

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE
RECURSOS NATURALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE
RECURSOS NATURALES



“EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PAPEL HIGIÉNICO PARA CUANTIFICAR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA EMPRESA PAPELERA REYES EN EL CALLAO 2021”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

AUTORES:

BACH. KEVIN HENRY FERNANDEZ RODRIGUEZ
BACH. ALESSANDRA CRISTINA QUIJANDRÍA PÉREZ
BACH. LEONARDO HERNANDO BLACIDO ESPINOZA

Three handwritten signatures in blue ink are positioned to the right of the authors' names. The first signature is at the top, the second is in the middle, and the third is at the bottom.

ASESOR:

MG. LUIS ENRIQUE LOZANO VIEYTES

A handwritten signature in blue ink is positioned to the right of the advisor's name.

CALLAO, 2022

PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
(Resolución N° 019-2021-CU del 20 de enero de 2021)



II CICLO TALLER DE TESIS

ANEXO 3

ACTA N° 013-2022 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.

LIBRO 01 FOLIO No. 43 ACTA N°013-2022 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.

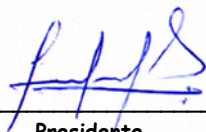
A los 17 días del mes de julio del año 2022, siendo las 12:54 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/pdz-iucr-pbo>, el **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** para la obtención del **TÍTULO profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales** de la **Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Mg. Edgar Zárate Sarapura	: Presidente
MsC. María Antonieta Gutiérrez Díaz	: Secretaria
Ing. Godofredo Teodoro León Ramírez	: Vocal
Mg. Luis Enrique Lozano Vieytes	: Asesor

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis de los Bachilleres Kevin Henry Fernández Rodríguez, Leonardo Hernando Blacido Espinoza y Alessandra Cristina Quijandría Pérez, quienes habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales, sustentan la tesis titulada: **“EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PAPEL HIGIÉNICO PARA CUANTIFICAR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA EMPRESA PAPELERA REYES EN EL CALLAO 2021”**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por Aprobado con la escala de calificación cualitativa Bueno y calificación cuantitativa 15, la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-CU del 30 de junio de 2021.

Se dio por cerrada la Sesión a las 13:47 horas del día domingo 17 de julio del año en curso.



Presidente



Secretaria



Vocal



Asesor

DEDICATORIA

A nosotros mismos, por no rendirnos cuando más difícil era el camino, desde el inicio sabíamos que lograríamos ser ingenieros ambientales.

A nuestras familias por su apoyo constante e incondicional durante toda nuestra formación universitaria, especialmente en los momentos de crisis cuando no encontrábamos el equilibrio

AGRADECIMIENTO

Agradecemos ante todo a Dios por habernos otorgado una familia maravillosa, a nuestra Universidad Nacional del Callao por convertirnos en los profesionales que somos ahora. Asimismo, agradecemos a la empresa Papelera Reyes por darnos las facilidades para obtener la información y realizar nuestra investigación dentro de sus instalaciones; de manera especial, a nuestro asesor el Mg. Luis Enrique Lozano Vieytes, quién junto a los señores jurados, hicieron parte del proceso de formación y que ahora dejan como producto terminado un grupo de graduados, y como recuerdo de ello esta tesis, que perdurará dentro de los conocimientos y desarrollo de las demás investigaciones venideras.

Finalmente agradecemos a quienes leen este apartado y nuestra tesis, por permitir que nuestra experiencia, investigación y conocimiento, sea parte de su repertorio de información.

INDICE

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
INDICE	5
INDICE DE TABLAS.....	7
INDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	13
1.2 Formulación del problema.....	16
1.3 Objetivos de la investigación.....	16
1.4 Limitantes de la Investigación	17
II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Antecedentes del estudio	19
2.2 Bases Teóricas	24
2.3 Conceptual.....	30
2.4 Definiciones de términos básicos.....	41
III. HIPOTESIS Y VARIABLES	44
3.1 Hipótesis	44
3.2 Definición conceptual de variables.....	45
3.3 Operacionalización de la variable	46
IV. DISEÑO METODOLOGICO.....	47

4.1	Tipo y Diseño de investigación.....	47
4.2	Método de la investigación.....	47
4.3	Población y muestra.....	53
4.4	Lugar de estudio y periodo desarrollado	54
4.5	Técnicas e instrumentos de recolección de información	54
4.6	Análisis y procesamiento de datos.....	55
V.	RESULTADOS	57
5.1.	Resultados descriptivos	57
5.2.	Resultados Inferenciales.....	69
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	72
6.1.	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados 72	
6.2.	Contrastación de los resultados con estudios similares.....	74
6.3.	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes 76	
	CONCLUSIONES.....	77
	RECOMENDACIONES	79
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
	ANEXOS	86

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Categorías de Impacto Ambiental</i>	36
<i>Tabla 2. Conceptualización de variables</i>	45
Tabla 3 <i>Operacionalización de las variables</i>	46
<i>Tabla 4. Datos de las Categorías de Impacto Ambiental en la Fabricación de Papel Higiénico</i>	53
<i>Tabla 5. Estadísticos a usar en el análisis descriptivo de los resultados</i>	55
<i>Tabla 6. Estadístico descriptivo mensuales del inventario de la fibra reciclada Año 2021</i>	61
<i>Tabla 7. Estadístico descriptivo mensuales del inventario de la fibra natural Año 2021</i>	62
<i>Tabla 8. Estadísticos descriptivos trimestrales de las categorías de impacto ambiental Año 2021</i>	65
<hr/>	
<i>Tabla 9. Resultado anual del ACV Año 2021</i>	67
<i>Tabla 10. Resultados del ACV por Kg de papel higiénico producido Año 2021</i>	67
<i>Tabla 11. Prueba de normalidad para los tipos de fibra según las categorías de impacto</i>	69
<i>Tabla 12. Pruebas t student independiente para comparar los tipos de fibra según las categorías de impacto</i>	71

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Alcances espaciales de la investigación en la industria PAPELERA REYES</i>	18
<i>Figura 2 La Ecología Industrial funciona a tres niveles</i>	30
<i>Figura 3. Etapas del Análisis de Ciclo de Vida</i>	32
<i>Figura 4 Elementos de la Etapa I</i>	33
<i>Figura 5 Clasificación del Inventario del Ciclo de Vida (ICV)</i>	35
<i>Figura 6 Esquema de procedimiento a seguir en la presente tesis</i>	48
<i>Figura 7 Procesos de producción de papel higiénico</i>	49
<i>Figura 8 Actividades en la etapa inventariado de los procesos</i>	51
<i>Figura 9 Ubicación de la Planta</i>	54
<i>Figura 10. Alcances del proceso de la fibra natural</i>	59
<i>Figura 11. Alcances del proceso de la fibra reciclada</i>	60
<i>Figura 12 Gráficos de impactos ambiental por kg de papel higiénico producido</i>	68

RESUMEN

La industria de producción del papel higiénico es una de las industrias más contaminantes en el Perú, por su alta demanda de agua y energía, así como el uso de elevadas cantidades de insumos químicos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico. La metodología usada es el análisis de ciclo de vida según la ISO 14040, analizando 6 categorías de impacto ambiental que genera una unidad de producción de papel higiénico en 1 año. Los resultados muestran que el uso de las fibras naturales como materia prima para la producción de papel higiénico ha demostrado que genera mayor impacto ambiental que el uso de fibras recicladas según las categorías de impacto estudiadas, resaltando el indicador de Cambio climático (fibra natural $1,69E^{06}$ kg CO₂ Eq; fibra reciclada $2,98E^{05}$ kg CO₂ Eq) y consumos de agua (fibra natural $4,22E^{05}$ m³; fibra reciclada $1,29E^{05}$ m³). Se ha encontrado una diferencia significativa entre las fibras naturales y la fibra reciclada en algunas categorías de impacto ambiental como la eutrofización de agua dulce, ozono estratosférico y la acidificación terrestre con un $p < 0.05$. por lo que se concluye que la producción de papel higiénico genera impactos ambientales significativos.

Palabras clave:

Análisis del Ciclo de Vida, Fibra de Papel Higiénico, Impacto Ambiental, Industria Papelera, Procesos

ABSTRACT

The toilet paper production industry is one of the most polluting industries in Peru, due to its high demand for water and energy, as well as the use of high amounts of chemical inputs. The objective of this research was to evaluate the life cycle of the toilet paper manufacturing process. The methodology used is the life cycle analysis according to ISO 14040, analyzing 6 categories of environmental impact generated by a toilet paper production unit in 1 year. The results show that the use of natural fibers as raw material for the production of toilet paper has shown that it generates a greater environmental impact than the use of recycled fibers according to the impact categories studied, highlighting the indicator of global warming (natural fiber 1,69E06 kg CO₂ eq; recycled fiber 2.98E05 kg CO₂ eq) and consumption of (natural fiber 4.22E05 m³; recycled fiber 1.29E05 m³). A significant difference was found between natural fibers and recycled fiber in some environmental impact categories such as freshwater eutrophication, stratospheric ozone, and terrestrial acidification with $p < 0.05$. so, it is concluded that the production of toilet paper generates significant environmental impacts.

Keywords:

Life Cycle Assessment, Toilet Paper Fiber, Environmental Impact, Paper Industry, Processes

INTRODUCCIÓN

Las industrias papeleras han incursionado en implementar nuevas tecnologías, garantizando así la calidad de sus productos he incrementado su productividad, (Moreno Jaimes, 2015), la exigencia ambiental y las políticas ambientales asumidas en los últimos años, ha llevado a las industrias papeleras a desarrollar estrategias ambientales para cumplir sus compromisos ambientales en correlación directa con su productividad, por lo que es necesario examinar sus efectos predominantes en la mejora del medio ambiente, y en cuanto se ha mitigado los impactos ambientales, referente a las antiguas prácticas de gestión en la industria. Por lo tanto, para evaluar científicamente el desempeño ambiental, la metodología del análisis del ciclo de vida (ACV) (ISO, 2006) es una metodología sistemática y más respaldada por la literatura científica.

La oferta de papel en la industria peruana, medida en términos de exportaciones, es mínima, a pesar de contar con zonas potencialmente productoras, como los bosques en la selva peruana (74.2 millones de Ha) (Cárdenas & Salazar, 2019), contrastando que la producción de una tonelada de papel, puede producir impactos en la demanda de energía, así como en la producción de GEI como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) son componentes críticos para el cambio climático (Poopak & Agamuthu, 2011).

PAPELERA REYES S.A.C. es una industria dedicada a la fabricación de papel higiénico, que con el pasar del tiempo ha mejorado la calidad de su producto e incrementado su capacidad productiva, añadiendo en su proceso de fabricación una nueva línea para producir papel higiénico considerando como materia prima fibras de celulosa natural, además de las fibras de celulosa de papel reciclado normalmente utilizadas. Al respecto, la empresa ha presentado problemas en el manejo de sus insumos y desconoce el aporte de los impactos ambientales que causan sus emisiones, efluentes y los residuos sólidos que generan al fabricar el papel higiénico, lo que dificulta la toma de decisiones con respecto a los insumos manejados en sus procesos.

Por lo tanto, se pretende evaluar cuantitativamente el impacto ambiental de las líneas de fabricación de papel higiénico (fibra de celulosa natural y de papel reciclado) mediante la metodología del análisis del ciclo de vida (ACV) y con ello brindar la información para mejorar la toma de decisiones con respecto a los insumos y materias primas utilizadas.

La metodología de la presente investigación es hipotética-deductiva, en la que se ha planteado una hipótesis que se confirmará por medio de la técnica observacional, asimismo, se ha elaborado un procedimiento a seguir tomando como referencia la norma internacional ISO 14040 que establece las directrices para la aplicación de la metodología del análisis del ciclo de vida.

De los resultados se resaltan las siguientes categorías de impacto: Cambio climático (fibra natural $16,9E^{05}$ kg CO₂ Eq; fibra reciclada $2,98E^{05}$ kg CO₂ Eq) y consumo de agua (fibra natural $4,22E^{05}$ m³; fibra reciclada $1,29E^{05}$ m³). Finalmente, se concluye que el uso de fibra de celulosa natural como materia prima para la fabricación de papel higiénico genera mayor impacto ambiental que el uso de fibra de celulosa de papel reciclado de acuerdo a las categorías de impacto ambiental estudiadas.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La responsabilidad de las empresas se ha incrementado recientemente en todo el mundo debido al evidente impacto que genera la producción de papel, afectando los diferentes intereses en el sector privado y estatal (De Carvalho, 2016). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el 2018 señaló que la producción mundial de papel y cartón a seguido un constante crecimiento, Asia-Pacífico tuvieron una producción de 196 millones de toneladas (48%); Europa en 104 millones de toneladas (26%); América del Norte en 82 millones de toneladas (20%); América Latina y el Caribe en 22 millones de toneladas (5%); África en 4 millones de toneladas (1%) (FAO, 2018).

El término impacto (presentado en esta formulación por primera vez en 1824), se forma de impactus que en latín significa literalmente "chocar". Pero, en 1960 se le otorgó el toque figurativo de acción fuerte y perjudicial. Así, en conjunción con la palabra ambiental, se le dio un significado de efecto producido en el ambiente y los procesos naturales por la actividad humana en un espacio y un tiempo determinados (Wathern, 1988, 7). De este modo se puede decir que el impacto ambiental (IA) implica los efectos adversos sobre los ecosistemas, el clima y la sociedad debido a las actividades, como la extracción excesiva de recursos naturales, la disposición inadecuada de residuos, la emisión de contaminantes y el cambio de uso del suelo, entre otros. Se reconocen impactos directos e indirectos (por el efecto secundario de los anteriores), que poseen tres dimensiones comunes de magnitud, importancia y significancia (André et al., 2004).

La historia de ACV se remonta aproximadamente a 40 años desde que primero se centró en los presupuestos de energía y materiales a los que se fueron añadiendo gradualmente aspectos complementarios de la contaminación. Con el advenimiento de dos crisis del petróleo en la década de 1970, el interés en ACV fue potenciado, pero principalmente por el aspecto relacionado con la

eficiencia energética. Con los crecientes problemas de residuos sólidos al final de la 1980, el desarrollo de la metodología avanzó a un mayor ritmo. El primer marco formal para la evaluación de impacto fase se propuso en 1992 en un intento de convertir el inventario de datos sobre los impactos potenciales en los ecosistemas y la salud humana. A La primera norma internacional para cuantificar los impactos ambientales de los productos y servicios se estableció en 1997 describiendo los principios y el marco general de ACV, en términos de una metodología “de la cuna a la tumba” (Basset-Mens & van der Werf, 2019)

El análisis del Ciclo de Vida (ACV), conocida como ISO 14040, ha demostrado repetidamente ser una herramienta útil y poderosa herramienta para evaluar el desempeño ambiental de los procesos industriales, tanto en el continente europeo como americano, así como en muchos países asiáticos (como Japón y China). Hasta donde sabemos, casi no hay información proporcionado en relación con la implementación de ACV en África, además de un artículo relacionado con Egipto (Arvanitoyannis et al., 2014).

