

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA

**Trabajo de Investigación previo a la obtención del
título de Magister en Economía Circular**

Proyecto de Titulación

*Implementación del CryoBlasting en el proceso de limpieza de
accesorios electrónicos para reducir el uso de recursos hídricos en la
empresa Woden Ecuador S.A.*

Jorge Luis Salazar Márquez

jsalazarmarquez@gmail.com

Director: Pablo Ramiro Chafla Martínez

pchafla328@puce.edu.ec

Quito, octubre de 2023

Resumen

La economía circular y su búsqueda de minimizar el desperdicio de recursos y reducir el impacto ambiental, conlleva a innumerables aportes sociales. En este sentido, la presente investigación fue llevada a cabo con el objetivo de abordar la problemática del uso de los recursos hídricos en los procesos industriales para reducir el uso excesivo de agua. La importancia de este estudio radica en la necesidad de implementar procesos innovadores con el uso de máquinas de CryoBlasting ya que su utilización generaría impactos positivos en el ambiente al no consumir recursos hídricos. Para el alcance de este objetivo, se aplicó una metodología de investigación de tipo documental-descriptiva que incluyó el análisis de estudios de caso, revisión de literatura y consulta de fuentes bibliográficas.

Se ha estudiado los avances de la economía circular y sus principios, esto ha servido como base fundamental para tratar de reducir la dependencia de los recursos finitos y minimizar los residuos que los procesos industriales generan. Además, se utilizó la metodología de marco lógico que aportó elementos sistemáticos y sólidos para planificar las acciones. Los datos utilizados se obtuvieron de la misma empresa, como diagramas del proceso actual. Como resultado de esta propuesta, se identificó la alternativa más viable para la implementación del CryoBlasting. Esta alternativa trae aportes en lo económico y ambiental, ya que contribuye a reducir residuos, el ahorro del recurso hídrico y especialmente fomenta la sostenibilidad.

Palabras clave: Economía circular, contaminación ambiental, CryoBlasting, ahorro de agua,

ÍNDICE

Resumen	2
Introducción	5
Planteamiento del problema.....	5
Objetivos.....	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos.....	8
Metodología y datos.....	8
Marco referencial.....	8
Metodología	9
Capítulo 1: Análisis de la situación actual en el proceso de limpieza de accesorios en la empresa Woden Ecuador S.A.	10
Evaluación de proceso tradicional.....	11
Análisis de involucrados.....	14
Procesos de CryoBlasting en otros sectores de la industria.....	16
Capítulo 2: Propuesta de implementación de CryoBlasting en el proceso de limpieza de accesorios.....	18
EDT (Estructura de descomposición del trabajo).....	21
Cronograma propuesto	21
Presupuesto Referencial.....	24
Conclusiones y recomendaciones.....	29
Conclusiones.....	29
Recomendaciones	30
Referencias bibliográficas	30

Índice de figuras

Figura 1. Proceso tradicional.....	11
Figura 2. Flujograma del proceso actual	13
Figura 3. Limpieza criogénica en diferentes sectores industriales	17
Figura 4. Limpieza criogénica vs otros métodos de limpieza.....	19
Figura 5. Estructura de descomposición del trabajo	21
Figura 6. Cronograma propuesto.....	22
Figura 7. Diagrama de Gantt.....	23
Figura 8. Referencia Técnica	24
Figura 9. Cotización de costos de importación.....	25

Índice de tablas

Tabla 1. Detalle de influencia de involucrados	15
Tabla 2. Análisis del proceso tradicional vs la limpieza criogénica	19
Tabla 3. Costos referenciales	26
Tabla 4. Relación costo proceso tradicional vs Cryoblasting	27
Tabla 5. Forecast de producción mensual	28

Introducción

En un mundo donde la sostenibilidad y el cuidado ambiental son cada vez más importantes y prioritarios, las empresas buscan constantemente reducir o minimizar su impacto ambiental. En este contexto, se propone a la empresa Woden Ecuador cambiar su proceso tradicional de uso de recursos hídricos para la limpieza de accesorios, por un proceso innovador de CryoBlasting. Si bien esta técnica ha sido efectiva, el uso intensivo de agua ha generado una preocupación sobre el consumo responsable de este recurso vital y sobre la generación de residuos contaminantes asociados al proceso de limpieza.

El objetivo principal de la implementación del CryoBlasting en Woden Ecuador es eliminar por completo el uso de recursos hídricos en el proceso de limpieza de accesorios. CryoBlasting, también conocido como limpieza criogénica, es una tecnología avanzada que utiliza partículas de hielo seco a alta velocidad para eliminar contaminantes, suciedad y residuos no deseados de superficies, esta técnica no requiere uso de agua ni productos químicos, lo que convierte en una alternativa altamente que brinda sostenibilidad y respeto al medio ambiente.(Brewis et al., 1999a)

Además de la reducción significativa del consumo de agua, esta técnica permitirá eliminar residuos generados por el proceso tradicional de limpieza. El agua utilizada en el proceso de limpieza al mezclarse con los residuos y productos químicos, a menudo se convierte en desechos contaminantes difíciles de manejar y tratar adecuadamente. La preocupación desaparecerá por completo con la adopción del proceso de limpieza criogénica, ya que el hielo seco se sublima durante la limpieza, transformándose en gas sin dejar ningún residuo detrás.

Al innovar con este proceso la empresa se puede posicionar como un referente de la industria y demostrar que es posible lograr un equilibrio entre el crecimiento empresarial y la preservación y cuidado del medio ambiente.

Planteamiento del problema

La disponibilidad de agua dulce se encuentra cada vez más amenazada debido a factores como el cambio climático, la sobreexplotación de fuentes naturales y la contaminación, y es en nuestro país los recursos hídricos un tesoro limitado y fundamental para la vida de todos los habitantes, por este motivo es importante que todos los ciudadanos como las empresas reconozcamos la urgente necesidad de preservar y gestionar de manera responsable este recurso tan vital y así garantizar un futuro que aporte sostenibilidad a futuras generaciones.

El cambio climático es un fenómeno que ha generado números desafíos para toda la humanidad, sus efectos se extienden a través de diversas dimensiones y uno de los aspectos más preocupantes es el desafío hídrico que enfrentamos debido a que el agua desempeña un papel crucial en el avance y bienestar de la humanidad y este se encuentra amenazado por los cambios en los patrones climáticos.(IPCC, 2019)

El cambio climático repercute en todas las naciones y continentes, generando efectos adversos en la economía, el diario vivir de los seres humanos, sus comunidades y países en general. A

medida que pasa el tiempo, las consecuencias se intensificarán aún más. La población experimenta directamente las ramificaciones del cambio climático, que incluyen alteraciones en los patrones climáticos la elevación del nivel del mar y fenómenos meteorológicos externos. Las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de las actividades de los seres humanos contribuyen a agravar esta amenaza. (Dormido et al., 2022)

Estos cambios bruscos en los niveles de agua tienen un impacto directo en lo que respecta al consumo de fuentes hídricas para el consumo de las personas y el área agrícola e industrial. También, el aumento de la temperatura global provoca la evaporación más rápida del agua, lo que reduce aún más su disponibilidad. La contaminación está teniendo un impacto negativo en la calidad del agua, lo que representa un problema en constante aumento que empeora la situación, ya que propicia la propagación de sustancias contaminantes, en especial metales, que incluso, llegan a afectar el suministro de agua potable. Esto conlleva a una exposición generalizada de la población a un riesgo crónico que se está volviendo cada vez más difícil de controlar. (Villena Chávez, 2018)

Una de las preocupaciones más apremiantes del siglo XXI podría ser la provisión de agua para la creciente población global. La oferta de agua debe cubrir las necesidades de consumo humanos, agricultura e industria. La situación es tan alarmante que se estima que aproximadamente una sexta parte de la población mundial no tiene la garantía de acceder al agua potable y una gran parte carece de servicios de saneamiento. A medida que la demanda de agua aumenta en comparación con la disponibilidad de recursos hídricos se observa una explotación excesiva de las fuentes, junto con la contaminación, el uso inadecuado y el desperdicio, derivados de sistemas de distribución ineficientes. En todo el planeta, los lagos, ríos, y otros cuerpos de agua se ven afectados por vertidos industriales, actividad humana o procesos naturales. (Arango Ruiz, 2013)

En Ecuador, los esfuerzos destinados a mejorar la administración y salvaguardia del recurso hídrico han sido limitados. En lo que respecta a la aplicación de enfoques económicos que podrían contribuir a una gestión más efectiva del agua y su preservación, se puede concluir que han sido subutilizados y poco desarrollados por parte de las autoridades gubernamentales garantes de este ámbito.(Chafra, 2022a)

A nivel mundial, la industria representa uno de los principales factores de contaminación de los recursos hídricos, liberando anualmente entre 300 y 500 millones de toneladas de metales pesados, solventes, lodos tóxicos y otros desechos. Estos contaminantes convierten el agua en no apta para el consumo humano y, al mismo tiempo, contaminan y diezman la población de peces, que constituye una fuente esencial de proteínas, especialmente para las comunidades más desfavorecidas. Además, existe el riesgo de que el agua contaminada se introduzca en la cadena alimentaria a través de su utilización en la agricultura o la absorción directa por parte de las plantas y la vida animal. En los países en desarrollo, el 70% de los desechos industriales se vierten sin ningún tipo de tratamiento en las aguas. (ONU, 2011)

Según informes de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la UNESCO es desafortunado constatar que muchas zonas en desarrollo, principalmente en África y ciertas

áreas de América Latina y Asia, carecen de la capacidad y datos requeridos para evaluar sus recursos hídricos. Para corregir los errores del pasado, es imperativo administrar, resguardar y preservar los recursos de la naturaleza a nivel global, con el fin de atender las demandas de las generaciones presentes y venideras. (1997, 316 C.E.)

