamento de Producción de Biomerics Alajuela, con el fin de identificar factores relacionados con variaciones en el proceso, reprocesos y oportunidades de mejora operativa. Para ello se aplican diferentes herramientas de recolección de información que permiten analizar el proceso desde una perspectiva general, considerando la experiencia del personal, el funcionamiento del proceso y las condiciones bajo las cuales se ejecutan las actividades. La información obtenida en esta fase permite establecer una base inicial para el análisis posterior del proyecto y facilitar la identificación de posibles oportunidades de mejora dentro del proceso productivo.

Tabla 1. Metodología para la definición del problema

Objetivo específico	Actividades	Herramientas	Descripción	Plazos	Responsables
Definir la situación actual del proceso de rebabeo	Observación del proceso	Observación directa	Observación del proceso en el área de producción.	Semana 1	Investigador / Process Developer
Definir la situación actual del proceso	Recopilar información con el personal	Entrevistas	Conversaciones con colaboradores para conocer el proceso.	Semana 1	Investigador/ Process Developer
Definir la situación actual del proceso	Revisión de la información	Revisión de información recopilada	Revisión general de la información obtenida durante la observación y entrevistas.	Semana 2	Investigador

Fuente: Elaboración propia.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO

CUALITATIVO DE PROYECTO

En esta sección se define la metodología que se utilizará para la medición y análisis del proceso de rebabeo. Para esto, se emplean herramientas que permiten entender el comportamiento del proceso y analizar los problemas identificados. Entre estas herramientas se incluyen el diagrama de proceso, SIPOC, el diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa, las cuales permiten analizar el proceso, identificar los principales problemas y determinar sus posibles causas.

Tabla 2. Metodología para la medición del problema

Objetivo específico	Actividades	Herramientas	Descripción	Plazos	Responsables
Medir el desempeño del proceso	Identificar el proceso	Diagrama de proceso	Identificar las actividades del proceso de rebabeo.	Semana 3	Investigador
Medir el desempeño del proceso	Análisis del flujo del proceso	SIPOC	Analizar de manera general las entradas, actividades y salidas del proceso de rebabeo	Semana 3	Investigador/ Process Developer
Medir el desempeño del proceso	Análisis de causas	Diagrama de Ishikawa	Permite identificar posibles causas relacionadas con los problemas del proceso.	Semana 4	Investigador/ Process Developer
Medir el desempeño del proceso	Identificación de problemas	Diagrama de Pareto	Identificar los problemas más frecuentes.	Semana 4	Investigador

Fuente: Elaboración propia.

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

En esta sección se define la metodología que se utilizará para el desarrollo de la propuesta de mejora del proceso de rebabeo. La propuesta se enfoca en la mejora de métodos, la estandarización del proceso y el fortalecimiento del control operativo, con el objetivo de optimizar la forma en que se realizan las actividades dentro del área de rebabeo. Estas metodologías permiten plantear soluciones orientadas a mejorar el desempeño del proceso y disminuir los problemas identificados.

Tabla 3. Metodología para la propuesta de mejora

Objetivo específico	Actividades	Herramientas	Descripción	Plazos	Responsables
Mejorar el proceso de rebabeo	Análisis del método actual	Mejoras de métodos	Evaluar cómo se realiza actualmente el proceso de rebabeo	Semana 5	Investigador
Mejorar el proceso de rebabeo	Desarrollo de propuesta de mejora	Estandarización del proceso	Definir mejoras orientadas a la documentación y control del proceso	Semana 5	Investigador/ Process Developer
Fortalecer el control operativo	Desarrollo de documentación	Documentación del proceso	Elaborar documentos de apoyo para el control y ejecución del proceso	Semana 6	Investigador/ Process Developer
Fortalecer el orden y control del proceso	Organización del área de trabajo	Metodología 5S	Mejorar el orden, limpieza y control visual dentro del proceso de rebabeo	Semana 6	Investigador/ Process Developer
Mejorar el proceso de rebabeo	Propuesta de programa de capacitación	Programa de capacitación	Proponer un programa de capacitación que defina los temas, el público y la modalidad como base para su futura implementación.	Semana 7	Investigador

Fuente: Elaboración propia.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En esta etapa del proyecto se define cómo se llevarán a cabo las mejoras propuestas en el proceso de rebabeo. El objetivo es establecer una forma clara de implementar las soluciones planteadas, considerando las actividades necesarias, los recursos y las personas involucradas. Para esto, el proyecto contempla el uso de herramientas que permiten organizar la implementación, definir responsabilidades y dar seguimiento a las acciones. Esta fase busca asegurar que las mejoras se puedan aplicar de manera ordenada y efectiva dentro del proceso.

Tabla 4. Metodología para la implementación del proyecto

Objetivo específico	Actividades	Herramientas	Descripción	Plazos	Responsables
Implementar mejoras en el proceso de rebabeo	Planificación de actividades	Diagrama de Gantt	Organización de las actividades en el tiempo.	Semana 8	Investigador
Implementar mejoras en el proceso de rebabeo	Coordinación del equipo	Reuniones	Reuniones para coordinar la implementación.	Semana 8	Investigador/ Process Developer
Implementar mejoras en el proceso de rebabeo	Capacitación del personal	Capacitaciones	Ejecutar las capacitaciones definidas en la propuesta, dirigidas al personal del proceso de rebabeo.	Semana 9	Investigador/ Process Developer
Implementar mejoras en el proceso de rebabeo	Aplicación de documentación y controles	Documentación del proceso	Uso de documentos y controles propuestos para apoyar el proceso de rebabeo	Semana 9	Investigador/ Process Developer
Implementar mejoras en el proceso de rebabeo	Seguimiento de implementación	Lista de verificación de seguimiento	Verificación del cumplimiento y funcionamiento de las mejoras propuestas.	Semana 10	Investigador

Fuente: Elaboración propia.

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

En esta etapa del proyecto se define cómo se dará seguimiento a las mejoras implementadas en el proceso de rebabeo. El objetivo es asegurar que las mejoras se mantengan en el tiempo y que el proceso continúe funcionando de manera adecuada. Para esto, el proyecto contempla el uso de herramientas de control que permiten monitorear el desempeño del proceso, verificar el cumplimiento de las actividades y detectar posibles desviaciones. Esta fase permite dar continuidad a las mejoras y mantener la estabilidad del proceso.

Tabla 5. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

Objetivo específico	Actividades	Herramientas	Descripción	Plazos	Responsables
Controlar el proceso de rebabeo	Seguimiento de las mejoras	Lista de verificación	Mediante una lista de verificación que permita dar seguimiento de las acciones implementadas	Semana 11	Investigador/ Process Developer
Controlar el proceso de rebabeo	Revisión de documentación	Documentación del proceso	Verificación del uso y cumplimiento de los documentos implementados	Semana 11	Investigador/ Process Developer /
Controlar el proceso de rebabeo	Retroalimentación del personal	Encuestas y observación	Obtener comentarios del personal sobre el funcionamiento de las mejoras	Semana 12	Investigador
Controlar el proceso de rebabeo	Ajustes de mejora	Mejora continua	Aplicación de ajustes según las necesidades identificadas en el proceso	Semana 12	Investigador

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En esta sección se describe el proceso actual de rebabeo, con el objetivo de entender cómo se lleva a cabo cada una de sus etapas y poder identificar posibles puntos de mejora. Para esto, se utiliza un diagrama de proceso que permite visualizar el flujo de las actividades desde el inicio hasta el final.

El proceso de rebabeo inicia con la recepción de la pieza proveniente del maquinado de tornos suizos. Posteriormente, se realiza la operación de rebabeo, que es el proceso en el cual se eliminan las imperfecciones, bordes sobrantes o rebabas presentes en las piezas de acero o titanio.

Una vez finalizado el rebabeo, se lleva a cabo una inspección visual, donde se evalúa si la pieza cumple con los criterios de calidad establecidos. En caso de que la pieza no sea conforme, esta es enviada a scrap.

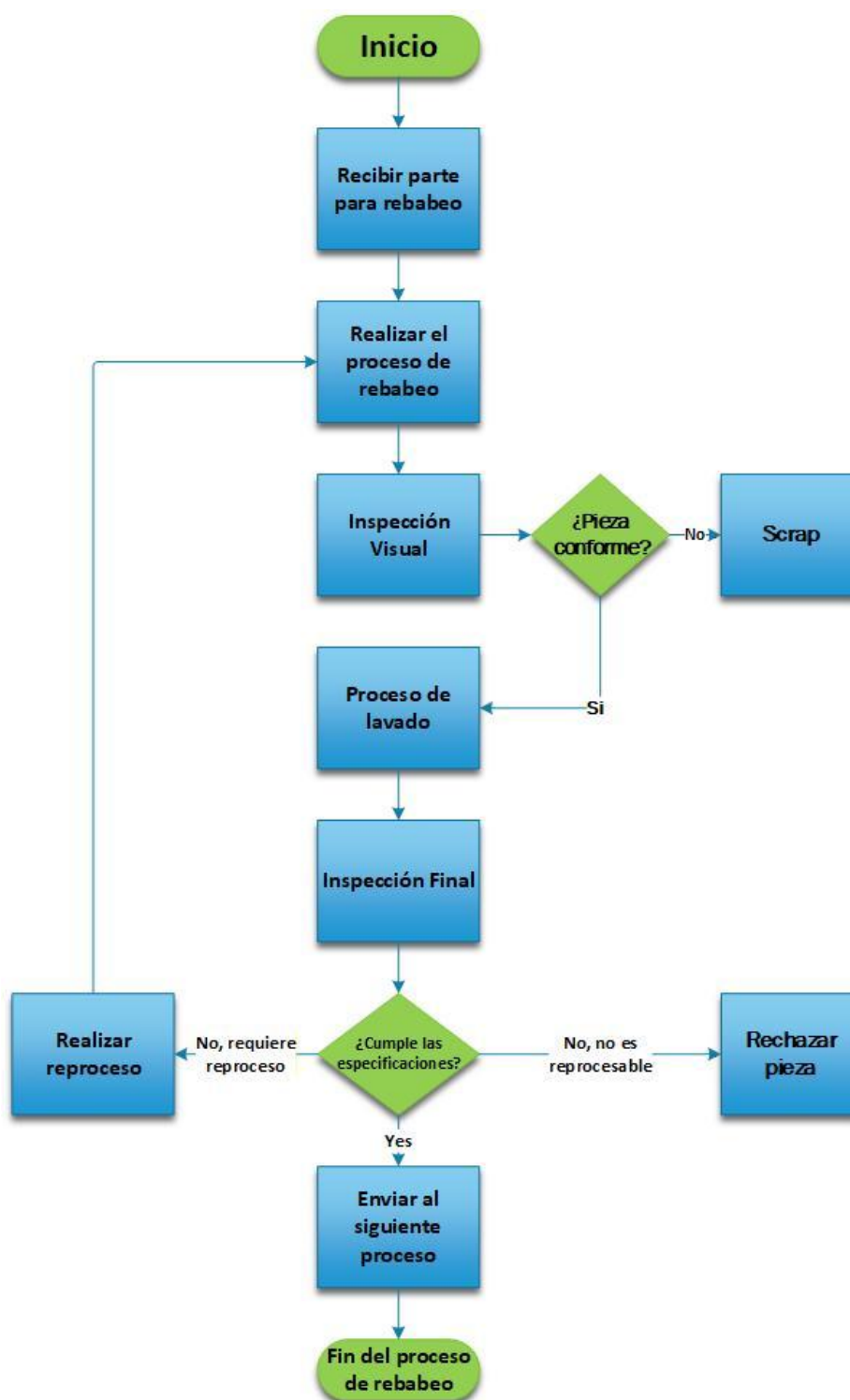
Si la pieza es conforme, continúa hacia el proceso de lavado, con el fin de eliminar residuos generados durante el rebabeo. Luego, se realiza una inspección final, donde se verifica nuevamente el cumplimiento de las especificaciones.