El Perú generalmente ocupa lugares de buena producción de papel a nivel de Sudamérica, encontrándose en un buen auge en todos sus aspectos: como el consumo y la producción (Fernández, 2008) considerando un aporte del 2.82% del PBI del sector manufacturero, y del 0.4% del total del PBI (Peralta et al., 2017).

Al respecto, la producción de papel en la industria es uno de los principales consumidores de madera fibrosa en sus dos tipos de producción: (a) Uso de madera (virgen) como materia prima y (b) uso de material no virgen, afectando los recursos forestales produciendo impactos ambientales significativos (Honnold, 2009), Esta producción de papel tisú, tanto de pulpa virgen (fibra natural) y la pulpa de papel de desecho (fibra reciclada) se asocia con impactos ambientales significativos derivados del consumo de materias primas y energía, así como de emisiones al aire, agua y suelo (Santos et al., 2018). Así también, el uso intensivo de productos químicos como soda cáustica, encolantes, almidones, antiincrustantes, peróxido de hidrógeno, borohidruro de

sodio, pasivantes de vestiduras, floculantes, coagulantes, blanqueadores ópticos, resinas, entre los más relevantes (Boluarte Loayza & Rosado Noriega, 2020) pueden generar impactos en la demanda de energía y en la producción de gases de efecto invernadero que son componentes críticos para el cambio climático (Poopak & Agamuthu, 2011).

Actualmente las industrias papeleras han incursionado en implementar nuevas tecnologías, desarrollando nuevas estrategias para cumplir sus compromisos ambientales en relación con el incremento de su productividad, esto ha llevado a asumir compromisos más estrictos con el medio ambiente (Moreno, 2015). En la industria Papeleras Reyes S.A.C, existe una producción estimada de 1300 TM/mes de papel higiénico empleando diversas líneas de producción y variación en los tipos de productos.

Papelera Reyes ha presentado problemas con mejorar las calidades de sus productos; y por la naturaleza química de sus procesos, con el consumo excesivo de insumos. Además, no conoce si los impactos ambientales disminuyen o aumentan al momento de realizar las variaciones de materia prima para la mejora de la calidad del producto. En consecuencia, se asume que Papelera Reyes no cuenta con una evaluación ambiental que le permita cuantificar el impacto ambiental de dichas variaciones, de tal manera de poder validarlos como oportunidades de mejora en la toma de decisiones. Por lo que, dando a conocer cuáles serían los impactos ambientales en sus categorías de impacto: cambio climático, acidificación, eutrofización y uso del agua permitiría tener mayor información para la toma de decisiones, considerando el aspecto ambiental de manera relevante.

Con el desarrollo del estudio se busca evaluar de una manera sistematizada y precisa los diferentes impactos ambientales (cambio climático, acidificación, eutrofización y uso del agua) en el proceso de fabricación de papel higiénico de la industria Papelera Reyes S.A.C., mediante el análisis de ciclo de vida, al simular escenarios con las materias primas (fibras) para cuantificar el

impacto ambiental, lo que permitirá la mejora de toma de decisiones y promover un producto con menor impacto.

1.2 Formulación del problema

Problema general

- ¿De qué manera la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021?

Problemas específicos

- ¿En qué medida la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa natural permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021?

- ¿En qué medida la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021?

- ¿En qué medida existe una diferencia en la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado y natural en el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021?

1.3 Objetivos de la investigación

Objetivo general

- Determinar cómo la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.

Objetivos específicos

- Determinar cómo la evaluación del análisis del ciclo vida del proceso de fabricación del papel higiénico con fibra de celulosa natural permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.

- Determinar cómo la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado permite cuantificar el impacto ambiental en la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.

- Determinar cómo existe una diferencia en la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado y natural en el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.

1.4 Limitantes de la Investigación

Teórico

Se delimitan las teorías en función de los conceptos de las variables, dimensiones e indicadores establecidas en la presente investigación, tales como: Impacto ambiental, que se define como el cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso; Análisis del Ciclo de Vida, el cual es un método integral y transparente para dar cuenta de los impactos ambientales de un producto o proceso; Fabricación de Papel Higiénico, definido como la formación de una lámina mate o afieltrada, generalmente de fibras de celulosa; y Ecología Industrial, que considera el sistema industrial como un tipo particular de ecosistema que al igual que los naturales se pueden describir a partir de materiales, energía y flujos de información.

Temporal

Se considera relevante la limitante del tiempo, ya que la fabricación de papel higiénico en la industria Papelera Reyes SAC es constantemente variable. Los datos en la fabricación de papel higiénico varían en órdenes diarias, mensuales o anuales, y de acuerdo al modelo de papel higiénico, lo que se limita

una data histórica no superior a los 5 años. En este caso, la evaluación de la investigación propuesta se desarrolla al cabo de un año.

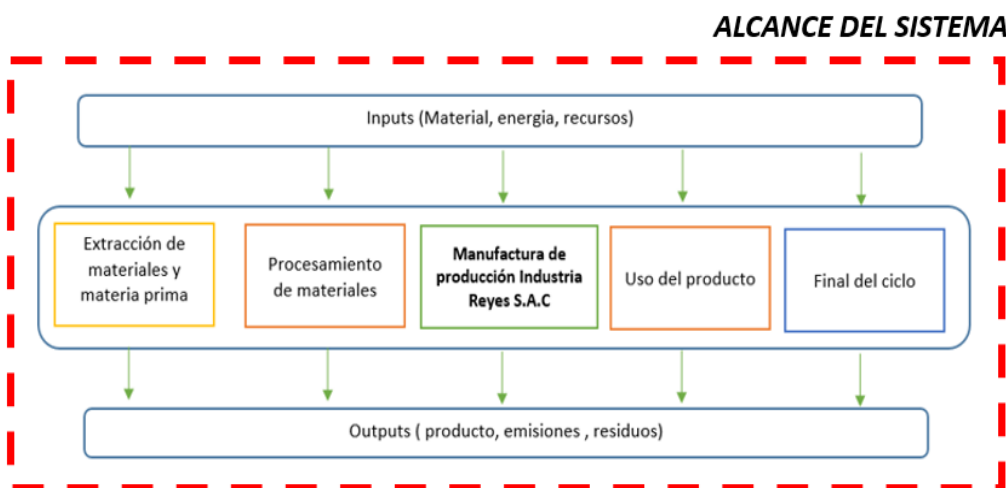
Papelera Reyes SAC no posee un sistema de gestión de calidad, ya que no tiene centralizada y documentada la información requerida para la investigación. Por lo que, para la recopilación de información se tuvo que entrevistar a distintos trabajadores de diferentes áreas involucrados en los procesos de fabricación de papel higiénico aumentando las semanas previstas inicialmente.

Espacial

El Análisis del Ciclo de Vida que se desarrolla en el proceso de fabricación de papel higiénico de la industria Papelera Reyes SAC tiene un alcance que en la metodología del ACV se denomina como: “cuna a puerta”, donde se considera los impactos ambientales generados desde las actividades de extracción de los insumos y materia prima hasta los procesos que se realizan en la fabricación de papel higiénico para ambos tipos de fibras de celulosa (fibra de papel reciclado y fibra natural)

Figura 1

Alcances espaciales de la investigación en la industria PAPELERA REYES



Nota: Elaboración propia.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

Internacionales

Sun et al., (2018) en la investigación ***“Descubriendo el uso de energía, las emisiones de carbono y las cargas ambientales de la industria de la pulpa y el papel: una revisión sistemática y un metaanálisis”***, tuvo como objetivo cuantificar los impactos ambientales del ciclo de vida de los sistemas de fabricación de pulpa y papel. Los resultados mostraron que el proceso de fabricación de pulpa es responsable del 62 % del uso de energía, 45 % de las emisiones de GEI, 48 % del potencial de acidificación y el 49 % del potencial de eutrofización. Mostraron que las emisiones de kg CO₂ -Eq se dio en tres tipos diferentes de celulosa: Kraft, 508 kg CO₂-eq/t; químico-mecánico, 513 kg CO₂-eq/t; y pulpa reciclada, 408 kg CO₂-eq/t. La fabricación de pulpa aporta el 62 %, 45 %, 48 % y 49 % del uso total de energía, GWP, AP y EP en la fabricación de papel, respectivamente. De los resultados se puede resaltar las categorías de impacto con valores más elevados como cambio climático, eutrofización y acidificación para aplicarlos en la presente investigación.

Ingwersen et al., (2016) en la investigación ***“Evaluación detallada del ciclo de vida de las operaciones de toallas de papel Bounty”***, tuvo como objetivo aplicar el análisis de ciclo de vida para calcular los impactos potenciales asociados a la producción de toallas de papel de dos instalaciones con diferentes líneas de producción, una más antigua y la otra de última generación. Los resultados mostraron que la producción de celulosa contribuyó con la mayor parte de las emisiones de GEI. El potencial de calentamiento global neto de la pulpa es ligeramente negativo (-0,15 a -0,25 kg CO₂-eq), ya que el secuestro supera ligeramente las emisiones de las cadenas de suministro. Las emisiones de partículas <2.5 µm para la instalación más nueva están asociadas con la línea de producción y otras actividades, mientras que la instalación más antigua tenía emisiones de dióxido de azufre y partículas < 2,5 µm relacionados con la producción de pulpa y la electricidad comprada para la fabricación. El aporte para

la presente investigación es la aplicación de la ISO 14040, la metodología para determinar categorías de impacto y software para el proceso de datos.

M'hamdi et al., (2017) en la investigación "***Evaluación del ciclo de vida de la producción de papel a partir de madera tratada***", tuvo como objetivo evaluar el análisis de ciclo de vida de dos tipos de papel: Papel convencional fabricado mediante el uso de método de cocción de residuos de madera y papel elaborado por tratamiento químico de residuos de madera. Los resultados muestran que el método de papel convencional representa mayor impacto negativo al medio ambiente por la cantidad de químicos como NaOH para la producción de la pulpa, y por el rechazo de estos químicos después del tratamiento. Los productos químicos utilizados en la etapa de hidrólisis y deslignificación, que son el ácido sulfúrico y el hidróxido de sodio, en el papel producido con residuos de madera, tienen un impacto negativo menor en comparación con el papel convencional. Podemos observar la diferencia mayor del impacto en la ecotoxicidad que presenta el papel convencional y el papel producido por residuos de madera. Los aportes de los resultados muestran una gran diferencia en los impactos entre los dos métodos para la producción de papel, que no sería posible determinar de no haberse aplicado el ACV.

Volta & Yusi, (2021) en la investigación "***Evaluación del ciclo de vida (LCA) en plantas de pulpa y papel: comparación entre MFO con biomasa en cal kiln***", tuvo como objetivo evaluar los efectos de la utilización de la biomasa en el medio ambiente utilizando el método de evaluación del ciclo de vida (ACV). El método usado consiste en el enfoque "puerta a puerta" para evaluar dos escenarios de combinación de combustible diferente. Para la Evaluación del impacto ambiental se usó la norma ISO 14040. Los resultados mostraron que el uso de la biomasa para producir gas de síntesis como combustible para el horno de cal tiene un impacto en el indicador calentamiento global de $4,25E^{+01}$ $\text{kqCO}_2/\text{ton CaO}$. Es más bajo que si se usara MFO que impacta en el calentamiento global $6.91E^{+01}$ $\text{kqCO}_2/\text{ton CaO}$. Esta investigación da a conocer que el uso de combustibles para la producción de papel tiene un impacto significativo en función del indicador de calentamiento global comparando dos

tipos de biomasa. EL software usado en la investigación en mención facilita los cálculos al procesar los datos recolectados.

Masternak-Janus & Rybaczewska-Błażejowska, (2015) en la investigación “**Análisis del ciclo de vida de la fabricación de papel Tissue de pasta virgen o residuos de papel reciclado**”, Tuvo como objetivo comparar los impactos ambientales de producción de papel tisú utilizando fibra virgen y fibra reciclada. El método usado fue la ISO 14040 y 14044. Método usado para determinar las categorías de impacto fue ReCiPe. Los resultados mostraron que la electricidad, calor, resina y almidón constituyen el 92,08% de los impactos ambientales de todos los materiales y sustancias utilizados, el consumo de electricidad representa el 73,3%. Tanto la producción de papel tisú a partir de pulpa virgen como a partir de papel usado reciclado son las que más contribuyen a las siguientes categorías de impacto ambiental de punto medio: toxicidad humana, cambio climático, salud humana y ecosistemas, y agotamiento de combustibles fósiles, que constituyen el 49,85 %, 15,85 % y 12,65 %, y 12,35% en promedio, respectivamente. La evaluación del ciclo de vida (LCA) de la fabricación de papel tisú demuestra que el uso de papel usado reciclado en lugar de pulpa virgen es beneficioso desde el punto de vista ambiental. La presente investigación nos brinda un esquema para la aplicación de la metodología ACV y establecimiento de categorías de impacto en la evaluación de dos líneas de producción de papel higiénico.

Poopak & Agamuthu, (2011) “**Evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA) del proceso de fabricación de papel en Irán**” En este estudio, se evaluó el ciclo de vida (LCA) usando la ISO 14040. La unidad funcional una tonelada métrica de papel durante un año. Método usado para determinar las categorías de impacto fue CML. Se identificaron diez categorías de impacto de la siguiente manera: agotamiento abiótico, acidificación, eutrofización, calentamiento global, agotamiento de la capa de ozono, toxicidad humana, ecotoxicidad acuática en agua dulce, ecotoxicidad acuática marina, ecotoxicidad terrestre y oxidación fotoquímica. A partir de los resultados, el uso de bagazo y electricidad generaron el impacto más bajo porque ambos insumos utilizaron fuentes renovables. El uso

de fuelóleo pesado (en este caso, mazut) tiene el mayor impacto en el calentamiento global, acidificación y agotamiento de la capa de ozono. El cloro del sector de blanqueo contribuye al impacto de la oxidación fotoquímica y el agotamiento de la capa de ozono. De los resultados obtenidos, el uso de bagazo en lugar de madera en la fábrica de papel y pulpa tiene el potencial de reducir el impacto del calentamiento global. El aporte brindado a esta investigación es la metodología usada para el ACV para dos líneas de producción de papel con un alcance de puerta a puerta.

Barbieri et al., (2009) en su tesis ***“Evaluación de la cadena y el ciclo de suministro vida del producto: revisión teórica y ejemplo de aplicación”***, como objetivo tuvo comparar la fabricación de papel de fibra virgen de la fibra reciclada en términos de impacto ambiental haciendo uso del ACV basándose en la norma ISO 14040. Se determinó 3 categorías de impacto end point: Salud humana, Calidad medio ambiental y Consumo de recursos. Los resultados muestran que la producción de papel a base de fibra reciclada presenta el mejor comportamiento en términos globales, con mejor desempeño que todos ellos en consumo de recursos. El aporte que brinda a esta investigación es la metodología usada para el ACV para dos líneas de producción de papel.