Aunque es evidente que en Ecuador se están logrando progresos significativos en la preparación para la eventual aplicación de ciertos aspectos de la economía circular, es igualmente cierto, que estos esfuerzos se han enfocado principalmente en el ámbito de la manufactura y prestación de bienes y servicios. (Chafra, 2022a)

“Los esfuerzos para llevar a cabo la implementación de las nueve R de la economía circular, reciclar, reducir, reutilizar, repensar, rechazar, reparar, restaurar, remanufacturar, recuperar” indudablemente contribuirán a la promoción de un modelo de desarrollo sostenible el cual coincide con los objetivos de las estrategias de cambio climático”. Si se logra reciclar, reparar, reutilizar y demás, más productos dentro de la economía, se reducirá de manera evidente la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, al disminuir la necesidad de fabricar nuevos productos. Asimismo, al aplicar los principios de circularidad se conducirá a la generación reducida de residuos, que también poseen propiedades contaminantes y que perjudican la salud del ecosistema. El mantener los ecosistemas saludables se convierte en una necesidad para preservar el equilibrio del clima en el planeta. (Sihvonen & Ritola, 2015).

La preocupación por la degradación ambiental, la limitación en la disponibilidad de recursos y las fluctuaciones en los costos provocadas por los métodos tradicionales de producción lineal, junto con la necesidad de mejorar la competitividad global de las empresas, ha llevado a un mayor enfoque en la creación de las condiciones marco para una transición hacia una producción circular.(Whicher et al., 2018).

Debido a la excesiva explotación de los recursos hídricos, la economía circular se ha transformado en un instrumento significativo para mitigar el impacto ambiental de las operaciones económicas. La idea es que los residuos se conviertan en recursos y se vuelvan a incorporar en los procesos productivos, reduciendo así el uso de insumos y la generación de desperdicios. Sin embargo, muchos procesos de producción todavía están diseñados en torno a un modelo lineal, donde los recursos se extraen, se utilizan y se descartan. Esto genera un alto consumo de recursos naturales, liberación de gases causantes del efecto invernadero y otros impactos antrópicos.

Según Manzóllilo (2020), expone que, aunque la región latinoamericana se ve favorecida con abundantes recursos hídricos, muestra riesgos significativos asociados con la calidad y disponibilidad del agua. Es importante considerar, que, a pesar de que Ecuador cuenta con una cantidad considerable de recursos hídricos, en la actualidad se enfrenta a niveles significativos de contaminación, lo que lleva a que el agua sin contaminar sea considerada un recurso escaso en el país.(Chafra, 2022)

La necesidad incuestionable de fortalecer conceptualizaciones en el contexto de la economía circular, como el desarrollo sostenible, ejemplos para promover patrones de consumo, producción y distribución sostenible, así como la consideración de los intereses de las generaciones presentes y venideras, constituye una realidad que contribuirá a consolidar la EC y sus principios como componentes fundamentales en un modelo de desarrollo sostenible perdurable en el tiempo. (Chafra-Martínez & Lascano-Vaca, 2021)

Objetivos

Objetivo general

Proponer la implementación del CryoBlasting en el proceso de limpieza de accesorios electrónicos para reducir el uso de recursos hídricos en la empresa Woden Ecuador S.A.

Objetivos específicos

- Evaluar el consumo de agua mediante la implementación del CryoBlasting en la empresa Woden Ecuador S.A
- Analizar la generación de residuos mediante la implementación del CryoBlasting al innovar en el proceso de limpieza tradicional de accesorios electrónicos.

Metodología y datos

Marco referencial

El presente marco referencial tiene como objetivo principal contextualizar y analizar en detalle el contenido y alcance del Acuerdo Ministerial Nro. MAATE-2022-098, explorando sus fundamentos conceptuales, objetivos estratégicos y las medidas concretas que promueve para impulsar la economía circular y pueden contribuir a garantizar un acceso equitativo y sostenible al agua, a través de estas prácticas sostenibles se promueve la protección de medio ambiente y a futuro pueden alinearse en incentivos con el estado para proteger la naturaleza. Es decir, la aplicación de modelos de negocio que estén basados en los principios de la EC generaría externalidades positivas en el impulso de estos objetivos ambientales y de sostenibilidad establecidos en el

acuerdo ministerial además de contribuir para conservar los recursos naturales, la reducción de impactos ambientales y un desarrollo económico más sostenible en el Ecuador.

Según lo contemplado en el Acuerdo Ministerial Nro. MAATE-2022-098 del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica publicado el 07 octubre de 2022, servirá como referencial para el desarrollo del proyecto, este acuerdo establece:

El artículo 12 de la Constitución de la República: establece que: “el acceso al agua es un derecho humano, fundamental e irrenunciable, el agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”;

El inciso final del artículo 71 de la Constitución de la República del Ecuador manifiesta que: “el Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema”;

El numeral 4 del artículo 276 de la norma Constitucional establece como uno de los objetivos del Régimen de Desarrollo: “recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua”;

El artículo 413 de la Constitución menciona que “el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua”;

El artículo 282 del Código Orgánico del Ambiente señala que la Autoridad Ambiental Nacional tendrá en cuenta los siguientes criterios para diseñar y otorgar incentivos ambientales:

1. La disminución de los efectos perjudiciales sobre el entorno y la prevención de los perjuicios ambientales; 2. La utilización sostenible de los recursos naturales, la preservación de la diversidad biológica y la restauración de los ecosistemas; 3. La aplicación de soluciones basadas en la tecnología y la utilización de las mejoras técnicas disponibles con menor impacto ambiental; 4. La implementación de prácticas ambientales sólidas de procesos de producción más limpios; 5. El empleo eficiente de materiales y energía ; (...) 8. Los aspectos positivos que se generan como beneficio a la población. (Rafael & Miranda, 2022)

Metodología

Para la implementación del modelo de limpieza mediante el CryoBlasting en la empresa Woden Ecuador S.A. se llevó a cabo utilizando una metodología descriptiva que permitió recopilar información detallada sobre el proceso de limpieza tradicional versus el propuesto.

La investigación descriptiva se relaciona con el diseño de la investigación, la formulación de preguntas y el análisis de información que se llevara a cabo en el desarrollo del tema. Se clasifica

como un enfoque de investigación observacional, ya que ninguna de las variables involucradas en la investigación se ve manipulada. (Ávila Baray, 2006)

La utilización de la metodología de marco lógico se aplicará de la siguiente manera:

Revisión de la literatura: Se realizó una revisión a detalle de la literatura científica y técnica relacionada con el CryoBlasting y sus aplicaciones en la limpieza de accesorios electrónicos provenientes de los equipos desinstalados de los usuarios finales. Esto permitió comprender a fondo los principios de funcionamiento, las mejores prácticas y los beneficios ambientales de esta tecnología.

Identificación de problemas y causas: Mediante la evaluación de la presente situación, se detectarán los problemas fundamentales vinculados a la mala gestión del recurso hídrico y la generación de desechos a través del enfoque tradicional.

Medición de consumo de agua y generación de residuos: Se tiene como referencia el consumo actual mediante las planillas generadas por la empresa de agua potable, se registra el dato de consumo por metros cúbicos. De la misma forma se registra los desechos generados al realizar el proceso de limpieza utilizando el agua como principal recurso.

Capítulo 1: Análisis de la situación actual en el proceso de limpieza de accesorios en la empresa Woden Ecuador S.A.

Woden Ecuador S.A. es una empresa que se dedica al reacondicionamiento y el flujo inverso logístico de equipos electrónicos y accesorios, sus principales clientes son del sector de las telecomunicaciones como es: Directv, Claro, Puntonet, Hughes, Netlife y otros ISP (*Proveedor de Servicios de Internet*). Contractualmente Woden se encarga de la recuperación de estos equipos de los usuarios finales que cancelan el servicio ya sea de televisión o de internet, una vez recuperado mediante un proceso de logística inversa estos equipos ingresan a las bodegas de Woden donde son clasificados por modelo, tecnología, tanto equipos como accesorios (cables de poder, fuentes, cables audio y video, cables HDMI y otros). Una vez clasificado los equipos pasan al proceso de diagnóstico, reparación de ser el caso para los equipos que presenten fallas técnicas, limpieza, reacondicionamiento cosmético como es el alistamiento (lijado y masillado) pintura color original del equipo y serigrafía (marcación de logos e identificaciones de los puertos del equipo), ensamble, control de calidad, etiquetado original del equipo según especificaciones técnicas del fabricante y para terminar los equipos son empacados junto con sus respectivos accesorios.