En esta etapa pueden presentarse tres escenarios:

- Si la pieza cumple con las especificaciones, es enviada al siguiente proceso
- Si la pieza no cumple, pero es reprocesable, se realiza un reproceso.
- Si la pieza no cumple y no es reprocesable, esta es desechada.

Finalmente, las piezas conformes continúan su flujo normal, dando por finalizado el proceso de rebabeo.

Figuras 7. Diagrama del proceso de Rebabeo



Fuente. Elaboración propia

4.2 PROBLEMÁTICA DEL PROCESO

En esta sección se presenta la problemática del proceso de rebabeo, con base en la observación directa y las entrevistas realizadas al personal. A partir de esta información, se identifican varias situaciones que afectan la eficiencia del proceso, principalmente relacionadas con tiempos elevados, errores y variabilidad en la forma de trabajar.

Se evidencian tiempos de ciclo altos, especialmente en las actividades de inspección de piezas. También se presentan retrasos cuando existen dudas sobre defectos y no hay personal disponible para ayudar, lo que hace que el proceso se detenga. Además, los retrabajos aumentan el tiempo total, ya que implican repetir actividades que ya se habían realizado.

En cuanto a los errores, estos ocurren principalmente durante la inspección de las piezas y en el traslado al siguiente proceso. También se presentan errores cuando las piezas tienen rebaba dura o cuando el trabajo lo realiza personal nuevo que no tiene suficiente experiencia.

Entre los principales problemas identificados se encuentran la falta de capacitación y reentrenamiento del personal, la ausencia de un documento guía que ayude a estandarizar el proceso, problemas de comunicación y la falta de seguimiento en los entrenamientos. Todo esto provoca que el proceso no se realice de la misma forma, generando variación entre operarios, dudas y errores.

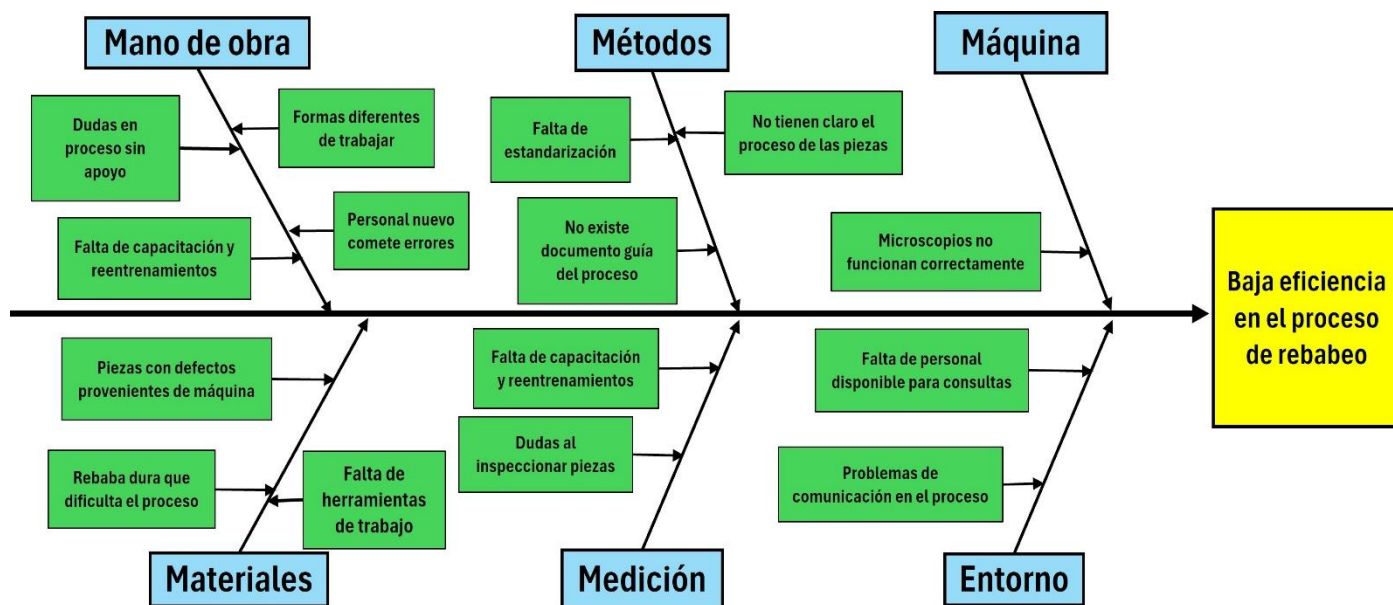
Esta problemática permite tener una base clara para realizar el análisis de causas raíz en la siguiente sección.

4.3 ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ

En esta sección se utiliza el diagrama de Ishikawa con el fin de identificar las posibles causas que generan la problemática del proceso de rebabeo. Para su elaboración se toma como base la

información obtenida mediante la observación directa y las entrevistas realizadas al personal involucrado.

Figuras 8.Diagrama de Ishikawa



Fuente. Elaboración propia

A partir del análisis del diagrama de Ishikawa, se identifican diversas causas que afectan la eficiencia del proceso de rebabeo, relacionadas principalmente con el personal, los métodos de trabajo, las condiciones de los equipos y la comunicación dentro del proceso.

Con el fin de detallar de forma más clara las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa, se presenta a continuación una tabla donde se agrupan y explican cada una de ellas según su categoría. Esta información se basa en la observación directa y en las entrevistas realizadas al personal del área.

Tabla 6. *Análisis de causas*

Mano de obra	
Causa	Explicación
Falta de capacitación	El personal no recibe entrenamiento suficiente
Personal nuevo comete errores	Los nuevos no dominan el proceso y cometen más errores que los otros
Variabilidad entre operarios	Cada uno trabaja diferente
Dudas sin apoyo inmediato	No hay alguien cerca cuando ocupan ayuda
Materiales	
Causa	Explicación
Piezas con defectos de máquina	Piezas con problemas y defectos que vienen así de fabrica
Rebaba dura	Piezas con rebaba muy dura que dificultan el proceso
Falta de herramientas de trabajo	No hay bisturís, navajas ni brochas necesarias para realizar el proceso correctamente
Métodos	
Causa	Explicación
Falta de documento guía	No tienen referencia cuando hay dudas
Falta de estandarización	No hay forma única de trabajar
No tienen claro el proceso	No conocen bien cada pieza

Medición	
Causa	Explicación
Dudas en inspección	No saben si la pieza está bien o mal
Falta de criterio claro	No hay estándar para evaluar criterios
Máquina	
Causa	Explicación
Microscopios en mal estado	Dificultan las inspecciones que se realizan durante el proceso
Entorno	
Causa	Explicación
Problemas de comunicación	No se transmiten bien la información
Falta de apoyo del área de calidad	No hay una respuesta rápida ante dudas

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1 Priorización de causas

Con el fin de identificar las causas más relevantes, se realiza una priorización con base en la información obtenida mediante entrevistas al personal. Para esto, se consideran la frecuencia con que se presentan los problemas y su impacto en el proceso.

Para la priorización, se utilizaron todas las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa. Se realizó una votación con la participación de 15 personas del área, con el objetivo de determinar cuáles causas consideran más importantes según su experiencia en el proceso.

Los resultados obtenidos se utilizaron como base para la elaboración del análisis de Pareto, permitiendo identificar cuáles causas generan mayor impacto dentro del proceso.

4.3.2 Análisis de Pareto

A partir de la priorización de causas, se aplica el análisis de Pareto con el objetivo de identificar cuáles son las causas que generan mayor impacto en la problemática del proceso de rebabeo.

En el gráfico de Pareto se representan las causas en orden de mayor a menor frecuencia, junto con el porcentaje acumulado, lo que permite visualizar cuáles son las más importantes dentro del proceso.

De acuerdo con el análisis realizado, se observa que las causas con mayor frecuencia corresponden a la falta de documento guía y la falta de capacitación del personal, seguidas por la falta de estandarización, la falta de herramientas de trabajo y falta de criterio claro.

Además, se identifica que aproximadamente el 80% de los problemas se concentra en estas cinco causas principales, lo que confirma que una pequeña cantidad de causas genera la mayor parte de los inconvenientes en el proceso.