Nacionales

Chura & Sanchez, (2020) en su tesis ***“El impacto ambiental del ciclo de vida del papel en el Perú”***, tuvo como objetivo evaluar la información sobre la producción y consumo de papel en el Perú y los impactos ambientales que se generan durante su ciclo de vida. Realizaron una búsqueda de información de repositorios de tesis a nivel nacional, y reportes de organismos oficiales, como el Instituto nacional de Estadística e Informática, Ministerio del Ambiente y Ministerio de la Producción. Los resultados muestran que el papel representa el 21% del total de residuos sólidos que genera en el Perú del cual se recicla el 8% en promedio. Las sustancias químicas que se emplean para blanquear la pulpa generan niveles de ecotoxicidad terrestre y acuática (vertimiento de efluentes tóxicos al suelo y agua), con riesgo a causar eutrofización. Esta investigación

muestra que las empresas productoras de papel en el Perú generan impactos ambientales significativos siendo de importancia cuantificarlos para tomar acciones de mejora.

Suyo, (2018) en su tesis **“Reducción del impacto ambiental en la industria papelera a través del uso tecnológico”**, tuvo como objetivo reducir el impacto ambiental de la industria papelera a través del uso tecnológico, que consistió en seleccionar una empresa papelera con varias sedes, de las cuales una está usando tecnología desfasada y otra tecnología moderna, a los cuales se realizaron monitoreos ambientales. Los resultados muestran que los parámetros de calidad de aire con la implementación de tecnología moderna evidencian una reducción de 64% para PM10, 79% para PM2.5, 17% para CO, 58% para NO2, siendo una reducción total de 54.5% en la generación de impacto ambiental. La reducción de 7.83% para ruido diurno y 11% para ruido nocturno, siendo la reducción total de 9.4% en cuanto al ruido ambiental. La investigación muestra variaciones de los niveles de impacto con el uso de una mejor tecnología en la producción de papel, que aplicaría también para distintas líneas de producción o procesos de fabricación.

Arbildo et al., (2020) en su tesis **“Producción y comercialización de papel higiénico ecológico hecho de bambú”**, tuvo como objetivo evaluar la producción y la comercialización de papeles higiénicos fabricados de bambú como proyecto. La evaluación de los Estados financieros determinó que el proyecto no será rentable en el año 2022, debido a que se obtendrán pérdidas netas. A partir del año 2023, se obtendrán utilidades netas, las cuales crecerán desde un 6.17% en el año 2023 hasta un 23.47% en el año 2026. Adicionalmente, se determinó que el proyecto tendrá liquidez durante los 5 años del horizonte de evaluación, debido a que los Flujos de caja proyectados serán siempre positivos. La investigación presenta una alternativa rentable para la producción de papel higiénico con materia prima 100% natural y renovable a partir de bambú.

2.2 Bases Teóricas

Impacto Ambiental

Según la ISO 14001, (2015) define la variable "*Impacto ambiental*" como el cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, total o parcialmente resultante de los aspectos ambientales una organización

El sistema nacional de gestiona ambiental (Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM Reglamento de La Ley Del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, 2009) define a "*Impacto ambiental*" como la alteración positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto.

Banco Interamericano de Desarrollo, (2001) define el "*Impacto ambiental*" como la alteración significativa del ambiente, de sus sistemas naturales y transformados y de sus recursos, provocado por acciones humanas.

De acuerdo a (Conesa Fdez-Victora et al., 1993), el "*impacto ambiental*" de un proyecto sobre el ambiente es la diferencia entre la situación del ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la implementación del proyecto, y la situación del ambiente futuro, tal como habría evolucionado normalmente sin tal actividad; es decir, la alteración neta (que puede ser positiva o negativa) en la calidad de vida del ser humano o la calidad ambiental del receptor resultante de una actividad.

El término "impacto ambiental" se utiliza para definir la alteración del medio ambiente con respecto a un estado de "referencia" causado por actividades humanas realizadas para implementar un programa o llevar a cabo un trabajo. El término "estado de referencia" se utiliza para indicar el estado del entorno, ya sea un entorno natural o un entorno previamente modificado por el hombre, antes de la alteración. En este contexto, el concepto de ambiente incluye el complejo conjunto de factores físicos, sociales, culturales y estéticos que afectan a los individuos y las comunidades a las que pertenecen (Cossu et al., 2018).

Para esta investigación se ha escogido la definición del impacto ambiental descrita por la ISO 14001, (2015), esta definición da mayor alcance sobre el impacto ambiental en el contexto de la teoría del ciclo de vida mostrando la evaluación de las categorías de impacto, ya sea cambio climático, acidificación terrestre, eutrofización del agua dulce, formación de partículas finas, ecotoxicidad en agua dulce, ecotoxicidad terrestre y/o consumo de agua puede ser calculado utilizando factores de caracterización.

a. Cambio climático

El cambio climático provoca una serie de mecanismos ambientales que afectan tanto a la salud humana como a la salud de los ecosistemas. En general, los modelos de cambio climático se desarrollan para evaluar el futuro impacto ambiental de diferentes escenarios políticos. La metodología ReCiPe, se interesa el efecto marginal de añadir una cantidad relativamente pequeña de cantidad de CO₂ u otros gases de efecto invernadero, y no el impacto de todas las emisiones. (Recipe, 2016)

- **Concentración CO₂**

Una emisión de un gas de efecto invernadero provocará un aumento de la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero que, a su vez, aumentará la capacidad de forzamiento radiativo, lo que provocará un aumento de la temperatura media mundial. El aumento de la temperatura acaba provocando daños a la salud humana y a los ecosistemas. (Recipe, 2016)

b. Eutrofización del agua dulce

La eutrofización del agua dulce se produce por el vertido de nutrientes en el suelo o en las masas de agua dulce y el consiguiente aumento de los niveles de nutrientes, como fósforo y nitrógeno. Los impactos ambientales relacionados con eutrofización del agua dulce son numerosos. Siguen una secuencia de impactos ecológicos que se compensan con el aumento de las emisiones de nutrientes en el agua dulce, con lo que aumenta la absorción de nutrientes por

parte de organismos autótrofos, como las cianobacterias y las algas, y las especies heterótrofas como los peces y los invertebrados. (Recipe, 2016)

- **Concentración PO₃**

En la metodología Recipe, los impactos de las emisiones al agua dulce se basan en la transferencia de fósforo del suelo a las masas de agua dulce, su tiempo de residencia en sistemas de agua dulce y en la fracción potencialmente desaparecida tras un aumento de las concentraciones de fósforo en el agua dulce. Esto conduce a una pérdida relativa de especies. (Recipe, 2016)

- c. **Acidificación terrestre**

La deposición atmosférica de sustancias inorgánicas, como los sulfatos nitratos y fosfatos, provocan un cambio en la acidez del suelo. Para casi todas las especies vegetales, existe un nivel óptimo de acidez claramente definido. A una desviación grave de este nivel óptimo es perjudicial para ese tipo específico de especie y se denomina acidificación. En consecuencia, los cambios en los niveles de acidez provocan cambios en la presencia de una especie. (Recipe, 2016)

- **Concentración SO₂**

Las principales emisiones acidificantes son NO_x, NH₃ o el SO₂ (Van Zelm et al. 2015). La metodología Recipe describe el cálculo de factores de caracterización de la acidificación para especies de plantas vasculares en biomas de todo el mundo.

A una emisión de NO_x, NH₃ o SO₂ le sigue el destino atmosférico antes de que se deposite en el suelo. Posteriormente, se lixiviará en el suelo, cambiando la concentración de H⁺ de la solución del suelo. Este cambio de acidez puede afectar a las especies vegetales que viven en el suelo, provocando su desaparición. (Recipe, 2016)

d. Formación de partículas finas

La contaminación atmosférica que provocan los aerosoles primarios y secundarios en la atmósfera puede tener un impacto negativo sustancial en la salud humana, que van desde los síntomas respiratorios hasta los ingresos hospitalarios y la muerte. (Lelieveld et al. 2015).

- **Concentración PM2.5**

Las partículas finas con un diámetro inferior a 2,5 μm (PM2.5) representa una mezcla compleja de sustancias orgánicas e inorgánicas. Las PM2.5 causan problemas de salud humana ya que llegan a la parte superior de las vías respiratorias y los pulmones cuando se inhala. Los aerosoles secundarios de PM2,5 se forman en el aire a partir de las emisiones de dióxido de azufre (SO₂), amoníaco (NH₃) y óxidos de nitrógeno (NO_x), entre otros elementos (Recipe, 2016).

e. Agotamiento del ozono estratosférico

Las emisiones de sustancias que agotan la capa de ozono acaban provocando daños a la salud humana debido al aumento resultante de la radiación UVB. Las sustancias químicas que agotan el ozono son relativamente persistentes y tienen grupos de cloro o bromo en sus moléculas que interactúan con el ozono (principalmente) en la estratosfera.

- **Concentración CFC11**

El potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO), expresado en kg de equivalentes de CFC-11 se utiliza como factor de caracterización en el nivel medio. El PAO cuantifica la cantidad de ozono que una sustancia puede agotar en relación con CFC-11 para un horizonte temporal concreto y, por tanto, está relacionado en gran medida con la estructura molecular y, especialmente, con el número de grupos de cloro y bromo en la molécula, así como la vida atmosférica de la sustancia química. (Recipe, 2016)

f. Consumo de agua

En la metodología Recipe, todos los impactos relacionados con el agua utilizados se basan en el consumo de agua. El consumo de agua es el uso de agua de tal manera que el agua se evapora, incorporada a los productos, transferida a otras cuencas hidrográficas o se desecha en el mar. El agua que se ha consumido ya no está disponible en la cuenca hidrográfica de origen para humanos ni para los ecosistemas. (Recipe, 2016)

- **Consumo en m³**

Los pasos de la modelación comienzan con la cuantificación de la reducción de disponibilidad de agua dulce. Para los seres humanos, una reducción de la disponibilidad de agua dulce conduce a la competencia entre los diferentes usos del agua. Un riego demasiado escaso de la producción de cultivos y, en consecuencia, de la malnutrición de la población local.

Los impactos sobre los ecosistemas terrestres se modelan a través de una potencial reducción de la vegetación y la diversidad vegetal. El razonamiento es que una reducción del agua azul (agua en lagos, ríos, acuíferos y precipitaciones) reducirá potencialmente el agua verde disponible (humedad del suelo) y, por lo tanto, conducirá a una reducción de las especies vegetales. (Recipe, 2016)

Fabricación de papel higiénico

Según Britt, (2020) define a la fabricación de papel como la formación de una lámina mate o afieltrada, generalmente de fibras de celulosa, a partir de una suspensión de agua en una pantalla de alambre.

La Japan Paper Association,(2002), define el proceso de fabricación de papel como la dilución y dispensación de los materiales preparados, o el papel, rociar el papel sobre tela metálica para formar una hoja de papel, drenar el agua de la hoja y secarla.

Bajpai, (2018) define la producción de papel como un proceso de dos pasos en el que una materia prima fibrosa se convierte primero en pulpa y luego la pulpa se convierte en papel.

De estas definiciones presentadas el autor Britt, (2020) define con mayor alcance la variable de estudio "*fabricación de papel*", mostrando a la fibra celulosa como un material de mayor relevancia en la fabricación. La operacionalización consistirá en el proceso de fabricación de papel se evalúa tomando en cuenta la formación de lámina de fibra celulosa; en el análisis de sus insumos de fibra de celosa natural y reciclada, recogiendo resultados a través de un inventario, definiendo las siguientes dimensiones:

a. Formación de lámina.

La formación de lámina contiene fibras vegetales, minerales o artificiales. forma una hoja mate o afieltrada en una pantalla cuando se elimina la humedad.

Esta dimensión da mayor alcance sobre los indicadores de estudio que se encuentran en función de la fibra celulosa y la fibra reciclada:

- **Fibra de celulosa natural.**

La fibra de celulosa natural es un constituyente principal de los tallos de las plantas, una gran cantidad de plantas representan fuentes potenciales de papel; muchos de estos han sido reducidos a pulpa experimentalmente.

- **Fibra de celulosa de papel reciclado**

Las fibras de papel reciclado presentan propiedades de resistencia inferiores y una menor capacidad de unión en comparación con las fibras vírgenes o recién convertidas en pulpa como consecuencia de los cambios químicos y físicos sufridos durante el prensado, el secado, la impresión, el almacenamiento, el despulpado y el destinado.

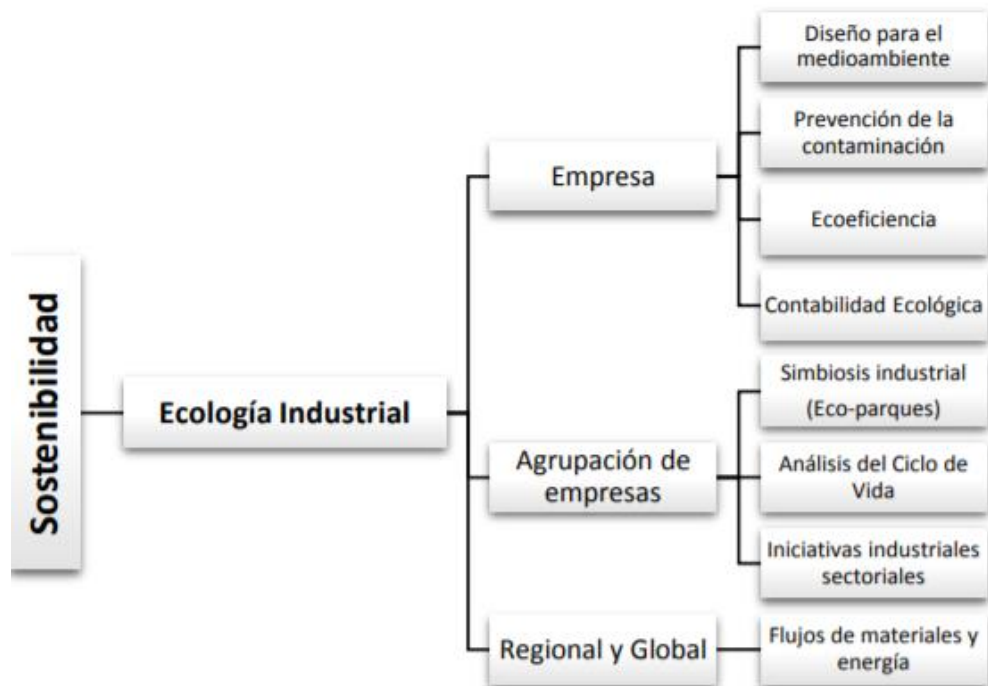
2.3 Conceptual

Ecología industrial

La Ecología Industrial proporciona una perspectiva sobre el sistema industrial que hace pensar en una contradicción entre los términos industrial y ecológico. Estamos acostumbrados a tener en cuenta el sistema industrial como algo separado de la biosfera situando a las fábricas y ciudades en un lado y a la biosfera en otro. La Ecología Industrial considera el sistema industrial como un tipo particular de ecosistema que al igual que los naturales se pueden describir a partir de materiales, energía y flujos de información. El sistema industrial según esta perspectiva se basa en que todos los recursos y servicios son proporcionados por la biosfera de la que no se puede separar (Lowe et al., 1997).