Para el caso de los accesorios el proceso es diferente, una vez ingresados a la bodega y realizado el proceso de clasificación, estos son llevados al área de remozamiento (*renovación*) es en este proceso donde se utiliza químicos como (*removedores de grasas, tintas, alcohol,*

abrillantadores o silicona), junto con estos químicos se utiliza agua como principal recurso para su limpieza y lavado, parte de este proceso se puede destacar en la figura 1.

Figura 1. Proceso tradicional



Elaboración: El Autor.

Según (Manacorda & Cuadros, 2005), Unos de los aspectos distintivos de la sociedad contemporánea es el aumento constante de la liberación de compuestos químicos en el entorno. Estas emisiones provienen principalmente de dos fuentes: los productos químicos diseñados para su uso en el entorno y los residuos materiales. En la era actual, se destaca la significativa producción de materiales sintéticos que presentan desafío en términos de degradación y pueden resultar tóxicos para el medio ambiente.

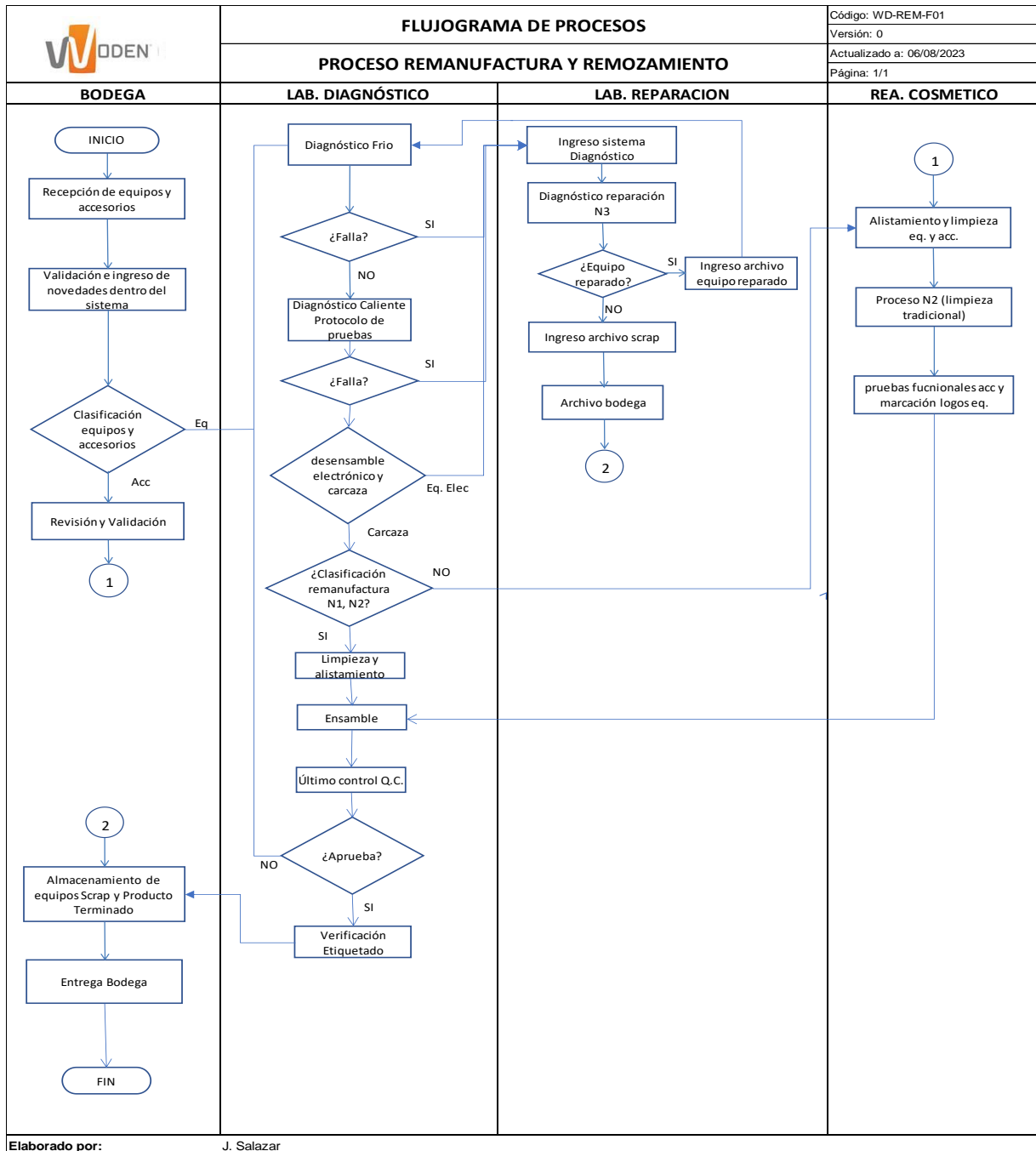
Evaluación de proceso tradicional

Woden Ecuador actualmente depende de un proceso tradicional de limpieza y según datos proporcionado por la empresa consume alrededor de 105m³ de agua por mes que a su vez se convierten en residuos líquidos. Es precisamente por lo que la empresa está trabajando activamente en la búsqueda de soluciones más sostenibles y reducir su huella ambiental. Con este proyecto se está proponiendo la posibilidad de adoptar un modelo de EC basado en el

principio de reducción de recursos hídricos mediante la limpieza criogénica, este modelo busca solucionar los puntos críticos de generación de residuos y consumo excesivo de recursos hídricos, así como también evaluar el impacto económico y ambiental de la puesta en funcionamiento de este modelo en la empresa.

De acuerdo con la figura 2, se puede identificar como es el proceso de remozamiento una vez que llegan los accesorios a la empresa y pasan por diferentes fases del proceso, desde su recibimiento hasta su colocación en los kits de empaque junto a los equipos correspondientes.

Figura 2. Flujoograma del proceso actual



Elaborado por: J. Salazar

Fuente: Woden Ecuador S.A.

Elaboración: El Autor.

Análisis de involucrados.

Organizaciones de diversas categorías muestran un creciente interés en lograr y evidenciar un sólido rendimiento en temas medioambientales. Esto implica, supervisar y reducir los efectos de sus actividades, productos y servicios en el entorno, alineándose con sus políticas y metas medioambientales. Este compromiso se enmarca en el contexto de regulaciones cada vez más rigurosas, políticas económicas y otras iniciativas para promover la conservación del medio ambiente y, se origina en una creciente inquietud manifestada por los entes que muestran interés en temas medioambientales, en los que se incluye el desarrollo sostenible. (Seguí et al., 2018).

Bajo este contexto se ha identificado los siguientes involucrados para el proyecto:

Gerente General. – Es quien toma las decisiones estratégicas en la empresa. Su apoyo es fundamental para impulsar la implementación del CryoBlasting, ya que deberá avalar la inversión necesaria y asegurarse de que el proyecto esté alineado con los objetivos de la empresa. Además, deberá comunicar y promover la importancia de reducir el uso de recursos hídricos en el proceso de limpieza de accesorios electrónicos en la organización.

Gerente Financiero. - El Gerente Financiero desempeña un papel crucial en la implementación del CryoBlasting, ya que será responsable de evaluar la viabilidad económica del proyecto. Deberá analizar los costos de adquisición e instalación de la maquinaria de CryoBlasting, los costos operativos y el retorno de la inversión a largo plazo. También deberá buscar fuentes de financiamiento y negociar acuerdos con proveedores para garantizar la rentabilidad del proyecto.

Gerente de Operaciones. – Se encarga de integrar el CryoBlasting en los procesos existentes de limpieza de accesorios electrónicos. Será responsable de coordinar la instalación de la maquinaria, capacitar al personal y supervisar la transición hacia este nuevo método. Deberá asegurarse de que el CryoBlasting cumpla con los estándares de calidad y seguridad requeridos, y optimizar los procesos para obtener los mejores resultados.

Jefe Comercial. - El jefe comercial desempeña un papel relevante en la implementación del CryoBlasting, ya que deberá identificar y evaluar las oportunidades de mercado para promocionar el nuevo método de limpieza de accesorios electrónicos. Deberá analizar el impacto del CryoBlasting en la imagen de la empresa y en lo que satisface al cliente. También será responsable de elaborar estrategias de marketing y ventas para comunicar los beneficios del CryoBlasting a los clientes potenciales.

Responsables de Proyecto. - Los responsables de Proyecto serán los encargados de gestionar la implementación del CryoBlasting en Woden Ecuador S.A. Deberán coordinar todas las actividades relacionadas con el proyecto, establecer metas y plazos, asignar recursos y supervisar el progreso. Será fundamental contar con un equipo multidisciplinario que incluya a expertos en limpieza, ingenieros y técnicos en CryoBlasting para garantizar el éxito de la implementación.

Auxiliares Operativos. - Los Auxiliares Operativos desempeñarán un papel importante en la transición hacia el uso del CryoBlasting en el proceso de limpieza de accesorios electrónicos.