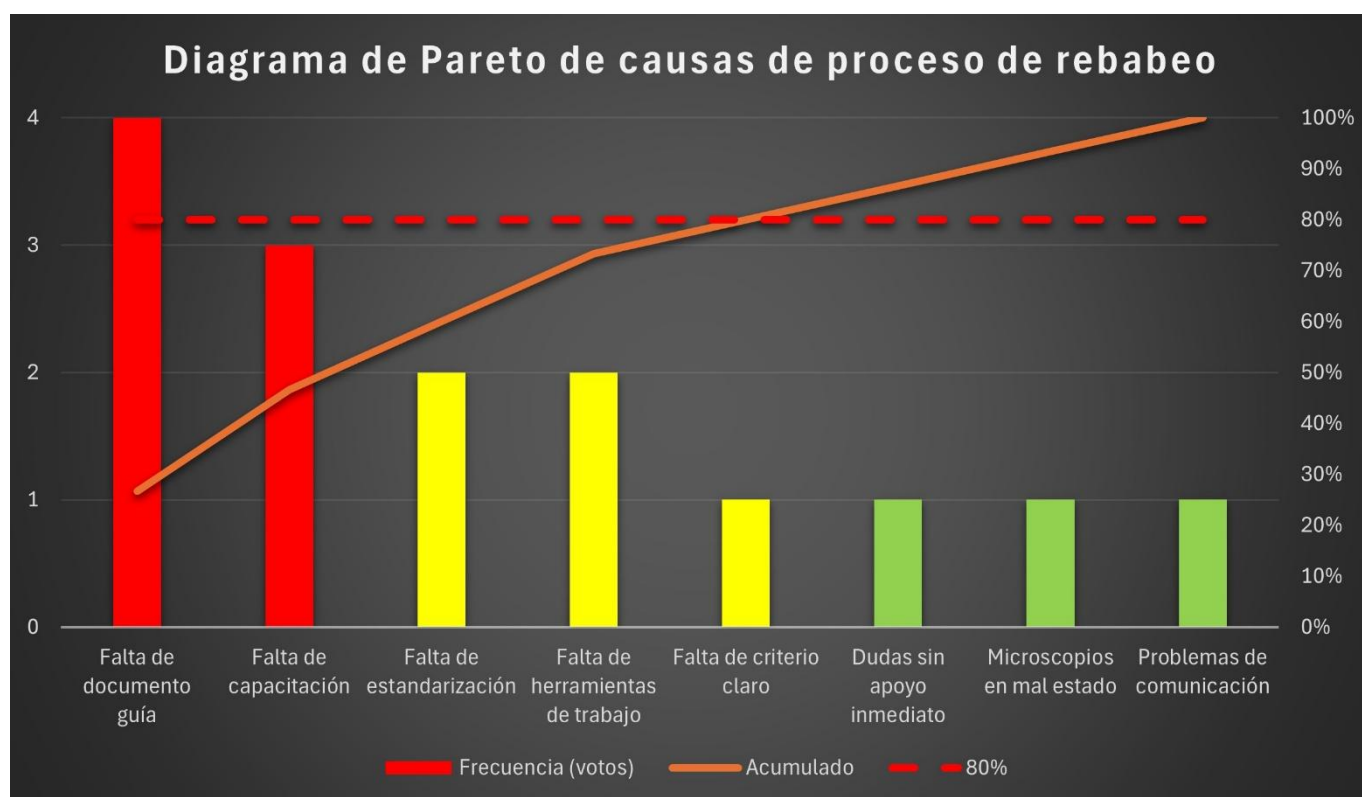
Es importante mencionar que, aunque en la tabla se incluyen todas las causas identificadas, en el gráfico de Pareto se representaron únicamente aquellas que obtuvieron votos, ya que son las que generan impacto en el proceso.

Por lo tanto, se determina que estas causas deben ser priorizadas para la implementación de mejoras, ya que su atención permitirá reducir los tiempos, disminuir errores y mejorar la eficiencia del proceso de rebabeo.

Tabla 7. *Frecuencia de causas para el análisis de Pareto*

Causa	Frecuencia (votos)	% Acumulado
Falta de documento guía	4	27%
Falta de capacitación	3	47%
Falta de estandarización	2	60%
Falta de herramientas de trabajo	2	73%
Falta de criterio claro	1	80%
Dudas sin apoyo inmediato	1	87%
Microscopios en mal estado	1	93%
Problemas de comunicación	1	100%
Falta de apoyo del área de calidad	0	100%
Rebaba dura	0	100%
Variabilidad entre operarios	0	100%
Dudas en inspección	0	100%
No tiene claro el proceso	0	100%
Personal nuevo comete errores	0	100%
Piezas con defectos de maquina	0	100%

Fuente: Elaboración propia.

Figuras 9.Diagrama de Pareto

Fuente. Elaboración propia

4.3.3 Conclusión del análisis de causas raíz

A partir del análisis realizado, se identifica que una parte importante de los problemas del proceso de rebabeo se concentra en un grupo reducido de causas, específicamente: la falta de documento guía, la falta de capacitación del personal, la falta de estandarización del proceso, la falta de herramientas de trabajo y la falta de criterio claro en la ejecución de las actividades; lo que evidencia la necesidad de enfocar los esfuerzos de mejora en estos aspectos clave.

Los resultados muestran que las principales dificultades del proceso están relacionadas con la falta de claridad en la forma de trabajar, el nivel de capacitación del personal, la ausencia de un documento guía y la disponibilidad de herramientas adecuadas. Estas condiciones generan

variabilidad en la ejecución de las actividades, lo que afecta la calidad del trabajo y el tiempo del proceso.

Además, la ausencia de lineamientos claros y de criterios definidos provoca que los operarios tengan que tomar decisiones por su cuenta, aumentando la probabilidad de errores durante la ejecución de las actividades.

En general, la problemática identificada impacta directamente en la eficiencia del proceso, por lo que es necesario orientar las acciones de mejora hacia la estandarización del trabajo, el fortalecimiento del conocimiento del personal mediante capacitaciones específicas y la adecuada disponibilidad de recursos, con el fin de lograr un proceso más claro, ordenado y eficiente.

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

En este capítulo se presentan las propuestas de solución orientadas a mejorar el proceso de rebabeo, tomando como base los resultados obtenidos en el análisis de causas raíz desarrollado en el capítulo anterior.

A partir del análisis de Pareto, se identificó que el 80% de los problemas del proceso se concentra en un grupo reducido de causas principales, relacionadas con la falta de documento guía, la falta de capacitación del personal, la falta de estandarización del proceso, la falta de herramientas de trabajo y la falta de criterios claros en la ejecución de las actividades.

Con base en estas causas, se plantean propuestas de solución enfocadas en atender estos problemas de manera directa. Para facilitar su implementación, las causas fueron agrupadas según su relación, con el fin de desarrollar propuestas más claras y efectivas.

A continuación, se presenta una tabla que relaciona las principales causas identificadas con las propuestas de solución planteadas.

Tabla 8. *Causas y propuestas*

Principales Causas	Propuestas
Falta de documentación, estandarización y criterios claros	Elaborar un documento guía estandarizado del proceso
Falta de capacitación del personal	Implementar un programa de capacitación del personal
Falta de herramientas de trabajo	Implementar un control de herramientas e inventario

Fuente: Elaboración propia

5.2 PROPUESTA 1: DOCUMENTO GUÍA DEL PROCESO

Se propone la elaboración de un documento guía del proceso de rebabeo, con el fin de establecer una forma clara y estandarizada de realizar las actividades, reduciendo la variabilidad entre operarios y los errores durante el proceso.

El objetivo de esta propuesta es definir de manera clara y ordenada cada una de las etapas del proceso de rebabeo, de forma que todo el personal trabaje bajo un mismo criterio y tenga claridad en la ejecución de sus tareas.

Esta propuesta se enfoca en el área de rebabeo, donde se identificó la necesidad de estandarizar las actividades para mejorar la eficiencia, reducir errores y asegurar la calidad de las piezas.

Para el desarrollo de esta propuesta, se realizó un levantamiento del proceso mediante observación directa en el área y entrevistas al personal involucrado. Esto permitió comprender cómo se ejecuta el proceso en la práctica, identificar las actividades principales, los responsables y las herramientas utilizadas.

Con base en esta información, se estructuró el proceso mediante un diagrama SIPOC, el cual permite visualizar de forma general los elementos que intervienen en el proceso.

Tabla 9. *SIPOC del proceso de rebabeo*

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Maquinado en torno suizo	Piezas con rebaba listas para rebabear	Rebabeo e inspección	Piezas sin rebaba	Departamento de calidad

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se realizó la descripción detallada del proceso, definiendo cada una de sus etapas:

- Recepción de piezas provenientes del proceso de maquinado
- Proceso de rebabeo para eliminar imperfecciones
- Inspección visual de la pieza
- Envío a lavado
- Inspección final
- Clasificación de la pieza (conforme, reproceso o descarte)

A partir de esta información, se elaboró un documento guía que incluye la secuencia de actividades, criterios de aceptación y uso de herramientas, con el fin de que el personal cuente con una referencia clara durante la ejecución del proceso.

El documento fue diseñado de forma sencilla y clara, para facilitar su comprensión y uso dentro del área de trabajo.

La implementación de este documento permitirá reducir errores, mejorar la consistencia en el trabajo y facilitar la capacitación del personal.

El documento guía elaborado se presenta en el Anexo A.

5.3 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

Se propone implementar un programa de capacitación para el personal del área de rebabeo, con el fin de mejorar el conocimiento del área, reducir errores y asegurar una correcta ejecución de las actividades.

El objetivo de esta propuesta es fortalecer las habilidades del personal mediante capacitaciones enfocadas en los aspectos más importantes del área, como el uso correcto de herramientas, la identificación de defectos y la comprensión general del proceso mediante una inducción.

Esta propuesta se enfoca en el personal del área de rebabeo, tanto en operarios actuales como en personal nuevo, donde se identificó la necesidad de mejorar la capacitación para reducir la variabilidad en el trabajo y los errores durante el proceso.

Para el desarrollo de esta propuesta, se definieron tres capacitaciones principales, orientadas a cubrir los puntos más importantes del área:

- Uso correcto de herramientas de rebabeo
- Identificación de defectos y criterio de inspección
- Inducción al área de rebabeo

Con base en estas capacitaciones, se plantea un programa organizado en el tiempo, el cual permitirá capacitar al personal de forma ordenada y asegurar que todos reciban la misma información.