Figura 2

La Ecología Industrial funciona a tres niveles



Nota: Extraído de (Lowe et al., 1997)

Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

Es una herramienta de contabilidad que toma todas las entradas de recursos (generalmente en forma de materiales y energía) en todo el ciclo de vida de un producto o servicio; resume todas las salidas de emisiones en las mismas etapas del ciclo de vida; y lo resume todo en términos de impactos ambientales que pueden ser entendidos y reaccionados por los encargados de tomar las decisiones (Kaufman, 2013).

a. Origen del nombre “análisis de ciclo de vida” o “evaluación de ciclo de vida”

Lo que hoy se conoce con el nombre de evaluación de ciclo de vida (life cycle assessment; suele también indistintamente llamársele análisis de ciclo de vida, ACV) fue la denominación que por fin acogió la comunidad internacional de expertos en el tema en el año de 1991, debido a que la aplicación de la metodología de ACV no sólo incorpora elementos objetivos sino también elementos subjetivos (Werner, 2006).

El ACV solía recibir anteriormente otros nombres, tales como eco-balances, análisis del perfil ambiental y de recursos, análisis ambiental integral, perfiles ambientales, entre otros, y se le comparaba con otras herramientas tales como evaluación del riesgo ambiental y la evaluación de impacto ambiental en cuanto al alcance, las ventajas y las desventajas entre uno y otro métodos (Baumann & Tillman, 2004).

b. Filosofía del Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

La filosofía del análisis del ciclo de vida generalmente tiene un enfoque retrospectivo describiéndose por los flujos físicos ambientalmente relevantes desde sus subsistemas. La visión del ACV, combina las distinciones y obtiene cuatro categorías de teorías dentro de la moral normativa filosofía. De acuerdo con ética de la situación teleológica, la acción individual y la ética de la situación deontológica también implica que cada acción es evaluada de acuerdo con la situación específica en la que tiene lugar, pero sin referirse a si es las

consecuencias son buenas o malas; esto refleja la situación principios dependientes (Ekvall et al., 2005).

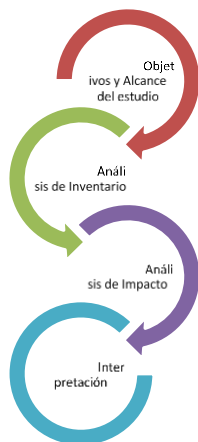
Otros enfoque desarrollado por el Análisis de ciclo de vida es la filosofía KAYZEN, donde desarrolla puntos que son características de los enfoques tradicionales para la gestión estratégica de costos, como la orientación al mercado y enfoque al cliente, costeo basado en precios, dimensión estratégica, reducción de costos del ciclo de vida, equipos de funciones cruzadas, participación en la cadena de valor, enfoque en el diseño de productos y procesos y la mejora continua (Masztalerz, 2006)

c. Etapas del Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

Finalizando los años 90 fue lanzada en Ginebra la ISO 14040 (1997) sobre Análisis de Ciclo de Vida (ACV) como un desarrollo de la ISO 14000: estándares de Gestión. Estas normas proporcionan marco, principios y metodología para llevar a cabo estudios de ACV. Estos incluyen cuatro pasos del ACV que son: definición de meta, alcance y análisis de cantidad de materiales (mediante ISO 14041, 1998); análisis de impacto (mediante ISO 14042, 1998); y la interpretación (mediante ISO 14043, 1998b) (Gil et al., 2018). Las etapas del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) se muestra en (Figura 3):

Figura 3.

Etapas del Análisis de Ciclo de Vida



Nota: Adaptado de la Normativa ISO 14040, (2006)

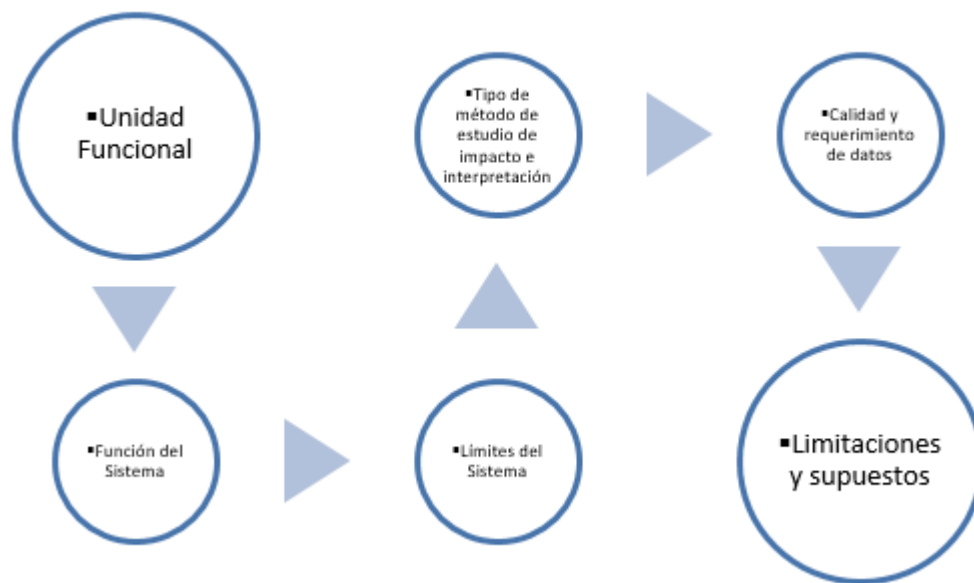
Todos los ACV contienen 4 bloques o etapas de construcción fundamentales (Saic & Curran, 2006).

d. Etapa I, el objetivo y la definición del alcance

En esta etapa se define la meta del estudio y su alcance. El objetivo incluye la finalidad para llevar a cabo el trabajo, como la aplicación proyectada de lo que se obtiene y la audiencia prevista. En el ámbito de un ACV, se consideran los siguientes elementos:

Figura 4

Elementos de la Etapa I



Nota: Adaptado de Ragheb, (2011)

e. Etapa II: El inventario del ciclo de vida (ICV)

La fase ICV representa la verdadera carne del ACV y, por lo tanto, es muy importante. Esta es la parte de la ACV donde el usuario tiene en cuenta todas las entradas (requisitos de materiales y energía) y salidas (emisiones al medio ambiente en forma de descargas atmosféricas, terrestres y acuáticas). (SAIC & Curran, 2006)

f. **Etapa III: La evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV)**

La fase EICV toma los datos cuantitativos generados durante el paso ICV y determina y evalúa esos números en términos de su impacto en categorías ambientales más amplias. Estas categorías a menudo incluyen, entre otras, el efecto invernadero (potencial de calentamiento global); agotamiento del ozono; acidificación eutrofización; y agotamiento de los recursos naturales. (También hay impactos no ambientales incluidos en muchos métodos de EICV, como la salud humana). (SAIC & Curran, 2006)

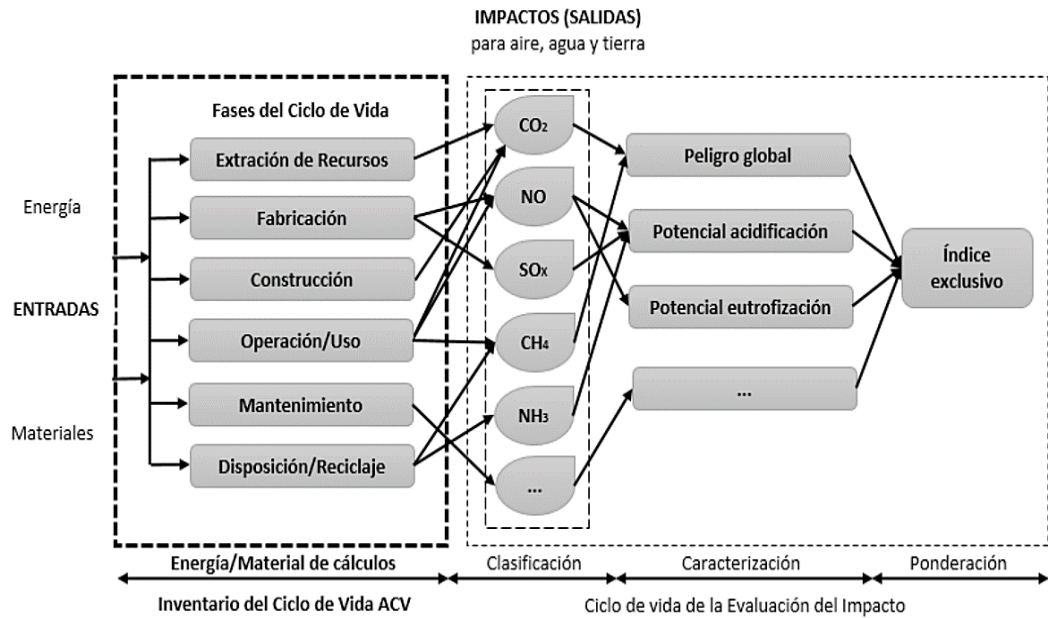
La norma ISO 14040 sugiere que la evaluación del Impacto del CV incluya los siguientes pasos, siendo los tres primeros obligatorios y los otros opcionales:

- **Clasificación:** Las cargas ambientales se clasifican según las categorías de impacto.
- **Caracterización:** Se separa la categoría del indicador para las diferentes cargas ambientales generadas por los contaminantes; por ejemplo, el potencial de calentamiento global es generado por el CO₂ y CH₄.
- **Valoración:** Se define los indicadores de categoría con respecto a una unidad o estándar; ejemplo: Tonelada (Tn) de CO₂ equivalente.
- **Agrupación:** Se clasifica y/o agrupa las categorías de daño al ambiente.
- **Ponderación:** Se define la importancia subjetiva de una categoría de impacto, pudiendo clasificarse por categoría de daño o tema.
- **Análisis de la Calidad de los Datos:** Se analiza la calidad de los Datos para su posterior procesamiento.

Ragheb, (2011) identificó 10 impactos o categorías que se consideran importantes en la literatura medioambiental. (Ver Figura 5).

Figura 5

Clasificación del Inventario del Ciclo de Vida (ICV)



Nota: Adaptado de Ragheb, (2011)

g. Etapa IV: Interpretación.

Este es el paso "humano": los resultados de las primeras tres fases del ACV son revisados sistemáticamente por la persona o el equipo a cargo del estudio. Luego, los resultados se interpretan según el propósito y la audiencia previstos, y generalmente se formatean en un informe final, que se pone a disposición de la audiencia identificada.

Tabla 1

Categorías de Impacto Ambiental

Categorías de Impacto Ambiental	Escala	Datos relevantes del ACV (clasificación)	Factor de caracterización común	Descripción del factor de caracterización
Peligro Mundial	Global	Dióxido de Carbono (CO ₂) Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) Metano (CH ₄) Cloro fluorocarbonos (CFCs) Hidrocloro fluorocarbonos (HCFCs) Bromuro de Metilo (CH ₃ Br)	Potencial peligro mundial	Convierte datos de ACV a Dióxido de Carbono (CO ₂) equivalentes. Nota: Potenciales peligros mundiales pueden ser 50, 100, o 500 años potenciales.
Agotamiento del Ozono Estratosférico	Global	Cloro fluorocarbonos (CFCs) Hidrocloro fluorocarbonos (HCFCs) Halones Bromuro de Metilo (CH ₃ Br)	Ozono agotamiento potencial	Convierte datos de ACV a Tricloro fluorometano (CFC-11) equivalentes.
Acidificación	Regional Local	Óxidos de Azufre (SO _x) Óxidos de Nitrógeno (NO _x) Acido Clorhídrico (HCl) Acido Fluorhídrico (HF) Amoníaco (NH ₄)	Potencial acidificación	Convierte datos de ACV a Hidrógeno (H ⁺) de iones equivalentes.
Eutrofización	Local	Fosfato (PO ₄) Óxido de Nitrógeno (NO) Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) Nitratos Amoníaco (NH ₄)	Potencial eutrofización	Convierte datos de ACV a Fosfato (PO ₄) o a Nitrógeno (N) de iones equivalentes.
Fotoquímico Smog	Local	Hidrocarburos no metanos (NMHC)	Creación potencial fotoquímico oxidante	Convierte datos de ACV a Etano (C ₂ H ₆) equivalentes.
Toxicidad Terrestre	Local	Productos químicos tóxicos con un informe de concentración letal para roedores	LC50	Convierte datos de LC50 a equivalentes.
Toxicidad Acuática	Local	Productos químicos tóxicos con un informe de concentración letal para peces.	LC50	Convierte datos de LC50 a equivalentes.
Salud Humana	Global Regional Local	Emisiones totales de aire, agua y suelo.	LC50	Convierte datos de LC50 a equivalentes.
Agotamiento de los recursos.	Global Regional Local	Cantidad de minerales usados. Cantidad de combustible de fósil usados	Potencial agotamiento de los recursos	Convierte datos de ACV a una relación de cantidad de recursos usados vs cantidad de recursos guardados en reserva.
Uso de la tierra	Global Regional Local	Cantidad de desechos en un vertedero.	Residuos sólidos	Convierte la masa de residuos sólidos en volumen utilizando un estimado de densidad.

Nota: Adaptado de (Gil Villanueva et al., 2018)

Softwares basados en el ACV

Existen softwares basados en el ACV, como el software LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) que utiliza las evaluaciones relativas sobre, la ponderación regional, las normas de la industria de estudio, las normas internacionales y el nivel de evaluación. Otro software como ATHENA también es una alternativa para este objetivo (Ragheb, 2011).

- **Software Simapro**

SimaPro es un programa desarrollado por la empresa holandesa pré Consultants, que permite realizar Análisis de Ciclo de Vida (ACV), mediante el uso de bases de datos de inventario propias (creadas por el usuario) y bibliográficas. SimaPro ofrece una herramienta profesional para almacenar, analizar y realizar un seguimiento del rendimiento ambiental de sus productos y/o servicios. Con esta herramienta se facilita el análisis y la representación gráfica de ciclos complejos de un modo sistemático y transparente. Las bases de datos que se encuentran en Simapro son las que nos ayudan a determinar los impactos ambientales de un determinado proceso, es cuestión de seleccionar el proceso y agregar la cantidad que se consume en determinado proceso haciendo previamente un balance de masas y convirtiendo todo a la unidad funcional (Valverde, 2012).

- **Software OpenLCA**

El programa OpenLCA es un programa de código abierto y alto rendimiento para Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y evaluación de sostenibilidad. Fue creado y desarrollado en la ciudad de Berlín por GreenDelta una compañía alemana que ofrece servicios a nivel internacional de software y consultoría en sostenibilidad entre otros servicios la empresa ofrece: (OpenLCA, 2013).

- Análisis de ciclo de Vida, estudios de evaluación de ciclo de vida, Costos de ciclo de vida, huella de carbono, ecoeficiencia.
- Revisión crítica de las normas ISO 14040, 14044 recopilación y gestión de datos

- Consultorías sobre herramientas de sostenibilidad, cadenas de suministro, implementación de ciclo de vida, comunicación.
- Web y aplicaciones de desarrollo de software personalizadas; sitios web; bases de datos; complementos a SimaPro y módulos para OpenLCA.
- Ventas y soporte para la base de datos a nivel mundial por openLCA ecoinvent. (OpenLCA, 2013).
- OpenLCA es una aplicación de escritorio que funciona sin conexión a internet. Hay versiones disponibles para Windows, Mac y Linux, para 32 y 64 bits; se ejecutan directamente en estos sistemas operativos, por lo que no necesitan una máquina virtual.