Será necesario capacitarlos en el uso adecuado de la maquinaria y en los nuevos procedimientos de trabajo. Además, deberán proporcionar retroalimentación sobre la eficacia y eficiencia del CryoBlasting en comparación con los métodos tradicionales. Su colaboración y adaptación al cambio serán fundamentales para el éxito de la implementación.

Clientes. - Los clientes de Woden Ecuador S.A. son uno de los grupos de interés más importantes. Deben ser informados sobre los beneficios ambientales del CryoBlasting y cómo esta tecnología contribuye a reducir el uso de recursos hídricos. Su satisfacción con los resultados obtenidos será crucial para la aceptación y adopción a largo plazo de esta nueva técnica de limpieza.

Proveedores: Los proveedores de Woden Ecuador S.A. también son parte importante en la implementación del CryoBlasting. Será necesario establecer relaciones sólidas con proveedores de equipos y suministros relacionados con esta tecnología, asegurando el suministro adecuado y la capacitación necesaria.

Comunidad Aledaña: La comunidad aledaña a las instalaciones de Woden Ecuador S.A. puede estar interesada en la implementación del CryoBlasting debido a sus beneficios ambientales. Es importante informar y consultar a la comunidad sobre las mejoras en el proceso de limpieza y cómo se minimizarán los impactos ambientales.

Otras partes interesadas. - Estas pueden incluir proveedores de equipos de CryoBlasting, autoridades regulatorias ambientales, organizaciones defensoras del medio ambiente y la comunidad en general. Su participación puede variar desde el suministro de equipos y servicios de soporte, hasta la supervisión y el cumplimiento de los requisitos legales y la influencia en la percepción pública de la empresa.

Tabla 1. Detalle de influencia de involucrados

INVOLUCRADO	INFLUENCIA
Gerente General	Alta influencia: Su apoyo y liderazgo son fundamentales para respaldar la implementación del CryoBlasting.
Gerente Financiero	Media influencia: Es responsable de evaluar los aspectos económicos y financieros del proyecto y garantizar su viabilidad financiera.
Gerente de Operaciones	Alta influencia: Encargado de supervisar la implementación, coordinar el equipo y realizar los cambios necesarios.
Jefe Comercial	Media influencia: Debe comunicar los beneficios a los clientes y promover la adopción de los servicios de limpieza.
Responsables de Proyecto	Alta influencia: Son los ejecutores del proyecto y deben asegurar la implementación exitosa del CryoBlasting.
Auxiliares Operativos	Alta influencia: Su apoyo es esencial para garantizar la implementación exitosa y la adopción de la nueva tecnología.
Clientes	Alta influencia: Su satisfacción y aceptación son fundamentales para el éxito del proyecto.

Proveedores	Media influencia: Se requiere establecer relaciones sólidas para asegurar el suministro y capacitación necesaria.
Comunidad Aledaña	Media influencia: Es importante informar y consultar a la comunidad sobre las mejoras y minimización de impactos.
Otras Partes Interesadas	Variable: Pueden tener diferentes niveles de influencia y es necesario considerar sus preocupaciones y expectativas.

Elaboración: El Autor.

Procesos de CryoBlasting en otros sectores de la industria

La limpieza criogénica ofrece una alternativa eficaz a los métodos tradicionales de limpieza en diferentes sectores industriales ya que no utiliza productos químicos agresivos ni agua, minimiza los tiempos de inactividad y reduce la generación de residuos secundarios.(INDUNOVA IMS, 2020)

Industria alimentaria: Se utiliza para limpiar equipos de procesamiento de alimentos, como bandejas, hornos, mezcladoras y transportadores, eliminando los residuos acumulados sin dejar residuos químicos.

Industria automotriz: Se aplica en la limpieza de motores, carrocerías, llantas y otros componentes automotrices, eliminando grasa, aceite y pintura vieja.

Industria del petróleo y gas: Se utiliza para limpiar equipos y tuberías en instalaciones de extracción y refinación, eliminando residuos de lodos y sedimentos.

Industria electrónica: Se emplea para limpiar componentes electrónicos sensibles sin dañarlos ni dejar residuos, ideal para la industria de semiconductores.

Restauración histórica: Ayuda a eliminar la corrosión, el moho y la pintura vieja de estructuras históricas y obras de arte sin dañar las superficies originales.

Industria aeroespacial: Limpia componentes y equipos en la fabricación y mantenimiento de aeronaves, eliminando aceites, grasa y residuos de combustible.

Industria farmacéutica: Se utiliza para limpiar equipos de producción y áreas de fabricación, donde la higiene es crucial.

Industria de moldes y matrices: Limpia moldes de inyección y matrices de estampado, ayudando a mantener la calidad de la producción y hacer perdurable la utilidad de los moldes.

Figura 3. Limpieza criogénica en diferentes sectores industriales



Elaboración: El Autor.

Según la figura 3, La limpieza criogénica con CO₂ proporcionó la mejor apariencia para la superficie de cobre porque no se produjo oxidación con ese tratamiento.(Niemi et al., 2010).

De acuerdo con (INDUNOVA IMS, 2020) la limpieza criogénica ofrece algunas ventajas como:

- Carece de propiedades abrasivas
- No causa danos a las superficies en procesos de limpieza
- No provoca contaminación ambiental
- Es más rápido y minucioso en comparación con los métodos de limpieza manuales
- Accede a zonas y grietas de difícil alcance para la limpieza convencional
- Se trata de un proceso en seco que no afecta componentes eléctricos, neumáticos o hidráulicos
- No necesita secarse luego del uso
- Mejora la seguridad y salud de quien lo opere, ya que elimina los solventes
- Elimina o reduce la aniquilación de desechos tóxicos
- Evita la propagación a zonas internas de equipos que podrían corroerse o contaminarse.
- A diferencia del granallado, puede utilizarse sin inconvenientes en zonas de producción
- Suprime los costes asociados a la evacuación del equipo o planta y tratamiento de arena, agua contaminada u otros materiales que representen un daño ecológico
- Es adecuado su uso en la industria de alimentos.

Capítulo 2: Propuesta de implementación de CryoBlasting en el proceso de limpieza de accesorios

El CryoBlasting también conocido como limpieza con chorro de hielo seco, la limpieza criogénica se utiliza en procesos de limpieza especializados. La idea detrás de esto es abstenerse de usar productos químicos agresivos que siempre conllevan la posibilidad de dejar factores ácidos o alcalinos residuales en su interior. La limpieza criogénica es solo CO₂, pero en forma sólida. (IGC Ingeniería Independent Gas Co, 2015).

La forma sólida (pellets) de CO₂ se acelera en una pistola a presión/corriente de aire, una vez aplicado a la superficie, la eliminación de material orgánico desaparece de la superficie metálica. Por lo tanto, el chorreado Cry se convierte en una alternativa "independiente" al desengrasado con solvente, especialmente porque después de su uso, los gránulos se derretirán a temperatura ambiente y se vaporizarán en un gas. Esto se está convirtiendo rápidamente en una forma muy popular de limpieza, ya que en teoría puede ser autosuficiente sin tener que depender de otras compañías. (IGC Ingeniería Independent Gas Co, 2015)

En el momento que las partículas de hielo seco impactan contra la superficie, ocurre un fenómeno fascinante. El dióxido de carbono (CO₂) presente en el hielo seco experimenta un cambio de estado directamente de sólido a gaseoso, sin pasar por la fase líquida en el proceso conocido como sublimación. Este cambio de estado provoca un efecto de choque térmico, que debilita las uniones entre las impurezas y la superficie, facilitando así su remoción. Uno de los aspectos más destacados de la limpieza criogénica es que no deja residuos secundarios. A diferencia de otros métodos de limpieza que utilizan productos químicos o abrasivos, el hielo seco se sublima por completo, dejando únicamente las impurezas desprendidas. Esto significa que no es necesario llevar a cabo una limpieza adicional para eliminar los residuos de los agentes de limpieza utilizados, lo cual ahorra tiempo y esfuerzo. (INDUNOVA IMS, 2020)

Se ha demostrado que el cryoblasting, consiste en bombardear un sustrato con partículas de dióxido de carbono, es muy prometedora como pretratamiento para el aluminio. (Brewis et al., 1999b).

De acuerdo con la figura 4, se puede analizar las ventajas de la limpieza criogénica versus otros métodos convencionales como son, Granallado con arena, metal u otros, agua a alta presión, operación manual y la utilización de líquidos.

Figura 4. Limpieza criogénica vs otros métodos de limpieza

MÉTODO DE LIMPIEZA	PROCEDIMIENTOS SIN RESIDUOS SECUNDARIOS	NO CONDUCTIVO	NO TÓXICO	NO ABRASIVO
Granallados (arena, metal, otros)	✗	✓	✓	✗
Agua a alta presión	✗	✗	✓	✓
Operación manual	✗	✗	✓	✗
Utilización de químicos	✗	✗	✗	✓
Cryo Blasting	✓ 📦	✓ 📦	✓ 📦	✓ 📦

Fuente: (Inderin S.A., 2015).