A continuación, se presenta la programación de las capacitaciones propuestas.

Tabla 10. *Programa de capacitaciones*

Mes	Capacitacion	Dirigido a	Responsable
Mes 1	Uso correcto de herramientas de rebabeo	Operarios	Líder
Mes 2	Identificación de defectos y criterio de inspección	Operarios	Líder y Calidad

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, la capacitación de inducción al área de rebabeo no forma parte de la programación mensual, ya que está dirigida al personal de nuevo ingreso. Esta capacitación se realizará cada vez que ingrese un nuevo operario al área, como parte de su proceso de integración.

Debido a que el área de rebabeo cuenta con tres turnos de trabajo, las capacitaciones se programarán de manera que todo el personal pueda recibirlas sin afectar la operación del

proceso. Para esto, las capacitaciones se repetirán por turno, asegurando que todos los operarios reciban la misma información.

Tabla 11. *Programación por turnos*

Turno	Horario	Modalidad de capacitación
Turno 1	06:00 am – 2:30 pm	Durante jornada laboral
Turno 2	2:30 pm – 10:00 pm	Inicio de turno
Turno 3	10:00 pm – 06:00 am	Inicio de turno

Fuente: Elaboración propia

Se desarrollaron tres capacitaciones enfocadas en los aspectos más importantes del área de rebabeo, con el fin de fortalecer el conocimiento del personal y reducir errores durante la ejecución de las actividades.

Las capacitaciones están orientadas al uso correcto de herramientas, la identificación de defectos y la comprensión general del proceso, cubriendo así los puntos críticos identificados en el análisis de causas raíz.

Cada capacitación fue diseñada de forma clara y sencilla, permitiendo que el personal pueda comprender fácilmente los contenidos y aplicarlos en su trabajo diario

Como parte de esta propuesta, se elaboraron documentos de apoyo para cada capacitación, los cuales incluyen información práctica y apoyo visual para facilitar el aprendizaje.

Los documentos de capacitación desarrollados se presentan en el Anexo B.

5.4 PROPUESTA 3: CONTROL DE HERRAMIENTAS E

INVENTARIO

Se propone implementar un sistema de control de herramientas e inventario en el área de rebabeo, con el fin de mejorar la disponibilidad de los recursos, evitar pérdidas y asegurar que el personal cuente con las herramientas necesarias para realizar su trabajo.

Esta propuesta surge debido a la falta de control sobre las herramientas utilizadas en el área, lo que genera dificultades para ubicar los equipos, desconocimiento del estado en que se encuentran y atrasos en el proceso cuando no se dispone de los recursos necesarios.

El objetivo de esta propuesta es establecer un control claro sobre las herramientas del área, permitiendo conocer cuántas hay, en qué estado se encuentran, dónde están ubicadas y cuándo es necesario realizar reposiciones.

Esta propuesta aplica específicamente al área de rebabeo, donde se utilizan herramientas como microscopios, bisturíes, felpas, mini bench grinder y otros equipos necesarios para la ejecución del proceso.

5.4.1 Clasificación de herramientas (Seiri)

Como parte del sistema de control, se realizará una clasificación de las herramientas utilizadas en el área de rebabeo, con el fin de identificar cuáles son necesarias para el proceso y cuáles no. Se revisarán todas las herramientas disponibles, como microscopios, bisturíes, felpas, mini bench grinder y demás equipos utilizados en el área, con el objetivo de separar aquellas que se encuentran en buen estado de las que están dañadas o no se utilizan.

Las herramientas que no cumplan con las condiciones necesarias serán retiradas del área o separadas para su revisión, evitando que sean utilizadas durante el proceso.

Esta actividad permitirá tener mayor claridad sobre las herramientas disponibles y asegurar que el personal trabaje únicamente con equipos en condiciones adecuadas.

5.4.2 Orden de las herramientas (Seiton)

Una vez realizada la clasificación de las herramientas, se procederá a establecer un orden dentro del área de rebabeo, asignando un lugar específico para cada una de ellas.

Para esto, se definirán ubicaciones claras para las herramientas del área, de manera que cada elemento tenga un espacio asignado dentro del área de trabajo.

Se podrán utilizar estaciones de trabajo, cajas o espacios delimitados para cada operario, permitiendo que las herramientas se mantengan organizadas y sean fáciles de ubicar durante el proceso.

Además, se recomienda identificar visualmente los espacios asignados, ya sea mediante etiquetas o señalización, con el fin de facilitar la ubicación y devolución de las herramientas después de su uso.

Esta organización permitirá reducir el tiempo de búsqueda, mejorar el orden en el área y asegurar que las herramientas estén disponibles cuando se necesiten.

5.4.3 Limpieza de herramientas (Seiso)

Como parte del control de herramientas, se establecerán prácticas de limpieza dentro del área de rebabeo, con el fin de mantener los equipos en condiciones adecuadas para su uso.

Durante el proceso, el operario deberá asegurarse de que las herramientas se mantengan limpias y libres de residuos generados durante el rebabeo, evitando acumulación de material que pueda afectar su funcionamiento o dañar las piezas.

Asimismo, se recomienda realizar revisiones periódicas del estado de las herramientas, con el fin de detectar desgaste, suciedad o cualquier condición que pueda afectar el desempeño durante el proceso.

Estas acciones permitirán mantener las herramientas en buen estado, mejorar su durabilidad y asegurar un mejor desempeño en las actividades del área.

5.4.4 Estandarización (Seiketsu)

Una vez establecidas las actividades de clasificación, orden y limpieza, se definirán lineamientos claros para asegurar que estas prácticas se mantengan de forma constante en el área de rebabeo. Para esto, se establecerán reglas básicas sobre el uso, almacenamiento y cuidado de las herramientas, con el fin de que todos los operarios trabajen de la misma manera. Estas reglas serán comunicadas a los operarios mediante una capacitación inicial a cargo del líder de producción del área, y se reforzarán mediante señalización visual y formatos impresos ubicados en el área de trabajo, de manera que estén disponibles como referencia constante durante la ejecución de las actividades.

Asimismo, se podrá utilizar un formato de control que permita llevar un registro de las herramientas disponibles, su estado y su ubicación, facilitando el seguimiento dentro del área. También se podrán definir criterios para la reposición de herramientas, estableciendo puntos de reorden que indiquen cuándo es necesario solicitar nuevos equipos o reemplazar los existentes. Esta estandarización permitirá reducir la variabilidad en el manejo de las herramientas, mejorar el control del inventario y asegurar que las condiciones del área se mantengan en el tiempo. El cumplimiento de estos lineamientos será verificado mediante revisiones periódicas a cargo del líder de producción del área, con el fin de confirmar que las prácticas de orden y limpieza se mantengan de forma constante.

5.4.5 Disciplina (Shitsuke)

Para asegurar que el sistema de control de herramientas se mantenga en el tiempo, se establecerá la asignación de responsables dentro del área de rebabeo.

Estos responsables estarán encargados de verificar el cumplimiento de las prácticas establecidas, así como de dar seguimiento al estado, disponibilidad y correcta ubicación de las herramientas.

Asimismo, se promoverá el compromiso del personal en el uso adecuado de los recursos, asegurando que cada operario cumpla con las normas de orden, limpieza y manejo de herramientas definidas previamente.

Como parte de esta disciplina, se podrán realizar revisiones periódicas del área, con el fin de validar que el sistema se esté aplicando correctamente y detectar oportunidades de mejora.

La aplicación de esta etapa permitirá mantener el control del área en el tiempo, asegurando la continuidad de las mejoras implementadas.

5.4.6 Resultado de la propuesta

La implementación de un sistema de control de herramientas e inventario permitirá mejorar la organización dentro del área de rebabeo, facilitando la ubicación y disponibilidad de los recursos necesarios para el proceso. Asimismo, se espera reducir el tiempo de búsqueda de herramientas, disminuir la utilización de equipos en mal estado y evitar interrupciones en el proceso por falta de recursos.

Cabe aclarar que esta propuesta corresponde a una herramienta de visibilidad y registro del inventario, cuya implementación queda a criterio de la organización, ya que su ejecución no forma parte del alcance del presente proyecto. En caso de ser adoptada, el formato de control permitirá tener mayor claridad sobre la cantidad de herramientas disponibles, su estado y la

necesidad de reposición, sirviendo como base para fundamentar decisiones de compra y para apoyar la planificación de la administración del inventario, sin sustituir un sistema de gestión integral del mismo.

En general, esta propuesta contribuirá a sentar las bases para un mejor control del área de trabajo, quedando como una herramienta de apoyo disponible para su futura implementación por parte de la organización.

5.4.7 Control de inventario

Como parte de esta propuesta, se desarrollará un formato de control de herramientas e inventario, el cual permitirá llevar un registro de los equipos e insumos utilizados en el área de rebabeo. Este formato incluirá información como el tipo de herramienta o insumo, cantidad disponible, estado, ubicación, responsable y punto de reorden, facilitando el seguimiento y control dentro del área.

Además, el formato permitirá identificar herramientas disponibles, herramientas en uso, equipos en mal estado y materiales almacenados en bodega, brindando un estatus actualizado de los recursos del área. Esta información servirá como base para fundamentar las decisiones de compra y para apoyar la administración general del inventario, al evidenciar de forma oportuna las necesidades de reposición o reemplazo de herramientas.

Este formato será actualizado por el líder de producción del área cada vez que se reciba, utilice o reponga una herramienta o insumo, y se mantendrá disponible en formato físico y digital dentro del área de rebabeo para consulta del personal. Adicionalmente, se recomienda realizar una revisión semanal del inventario registrado, con el fin de verificar que la información se mantenga actualizada y que los puntos de reorden definidos se respeten oportunamente.

El formato de control desarrollado se presenta en el Anexo C.

5.5 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS PROPUESTAS

5.5.1 Costos de implementación

Para realizar el análisis económico del proyecto, se tomaron en cuenta los costos relacionados con la implementación de las propuestas de mejora desarrolladas para el proceso de rebabeo en el área de extrusión de Biomerics. Entre estos costos se consideraron las horas de capacitación del personal, participación del líder del área, participación del representante de la empresa y el tiempo operativo necesario para el desarrollo de las propuestas.