Además, OpenLCA se puede configurar para interactuar con una base de datos basada en la web, que se puede utilizar para los datos y modelo de intercambio además de. OpenLCA es modular y se puede ampliar por un creciente número de plug-ins. Por otra parte, se están desarrollando aplicaciones de ayuda (OpenLCA, 2013).

ISO 14040: Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Requisitos y directrices

La ISO 14040 es la relativa al ACV. Dada su complejidad, esta normativa establece un protocolo al cual deberá ajustarse todo estudio de ACV. La ISO 14040 da la siguiente definición del ACV (Valverde, 2012):

“El ACV es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema; evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio.”

Normativa ambiental

- **Constitución Política del Perú**

En su Art N° 2, numeral 22 y Art N° 67 establece que es un derecho fundamental de la persona de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida.

- **Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente**

En su Art N° 17 y 24 establece que las actividades humanas que implique construcciones, obras, servicios y otras actividades, así como las políticas, planes y programas públicos susceptibles de causar impactos ambientales de carácter significativo, están sujetas, de acuerdo a ley, al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Los instrumentos de gestión ambiental podrán ser de planificación, promoción, prevención, control, corrección, información, financiamiento, participación, fiscalización, entre otros, rigiéndose por sus normas legales respectivas y los principios contenidos en la presente Ley

- **Decreto Supremo N° 023-2021-MINAM - Aprueba la Política Nacional del Ambiente al 2030**

Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional del Ambiente al 2030, que establece el objetivo prioritario 3: “Reducir la contaminación del aire, agua y suelo” y el objetivo prioritario 8: “Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del país” que buscan reducir los impactos ambientales generados al medio ambiente.

- **Ley N° 27446 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental**

La creación del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión. El establecimiento de un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas, y alcances de las evaluaciones del

impacto ambiental de proyectos de inversión. El establecimiento de los mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de evaluación de impacto ambiental.

- **Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM - Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental**

El presente Reglamento tiene por objeto lograr la efectiva identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión, así como de políticas, planes y programas públicos, a través del establecimiento del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental - SEIA

- **ISO 14001: 2015 Sistema de Gestión Ambiente**

En su clausula N.º 8, Señala que, en función de lo planificado, se ejecutarán las medidas previstas, para lo cual se deberá adoptar una visión proactiva, en la que entre otros se tendrá en cuenta la gestión del cambio (modificaciones de los procesos, novedades, entre otros) y otros factores como compras, contratistas y contratación externa.

- **ISO 14044:2006 - Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Requisitos y directrices**

Norma Internacional describe los principios y el marco de referencia para el análisis del ciclo de vida (ACV) incluyendo: a) la definición del objetivo y el alcance del ACV, b) la fase de análisis del inventario del ciclo de vida (ICV), c) la fase de evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV), d) la fase de interpretación del ciclo de vida, e) el informe y la revisión crítica del ACV, f) las limitaciones del ACV, g) la relación entre las fases del ACV, y h) las condiciones de utilización de juicios de valor y de elementos opcionales. Esta Norma Internacional comprende los estudios del análisis del ciclo de vida (ACV) y los estudios de análisis del inventario del ciclo de vida (ICV). No describe la técnica

de ACV en detalle, ni especifica metodologías para las fases individuales del ACV.

2.4 Definiciones de términos básicos

Ciclo de Vida

El ciclo de vida de un producto consta de un conjunto de etapas conectadas y consecutivas dentro de un sistema, que empiezan desde la extracción de la materia prima hasta la eliminación del producto (ISO-Norm, 2006).

Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema del producto, desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final. (ISO 14044:2006)

Análisis de Ciclo de Vida

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es un método integral y transparente para dar cuenta de los impactos ambientales (ecológicos y de salud) de un producto o proceso "desde la cuna hasta la tumba" (Dayton & Foust, 2019).

Recopilación y evaluación de las entradas, resultados y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto durante su ciclo de vida. (ISO 14044:2006)

Análisis del inventario del ciclo de vida (ICV)

Fase del análisis del ciclo de vida que implica la recopilación y la cuantificación de entradas y resultados de un sistema del producto durante su ciclo de vida. (ISO 14044:2006)

Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV)

Fase del análisis del ciclo de vida dirigida a conocer y evaluar la magnitud y cuán significativos son los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a lo largo de todo el ciclo de vida del producto. (ISO 14044:2006)

Interpretación del ciclo de vida

Fase del análisis del ciclo de vida en la que los hallazgos del análisis del inventario o de la evaluación del impacto, o de ambos, se evalúan en relación con el objetivo y el alcance definidos para llegar a conclusiones y recomendaciones. (ISO 14044:2006)

Papel

Producto con diferentes usos (generalmente para la elaboración de textos) realizado a partir del procesamiento de fibras de papel provenientes de la madera (fibra virgen o primaria) y el papel recuperado. Las propiedades de la fibra virgen dependen de las especies del árbol e influye en las características del papel o cartón resultante. Por ejemplo, relativamente las fibras largas derivadas del árbol de pino (especies de coníferas) proporcionan resistencia al papel, mientras que las fibras más cortas como las derivadas del castaño (especies de hoja caduca) dan suavidad a la superficie del papel (Kirwan, 2013).

Proceso

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. (ISO 14044:2006)

Categoría de Impacto

Clase que representa asuntos ambientales de interés a la cual se pueden asignar los resultados del análisis de inventario del ciclo de vida. (ISO 14044:2006)

Energía del proceso

Entrada de energía requerida en un proceso unitario, para llevar a cabo el proceso o hacer funcional el equipo, excluyendo las entradas de energía para la producción y suministro de esta energía (Vélez Ruiz, 2014).

Impacto ambiental

Cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, total o parcialmente resultante de las actividades, productos o servicios de una organización (Dotelli et al., 2019).

Impacto ambiental del ciclo de vida

Fase del análisis del ciclo de vida dirigida a conocer y evaluar la magnitud y que significativos son los impactos ambientales potenciales de un sistema de producción a través de todo el ciclo de vida del producto (ISO 14001, 2015).

Vida útil

Período de tiempo después de la instalación durante el cual una obra de construcción o parte de ella satisface o excede los requerimientos de desempeño (Galarza, 2016)

III. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

Hipótesis general

- La evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico permite cuantificar de manera eficiente el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.

Hipótesis específicas

- La evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa natural permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.

- La evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación del papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.

- Existe una diferencia en la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado y natural en el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021

3.2 Definición conceptual de variables

Tabla 2.

Conceptualización de variables

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional
Evaluación del análisis del ciclo de vida de la fabricación de papel higiénico	La fabricación del papel es la formación de una lámina mate o afieltrada, generalmente de fibras de celulosa, a partir de una suspensión de agua en una pantalla de alambre. (Britt, 2020).	El proceso de fabricación de papel se evalúa tomando en cuenta la formación de lámina de fibra celulosa; en el análisis de sus insumos de fibra de celosa natural y reciclada, recogiendo resultados a través de un inventario.
	El análisis del ciclo de vida es la recopilación y evaluación de las entradas, resultados y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto durante su ciclo de vida. (ISO 14044:2006).	Se usa el método del análisis del ciclo de vida usando la norma ISO 14040 en los procesos que usan la fibra de celulosa natural y la fibra de celulosa de papel reciclado como materia prima.
	La evaluación del análisis del ciclo de vida de la fabricación de papel higiénico es la interpretación de los resultados arrojados por la metodología del ACV con respecto a los impactos ambientales de los procesos de fibra de celulosa natural y papel reciclado.	
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional
Impacto ambiental	Cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, total o parcialmente resultante de los aspectos ambientales una organización. (ISO 14001:2015)	El impacto ambiental se determina tomando en cuenta las categorías de impacto; en el análisis de sus indicadores de categoría, recogiendo resultado a través de una fórmula / software
	El impacto ambiental en cada categoría puede ser calculado utilizando factores de caracterización.	
	Las categorías de impacto son clases que representa las consecuencias ambientales generadas por los procesos de elaboración de productos.	

Nota: Elaboración Propia

3.3 Operacionalización de la variable

Tabla 3

Operacionalización de las variables

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Índice	Técnica	Instrumentos	Método
Evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico	Formación de lamina	Fibra de celulosa natural	%	Recolección de datos	Ficha de datos de inventario	
		Fibra de celulosa de papel reciclado	%	Recolección de datos	Ficha de datos de inventario	
Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Índice	Técnica	Instrumentos	Método
Impacto ambiental	Cambio climático	Concentración de CO ₂	Kg CO ₂ Eq	Metodología IPCC (GWP100)	OpenLCA	Transversal
	Eutrofización del agua dulce	Concentración de PO ₃	Kg PO ₃ Eq	Metodología Recipe 2016	OpenLCA	Hipotético-Deductivo
	Acidificación terrestre	Concentración de SO ₂	Kg SO ₂ Eq	Metodología Recipe 2016	OpenLCA	
	Consumo de agua	Cantidad de m ³	m ³	Metodología Recipe 2016	OpenLCA	
	Agotamiento del ozono estratosférico	Concentración de CFC-11	Kg CFC-11 Eq	Metodología Recipe 2016	OpenLCA	
	Formación de partículas finas	Concentración de PM2.5	Kg PM2.5 Eq	Metodología Recipe 2016	OpenLCA	

Nota: Elaboración propia.

IV. DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo y Diseño de investigación

Tipo

La investigación a desarrollarse es de tipo Aplicada. Los resultados de la investigación pueden ser aplicados a la industria estudiada. Además, la presente investigación es replicable ya que el Análisis del Ciclo de Vida se puede aplicar para medir los impactos de diferentes industrias.(Ñaupas et al., 2014). El nivel de investigación es Explicativo por qué consiste en la verificación de hipótesis causales o explicativas, donde la formulación de la hipótesis es fundamental para orientar la ruta a seguir en la investigación.

Diseño

Esta investigación es de porte Cuasi-Experimental. En la investigación se trabaja con grupos ya formados, no aleatorizados. Aplicado a una situación real en la que no se puede formar grupos aleatoriamente, pero pueden manipular la variable experimental.(Ñaupas et al., 2014).

Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control. Esta investigación será de porte cuasi experimental no contará con un control.

4.2 Método de la investigación

Para esta investigación se desarrollará el método de investigación **hipotético-deductivo** (o de contrastación de hipótesis), este método trata de establecer la falsedad o verdad de las consecuencias observacionales, enunciados que se refieren a objetos y propiedades observables, que se obtienen deduciéndolos de las hipótesis y, cuya verdad o falsedad estamos en condiciones de establecer directamente (Behar, 2008). Por lo tanto, esta

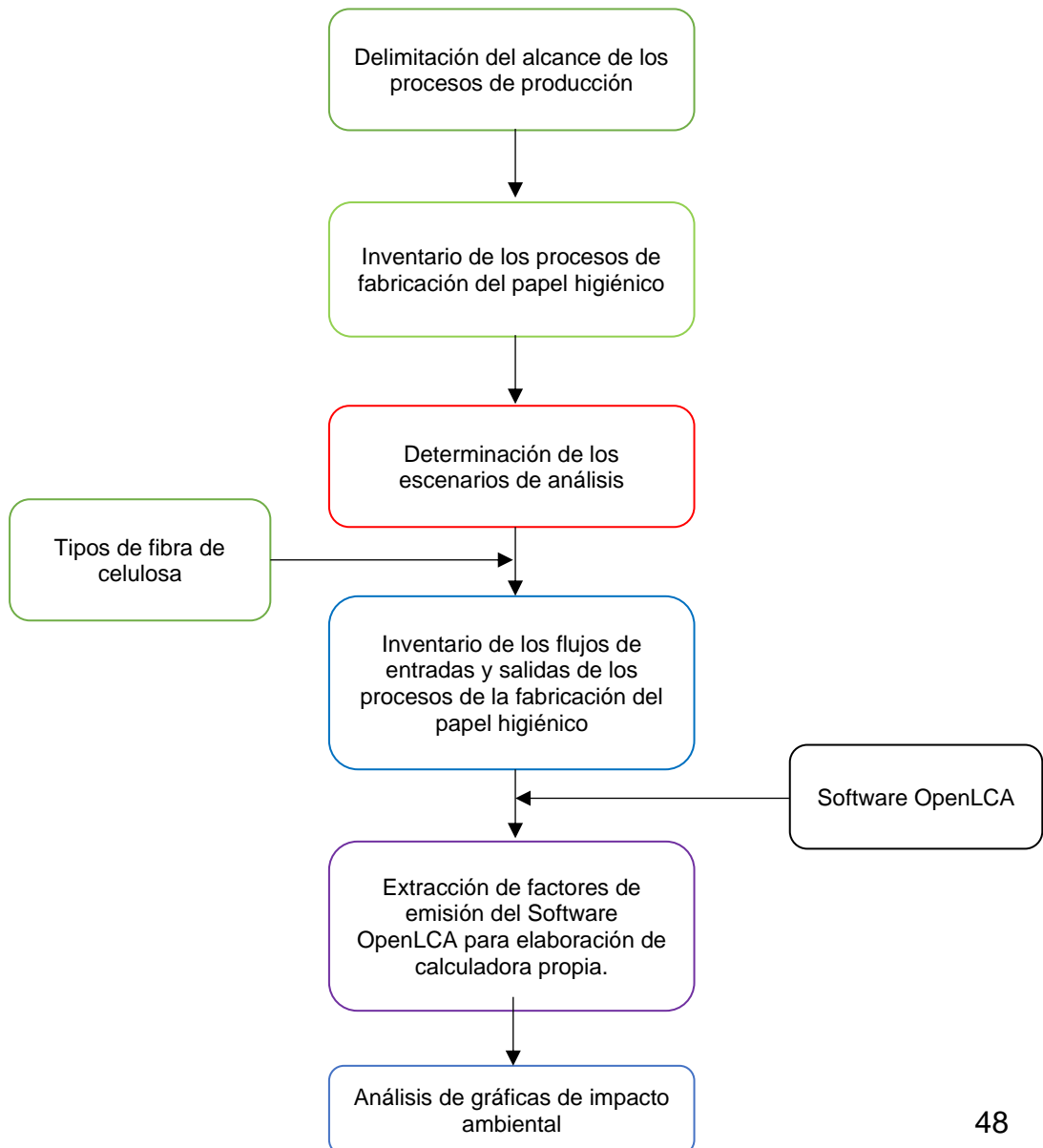
investigación se plantea hipótesis que se confirmaran por medio de la técnica observacional.

- **Plan del método de investigación**

En este plan de diseño se presentan las actividades que se desarrollaran en el proyecto de investigación considerando los lineamientos del análisis de ciclo de vida. En la figura 6 se muestra la secuencia a seguir para el cumplimiento de nuestros objetivos.

Figura 6

Esquema de procedimiento a seguir en la presente tesis



Nota: Elaboración propia.