Además, el hielo seco no conduce electricidad, por lo que es idóneo para limpiar equipos y maquinaria eléctrica. Al no ser conductor, elimina el riesgo de dañar componentes sensibles o provocar cortocircuitos durante el proceso de limpieza. Otra ventaja importante de la limpieza criogénica es que no deja humedad. Esto resulta fundamental en numerosas aplicaciones industriales, donde la presencia de humedad puede ocasionar daños o generar problemas como la corrosión. Al utilizar el hielo seco, se evita completamente la humedad, lo que contribuye a mantener la integridad y durabilidad de los materiales y equipos limpiados.(Cold Jet, 2023).

A continuación, en la tabla 2 se presenta las diferencias de la limpieza tradicional utilizando agua a presión y productos químicos, también la comparación de la misma limpieza realizando un proceso manual con agua y productos químicos, estos dos comparados con un proceso de limpieza criogénica donde existe procesos innecesarios como el desensamble, también existe una reducción de tiempo considerable en el proceso de limpieza que se traduce en eficiencia y lo mas importante se valida que no existe consumo de agua.

Tabla 2. Análisis del proceso tradicional vs la limpieza criogénica

PROCESO	Agua a alta presión con productos químicos	Limpieza manual con productos químicos	Limpieza criogénica
Desmontaje	6 horas	6 horas	innecesario
Tiempo de preparación	12 hours	-	-
Tiempo de limpieza	72 horas	90 horas	14 horas
Tiempo de secado	48 horas	-	-
Revestimiento	-	-	-
Montaje	10 horas	6 horas	-
Consumo de agua	80 lt/h	25lts/h	-
Tiempo total	148 horas	102 horas	8 horas
Daño	Oxido/daño en componentes	Oxido/daño en componentes	-
Disposición	Neutralización de las aguas residuales	Eliminación de residuos especiales	ninguna

Elaboración: El Autor.

Fuente: (CRYONOMIC, 2023)

Esta innovadora técnica busca reducir de manera significativa el uso de recursos hídricos y, al mismo tiempo, comparar sus beneficios con los del método tradicional utilizado hasta ahora. Para lograr esto, el proyecto también contempla el análisis exhaustivo de los costos asociados a la implementación del CryoBlasting. Estos costos pueden incluir la importación de máquinas, la adecuación del área o espacio donde se llevará a cabo el proceso, mano de obra requerida para su operación, mantenimiento de los equipos especializados, suministros e insumos necesarios para llevar a cabo el proceso de limpieza, también se considerará, el seguimiento de los resultados obtenidos, todo ello como parte de una estrategia de mejora continua del proceso a innovar.

Adicionalmente, se espera que la implementación del CryoBlasting genere mejoras en la eficiencia en el proceso de remozamiento de los accesorios, calidad en el producto terminado y ahorro a mediano y largo plazo ya que, al utilizar partículas abrasivas enfriadas, se logrará una limpieza más profunda y precisa, eliminando residuos y suciedad de difícil remoción, esto permitirá que los accesorios electrónicos recuperen su funcionamiento óptimo y prolonguen su vida útil.

El alcance del proyecto aplica para la empresa Woden Ecuador S.A. ubicada en las calles Antonio Flor N74-105 Y Joaquín Mancheno sector Carcelén Industrial donde el proceso de CryoBlasting será aplicado exclusivamente para el remozamiento de accesorios. La implementación del CryoBlasting en el proceso de limpieza de accesorios electrónicos de Woden Ecuador S.A. involucra a múltiples partes interesadas, cada una con sus propios intereses y expectativas. La comunicación efectiva, la asignación adecuada de recursos y el compromiso de todas las partes serán fundamentales para el éxito de este proyecto y la transición hacia prácticas más sostenibles.

Con la innovación propuesta se puede ofrecer alternativas más limpias, eficientes y sostenibles en todos los aspectos de la operación, desde el diseño, producción y el mismo servicio a cada uno de los clientes de la empresa como estrategia para lograr un desempeño responsable y cuidadoso con el medio ambiente. Esto podría ser un ejemplo para otras empresas en el sector industrial, ya que la adopción de este modelo de economía circular podría ayudar a reducir la generación de residuos y minimizar el impacto ambiental dentro de los procesos de remanufactura y remozamiento de equipos.

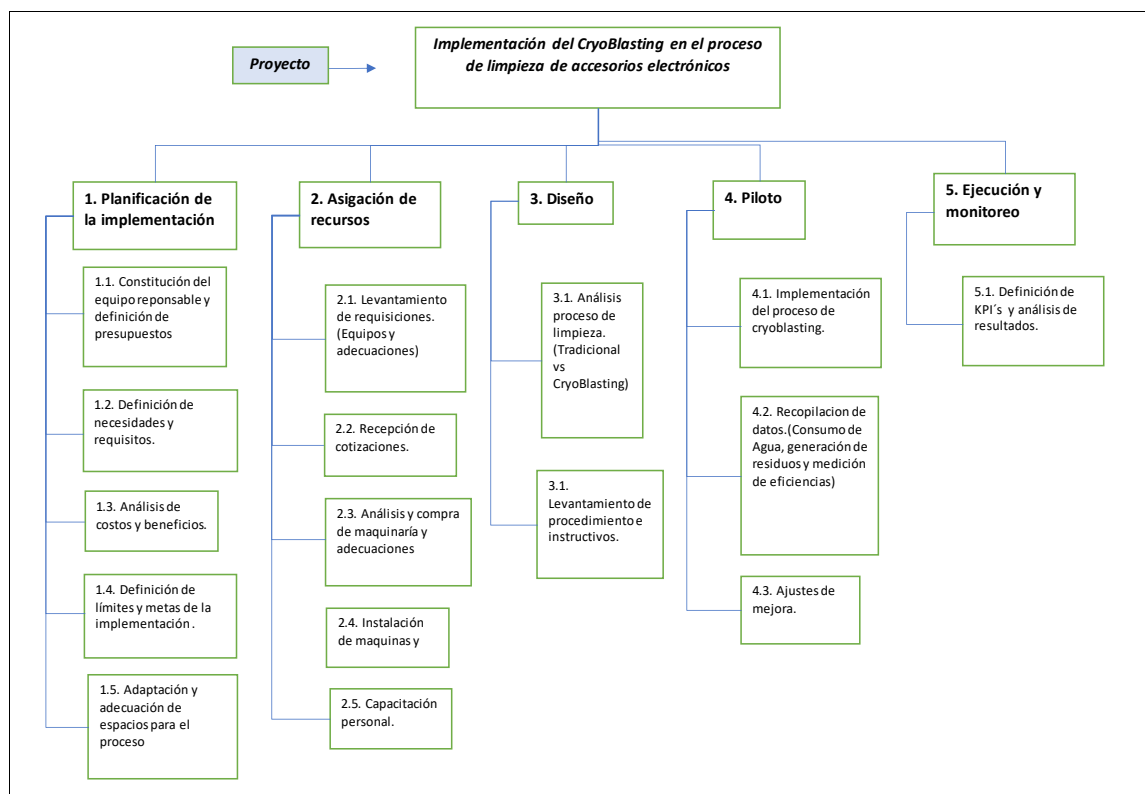
La implementación de este modelo de economía circular puede generar importantes beneficios ambientales, económicos y sociales para la empresa. Por un lado, se reducirá el consumo de agua y la generación de residuos peligrosos, lo que reducirá los costos asociados a su tratamiento y disposición final. Por otro lado, se mejorará la eficiencia de los procesos de remanufactura y logística inversa, lo que aumentará la competitividad de la empresa en el mercado.

EDT (Estructura de descomposición del trabajo)

El presente proyecto se acoge a la metodología tradicional basada en un proceso de diseño secuencial, es decir que las tareas establecidas deben ir completándose una a la vez para continuar con la siguiente como se podrá visualizar en la figura 5.

De este modo, la selección de la metodología de la investigación influye en la forma que el investigador recolecta, organiza y evalúa los datos obtenidos. La metodología de la investigación tiene la responsabilidad de conferir validez y credibilidad científica a los resultados obtenidos en el proceso de investigación y análisis. (Coelho, 2020)

Figura 5. Estructura de descomposición del trabajo



Elaboración: El Autor.

Cronograma propuesto

Se plantea un cronograma (figura 6), para un periodo de tres meses donde se analiza la planificación del proyecto, asignación de recursos, diseño del proceso, capacitación del personal, implementación y análisis de resultados.