Además, debido a que el proyecto tiene un enfoque teórico, se realizó una proyección estimada del beneficio económico esperado a partir de una posible mejora en la productividad operativa del proceso. Esta mejora se relaciona con la implementación de instructivos de trabajo, control de herramientas, capacitación del personal y estandarización de actividades.

Tabla 12. Consolidación de costos de implementación

Recurso	Cantidad	Horas	Costo por hora	Costo total
Operarios (Recolección de información)	2	2	¢1 800	¢7200
Líder de área	1	2	¢2600	¢5200
Representante de la empresa	1	4	¢5500	¢22000
Capacitación de operadores	24	1	¢1800	¢43200
Costo total estimado: ¢77600				

Fuente: Elaboración propia

5.5.2 Beneficio económico esperado

La mejora proyectada del 5% en productividad se estimó de manera conservadora tomando en cuenta los beneficios esperados de las propuestas desarrolladas en el proyecto, entre ellos la estandarización de actividades, capacitación del personal, disponibilidad de instructivos de trabajo y mejor control de herramientas utilizadas durante el proceso de rebabeo.

Además, durante el análisis del proceso se identificaron oportunidades de mejora relacionadas con diferencias en la ejecución de tareas, tiempos improductivos y falta de documentación estandarizada, aspectos que podrían influir directamente en el desempeño operativo del área.

Para el cálculo se consideró:

- 8 operadores por turno,
- 3 turnos,
- jornadas de 8 horas,
- salario promedio de ¢1800 por hora,
- 26 días laborales por mes.

Tabla 13. *Proyección de mejora en productividad*

Concepto	Resultado
Operarios por turno	8
Cantidad de turnos	3
Operarios totales diarios	24
Horas productivas por turno	7.25
Salario por hora	¢1800
Costo operativo diario	¢313200
Días trabajados al mes	26
Costo operativo mensual	¢8.143.200
Mejora proyectada del 5%	¢407160

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la proyección realizada, se estima que las propuestas desarrolladas podrían generar un beneficio económico aproximado de ¢407200 mensuales asociado a la mejora de productividad operativa del proceso.

5.5.3 Retorno sobre la inversión (ROI)

El retorno sobre la inversión se calculó comparando el beneficio económico proyectado con el costo estimado de implementación de las propuestas de mejora.

$$ROI = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo de inversión}} \times 100$$

$$ROI = \frac{¢329560}{¢77600} \times 100 = 424.69\%$$

Beneficio neto= Beneficio bruto-Costo de inversión

Beneficio neto= ¢407160 - ¢77600 = ¢329560

Tabla 14. *Cálculo del ROI*

Concepto	Monto
Beneficio proyectado	₡407160
Costo de implementación	₡77600
Beneficio neto	₡329560
ROI estimado	424.69%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos, se estima que la implementación de las propuestas desarrolladas podría generar beneficios operativos superiores al costo de implementación. Asimismo, el ROI proyectado muestra que las propuestas podrían representar una mejora favorable para el proceso de rebabeo, principalmente por el fortalecimiento de la estandarización, capacitación y control operativo.

5.6 IMPLEMENTACIÓN Y CONTROL

5.6.1 Diagrama de Gantt

Con el objetivo de organizar la implementación de las propuestas de mejora desarrolladas para el proceso de rebabeo, se realizó un plan de trabajo basado en actividades y tiempos estimados. Este plan permite dar seguimiento a propuestas como el documento guía estandarizado, el programa de capacitaciones y el control de herramientas e inventario. Además, se elaboró un diagrama de Gantt para mostrar el orden en que podrían implementarse las propuestas y el tiempo estimado para realizar cada actividad relacionada con el proceso de rebabeo.

Tabla 15. *Cronograma de implementación de propuestas*

Actividad	Mes 1	Mes 1	Mes 1	Mes 1	Mes 2	Mes 2	Mes 2	Mes 2
	Sem.1	Sem.2	Sem.3	Sem.4	Sem.1	Sem.2	Sem.3	Sem.4
Presentación de propuestas de mejora								
Presentación del documento guía del proceso								
Coordinación de implementación								
Capacitación sobre uso correcto de herramientas								
Implementación de control de herramientas e inventario								
Capacitación sobre identificación de defectos y criterio de inspección								
Seguimiento y control de las propuestas								

Fuente: Elaboración propia

El cronograma presentado permite organizar las actividades relacionadas con las propuestas de mejora desarrolladas para el proceso de rebabeo. Además, facilita el seguimiento de cada actividad y el control de la implementación de las propuestas planteadas en el proyecto.

5.6.2 Lista de verificación de seguimiento

Con el fin de verificar el cumplimiento de las propuestas de mejora durante su implementación, se presenta a continuación una lista de verificación de seguimiento que permite constatar el avance de cada acción planteada.

Tabla 16. *Lista de verificación de seguimiento de propuestas de mejora*

Nº	Ítem a verificar	Cumple (Sí/No)	Observaciones
1	El documento guía fue presentado al personal		
2	Se realizó la capacitación sobre uso de herramientas		
3	Se implementó el control de herramientas e inventario		
4	Se realizó la capacitación sobre criterios de inspección		
5	Se aplicaron las 5S en el área de rebabeo		
6	Se verificó el cumplimiento de las mejoras propuestas		

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

6.1.1. Definición de la situación del proceso de rebabeo

Durante el desarrollo del proyecto se logró entender cómo funciona actualmente el proceso de rebabeo en el área de extrusión de Biomerics. Mediante el análisis del flujo del proceso y las actividades realizadas, se identificaron oportunidades de mejora relacionadas con tiempos de ciclo, reprocesos, desperdicio de material y diferencias en la forma en que se ejecutan algunas tareas.

6.1.2. Identificación de factores que afectan el proceso

Se analizaron las principales causas que afectan el desempeño del proceso utilizando herramientas como el diagrama de Ishikawa y el análisis de Pareto desarrollados en el proyecto. A través de estos análisis se identificaron problemas relacionados con la falta de métodos de trabajo estandarizados, diferencias en el uso de herramientas y poca documentación clara del proceso.

6.1.3. Aplicación de la metodología DMAIC

La metodología DMAIC ayudó a organizar el análisis del problema de una manera más ordenada, permitiendo trabajar las etapas de definición, medición, análisis, mejora y control durante el desarrollo del proyecto. Esto facilitó entender mejor la situación actual del proceso y desarrollar propuestas enfocadas en la mejora continua.

6.1.4. Diseño de propuestas de mejora

Como parte del proyecto se desarrollaron propuestas orientadas a mejorar el control y la estandarización del proceso de rebabeo. Entre las herramientas propuestas se incluyen instructivos de trabajo, formatos de control y lineamientos de capacitación, los cuales fueron incorporados en los anexos del proyecto.

6.1.5. Importancia del control y seguimiento

A partir de los hallazgos obtenidos durante el análisis del proceso, se concluyó que el seguimiento continuo y la actualización de la documentación pueden ayudar a disminuir errores, diferencias en la ejecución de tareas y variaciones dentro del proceso. Además, las propuestas desarrolladas podrían contribuir a mejorar la eficiencia operativa y reducir desperdicios y reprocesos.

6.2 RECOMENDACIONES

6.2.1. Implementación de las propuestas de mejora

Se recomienda aplicar poco a poco las mejoras propuestas para poder ver cómo funcionan en la práctica dentro de la empresa.

6.2.2. Capacitación del personal

Se recomienda capacitar al personal de forma constante sobre los nuevos procedimientos, instructivos y herramientas, para asegurar que todos trabajen de la misma forma.

6.2.3. Monitoreo del desempeño del proceso

Se recomienda crear indicadores como tiempo de proceso, desperdicio y reprocesos, para poder dar seguimiento al desempeño y detectar mejoras.

6.2.4. Actualización de documentación operativa

Se recomienda mantener actualizados los documentos e instructivos del proceso para que siempre se trabaje con información correcta.

6.2.5. Desarrollo de estudios futuros

Se recomienda hacer futuros estudios para medir con números si las mejoras realmente funcionan después de implementarlas.

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍAS

- Angulo Sandi, A. (2025). *El proyecto propone implementar mejoras en el proceso de gestión de proyectos mediante herramientas de seguimiento, capacitación a los colaboradores y estrategias de control para mejorar la organización y el seguimiento de las tareas* [Proyecto de graduación]. Universidad Hispanoamericana.
- Arroyo Mora, C. D. (2024). *Mejora del proceso de producción en la línea de Zepol Ungüento Adulto mediante la metodología DMAIC en Laboratorios Zepol en Curridabat durante el tercer cuatrimestre de 2024* [Proyecto de graduación]. Universidad de Costa Rica.
- Bravo Carrasco, J. A. (2019). *Gestión de procesos* (8a ed.). Editorial Evolución.
- DPSYS Academy. (s/f). *Metodología DMAIC*. Recuperado el 1 de marzo de 2026, de <https://academy.dpsys.com.mx/metodologia-dmaic/>
- Escalante Lago, A., & González Zúñiga, J. F. (2018). *Ingeniería industrial: Métodos y tiempos con manufactura ágil*. Alfaomega.
- García Criollo, R. (2018). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. McGraw-Hill.
- González Ortiz, O. C. (2024). *Fundamentos de ingeniería industrial: Una visión actualizada desde su definición, currículo, estudio y aplicaciones* (1a ed.). Ecoe Ediciones.
- Instituto Nacional de Aprendizaje. (s/f). INA Virtual. Recuperado https://www.inavirtual.ed.cr/pluginfile.php/2861465/mod_resource/content/1/GPIM%20R1/proceso.html
- Lizarbe, J., & Aguilar, M. C. (2020). Metodología aplicada a la mejora de procesos utilizando herramientas de innovación. *Revista de Ingeniería Industrial*, 39. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2020.n039.4920>

- Salas Chaves, A. P. (2023). *Mejoramiento del proceso de producción, mediante herramientas de ingeniería, en línea seis de la empresa Smith & Nephew* [Proyecto de graduación]. Universidad Hispanoamericana.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2022). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (1a ed.). Pearson Educación.
- XR Industrial. (2023). *Metodología DMAIC en Seis Sigma*. XR Industrial. <https://www.xr-industrial.com/post/metodolog%C3%ADa-dmaic-en-seis-sigma>
- Zambrano Vargas, S. M., & Alvarado Benavides, F. E. (2011). Surgimiento y evolución de la ingeniería industrial. *In Vestigium Ire*, 4, 19–28.