Etapa I: Delimitación del alcance de los procesos de producción

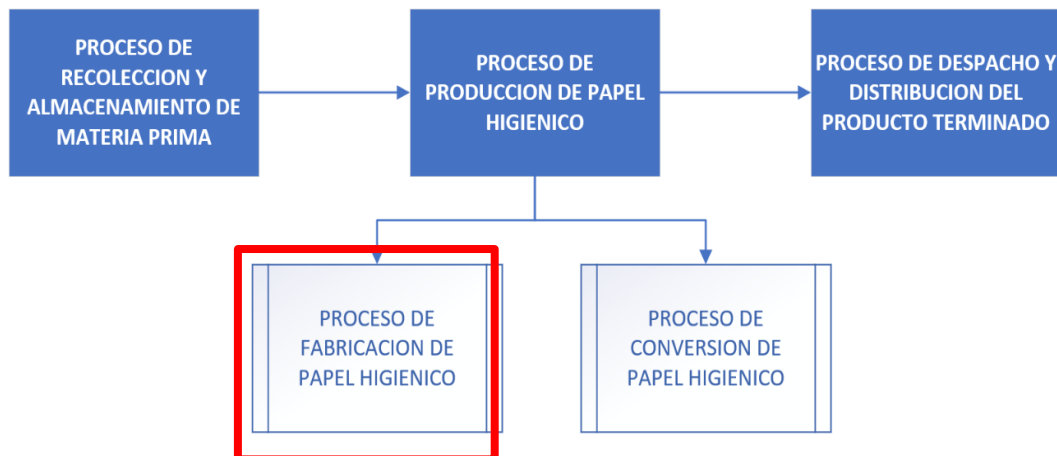
El objetivo de esta primera etapa es delimitar el alcance de los procesos de fabricación de papel higiénico que se evaluarán mediante el análisis del ciclo de vida en la industria Papelera Reyes SAC.

El Análisis del Ciclo de Vida que se desarrolla en el proceso de fabricación de papel higiénico de la industria Papelera Reyes SAC tiene un alcance que en la metodología del ACV se denomina “cuna a puerta”, donde se considera los impactos ambientales generados de las siguientes etapas: extracción de los insumos y materia prima, transporte de insumos y materia prima, consumo de recursos (agua, energía y gas natural), fabricación de papel higiénico y disposición de los residuos sólidos del proceso.

En líneas generales, Papelera Reyes S.A.C. mantiene 3 grandes procesos: Recolección y Almacenamiento de Materia Prima, Producción de Papel Higiénico y Despacho y Distribución del Producto Terminado. El análisis del ciclo de vida que se realizará dentro de la industria Papelera Reyes SAC está enfocado específicamente en el proceso de fabricación de papel higiénico, la cual pertenece a un sub proceso de la producción de papel higiénico de acuerdo a la siguiente figura:

Figura 7

Procesos de producción de papel higiénico



Nota: Elaboración propia.

Etapa II.- Inventariado de los procesos de la fabricación del papel higiénico.

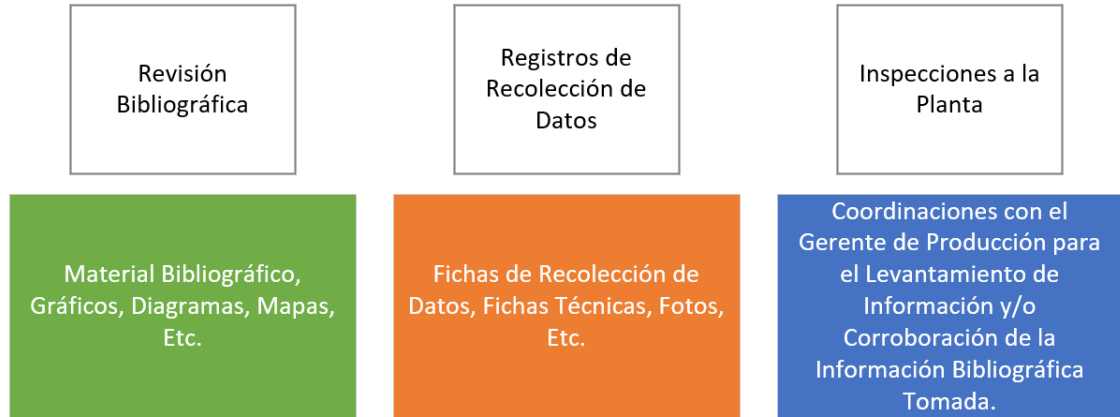
El objetivo de esta etapa es recolectar información acerca de los procesos de la fabricación de papel higiénico que serán evaluados mediante el Análisis del Ciclo de Vida, desde la introducción de la materia prima e insumos en el proceso de molienda hasta la salida del papel higiénico del proceso de crepado y enrollado de la maquina papelera.

Para el correcto inventariado de la presente etapa, previamente se tiene que elaborar una solicitud de permiso dirigido a la gerencia general, de tal manera de poder acceder sin inconvenientes a la planta de fabricación de papel higiénico de la industria Papelera Reyes S.A.C.

El inventariado de los procesos se llevará a cabo mediante los siguientes 3 pasos que se observan en la figura:

Figura 8

Actividades en la etapa inventariado de los procesos



Nota: Elaboración propia.

Cabe mencionar que la información recolectada de los procesos se evidenciará mediante una **Ficha de Datos de Inventario** que será validada por 3 expertos en la materia.

Etapa III.- Determinación de grupos de análisis.

Se desarrollarán 2 grupos comparativos para evaluarlos mediante el análisis del ciclo de vida. El grupo 1 es referente al análisis del proceso de producción de papel higiénico usando fibra de celulosa natural. Mientras que el grupo 2 se considera a los procesos de producción usando fibra de celulosa de papel reciclado.

Etapa IV.- Inventariado de los flujos de entradas y salidas de los procesos de la fabricación de papel higiénico.

En la presente etapa, se mantendrá la misma metodología que en la etapa II. En este caso, asumiendo que ya se conoce específicamente todos los subprocesos del proceso de fabricación, se facilitará la recopilación de información acerca de los flujos de entradas y salidas de cada proceso en la fabricación de papel higiénico durante todo el año 2021.

Se levantará el inventario completo para el análisis del ciclo de vida en la planta de fabricación de papel higiénico, recurriendo nuevamente a la revisión bibliográfica, a los registros de recolección de datos y a las inspecciones in situ.

Cabe precisar que la información recolectada de los flujos de entradas y salidas de cada proceso de la planta de fabricación de papel higiénico de la industria Papelera Reyes S.A.C., se evidenciará mediante una **Ficha de Datos de Inventario**.

Etapa V.- Extracción de factores de emisión del Software OpenLCA para elaboración de calculadora propia.

El software OpenLCA, dentro de su sistema, mantiene una base de datos de los diferentes procesos industriales más importantes a nivel global, entre ellos, la fabricación de papel higiénico. Modelando los flujos de entradas y salidas en el software OpenLCA se realiza una descarga de los factores de emisión por kg consumido, ya sea de materia prima, insumos químicos o recursos, según las categorías de impacto ambiental establecidas. También, se puede realizar mínimas modificaciones, de tal manera de adecuar los procesos de fabricación de la unidad de estudio a la empresa, para un análisis de ciclo de vida que se ajuste a la realidad.

De este modo, una vez teniendo todos los datos, se puede generar una calculadora elaboración propia para introducir los valores del consumo anual y por trimestres, y así podemos realizar el análisis del ciclo de vida adecuado para la industria Papelera Reyes S.A.C.

Por lo tanto, el objetivo de esta etapa es extraer los factores de emisión del software OpenLCA para la elaboración de la calculadora donde se realizan los cálculos de toda la información y datos que se ha obtenido de cada proceso y su flujo de entrada y salida en la fabricación del papel higiénico. Es decir, que mediante el inventariado que se habrá realizado de la etapa II y IV, adaptaremos toda la información recolectada en el software.

Etapa VI. - Análisis de gráficas de impacto ambiental

En esta etapa, usamos la calculadora de elaboración propia para traducir todos los datos inventariados de cada proceso y su flujo de entrada y salida, de

modo que cuantificará el impacto ambiental mediante el análisis del ciclo de vida de los procesos de la fabricación de papel higiénico en la industria Papelera Reyes S.A.C.

Se mostrará los impactos ambientales globales mediante indicadores con sus respectivas gráficas, de la cual se realizará la interpretación de los resultados durante la sustentación del informe final de la presente investigación.

Tabla 4.

Datos de las Categorías de Impacto Ambiental en la Fabricación de Papel Higiénico

<i>Categorías de Impactos Ambientales</i>	<i>Unidad de Medida</i>
<i>Cambio climático</i>	<i>Kg CO₂ Eq</i>
<i>Eutrofización del agua dulce</i>	<i>Kg PO₃ Eq</i>
<i>Acidificación terrestre</i>	<i>Kg SO₂ Eq</i>
<i>Consumo de agua</i>	<i>m³</i>
<i>Agotamiento del ozono estratosférico</i>	<i>Kg CFC-11 Eq</i>
<i>Formación de partículas finas</i>	<i>Kg PM2.5 Eq</i>

Nota: Elaboración propia.

4.3 Población y muestra

Unidad de estudio: Papel higiénico.

Unidad de información: Ficha de Datos de Inventario.

Unidad de análisis: Kilogramo de papel higiénico producido por día (Kg/día).

Población: 365 ficha de datos de inventario (Días de producción en la industria Papelera Reyes S.A.C durante el año 2021)

Muestra: 365 ficha de datos de inventario del año 2021. Se considera un método estadístico no probabilístico, debido al criterio del investigador.

Por lo tanto, se toma como muestra el 100% de la población según la metodología de Análisis de Ciclo de Vida.

4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado

El lugar de estudio se ubicará dentro de las instalaciones de la planta de la empresa Papelera Reyes S.A.C., la cual se encuentra emplazada en la Avenida Néstor Gambeta N° 6693 distrito del Callao. Asimismo, el periodo desarrollado a investigar abarca desde el 1 de enero del 2021 hasta el 31 de diciembre del 2021.

Figura 9

Ubicación de la Planta



Nota: Extraído de Papelera Reyes S.A.C.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Hernández, Fernández, & Baptista, (2014) mencionan que el instrumento de investigación son las herramientas en las que se apoya el investigador para obtener respuesta al problema planteado. Siguiendo esta definición en la presente tesis se utilizarán las Fichas de Datos de Inventario, para la toma de datos en los diferentes procesos de la planta de producción de papel higiénico.

Por lo que se presenta en los anexos dichos formatos para su la recolección (**Ver Anexo 2**).

La validez y confiabilidad del trabajo se realizará a través de las fichas o formatos de datos de inventario que serán validadas por un mínimo de dos (2) expertos y/o profesionales de grado mínimo de ingenieros con conocimientos y experiencia en el tema que se ha propuesto para la investigación, obteniendo un promedio en la calificación mayor de 80 %. Por lo que se presenta en los anexos dicho formato para la validez y confiabilidad del trabajo (**Ver Anexo 4**).

4.6 Análisis y procesamiento de datos

Análisis descriptivos

a. Inventariado de entradas y salidas del sistema

El inventario estará compuesto por la muestra de 365 inventarios. Se realizará un cálculo de los máximos y mínimos, así también se estimará la media, las varianzas y las desviaciones estándar. Estos estadísticos descriptivos permitirán analizar el comportamiento de los datos en los procesos de la papelera y realizara comparativos con los diferentes escenarios planteados. La Tabla 5 presenta los estadísticos descriptivos a usar en el análisis de datos.

Tabla 5.

Estadísticos a usar en el análisis descriptivo de los resultados

Tipo de fibra	Estadístico	Categorías de Impacto Ambiental
Fibra 1	Media	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior
		Límite superior
	Media recortada al 5%	
	Mediana	
	Varianza	

Desv. Desviación

Mínimo

Máximo

Rango

Rango intercuartil

Asimetría

Curtosis

Nota: Formato extraído del software SPSS

b. Comparación de los cálculos del impacto ambiental en diferentes escenarios

Para el cálculo del impacto ambiental se usará el software Open LCA. La comparación de los impactos se realizará por una comparación de sus medias y la variabilidad de sus desviaciones estándar para realizar un análisis descriptivo de los datos, así también se usará gráficos box-plot para comparar los resultados.

Análisis inferenciales

a. Análisis de la normalidad

Luego de obtenido los resultados se realizará una prueba de normalidad a los datos para verificar el comportamiento paramétrico o no paramétrico y aplicar los estadísticos que permitirán la comparación entre los grupos experimentales. La prueba de normalidad a usar por tener una muestra menor a 32 será la de Shapiro-Wilk. Luego de comprobar la normalidad se realizó el análisis de la varianza entre 2 términos usando la prueba de t-student.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

Resultados Límites del sistema

Para la evaluación de los impactos ambientales de una industria papelera se tendrá que entender los alcances de sus suministros, esto permitirá identificar los procesos críticos (puntos críticos) y brindar sugerencias de mejora.

El sector de fabricación papel higiénico incluye la recolección (compra de materiales e insumos), el transporte, el pretratamiento, el desatinado (teniendo en cuenta los diferentes requisitos del producto), el despulpado, el cribado y el lavado, el blanqueo, la formación, el prensado y el secado del papel recuperado. El costo de estos procesos incluye el consumo de energía, agua y productos químicos. Por su parte, los residuos (incluyen gases de escape, aguas residuales y residuos sólidos).

La fibra reciclada a diferencia del de la fibra natural, presenta menores costos en la recolección, empaquetado y transporte del papel incluido en el costo de compra del papel recuperado importado. Pero tiende a tener una menor calidad y un proceso tecnológico con mayor gasto de insumos.

Para el proceso de fabricación de papel higiénico se consideró un límite de la cuna a la a puerta que incluye todas las etapas del ciclo de vida de los productos, comenzando desde el ingreso de la materia prima e insumos, energía, uso de agua y terminando con la eliminación de los residuos.

La Figura 10 muestra el proceso de fabricación de papel higiénico con fibra natural que contienen 03 procesos principales. La molienda donde se inicia con la selección y preparación de la cantidad de la fibra, para luego ser dosificada y mezclada con agua en un Pulper, en donde son disgregadas formándose una pulpa de celulosa. Después, esta pasta de celulosa pasará por el proceso de refinación, el cual es un proceso mecánico que consiste en separar las capas de celulosa que componen a las fibras, para aumentar la superficie de contacto entre ellas y generar así mayores puntos de unión y papeles más resistentes.