Figura 6. Cronograma propuesto

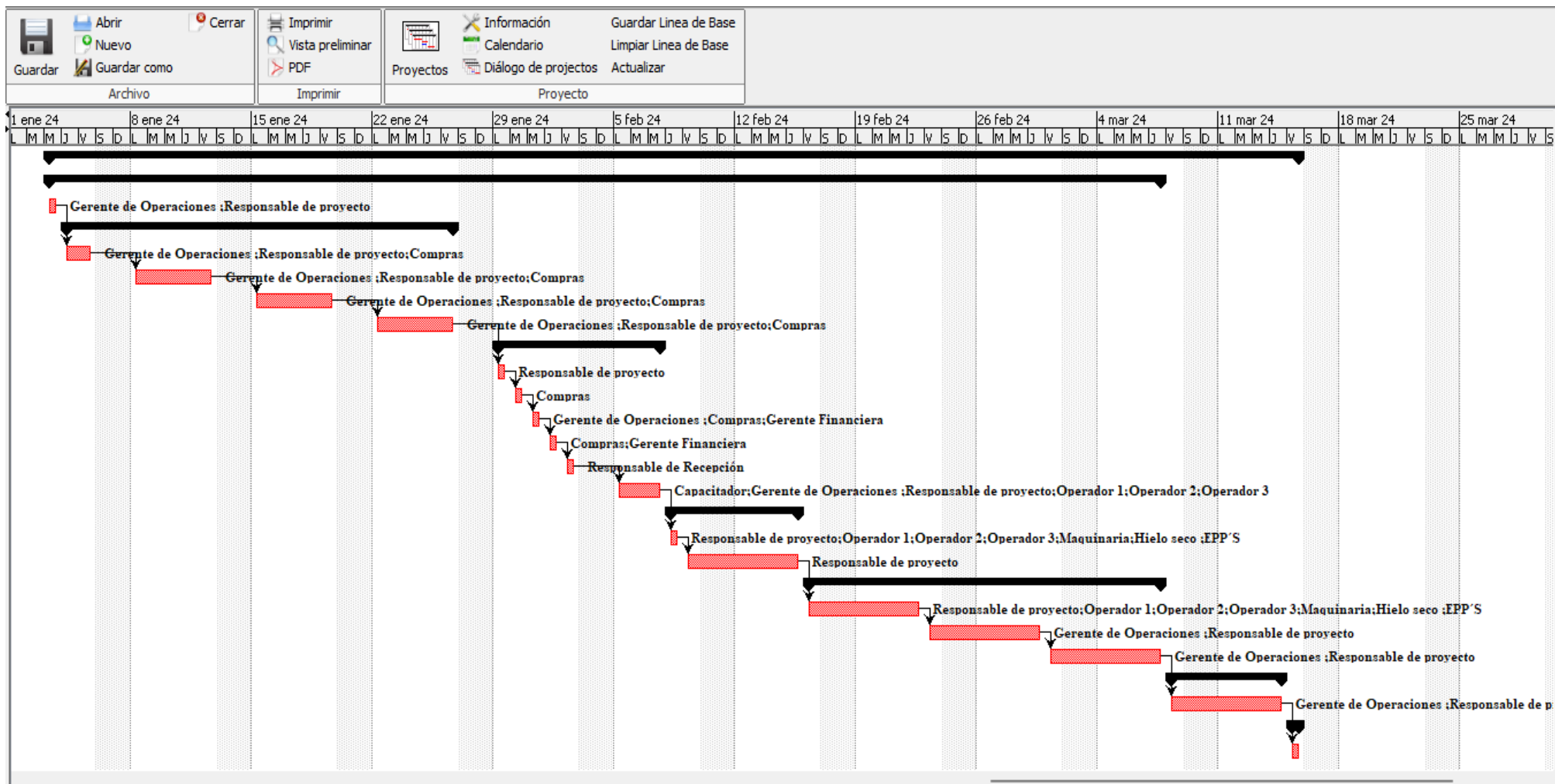
		Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1		PROYECTO Implementación del CryoBlasting	53 days	03/01/24 8:00	15/03/24 17:00	
2		Inicio	47 days	03/01/24 8:00	07/03/24 17:00	
3		definición del alcance del proyecto	1 day	03/01/24 8:00	03/01/24 17:00	
4		Planificación	17 days	04/01/24 8:00	26/01/24 17:00	
5		Constitución del equipo responsable de la implementación	2 days	04/01/24 8:00	05/01/24 17:00	3
6		Definición de necesidades y requisitos de la implementa...	5 days	08/01/24 8:00	12/01/24 17:00	5
7		Análisis de los costos y beneficios de la implementación	5 days	15/01/24 8:00	19/01/24 17:00	6
8		Definición de los límites y metas de la implementación	5 days	22/01/24 8:00	26/01/24 17:00	7
9		Asignación de Recursos	8 days	29/01/24 8:00	07/02/24 17:00	
10		Levantamiento de requisición	1 day	29/01/24 8:00	29/01/24 17:00	8
11		Recepción de cotizaciones	1 day	30/01/24 8:00	30/01/24 17:00	10
12		Aceptación de cotización	1 day	31/01/24 8:00	31/01/24 17:00	11
13		Compra de los equipos y suministros del CryoBlasting	1 day	01/02/24 8:00	01/02/24 17:00	12
14		Arribo de equipos y suministros	1 day	02/02/24 8:00	02/02/24 17:00	13
15		Capacitación del personal	3 days	05/02/24 8:00	07/02/24 17:00	14
16		Diseño nuevo proceso CryoBlasting	6 days	08/02/24 8:00	15/02/24 17:00	
17		Análisis del proceso de limpieza de accesorios	1 day	08/02/24 8:00	08/02/24 17:00	15
18		Levantamiento de procedimientos e instructivos	5 days	09/02/24 8:00	15/02/24 17:00	17
19		Implementación del piloto y evaluación de result...	15 days	16/02/24 8:00	07/03/24 17:00	
20		Implementación del procesos en el área de remozamien...	5 days	16/02/24 8:00	22/02/24 17:00	18
21		Recopilación de datos	5 days	23/02/24 8:00	29/02/24 17:00	20
22		Ajustes de mejora	5 days	01/03/24 8:00	07/03/24 17:00	21
23		Implementación completa del procesos de CryoBla...	5 days	08/03/24 8:00	14/03/24 17:00	
24		Ejecución y monitoreo (Definición de KPI's)	5 days	08/03/24 8:00	14/03/24 17:00	22
25		Cierre	1 day	15/03/24 8:00	15/03/24 17:00	
26		Finalización de la implementación del proyecto	1 day	15/03/24 8:00	15/03/24 17:00	24

CryoBlasting - página1

Elaboración: El Autor.

A continuación, en la figura 7, se detalla un cronograma de implementación para la empresa Woden Ecuador S.A. donde se plantea tiempos aproximados desde la planificación hasta la puesta en marcha de la implementación con sus actores o responsables directos del mismo.

Figura 7. Diagrama de Gantt




Elaboración: El Autor.

Presupuesto Referencial

El presupuesto referencial analiza los costos estimados en adquisición de maquinarias, adecuación de áreas, capacitación del personal, mano de obra y demás insumos y suministros que serían necesarios para la implementación del CryoBlasting.

Así como también se ha realizado la consulta de los costos de la maquina criogénica en su país de fabricación (China) y se ha realizado una cotización con una empresa de comercio exterior para la gestión de logística y nacionalización del equipo ya puesto aquí en la planta de Woden Ecuador.

Figura 8. Referencia Técnica

MAQUINA CRIOGÉNICA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
	Model	YGQX-550
	Motor Power(kw)	0.55
	Dry Ice Size (MM)	Φ1-Φ3
	Inch	Φ0.04-Φ0.12
	Voltage(VAC)	220
	Air Supply Pressure Range(MPa)	0.4-1.0
	Air Consumption(m ³ /min)	2--4
	With Ice(kg/min)	0.1--2.5
	Hopper Capacity(L)	18
	Air hose length(m)	9
	Connector Screw Thread(°)	3/4 °
	Ice Blater hose Length(m)	7
	Weight(KG/LBS)	1200/2645.52
	Overall Dimension	55*40*100

Elaboración: El Autor.

Referencia: (Magicball Technology, 2023)

En la gráfica 8, se proporciona una descripción detallada con información específica de una maquina criogénica necesaria para la implementación del proceso de CryoBlasting en la empresa Woden Ecuador, se ha analizado la capacidad requerida según la demanda establecida por parte de producción.

Para este proceso de adquirir la máquina que de adapte a las necesidades de la empresa también se ha realizado la consulta con una empresa experta en comercio internacional donde nos incluyó (figura 9) una cotización detallada de los costos de importación y nacionalización de la maquina criogénica desde el puerto de Shanghai hasta el puerto de Guayaquil con un tiempo aproximado de 30 a 45 días de tránsito, en la presente cotización consta los gastos en flete internacional, gastos locales, declaración aduanera y transporte desde el puerto de Guayaquil hasta la entrega en la planta de Woden Ecuador en la ciudad de Quito.