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	DOCUMENTO GUÍA DEL PROCESO DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	01 May 2026

87

ANEXO A

TABLA DE CONTENIDO

<u>1. OBJETIVO</u>	88
<u>2. ALCANCE</u>	88
<u>3. INSTRUCCIONES GENERALES</u>	88
<u>4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</u>	90
<u>5. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO</u>	90
<u>5.1 Recepción De Piezas</u>	90
<u>5.2 Inspección</u>	90
<u>5.3 Rebabeo</u>	91
<u>5.4 Inspección Final</u>	91
<u>5.5 Clasificación</u>	91
<u>6. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</u>	91
<u>6.1 Pieza Conforme (Aceptable)</u>	91
<u>6.2 Pieza No Conforme</u>	92
<u>6.3 Clasificación De La Pieza No Conforme</u>	92
<u>7. MANEJO DE PIEZAS NO CONFORMES</u>	93
<u>7.1 Separación</u>	93
<u>7.2 Identificación Del Problema</u>	93
<u>7.3 Acción A Tomar</u>	93
<u>7.4 Escalamiento</u>	93
<u>7.5 Control</u>	94
<u>8. HERRAMIENTAS UTILIZADAS</u>	94
<u>9. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD</u>	94
<u>9.1 Uso Del Bisturí</u>	94
<u>9.2 Manipulación De Piezas</u>	95

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	DOCUMENTO GUÍA DEL PROCESO DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	01 May 2026

88

9.3 Uso De Herramientas	95
9.4 Area De Trabajo	95
9.5 General	95

1. OBJETIVO

Establecer la forma correcta de realizar el proceso de rebabeo, con el fin de asegurar la calidad de las piezas y reducir errores durante la ejecución de las actividades.

2. ALCANCE

Este documento aplica al área de rebabeo y a todo el personal que participa en este proceso, incluyendo operarios y personal del departamento de calidad.

3. INSTRUCCIONES GENERALES

El proceso de rebabeo se realiza con el fin de eliminar rebabas presentes en las piezas maquinadas, asegurando que cumplan con los criterios de calidad antes de pasar al siguiente proceso.

Durante la ejecución del proceso, el operario debe utilizar las herramientas adecuadas según el tipo de pieza, prestando especial atención a zonas críticas como roscas, bordes y superficies de contacto.

Se ha observado que los principales errores en el proceso están relacionados con el uso incorrecto de herramientas, falta de criterio en la inspección y variabilidad entre operarios.

Entre los defectos más comunes se encuentran:

1. Rebabas en roscas
2. Rebabas en bordes
3. Daños en la pieza por uso excesivo de herramientas
4. Redondeo de esquinas
5. Defectos no detectados durante la inspección

En piezas con un tamaño de 7" o más de largo, el uso del mini bench grinder debe realizarse con cuidado para evitar daños en la geometría de la pieza.

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	DOCUMENTO GUÍA DEL PROCESO DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	01 May 2026

89

En piezas pequeñas, el uso del bisturí y el microscopio es fundamental para asegurar una correcta eliminación de rebabas.

Nota: En caso de duda sobre el estado de una pieza, se debe consultar con el área de calidad antes de continuar con el proceso.

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	DOCUMENTO GUÍA DEL PROCESO DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	01 May 2026

90

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de rebabeo inicia cuando las piezas llegan del maquinado en torno suizo. Estas piezas normalmente vienen con rebabas o, en algunos casos, con defectos que ya vienen del proceso anterior.

Primero se revisan las piezas utilizando el microscopio o la lámpara con lupa, si tienen más de 7" de tamaño. Aquí se identifica si la pieza está en buen estado o si presenta problemas como rayones, deformaciones o rebabas muy grandes que no se pueden trabajar.

Después se realiza el rebabeo utilizando las herramientas necesarias según la pieza. El bisturí es la herramienta principal, ya que permite quitar rebabas en zonas difíciles como roscas, esquinas o partes pequeñas. También se utilizan brochas de nailon y, en algunos casos, el mini bench grinder para piezas más grandes.

Una vez terminado el rebabeo, las piezas se vuelven a inspeccionar para asegurarse de que no queden rebabas y que no se haya dañado la pieza durante el proceso.

Finalmente, las piezas se clasifican dependiendo de su estado:

1. Piezas buenas que pasan al siguiente proceso
2. Piezas que necesitan reproceso
3. Piezas que se van a scrap

5. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

5.1 Recepción De Piezas

1. Recibir las piezas provenientes de torno suizo
2. Revisar visualmente su estado general
3. Separar piezas que vengan con defectos evidentes

5.2 Inspección

1. Revisar las piezas con microscopio o lámpara con lupa
2. Identificar rebabas, rayones, golpes o deformaciones
3. Determinar si la pieza se puede trabajar o si es scrap

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	DOCUMENTO GUÍA DEL PROCESO DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	01 May 2026

91

5.3 Rebabeo

1. Utilizar el bisturí para eliminar rebabas en zonas pequeñas o difíciles
2. Usar brochas de nailon para limpieza de rebabas
3. Utilizar el mini bench grinder solo cuando sea necesario
4. Tener cuidado de no redondear bordes ni dañar la rosca

5.4 Inspección Final

1. Revisar nuevamente la pieza
2. Verificar que no queden rebabas
3. Hay que confirmar que la pieza no tenga daños

5.5 Clasificación

1. Piezas buenas → pasan a calidad
2. Piezas con rebaba leve → reproceso
3. Piezas dañadas o defectuosas → scrap

6. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Para determinar si una pieza está conforme o no, se debe considerar lo siguiente:

6.1 Pieza Conforme (Aceptable)

1. Una pieza se considera conforme cuando:
2. No presenta rebabas visibles en ninguna zona
3. Las roscas están completas y sin daño
4. No tiene golpes, rayones ni deformaciones
5. Los bordes y filos se mantienen definidos (no redondeados)

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	DOCUMENTO GUÍA DEL PROCESO DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	01 May 2026

92

6. La pieza mantiene su forma original
7. Cumple visualmente con lo esperado según inspección

Estas piezas pueden pasar al siguiente proceso sin problema.

6.2 Pieza No Conforme

Una pieza se considera no conforme cuando presenta alguno de los siguientes:

1. Rebabas visibles en roscas, bordes o superficies
2. Roscas dañadas o incompletas
3. Golpes, rayones o deformaciones
4. Bordes redondeados por mal uso de herramientas
5. Daños causados durante el proceso de rebabeo

6.3 Clasificación De La Pieza No Conforme

Dependiendo del tipo de problema:

Reproceso:

1. Cuando la rebaba aún se puede eliminar sin dañar la pieza

Scrap:

Cuando la pieza:

1. viene defectuosa del proceso anterior
2. está deformada
3. tiene daño en rosca
4. ya no se puede recuperar

En caso de duda sobre si una pieza es conforme o no:

Se debe consultar con el área de calidad antes de continuar.

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	DOCUMENTO GUÍA DEL PROCESO DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	01 May 2026

93

7. MANEJO DE PIEZAS NO CONFORMES

Cuando se detecta una pieza no conforme durante el proceso de rebabeo, se debe manejar de la siguiente manera:

7.1 Separación

1. Retirar la pieza inmediatamente
2. No mezclarla con piezas buenas
3. Colocarla en un área identificada

7.2 Identificación Del Problema

1. Rebaba que no fue eliminada
2. Daño causado durante el proceso
3. Defecto que viene del proceso anterior

7.3 Acción A Tomar

Reproceso

1. Cuando la rebaba se puede eliminar
2. Se vuelve a trabajar la pieza
3. Se inspecciona nuevamente antes de liberarla

Scrap

1. Cuando la pieza está dañada o no se puede recuperar
2. No se debe volver a trabajar
3. Se coloca en el área de scrap

7.4 Escalamiento

DOCUMENTO
DOC-REB-01

PROPIETARIO
Dep. Rebabeo

PÁGINA
93-114

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	DOCUMENTO GUÍA DEL PROCESO DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	01 May 2026

94

1. En caso de duda, consultar al líder de rebabeo
2. Si el problema es repetitivo, informar al área de calidad

7.5 Control

1. No dejar piezas sin clasificar
2. Mantener orden en las piezas no conformes

8. HERRAMIENTAS UTILIZADAS

1. Bisturí: Es la herramienta principal del proceso. Se utiliza para eliminar rebabas en roscas, bordes y zonas de difícil acceso. Es especialmente útil en piezas pequeñas y en rebabas que se encuentran en esquinas o entre roscas.
2. Brochas de nailon: Se utilizan para limpiar rebabas en zonas donde el bisturí no es suficiente. Deben utilizarse en conjunto con el mini bench grinder.
3. Microscopio: Se utiliza para la inspección detallada de las piezas y también como apoyo durante el rebabeo en piezas pequeñas o complejas, donde las rebabas no son visibles a simple vista.
4. Lámpara con lupa: Se utiliza para la inspección de piezas de mayor tamaño, donde no es necesario el uso del microscopio.
5. Piedras de asentar: Se utilizan en casos específicos para mejorar el acabado de la pieza y eliminar pequeñas imperfecciones.
6. Mini bench grinder: Se utiliza con felpa en piezas grandes para pulir y ayudar a eliminar rebabas y con brochas de nylon en piezas pequeñas. Debe utilizarse con cuidado para evitar dañar la pieza o redondear bordes y roscas.

9. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD

Durante el proceso de rebabeo se deben seguir las siguientes recomendaciones para evitar accidentes y daños en las piezas:

9.1 Uso Del Bisturí

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	DOCUMENTO GUÍA DEL PROCESO DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	01 May 2026

95

1. Utilizarlo con cuidado, ya que es una herramienta filosa
2. Evitar aplicar fuerza excesiva
3. Mantener siempre control de la pieza al trabajar

9.2 Manipulación De Piezas

1. Sujetar bien las piezas, ya que son pequeñas y pueden zafarse
2. Evitar que se caigan, ya que se pueden deformar o dañar
3. Manipularlas con cuidado para no afectar sus filos o forma

9.3 Uso De Herramientas

1. Utilizar cada herramienta para lo que corresponde
2. No forzar el uso del mini bench grinder
3. Evitar el uso excesivo que pueda dañar la pieza

9.4 Área De Trabajo

1. Mantener el área ordenada
2. Tener las herramientas en su lugar
3. Evitar acumulación de piezas

9.5 General

1. Trabajar con atención para evitar errores o accidentes
2. En caso de cualquier situación insegura, informar al líder

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – USO CORRECTO DE HERRAMIENTAS DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	02 May 2026

96

ANEXO B

Documento 1: Capacitación – Uso Correcto De Herramientas De Rebabeo

CONTENIDO

1. objetivos	97
2. Alcance	97
3. Instrucciones generales	97
4. Descripción	97
5. Procedimiento de capacitación	98
5.1 Uso del bisturí	98
5.2 Uso de blades del bisturí	98
5.3 Uso del microscopio	99
5.4 Uso de brochas de nailon	99
5.5 Uso de mini bench grinder	100
5.6 Uso de felpas de pulido	100
6. Errores comunes	101
7. Evaluación	101
8. Observaciones	101

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – USO CORRECTO DE HERRAMIENTAS DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	02 May 2026

97

1. OBJETIVOS

Brindar al personal los conocimientos necesarios para utilizar correctamente las herramientas de rebabeo, con el fin de evitar daños en las piezas y reducir errores durante el proceso.

2. ALCANCE

Este documento aplica para todo el personal que realiza o va a realizar el proceso de rebabeo, incluyendo operarios actuales y personal nuevo.

3. INSTRUCCIONES GENERALES

El uso correcto de las herramientas en el proceso de rebabeo es fundamental para asegurar la calidad de las piezas y evitar daños durante el trabajo.

Se ha identificado que uno de los principales problemas en el proceso está relacionado con el uso incorrecto de herramientas, lo que puede provocar defectos como rebabas mal eliminadas, daños en roscas o redondeo de bordes.

Durante esta capacitación, el personal aprenderá a utilizar correctamente las herramientas y a identificar errores comunes en el proceso.

4. DESCRIPCIÓN

Durante el proceso de rebabeo se utilizan diferentes herramientas dependiendo del tipo de pieza y del trabajo que se necesite realizar.

El correcto uso de estas herramientas permite eliminar rebabas sin dañar la pieza, mientras que un mal uso puede generar defectos que afectan la calidad del producto.

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – USO CORRECTO DE HERRAMIENTAS DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	02 May 2026

98

5. PROCEDIMIENTO DE CAPACITACIÓN

5.1 Uso del bisturí



1. Utilizar el bisturí para eliminar rebabas en zonas pequeñas, roscas y esquinas.
2. Trabajar con cuidado para no dañar la pieza.
3. No aplicar demasiada fuerza durante el proceso.

Tener cuidado con:

Aplicar demasiada fuerza y dañar la pieza o redondear bordes.

5.2 Uso de blades del bisturí



1. Verificar que la blade esté en buen estado antes de usarla.
2. Cambiar la blade cuando esté desgastada o dañada.
3. Error común:

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – USO CORRECTO DE HERRAMIENTAS DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	02 May 2026

99

- Utilizar blades desgastadas que no permiten un buen trabajo.

5.3 Uso del microscopio



- Utilizar el microscopio para inspeccionar piezas pequeñas.
- Apoyarse en el microscopio durante el rebabeo cuando sea necesario.
- Revisar bien la pieza antes de liberarla.
- Error común:
- No inspeccionar correctamente la pieza.

5.4 Uso de brochas de nylon



- Utilizar las brochas para limpiar rebabas.
- Usarlas para mejorar el acabado de la pieza.

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – USO CORRECTO DE HERRAMIENTAS DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	02 May 2026

100

5.5 Uso de mini bench grinder



1. Utilizar en piezas grandes.
2. Trabajar con cuidado para no dañar la pieza.
3. No dejar la pieza mucho tiempo en la herramienta.

Tener cuidado con:

Redondear bordes o dañar la pieza por uso excesivo.

5.6 Uso de felpas de pulido



1. Las felpas se utilizan en el mini bench grinder para pulir piezas y ayudar a eliminar rebabas más grandes.
2. Se utilizan principalmente en piezas de mayor tamaño donde el bisturí no es suficiente.

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – USO CORRECTO DE HERRAMIENTAS DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	02 May 2026

101

3. Permiten mejorar el acabado superficial de la pieza.

Tener cuidado con:
Dejar la pieza demasiado tiempo en la felpa, lo que puede provocar redondeo de bordes, daño en la rosca o pérdida de la forma original.

6. ERRORES COMUNES

1. Aplicar demasiada fuerza durante el rebabeo.
2. Utilizar la herramienta incorrecta.
3. No inspeccionar correctamente la pieza.
4. Dañar la pieza durante el proceso.

7. EVALUACIÓN

El personal debe demostrar que:

1. Conoce las herramientas utilizadas en el proceso.
2. Sabe utilizarlas correctamente.
3. Identifica errores durante el rebabeo.

8. OBSERVACIONES

En caso de duda durante el proceso, se debe consultar con el líder de rebabeo o con el área de calidad.

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS Y CRITERIO DE INSPECCIÓN		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	05 May 2026

102

Documento 2: Capacitación – Uso Correcto De Herramientas De Rebabeo

Contenido

1. Objetivo	103
2. Alcance	103
3. Instrucciones generales	103
4. Descripción	103
5. Procedimiento de capacitación	103
5.1 Identificación de rebabas	103
5.2 Identificación de golpes o deformaciones	104
5.3 Identificación de defectos provenientes del proceso anterior	105
5.4 Identificación de pieza conforme	105
5.5 Identificación de problemas por desgaste	106
6. Criterio de aceptación	107
7. Errores comunes	107
8. Evaluación	108
Observaciones	108

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS Y CRITERIO DE INSPECCIÓN		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	05 May 2026

103

1. Objetivo

Brindar al personal los conocimientos necesarios para identificar correctamente defectos en las piezas, diferenciando entre piezas conformes, reproceso y scrap.

2. Alcance

Este documento aplica para todo el personal del área de rebabeo encargado de la inspección de piezas.

3. Instrucciones generales

La correcta identificación de defectos es fundamental para asegurar la calidad del producto.

Durante el proceso de rebabeo, las piezas pueden presentar diferentes tipos de defectos, ya sea provenientes del proceso anterior o generados durante el rebabeo.

El personal debe ser capaz de reconocer estos defectos y tomar la decisión correcta sobre la condición de la pieza.

4. Descripción

Los defectos pueden presentarse en diferentes formas y tamaños, por lo que es importante realizar una inspección adecuada utilizando herramientas como el microscopio o la lámpara con lupa.

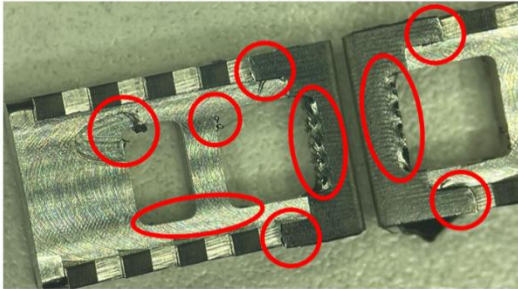
También es importante considerar que el estado de las herramientas puede influir en la calidad del trabajo, ya que herramientas desgastadas pueden generar defectos adicionales en las piezas.

5. Procedimiento de capacitación

5.1 Identificación de rebabas

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS Y CRITERIO DE INSPECCIÓN		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	05 May 2026

104



1. Revisar la pieza en busca de material sobrante en roscas, esquinas o superficies.
2. Identificar si la rebaba puede ser eliminada.

Resultado:

Si se identifican rebabas, la pieza debe ser rebabada hasta eliminar completamente el material sobrante.

Nota:

Si después de la inspección final aún se detectan rebabas, la pieza/ lote pasa a reproceso.

5.2 Identificación de golpes o deformaciones



1. Revisar si la pieza presenta daños, deformaciones o marcas.
2. Verificar si el daño afecta la funcionalidad de la pieza.

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS Y CRITERIO DE INSPECCIÓN		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	05 May 2026

105

3. Identificar si el daño proviene del proceso anterior o fue generado durante el rebabeo.

Resultado:

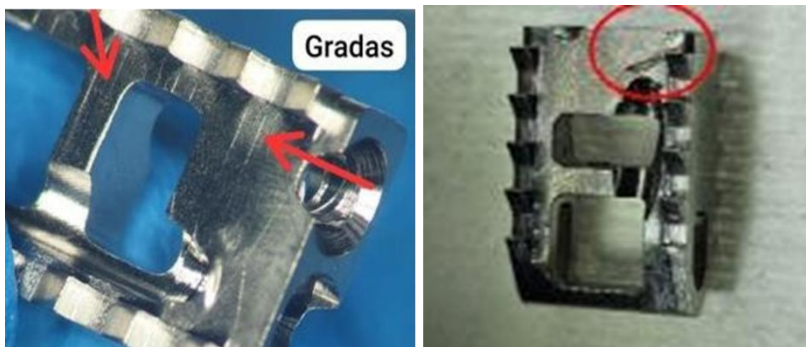
Si la pieza presenta daños que afectan su funcionalidad, se clasifica como scrap.

Nota:

Si el defecto proviene del proceso anterior (maquinado), se debe reportar.

Si el daño ocurre durante el rebabeo (caída o mala manipulación), se debe notificar al líder y separar la pieza para inspección.

5.3 Identificación de defectos provenientes del proceso anterior



1. Revisar si la pieza presenta rayas, mala rosca o defectos de maquinado.
2. Identificar defectos críticos que no pueden ser corregidos durante el rebabeo.

Resultado:

Si el defecto no puede ser corregido, la pieza se clasifica como scrap.

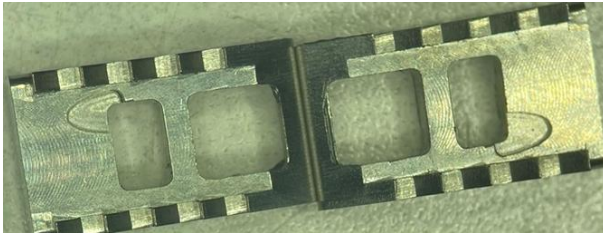
Nota:

En caso de detectar defectos recurrentes provenientes del proceso anterior, se debe informar al área correspondiente.