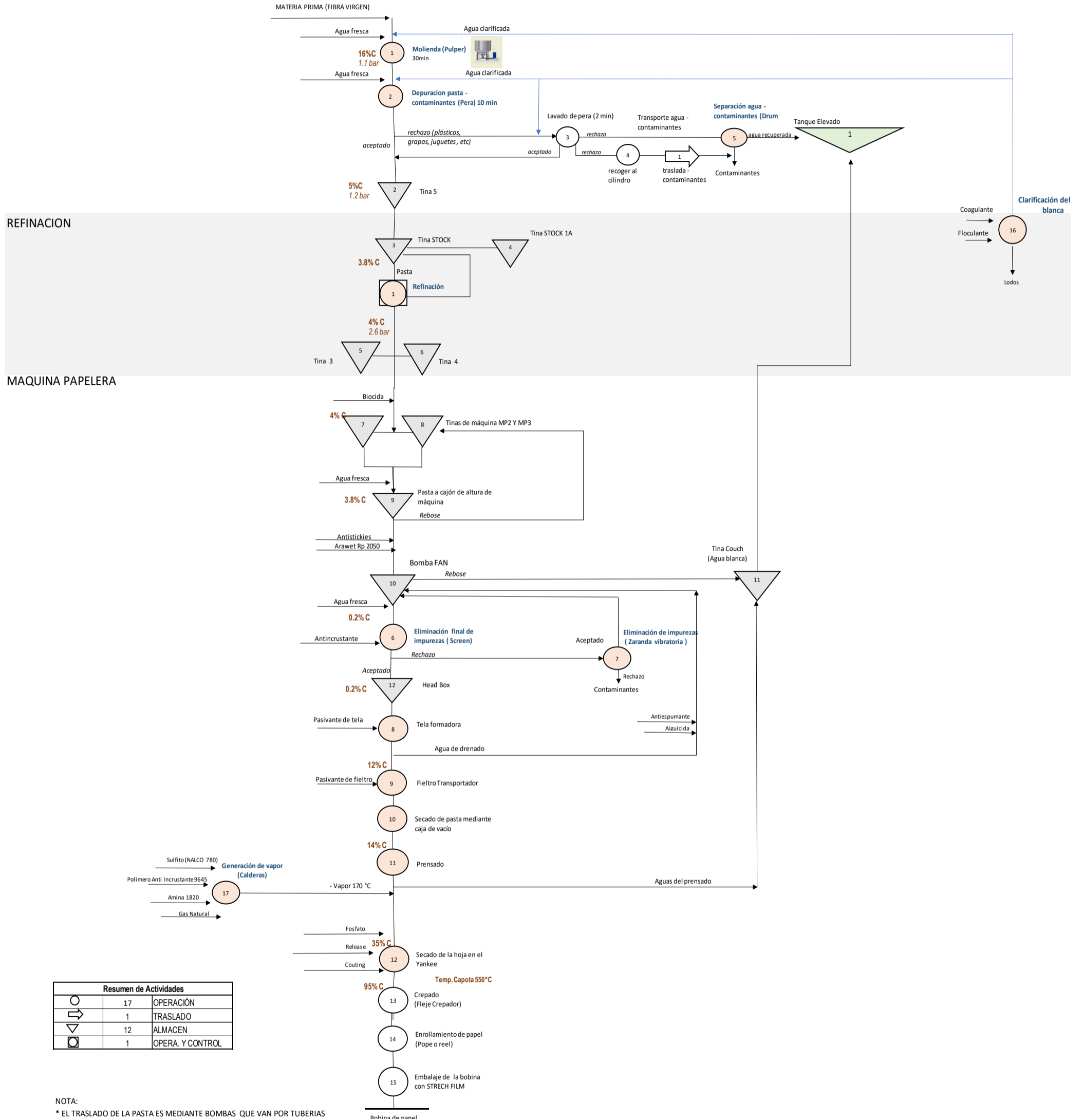
Finalmente, la pasta de celulosa obtenida, se inyecta a las fajas transportadoras que lo llevará hacia la maquina papelera, donde pasa por un proceso de formación, prensado, secado, crepado y enrollado, para así, finalmente, obtener la bobina de papel higiénico.

En la figura 11 se muestra el proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de papel reciclado, y es importante mencionar que el proceso es muy similar al que se realiza con la fibra natural. En este caso, la diferencia se da a notar luego de superar el primer proceso conocido como molienda, en donde es necesario pasar por el proceso de destintado y de dispersión, esto debido a que las fibras de celulosa de papel reciclado contienen una mayor cantidad de impurezas, por lo tanto, estos procesos se encargarán de depurar y retirar los cuerpos extraños y diminutos, así como también de eliminar las tintas, grasas, cargas minerales y grumos acumulados en la pasta de celulosa con fibra de papel reciclado. Todo esto se realiza con la finalidad de que la pasta de celulosa de fibra de papel reciclado cumpla con los estándares adecuados de pureza y blanqueo para proceder a inyectar a las fajas transportadoras y finalizar su proceso en la maquina papelera.

Finalmente, es relevante mencionar también, que, para ambas líneas de fabricación de papel higiénico con diferentes fibras de celulosa, se observan 2 procesos alternos: Generación de vapor a través de calderos industriales utilizando el gas natural como combustible y Clarificación de agua para la recuperación y recirculación del agua en los procesos. Ambos procesos cumplen su función de manera alterna a los procesos principales, sin embargo, es importante considerarlos debido a la continua generación de emisiones y efluentes que realizan respectivamente, estos aspectos ambientales contribuirán en los resultados de las diferentes categorías de impacto ambiental hallados mediante el análisis del ciclo de vida.

Figura 10.
Alcances del proceso de la fibra natural

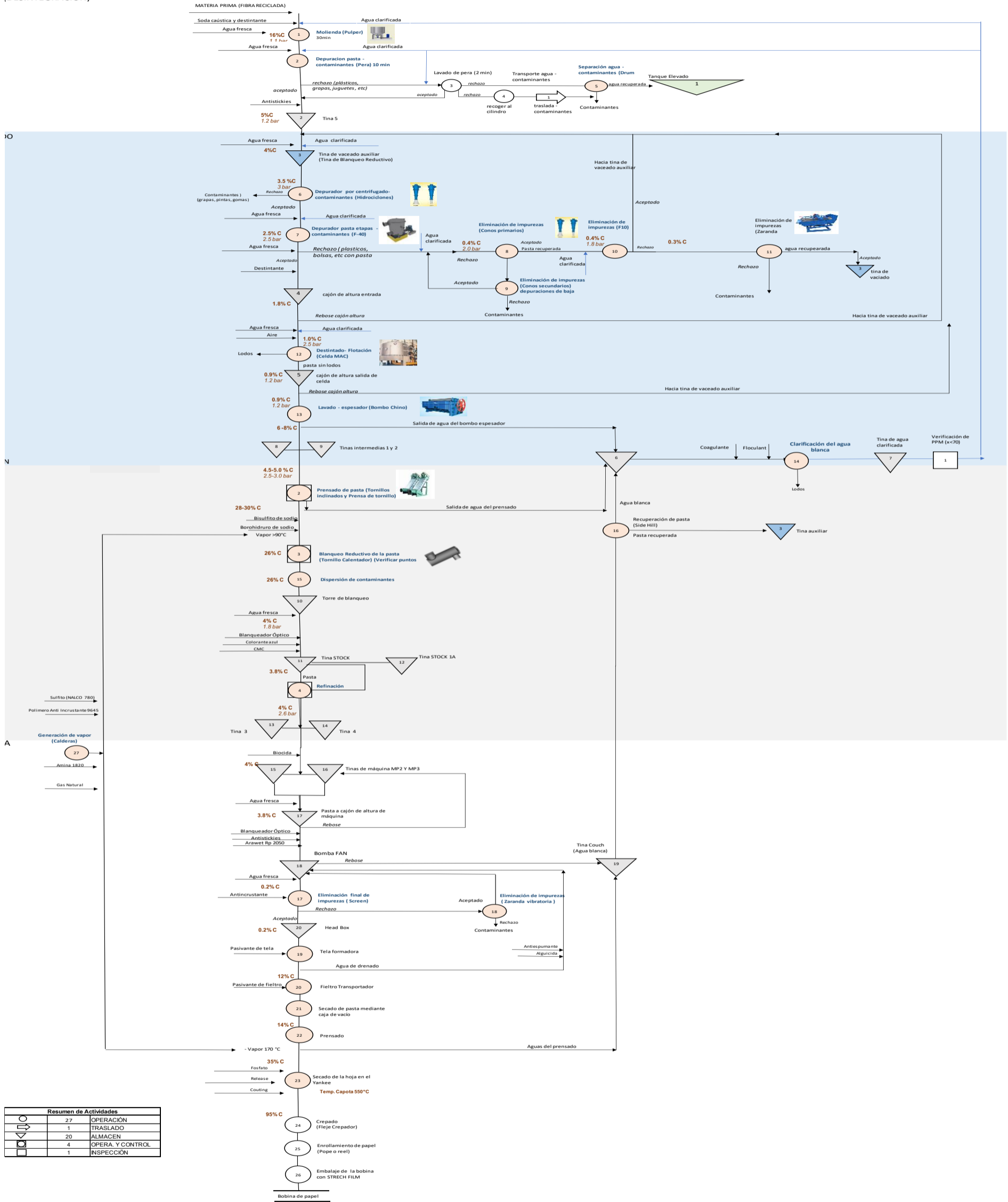
PULPER (DESINTEGRACION)



Nota: Elaboración propia

Figura 11.
Alcances del proceso de la fibra reciclada

DESINTEGRACION)



Nota: Elaboración propia

Resultados de inventario de los procesos

La Tabla 6 y Tabla 7 muestran un consumo de agua en la producción de papel higiénico dando como resultado una gran cantidad de aguas residuales y alta generación de residuos sólidos y consumo de energía. Así también, se muestran que el consumo fibra de papel reciclado fue mayor que el consumo de fibra natural para la producción de 1 año. El proceso de producción de papel higiénico con fibra reciclada consume mayor cantidad insumos químicos que la producción con fibras natural.

Tabla 6.

Estadístico descriptivo mensuales del inventario de la fibra reciclada Año 2021

Insumos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Fibra de papel reciclado	754008	2666459	1,868,961.5	49,089,210,204
Soda Cáustica	1690	5730	4,239.9	138,091,870
Antistickies	950,54	4210.24	2,696.6	116,830,614
Destintante	20,8	361.62	263.2	11,599,991
Blanqueador Óptico	1203,23	5227.27	3,470.4	151,038,176
Wetcel	400	1550	1,039.6	41,539,389
Colorante Azul	0	2.99	1.5	0,74679
Coagulante	238,65	1744.31	1,024.4	54,121,289
Floculante	306	1545	946.5	39,752,175
Arawet Rp 2050	1103.2	5397.02	3,712.9	135,426,681
Sal Industrial	2400	9100	6,483.3	191,291,464
Sulfito	58.13	155	132.6	2,868,376
Polímero	6.59	17.67	15.1	327,246
Amina	20.15	52	38.68	697,598
Pasivante Tela y Filtro	276.95	1191.21	702.1	23,742,159
Antincrustante	57.53	340.99	225.8	9,913,502
Biocida	71.74	311.82	238.1	7,370,877

Insumos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Alguicida	102.73	484.97	327.9	11,559,086
Antiespumante	127.57	886.2	495.6	26,223,141
Release	399.69	951.48	761.8	17,944,062
Coating	203.6	788.83	521.5	17,533,217
Fosfato	172.94	582.84	461	12,548,427
Borohidruro -Chemlok EBR	611	2492.39	1,889.5	61,439,696
Bisulfito -Chemlok 10940	6582.46	26907.63	21,080.5	669,209,582
Consumo de Agua	44820.3	144756	105,590.2	2,748,371,723
Consumo de Energía	19	67.2	47.1	1,237,250
Consumo de Gas Natural	4200	4200	4200	0
Papel higiénico producido	498003	1322196	1,125,314.9	25,120,150,965
Agua residual (alcantarillado)	29880.18	79331.73	67519	1,507,209,058
Residuos solidos	26310	93370	73644.2	1,960,415,515

Nota: Datos extraídos del Software SPSS

Tabla 7.

Estadístico descriptivo mensuales del inventario de la fibra natural Año 2021

Insumos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Fibra virgen	595783.53	1388260	1,220,226	212,429
Soda Cáustica	719	1749	1,604	281
Antistickies	563	1460.61	1,318	242
Blanqueador Óptico	165.92	369.27	282	56
Arawet Rp 2050	2151.6	6336.85	5,239	1,096
Sulfito	48.75	116.25	109	19

Insumos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Polímero	5.53	13.18	12	2,17
Amina	16.9	40.3	38	7
Pasivante Tela y Filtro	1108.02	2845.13	2,581	467
Coagulante	341.5	341.5	342	0
Floculante	315.25	315.25	315	0
Antincrustante	60.4	202.77	157	36
Biocida	167	288.78	223	37
Alguicida	137	314.89	231	46
Antiespumante	184.78	527.27	431	91
Release	272.09	647.99	585	101
Coating	413	1000.79	902	159
Fosfato	238.58	677.44	594	116
Consumo de Agua	20256.64	47200.84	41,488	7,223
Consumo de Energía	14.89	34.71	31	5
Consumo de Gas Natural	3000	3000	3,000	0
Papel higiénico producido	506416	1180021	1,037,192	180,565
Agua residual (alcantarillado)	15192.48	35400.63	31,116	5,417
Residuos solidos	1367	4532	2,527	1,100

Nota: Datos extraídos del Software SPSS

Resultados de evaluación del impacto ambiental

Los resultados de las categorías de impacto ambiental varían en función del proceso de fabricación del tipo de fibra. La Tabla 8, muestra que la media de cantidades de impacto generado por las fibras de celulosa natural es mayor que la fibra de celulosa de papel reciclado en todas las categorías de impacto.

La Tabla 8 presentan los descriptivos referentes a las cantidades de impacto generadas por tipo de fibra. Según la Tabla 8 la categoría de Cambio climático presenta la mayor media de generación seguido de la acidificación terrestre, consumo de agua y la formación de partículas finas siendo la categoría de deflexión de ozono estratosférico con medio de menor generación, estas cantidades de impacto ambiental generadas se cumplen tanto para fibra reciclada y las fibras naturales.

La Figura 12, muestran las comparaciones de las diferentes categorías de impacto ambiental entre la fibra natural y la fibra reciclada por unidad de producción. En general existe un mayor impacto ambiental en todas las categorías por el uso de la fibra natural, las figuras 12a, 12b 12e muestran una diferencia relevante de impacto generado entre la Fibra Natural sobre la Fibra reciclada, mientras el Cambio climático (Figura 12d) ambas fibras presentan una alta generación de igual forma que el consumo de agua (Figura 12f). Por lo tanto, la cantidad de impacto por unidad de producción es mayor por el uso de fibra natural que el uso de fibra reciclada.

Tabla 8.