Figura 9. Cotización de costos de importación

Modalidad de transporte	LCL	Ruta	SHANGHAI-GYE
Pais de Origen	China	Carga IMO	NO
Puerto de Carga	Shanghai	Descripcion de la carga	Máquina de limpieza criogénica
Puerto de destino	Guayaquil	Peso Bruto	1200
Incoterm	FOB	Peso KG /Volumetrico	1200
Salida	-	Peso a Cotizar	3,5 cbm
Tránsito	35 - 40 Días aprox	Exoneracion de Garantia	-
Carga apilable	SI		

(a) GASTOS EN FLETE INTERNACIONAL				
DESCRIPCION	PESO COTIZADO	TARIFA	TOTAL	OBSERVACIONES
Flete Maritimo	3,50	\$ 18,00	\$ 63,00	
	TOTAL FLETE		\$ 63,00	
	TOTAL FLETE + ORIGEN		\$ 63,00	
(c) GASTOS LOCALES				
DESCRIPCION	Min	TARIFA	IVA	TOTAL
Transmision	\$ 1,00	\$ 110,00	\$ 13,20	\$ 123,20
Servicios Portuarios	\$ 25,00	\$ 80,00	\$ 9,60	\$ 89,60
Servicios de Sello y Pesaje	\$ 1,00	\$ 25,00	\$ 3,00	\$ 28,00
Servicios Logísticos	\$ 18,00	\$ 45,00	\$ 5,40	\$ 50,40
Collect Fee	3,50%	\$ 25,00	\$ 3,00	\$ 28,00
	Total Gastos Locales Op 1		\$ 319,20	
(d) DECLARACION ADUANERA				
DESCRIPCION	TARIFA	IMPUESTOS	TOTAL	OBSERVACIONES
Tramite Maritimo	\$ 270,00	\$ 32,40	\$ 302,40	50% SBU
Documentacion	\$ 35,00	\$ 4,20	\$ 39,20	
Poliza de Seguro 0,55%	\$ 50,00	\$ 6,00	\$ 56,00	
	Total D. Aduanera (d)		\$ 397,60	
(e) TRANSPORTE INTERNO				
DESCRIPCION	TARIFA	TARIFA MIN	TOTAL	OBSERVACIONES
ENTREGA UIO	\$ 1,00	\$ 120,00	\$ 120,00	Dentro del perimetro urbano
	Total Transporte Interno (e)		\$ 120,00	
	TOTAL IMPORTACION		\$ 899,80	

Elaboración: CBMM, Servicios logísticos

A continuación, en la tabla 3, se detallada los costos directos e indirectos asociados con la implementación del proceso de limpieza criogénica, estos costos comprenden una amplia gama de elementos esenciales y fundamentales para el éxito de la implementación. Los costos directos incluyen gastos atribuibles a la adquisición del equipo y consumibles criogénicos, mientras que los costos indirectos abarcan aspectos como la capacitación del personal, mantenimiento y otros factores que respaldan la operatividad del proceso.

Esta tabla 3 también proporciona una visión integral de los recursos financieros necesarios para llevar a cabo la innovación del proceso de limpieza y permitirá adquirir una planificación más precisa y eficiente en la implementación.

Tabla 3. Costos referenciales

PROYECTO Implementación del CryoBlasting	DURACIÓN (Días)	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
Inicio	1				\$ 60,00
Definición del alcance del proyecto	1	unidad	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Planificación	14				\$ 795,00
Constitución del equipo responsable de la implementación	2	unidad	1	\$ 23,75	\$ 23,75
Definición de necesidades y requisitos de la implementación	2	unidad	1	\$ 23,75	\$ 23,75
Análisis de los costos y beneficios de la implementación	2	unidad	1	\$ 23,75	\$ 23,75
Definición de los límites y metas de la implementación	2	unidad	1	\$ 23,75	\$ 23,75
Adaptación y adecuación espacios para el proceso	6	metros	10	\$ 70,00	\$ 700,00
Asignación de Recursos	12				\$ 16.825,47
Levantamiento de requisición	1	unidad	1	\$ 2,92	\$ 2,92
Recepcion de cotizaciones	1	unidad	1	\$ 2,92	\$ 2,92
Aceptacion de cotización	1	unidad	1	\$ 20,83	\$ 20,83
Compra de los equipos y suministros del CryoBlasting	1	unidad	1	\$ 12.500,00	\$ 12.500,00
Costos de importación	1	unidad	1	\$ 899,80	\$ 899,80
Cabina	1	unidad	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
Puntos neumáticos	1	unidad	1	\$ 285,00	\$ 285,00
Instalación toma eléctrica 220V	1	unidad	1	\$ 250,00	\$ 250,00
Traslado de puntos eléctricos y señales	1	unidad	1	\$ 250,00	\$ 250,00
Compresos + secador y pulmon	1	unidad	1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Hielo seco	1	kg	100	\$ 3,00	\$ 300,00
Capacitacion del personal	1	unidad	1	\$ 114,00	\$ 114,00
Diseño nuevo proceso CryoBlasting	6				\$ 500,00
Análisis del proceso de limpieza de accesorios	1	unidad	1	\$ 83,33	\$ 83,33
Levantamiento de procedimientos e instructivos	5	unidad	1	\$ 83,33	\$ 416,67
Implementación del piloto y evaluacion de resultados	14				\$ 431,67
Implementación del procesos en el area de remozamiento de accesorios	4	unidad	1	\$ 30,83	\$ 123,33
Recopilacion de datos	5	unidad	1	\$ 30,83	\$ 154,17
Ajustes de mejora	5	unidad	1	\$ 30,83	\$ 154,17
Implementacion completa del procesos de CryoBlasting	5				\$ 416,67
Ejecución y monitoreo (Definición de KPI's)	5	unidad	1	\$ 83,33	\$ 416,67
Cierre	1				\$ 182,00
Finalización de la implementación del proyecto	1	unidad	1	\$ 182,00	\$ 182,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	53				\$ 19.210,80

Elaboración: El Autor.

La propuesta de la implementación del CryoBlasting busca mejorar las condiciones actuales de la empresa, minimizar el consumo de recursos hídricos además de eliminar la generación de residuos. Una externalidad positiva también son los riesgos disergonómicos debido a que no se requieren de operarios en procesos manuales, de igual forma se busca una mayor productividad de mano de obra y cumplir con la demanda de producción de todos los clientes además de generar mayores utilidades para la empresa.

Tabla 4. Relación costo proceso tradicional vs Cryoblasting

PROCESO TRADICIONAL			
CONCEPTO COSTO MENSUAL	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
Auxiliar operativo (sueldo Basico)	6	\$ 450,00	\$ 2.700,00
Consumo de Agua promedio (m3)	100 m3	\$ 1,00	\$ 100,00
Desengrasante	1 galón	\$ 60,00	\$ 60,00
Alcohol Industrial	2 galones	\$ 4,80	\$ 9,60
Thiñer	1/2 galón	\$ 4,95	\$ 2,48
Cepillos	6	\$ 2,50	\$ 15,00
Trapos	1kg	\$ 5,00	\$ 5,00
Total de Costos Mensuales			\$ 2.892,08

PROCESO CRYOBLASTING			
CONCEPTO COSTO MENSUAL	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
Auxiliar operativo (sueldo Basico)	1	\$ 750,00	\$ 750,00
Pellets CO2	100Kg	\$ 3,00	\$ 300,00
Mantenimiento mensual (3% anual)	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Consumo Electrico (0,55kw)	160h	\$ 1,05	\$ 92,40
Consumo de Agua promedio (m3)	-	-	-
Desengrasante	-	-	-
Alcohol Industrial	-	-	-
Thiñer	-	-	-
Cepillos	-	-	-
Trapos	-	-	-
Total de Costos Mensuales			\$ 1.172,40

Elaboración: El Autor.

En la tabla 4, se puede validar el costo de procesar mediante el proceso tradicional versus la propuesta de implementación, en este último se considera un consumo de 0.55 kw según la ficha técnica de la máquina y un tiempo de proceso de 8 horas diarias para un plan de producción en condiciones normales según las proyecciones mensuales de cada cliente. A continuación, se detalla el consumo eléctrico en dólares generado por la maquina criogénica.

Consumo de Energía: (Potencia x Tiempo x costo Kw)

*Consumo de Energía: (0.55Kw * 80h * \$1.05)*

Consumo de Energía: \$92.4

Una vez analizado los beneficios económicos de la implementación podemos observar que se puede generar un ahorro mensual mayor al 50% considerando únicamente los costos fijos de mano de obra, mantenimiento e insumos.

En la tabla 5, se analiza el forecast mensual por cada uno de los clientes según los históricos y proyecciones realizadas por parte del área de operaciones para el 2024.

Cabe recalcar que esta proyección es únicamente de la producción o limpieza de accesorios de cada equipo según sus tecnologías, es decir, ya sean accesorios de equipos de internet o televisión.

Tabla 5. Forecast de producción mensual

PRODUCCIÓN	
Proyección Plan Producción 2024 (Mensual)	80%
CLARO	6.400
DIRECTV	5.600
PUNTONET	2.400
HUGHES	80
NETLIFE	4.000
OTROS ISP	800
Total Producción	19.280

Elaboración: El Autor.

Con base a la proyección identificada en la tabla 5, de 19.280 accesorios mensuales trabajados en condiciones normales de 20 días a la semana con jornadas de 8 horas se considera una producción mínima diaria de 964 unidades o accesorios limpios para lo cual se considera un consumo de 5kg diarios de pellets de C02.