5.4 Identificación de pieza conforme

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS Y CRITERIO DE INSPECCIÓN		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	05 May 2026

106



1. Verificar que la pieza no tenga rebabas visibles.
2. Hay que confirmar que no presenta daños ni defectos.

Resultado:

La pieza se considera conforme.

5.5 Identificación de problemas por desgaste



1. Revisar la pieza después del uso de la felpa en el mini bench grinder.

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS Y CRITERIO DE INSPECCIÓN		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	05 May 2026

107

2. Verificar que los filos, roscas y radios mantengan su forma original.
3. Identificar si hubo pérdida de forma por uso excesivo de la herramienta.

Ejemplos:

- Redondeo de filos.
- Redondeo de roscas.
- Pérdida de forma en radios o esquinas.

Resultado:

Si la pieza presenta cambios en su forma original debido al uso de la felpa, debe ser evaluada para determinar si puede reprocesarse o si se clasifica como scrap.

Nota:

Este tipo de defecto se genera principalmente por dejar la pieza mucho tiempo en la felpa o aplicar demasiada fuerza durante el proceso.

6. Criterio de aceptación

Pieza conforme:

No presenta rebabas, daños ni deformaciones, y mantiene su forma original después del rebabeo.

Pieza para reproceso:

Presenta rebabas o detalles menores que pueden corregirse sin afectar la forma de la pieza.

Pieza scrap:

Presenta daños, deformaciones o pérdida de forma que afectan su funcionalidad y no pueden corregirse.

7. Errores comunes

1. No identificar rebabas pequeñas durante la inspección.
2. Liberar piezas con defectos visibles.

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS Y CRITERIO DE INSPECCIÓN		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	05 May 2026

108

3. No revisar el estado de la pieza después del uso de la felpa.
4. Aplicar demasiada fuerza o tiempo en la felpa, provocando pérdida de forma.
5. No diferenciar entre defectos del proceso anterior y errores generados en rebabeo.

8. Evaluación

El personal debe demostrar que:

1. Identifica correctamente defectos en las piezas.
2. Diferencia entre pieza conforme, reproceso y scrap.
3. Reconoce daños generados por el uso incorrecto de la felpa.
4. Aplica correctamente el criterio de inspección según el tipo de defecto.

Observaciones

En caso de duda sobre la condición de la pieza, se debe consultar con el área de calidad o con el líder de rebabeo.

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – INDUCCIÓN AL ÁREA DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	07 May 2026

109

Documento 3: Capacitación – Inducción Al Área De Rebabeo

Contenido

1. Objetivo	110
2. Alcance	110
3. Instrucciones generales	110
4. Flujo general del proceso	110
5. Descripción general del área	110
6. Responsabilidades del operario	111
7. Normas básicas del área	111
8. Evaluación	111
9. Observaciones	112

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – INDUCCIÓN AL ÁREA DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	07 May 2026

110

1. Objetivo

Brindar al personal de nuevo ingreso una comprensión general del área de rebabeo, su función dentro del proceso productivo y las responsabilidades del puesto, con el fin de facilitar su adaptación y desempeño en el área.

2. Alcance

Aplica para todo el personal de nuevo ingreso al área de rebabeo.

3. Instrucciones generales

El área de rebabeo es una etapa importante dentro del proceso productivo, ya que se encarga de eliminar rebabas y asegurar que las piezas cumplan con los requisitos de calidad antes de pasar a la siguiente operación.

Es importante que el personal comprenda de forma general cómo funciona el proceso, de dónde vienen las piezas, qué se realiza en el área y hacia dónde se envían.

Esta capacitación tiene como objetivo brindar una visión general del área, sin entrar en detalles técnicos, los cuales se desarrollan en otras capacitaciones.

4. Flujo general del proceso

Para facilitar la comprensión del proceso de rebabeo, se presenta el siguiente SIPOC, el cual permite visualizar de forma general los elementos que intervienen en el proceso.

Tabla 1. SIPOC del proceso de rebabeo

<i>Proveedor:</i>	<i>Entrada:</i>	<i>Proceso:</i>	<i>Salida:</i>	<i>Cliente:</i>
<i>Maquinado en torno suizo</i>	<i>Piezas con rebaba</i>	<i>Rebabeo, inspección y clasificación</i>	<i>Piezas sin rebaba</i>	<i>Departamento de calidad</i>

Fuente: Elaboración propia

5. Descripción general del área

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – INDUCCIÓN AL ÁREA DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	07 May 2026

111

El área de rebabeo se encarga de eliminar las rebabas generadas en el proceso de maquinado, así como de realizar una inspección visual de las piezas para asegurar que cumplen con los requisitos establecidos.

Durante este proceso, el operario debe trabajar con cuidado para no dañar la pieza y asegurar que el producto final cumpla con las condiciones necesarias para la siguiente operación.

6. Responsabilidades del operario

1. Cumplir con el proceso de rebabeo según lo establecido.
2. Cuidar las piezas durante todo el proceso.
3. Identificar defectos visibles en las piezas.
4. Clasificar correctamente las piezas.
5. Reportar cualquier anomalía al líder o al área de calidad.

7. Normas básicas del área

1. Mantener el orden y limpieza en el área de trabajo.
2. Utilizar correctamente las herramientas.
3. Manipular las piezas con cuidado.
4. Cumplir con las instrucciones establecidas.

8. Evaluación

1. El personal debe demostrar que:
2. Comprende el flujo general del proceso de rebabeo.
3. Identifica de dónde vienen y hacia dónde van las piezas.
4. Reconoce su rol dentro del área.

Precision Concepts Costa Rica, S.A. (Doing Business as Biomerics Alajuela) INSTRUCCIÓN ESTANDAR DE OPERACIÓN (I.E.O)			
Nombre de la Operación:	CAPACITACIÓN – INDUCCIÓN AL ÁREA DE REBABEO		
Numero de Parte:	Aplica para los componentes fabricados en Tooling		
Descripción de la Parte:	N/A		
Próxima operación:	N/A		
CHANGE REQUEST:	N/A	REVISION	Fecha efectiva
		Original	07 May 2026

112

9. Observaciones

Esta capacitación sirve como base para el personal de nuevo ingreso, la cual será complementada con capacitaciones específicas sobre herramientas y criterios de inspección.

ANEXO C

Control de herramientas e inventario – Área de rebabeo							
Código	Herramienta	Cant. Disponible	Estado	Ubicación	Responsable	Punto reorden	Observaciones
M-001	Microscopio	1	Bueno	Estacion 1	Operario	N/A	
M-002	Microscopio	1	Bueno	Estacion 2	Operario	N/A	
M-003	Microscopio	1	Bueno	Estacion 3	Operario	N/A	
M-004	Microscopio	1	Bueno	Estacion 4	Operario	N/A	
M-005	Microscopio	1	Bueno	Estacion 5	Operario	N/A	
M-006	Microscopio	1	Bueno	Estacion 6	Operario	N/A	
M-007	Microscopio	1	Bueno	Estacion 7	Operario	N/A	
M-008	Microscopio	1	Malo	Bodega	Líder	N/A	Conector malo
M-009	Microscopio	1	Malo	Bodega	Líder	N/A	Luz mala
M-010	Microscopio	1	Bueno	Bodega	Líder	N/A	
M-011	Microscopio	1	Bueno	Bodega	Líder	N/A	
BG-001	Mini Bench grinder	1	Bueno	Estacion 1	Operario	N/A	
BG-002	Mini Bench grinder	1	Bueno	Estacion 2	Operario	N/A	
BG-003	Mini Bench grinder	1	Bueno	Estacion 3	Operario	N/A	
BG-004	Mini Bench grinder	1	Bueno	Estacion 4	Operario	N/A	
BG-005	Mini Bench grinder	1	Bueno	Estacion 5	Operario	N/A	
BG-006	Mini Bench grinder	1	Bueno	Estacion 6	Operario	N/A	
BG-007	Mini Bench grinder	1	Bueno	Estacion 7	Operario	N/A	
BG-008	Mini Bench grinder	1	Nuevo	Bodega	Líder	N/A	
BG-009	Mini Bench grinder	1	Nuevo	Bodega	Líder	N/A	
BG-010	Mini Bench grinder	1	Malo	Bodega	Líder	N/A	No arranca
LP-001	Lupa/Luz	1	Bueno	Estacion 1	Operario	N/A	
LP-002	Lupa/Luz	1	Bueno	Estacion 2	Operario	N/A	
LP-003	Lupa/Luz	1	Bueno	Estacion 3	Operario	N/A	
LP-004	Lupa/Luz	1	Bueno	Estacion 4	Operario	N/A	
LP-005	Lupa/Luz	1	Bueno	Estacion 5	Operario	N/A	
F-001	Felpas	10	Nuevo	Bodega	Líder	7	
BL-001	Blades	10 cajas	Nuevo	Bodega	Líder	9	Las cajas traen 100 c/u
BT-001	Bisturi	10	Nuevo	Bodega	Líder	5	
BR-001	Brochas	10 cajas	Nuevo	Bodega	Líder	25	Las cajas traen 25 c/u

Herramienta
Bisturi
Blades
Brochas
Felpas
Lupa/Luz
Microscopio
Mini Bench grinder

Con el fin de facilitar el correcto uso del formato, a continuación, se detalla el significado de cada una de las columnas que lo componen.

Tabla 17. Descripción de columnas del formato de control de herramientas e inventario

Columna	Descripción
Código	Identificador único asignado a cada herramienta o insumo
Herramienta	Nombre del tipo de herramienta o material registrado
Cant. Disponible	Cantidad actual disponible en el área o bodega
Estado	Condición actual del recurso (Bueno, Malo, Nuevo)
Ubicación	Estación de trabajo o bodega donde se encuentra el recurso
Responsable	Persona o rol a cargo del recurso (operario o líder)

Punto reorden	Cantidad mínima que indica cuándo se debe solicitar reposición
Observaciones	Notas adicionales sobre el estado, uso o condición particular del recurso

Fuente: Elaboración propia