Los métodos de limpieza tradicionales implican, en la gran mayoría de los casos el alistamiento y eventualmente dejarlas secar después de limpiarlas, es decir es una técnica de limpieza lenta. Idealmente el proceso de limpieza debe ser rápido, generar poco residuo y no requerir ningún alistamiento previo al proceso, con la limpieza criogénica el ahorro de tiempo y dinero y el beneficio ambiental es enorme. (Cryoblaster, 2023)

Con la implementación del proyecto de Crioblasting de la empresa Woden Ecuador, se ha cumplido los objetivos planteados, en primer lugar, se logra evaluar de manera exhaustiva el consumo de agua con la metodología tradicional versus el método propuesto donde se obtendrá una reducción significativa en el uso de este recurso, lo que contribuye de manera sustancial a la sostenibilidad ambiental de la empresa. Además, se ha analizado la generación de residuos durante el proceso de limpieza tradicional y la implementación del CryoBlasting. Esta última opción ha demostrado ser mucho más eficiente en la reducción de residuos, lo que no solo beneficia al medio ambiente, sino que también puede representar un ahorro económico considerable para la empresa a largo plazo. En consecuencia, las investigaciones realizadas respaldan de manera sólida la viabilidad y efectividad de la propuesta de implementación del CryoBlasting para reducir el uso de recursos hídricos y minimizar los residuos durante el proceso de limpieza en los diferentes accesorios electrónicos de la empresa Woden Ecuador S.A.

Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones

El presente proyecto ha demostrado que la implementación del Cryoblasting en el proceso de limpieza de accesorios electrónicos en Woden Ecuador S.A. es viable para reducir el uso de recursos hídricos y la generación de residuos, estos resultados están alineados con los principios de la economía circular que promueve la eficiencia en el uso de recursos y la minimización de residuos, por lo tanto, se puede concluir que la presente investigación ha cumplido con éxito sus objetivos y ha contribuido positivamente a la adopción de prácticas más sostenibles en la empresa.

Mediante la evaluación técnica se puede determinar la viabilidad técnica, económica y ambiental del proceso en la cual se puede determinar que la implementación del CryoBlasting es factible y beneficioso para la empresa.

Es importante seleccionar adecuadamente el proveedor de los equipos y suministros del CryoBlasting para garantizar la calidad de los equipos y la disponibilidad de soportes técnicos, la evaluación del proveedor ayudara a optimizar el rendimiento de los equipos y a resolver cualquier eventualidad que surja durante su implementación y operación.

Asignar el espacio necesario para adaptar las instalaciones existentes dentro de la empresa para la implementación de la limpieza criogénica, así como también la identificación de los equipos de protección personal que serán necesarios para llevar a cabo la operación.

La empresa debe proporcionar la capacitación adecuada al personal que estar involucrado en el proceso de la limpieza criogénica, adicional levantar los respectivos manuales, procedimientos e instructivos que sirvan como guías de referencia para el personal.

Para garantizar la eficiencia y el rendimiento esperado se debe realizar el monitoreo y seguimiento constante en el proceso de limpieza criogénica con el fin de analizar los datos con un enfoque de mejoramiento continuo donde los resultados nos ayudara a llegar a la eficiencia óptima y levantar acciones correctivas y preventivas cuando existan desviaciones.

Concientizar y socializar los beneficios ambientales de la limpieza criogénica a todas las partes interesadas incluyendo empleados, clientes y comunidad en general, esto se puede lograr mediante eventos que promuevan prácticas sostenibles y muestren los beneficios de esta técnica, al crear conciencia se puede fomentar un compromiso más sólida con la implementación y fortaleza la imagen de la empresa como una organización comprometida con el medio ambiente.

Una vez implementado el proyecto Woden Ecuador S.A. podrá reducir su consumo de agua, minimizar los residuos generados durante el proceso de limpieza y mejorar la eficiencia de sus operaciones, al innovar con esta técnica del CryoBlasting de esta manera la empresa puede avanzar a un modelo más sostenible y amigable con el medio ambiente. Así como también esta

técnica innovadora puede posicionar a Woden como una empresa líder en el sector ya que se encuentra comprometida con la adopción de prácticas ambientales responsables.

Recomendaciones

Establecer un sistema de monitoreo continuo para evaluar el desempeño de la limpieza criogénica en los accesorios electrónicos en términos de eficacia, consumo de recursos y otros indicadores relevantes. Esto permitirá identificar oportunidades de mejora y tomar acciones correctivas de manera oportuna.

Realizar ajustes necesarios para optimizar los parámetros de la operación como ajustar la presión, temperatura y otros factores según las necesidades específicas de los accesorios y la suciedad que se deba limpiar.

Mantener registros de las operaciones del CryoBlasting incluyendo configuraciones realizadas, tiempos de operación y resultados obtenidos para identificar patrones y tendencias en el proceso, esto ayudara mucho a la toma de decisiones.

Realizar evaluaciones de los costos asociados con el CryoBlasting en comparación con el proceso tradicional que utilizaba recursos hídricos, considerar costos de mantenimiento, mano de obra, insumos, energía requerida para asegurarse que la implementación siga siendo rentable a largo plazo.

Mantener evaluaciones de impacto ambiental con la implementación del CryoBlasting, documentar la cantidad de recursos hídricos ahorrados y otros beneficios ambientales para respaldo de acciones realizadas en los planes de sostenibilidad.

Referencias bibliográficas

- 1997, O. M. M. (316 C.E.). ¿Hay suficiente agua en el mundo? *Organización de Las Naciones Unidas Para La Educación, La Ciencia y La Cultura*, 1.
- Arango Ruiz, Á. (2013). Crisis mundial del agua. *Producción + Limpia [Online]*, 8.
- Ávila Baray, H. (2006). La Investigación Descriptiva. *Introducción a La Metodología de La Investigación*.
- Brewis, D. M., Critchlow, G. W., & Curtis, C. A. (1999a). Cryoblasting as a pretreatment to enhance adhesion to aluminum alloys: An initial study. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 19(4). [https://doi.org/10.1016/S0143-7496\(98\)00060-8](https://doi.org/10.1016/S0143-7496(98)00060-8)

- Brewis, D. M., Critchlow, G. W., & Curtis, C. A. (1999b). Cryoblasting as a pretreatment to enhance adhesion to aluminum alloys: An initial study. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 19(4). [https://doi.org/10.1016/S0143-7496\(98\)00060-8](https://doi.org/10.1016/S0143-7496(98)00060-8)
- Chafra, P. (2022a). *Cambio Climático y Regulaciones Ambientales*.
- Chafra, P. (2022b). El cambio climático en Ecuador: Perspectiva desde la economía circular y la economía del agua. *Centro de Investigaciones Económicas, FCSH-ESPOL*, 16, 12–19.
- Chafra-Martínez, P., & Lascano-Vaca, M. (2021). Entendiendo la economía circular desde una visión ecuatoriana y latinoamericana. *CIENCIA UNEMI*, 14(36). <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol14iss36.2021pp73-86p>
- Coelho, F. (2020). Metodología de la investigación. *Significados.Com*, September.
- Cold Jet. (2023). <https://www.coldjet.com/es/sostenibilidad/>.
- Cryoblaster. (2023). *Limpieza criogenica*.
- CRYONOMIC. (2023). <https://www.cryonomic.com/es/limpieza-criogenica>.
- Dormido, L., Garrido, I., L'Hotellerie-Fallos, P., & Santillán, J. (2022). El cambio climático y la sostenibilidad del crecimiento: iniciativas internacionales y políticas europeas. *Documentos Ocasionales Nº 2213*.
- IGC Ingeniería Independent Gas Co. (2015). <https://www.igc-pressure-vessels.co.uk/cryoblasting-dry-ice-blasting/>.
- Inderin S.A. (2015). <http://inderinsa.com/limpieza-criogenica-iceblasting>.
- INDUNOVA IMS. (2020). <https://indunova.es/que-es-la-limpieza-criogenica/>.
- IPCC. (2019). La Tierra y el Cambio Climático. *Unep*, 5.
- Magicball Technology. (2023). *Magicball Technology*.
- Manacorda, A. M., & Cuadros, D. (2005). Técnicas de Remediación Biológicas. *Ambiental, Microbiología*.
- Manzollilo, B. (2020). Uso de Tecnologías limpias para el tratamiento de aguas residuales urbanas. *Simon Bolivar University*.
- Niemi, R., Mahiout, A., Siivinen, J., Mahlberg, R., Likonen, J., Nikkola, J., Mannila, J., Vuorio, T., Johansson, L. S., Söderberg, O., & Hannula, S. P. (2010). Surface pretreatment of austenitic stainless steel and copper by chemical, plasma electrolytic or CO2 cryoblasting techniques for sol-gel coating. *Surface and Coatings Technology*, 204(15). <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2010.01.015>
- ONU. (2011). Agua e industria en la economía verde. *Programa de ONU-Agua Para La Promoción y La Comunicación En El Marco Del Decenio (UNW-DPAC)*.
- Rafael, G., & Miranda, M. (2022). *REPÚBLICA DEL ECUADOR MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA*.

Seguí, L., Guerrero, H., & Medina, R. (2018). Gestión de residuos y economía circular. *EAE Business School*.

Sihvonen, S., & Ritola, T. (2015). Conceptualizing ReX for aggregating end-of-life strategies in product development. *Procedia CIRP*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.01.026>

Villena Chávez, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2).
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>

Whicher, A., Harris, C., Beverley, K., & Swiatek, P. (2018). Design for circular economy: Developing an action plan for Scotland. *Journal of Cleaner Production*, 172.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.009>