Estadísticos descriptivos trimestrales de las categorías de impacto ambiental Año 2021

Tipo Fibras	Estadístico	Formación de Partículas Finas	Eutrofización de Agua Dulce	Cambio Climático	Agotamiento del Ozono Estratosférico	Acidificación Terrestre	Consumo de Agua	
	Media	1,48E+05	1,48E+04	1,69E+06	4,19E+01	3,59E+05	2,98E+05	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	1,34E+05	1,34E+04	1,53E+06	3,79E+01	3,25E+05	2,70E+05
	Media recortada al 5%	1,48E+05	1,48E+04	1,70E+06	4,19E+01	3,59E+05	2,99E+05	
Fibra Natural	Mediana	1,50E+05	1,50E+04	1,72E+06	4,24E+01	3,63E+05	3,02E+05	
	Varianza	8,03E+07	7,49E+05	1,07E+10	6,03E+00	4,42E+08	3,16E+08	
	Desv. Desviación	8,96E+03	8,66E+02	1,03E+05	2,46E+00	2,10E+04	1,78E+04	
	Mínimo	1,36E+05	1,36E+04	1,55E+06	3,85E+01	3,30E+05	2,74E+05	
	Máximo	1,57E+05	1,56E+04	1,79E+06	4,42E+01	3,79E+05	3,15E+05	
	Rango	2,10E+04	2,00E+03	2,40E+05	5,70E+00	4,90E+04	4,10E+04	
	Rango intercuartil	1,68E+04	1,63E+03	1,93E+05	4,60E+00	3,95E+04	3,33E+04	
	Asimetría	-1,03E+00	-1,01E+00	-1,12E+00	-1,04E+00	-9,83E-01	-1,06E+00	
	Curtosis	1,29E+00	7,66E-01	1,31E+00	1,00E+00	9,31E-01	9,05E-01	

Tipo Fibras	Estadístico	Formación de Partículas Finas	Eutrofización de Agua Dulce	Cambio Climático	Agotamiento del Ozono Estratosférico	Acidificación Terrestre	Consumo de Agua
	Media	6,27E+02	6,18E+01	4,22E+05	1,79E-01	1,58E+03	1,29E+05
	95% de intervalo de confianza para la media						
	Límite inferior	4,99E+02	4,88E+01	3,26E+05	1,41E-01	1,25E+03	9,66E+04
	Límite superior	7,55E+02	7,48E+01	5,17E+05	2,17E-01	1,91E+03	1,60E+05
Fibra Reciclada	Media recortada al 5%	6,26E+02	6,17E+01	4,22E+05	1,79E-01	1,58E+03	1,28E+05
	Mediana	6,18E+02	6,07E+01	4,22E+05	1,82E-01	1,55E+03	1,22E+05
	Varianza	6,45E+03	6,66E+01	3,63E+09	5,72E-04	4,33E+04	4,03E+08
	Desv. Desviación	8,03E+01	8,16E+00	6,02E+04	2,39E-02	2,08E+02	2,01E+04
	Mínimo	5,42E+02	5,32E+01	3,52E+05	1,47E-01	1,38E+03	1,13E+05
	Máximo	7,31E+02	7,28E+01	4,90E+05	2,04E-01	1,85E+03	1,58E+05
	Rango	1,89E+02	1,96E+01	1,38E+05	5,70E-02	4,70E+02	4,50E+04
	Rango intercuartil	1,54E+02	1,52E+01	1,17E+05	4,53E-02	3,95E+02	3,40E+04
	Asimetría	5,96E-01	8,21E-01	-3,74E-02	-7,48E-01	7,47E-01	1,75E+00
	Curtosis	1,10E-01	1,58E+00	-1,76E+00	1,03E+00	-8,08E-01	3,33E+00

Nota: Datos extraídos del Software SPSS

Tabla 9.

Resultado anual del ACV Año 2021

Tipo Fibras	Formación de Partículas Finas	Eutrofización de Agua Dulce	Cambio Climático	Agotamiento del Ozono Estratosférico	Acidificación Terrestre	Consumo de Agua
Fibra Natural	5.93E+05	5.92E+04	6.77E+06	1.67E+02	1.43E+06	1.19E+06
Fibra Reciclada	2.51E+03	2.47E+02	1.69E+06	7.15E-01	6.32E+03	5.15E+05
Unidad de medida	Kg PM2.5 Eq.	Kg PO ₃ Eq.	Kg CO ₂ Eq.	Kg CFC11 Eq.	Kg SO ₂ Eq.	M ³

Nota: Elaboración propia

Tabla 10.

Resultados del ACV por Kg de papel higiénico producido Año 2021

Tipo Fibras	Formación de Partículas Finas	Eutrofización de Agua Dulce	Cambio Climático	Agotamiento del Ozono Estratosférico	Acidificación Terrestre	Consumo de Agua
Fibra Natural	0.04763	0.00476	0.5441	1.3E-05	0.11528	0.0959
Fibra Reciclada	0.00019	1.8E-05	0.12489	5.3E-08	0.00047	0.03812
Unidad de medida	Kg PM2.5 Eq.	Kg PO ₃ Eq.	Kg CO ₂ Eq.	Kg CFC11 Eq.	Kg SO ₂ Eq.	M ³

Nota: Elaboración propia

Figura 12

Gráficos de impactos ambiental por kg de papel higiénico producido



Nota: Elaboración propia

5.2. Resultados Inferenciales

Como resultados inferenciales se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para analizar el comportamiento de las cantidades de la generación de impacto ambiental. La Tabla 11 muestra que cantidades de generación de impacto ambiental de las diferentes categorías varían de una manera normal con una significancia $p > 0.05$. Por lo tanto, se puede aplicar análisis paramétricos sobre las categorías ambientales.

Tabla 11.

Prueba de normalidad para los tipos de fibra según las categorías de impacto

Categorías de impacto	Tipo de Fibras	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Formación de Partículas	Fibra Reciclada	0,947	4	0,696
Finas	Fibra Natural	0,982	4	0,915
Eutrofización de agua dulce	Fibra Reciclada	0,945	4	0,688
Cambio Climático	Fibra Natural	0,956	4	0,753
	Fibra Reciclada	0,936	4	0,630
Agotamiento del Ozono Estratosférico	Fibra Natural	0,985	4	0,930
	Fibra Reciclada	0,945	4	0,682
Acidificación Terrestre	Fibra Natural	0,971	4	0,850
	Fibra Reciclada	0,951	4	0,725
Consumo de Agua	Fibra Natural	0,951	4	0,721
	Fibra Reciclada	0,941	4	0,658
	Fibra Natural	0,800	4	0,102

Nota: Datos extraídos del Software SPSS

Ya validado el cumplimiento de la normalidad se ha realizado la prueba de T-student para muestras independientes con el fin de comparar las medias de las diferentes categorías de impacto ambiental referente al tipo de fibra. La Tabla 12, la prueba de Levene demuestra existe una diferencia significativa entre la cantidad de impacto generado por la categoría de formación de partículas finas, Cambio climático y el consumo de agua no presentan diferencia significativa ($p>0.05$), mientras que la eutrofización de agua dulce, ozono estratosférico y la acidificación terrestre presentan una diferencia significativa de los impactos generado por las fibras naturales y la fibra reciclada $p<0.05$.

Tabla 12.

Pruebas t student independiente para comparar los tipos de fibra según las categorías de impacto

Categorías de Impacto		Prueba de Levene de		Prueba T-Student para la Igualdad de Medias				
		Igualdad de Varianzas		95% de Intervalo de Confianza de la Diferencia				
		F	Sig.	t	gl	Diferencia de Medias	Inferior	Superior
Formación de Partículas Finas	Se asumen varianzas iguales	5,442	0,058	32,957	6	14,762,275,000	13,666,230,200	15,858,319,800
	No se asumen varianzas iguales			32,957	3,000	14,762,275,000	13,336,892,016	16,187,657,984
	No se asumen varianzas iguales			29,619	3,301	117,235,000,000	105,263,943,177	129,206,056,823
Eutrofización de agua dulce	Se asumen varianzas iguales	6,723	0,041	33,996	6	1,471,317,500	1,365,417,282	1,577,217,718
	No se asumen varianzas iguales			33,996	3,001	1,471,317,500	1,333,597,841	1,609,037,159
Cambio Climático	Se asumen varianzas iguales	0,581	0,475	21,245	6	127,100,000,000	112,461,071,640	141,738,928,360
	No se asumen varianzas iguales			21,245	4,825	127,100,000,000	111,551,459,363	142,648,540,637
Agotamiento del Ozono Estratosférico	Se asumen varianzas iguales	6,172	0,048	33,938	6	4,167,125	3,866,678	4,467,572
	No se asumen varianzas iguales			33,938	3,001	4,167,125	3,776,407	4,557,843
Acidificación Terrestre	Se asumen varianzas iguales	6,218	0,047	33,965	6	35,692,000,000	33,120,675,359	38,263,324,641
	No se asumen varianzas iguales			33,965	3,001	35,692,000,000	32,348,113,359	39,035,886,641
	No se asumen varianzas iguales			33,899	3,000	39,277,925,000,000	35,590,581,856,753	42,965,268,143,247
Consumo de Agua	Se asumen varianzas iguales	0,076	0,793	12,665	6	16,975,000,000	13,695,354,532	20,254,645,468
	No se asumen varianzas iguales			12,665	5,913	16,975,000,000	13,683,553,350	20,266,446,650

Nota: Datos extraídos del software SPSS

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

La Tabla 8 muestra los resultados estadísticos trimestrales del año 2021, mientras que la Tabla 9 muestra el resultado global de todo el periodo 2021 en las diferentes categorías de impacto. Estas tablas dan a notar la relación que existe entre la fibra de celulosa natural y la fibra de celulosa reciclada con las cantidades de impacto que estas generan. Los resultados muestran que la categoría de Cambio climático presenta la cifra de mayor valor, seguido de la acidificación terrestre, consumo de agua y la formación de partículas finas siendo la categoría de deflexión de ozono estratosférico con la cifra de menor valor, estas cantidades de impacto ambiental tienen la misma jerarquización para ambas fibras.

El análisis de ciclo de vida es una herramienta que permite cuantificar el impacto ambiental de los procesos, era de esperarse que el proceso de los calderos aporte a la mayor generación de KgCO_2Eq en la categoría de cambio climático, el proceso de la maquina papelera aporte a la formación de partículas finas ($\text{KgPM}_{2.5}\text{Eq}$) y el gran manejo de insumos químicos en todo el proceso aporte a la categoría de acidificación terrestre (Kg1.4-DCB). Por lo tanto, el planteamiento de la problemática permite generar hipótesis específicas en base a la cuantificación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel tanto para fibra de celulosa natural y fibra de celulosa reciclada.

Contrastación con la hipótesis específica 1

H₀: La evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa natural no permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.

H₁: La evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa natural permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.

Según los resultados descriptivos el análisis de ciclo de vida de la fibra de celulosa natural permitió evaluar los impactos ambientales en la empresa papelerera Reyes SAC. Las categorías de impactos ambientales generados por el uso de fibra de celulosa natural fueron mayores en comparación con la fibra de celulosa de papel reciclado. **Por lo tanto, aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula**

Contrastación con la hipótesis específica 2

H₀: La evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación del papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado no permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelerera Reyes en el Callao 2021.

H₁: La evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación del papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelerera Reyes en el Callao 2021.

Según los resultados descriptivos el análisis de ciclo de vida de la fibra de celulosa reciclada permitió evaluar los impactos ambientales en la empresa papelerera Reyes SAC. Las categorías de impactos ambientales generados por el uso de fibra de celulosa reciclada fueron menores en comparación con la fibra de celulosa natural. **Por lo tanto, aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.**

La Figura 12, muestra que existe un mayor impacto ambiental por kg de papel higiénico producido en todas las categorías por el uso de la fibra de celulosa natural, sobre la fibra de celulosa de papel reciclado, pero presentan diferencias en ciertas categorías de impacto como el Cambio climático (Figura 12c) donde ambas fibras presentan una alta generación, de igual forma que el consumo de agua (Figura 12f). Por lo tanto, la cantidad de impacto por unidad de producción es mayor por el uso de fibra natural que el uso de fibra reciclada. Por tanto, se plantea una hipótesis comparativa donde la prueba estadística permitirán validar esta diferencia.

Contrastación con la hipótesis específica 3

H₀: No existe una diferencia en la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado y natural en el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021

H₁: Existe una diferencia en la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado y natural en el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021

Según la Tabla 12, la prueba de Levene demuestra que existe una diferencia significativa entre las fibras naturales y la fibra reciclada en algunas categorías de impacto ambiental como la eutrofización de agua dulce, ozono estratosférico y la acidificación terrestre con un $p < 0.05$. Mientras que no presentan diferencia significativa ($p > 0.05$) en las categorías como formación de partículas finas, cambio climático y el consumo de agua. **Por lo tanto, se acepta la Hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula (H₀).**

6.2. Contrastación de los resultados con estudios similares

Poopak & Agamuthu, (2011) en su estudio "**Evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA) del proceso de fabricación de papel en Irán**" presenta los valores resultantes de la evaluación con ACV de las siguientes categorías de impacto por la producción de 1 tonelada de papel en un año: Acidificación Terrestre (3.43kg SO₂ Eq), Eutrofización de Agua Dulce (0.71 Kg PO₄---Eq) y Agotamiento del Ozono Estratosférico (0.00015 kg CFC-11 Eq). En este estudio de investigación los valores por la producción de 1 tonelada de papel con fibra natural con las categorías antes mencionadas resultaron: Acidificación Terrestre (115.28kg SO₂ Eq), Eutrofización de Agua Dulce (4.76 Kg PO₄---Eq) y Agotamiento del Ozono Estratosférico (0.013 kg CFC-11 Eq). Las diferencias entre los valores de ambos estudios antecedentes a distintas causas, entre ellas el alcance determinado para la evaluación del ACV, los procesos operativos de

la empresa, la tecnología usada en la producción, la calidad del producto (papel), la materia prima y su composición.

Barbieri et al., (2009) en su estudio **“Evaluación de la cadena y el ciclo de suministro vida del producto: revisión teórica y ejemplo de aplicación”**, muestra resultados donde la producción de papel a base de fibra reciclada presenta un mejor desempeño ambiental en todas las categorías de impacto respecto a la fibra natural, resultado fue mencionado en el estudio de Masternak-Janus & Rybaczewska-Błażejowska, (2015) **“Análisis del ciclo de vida de la fabricación de papel Tissue de pasta virgen o residuos de papel reciclado”** donde categorías de impacto de Acidificación terrestre y Agotamiento del ozono estratosférico presenta mayores valores en la producción de papel con fibra reciclada respecto a la de fibra natural, mientras que en la categoría de eutrofización de agua dulce, la producción de papel con fibra natural posee un valor mayor con respecto a la fibra reciclada. Situación que no se presenta con esta investigación donde la producción de papel a base de fibra natural genera mayor impacto respecto a la fibra reciclada, y como se explicó anteriormente se debe a varias razones.

En esta investigación se reporta la alta contribución en la categoría de impacto de Cambio climático por parte del proceso de producción de papel con fibra natural siendo de 544.1 kg CO₂-eq y 124 kg CO₂-eq con fibra reciclada (Por 1TN de papel producido), resultados similares fue reportado por Sun et al., (2018) en su estudio **“Descubriendo el uso de energía, las emisiones de carbono y las cargas ambientales de la industria de la pulpa y el papel: una revisión sistemática y un metaanálisis”**, menciona que por 1 TN de papel producido con pulpa genera aproximadamente 950 kg CO₂-eq en promedio, dándose en tres tipos diferentes de celulosa de kg que fueron las siguientes: Kraft, 508 kg CO₂-eq; químico-mecánico, 513 kg CO₂-eq; y celulosa reciclada, 408 kg CO₂-eq., mientras que Chura & Sanchez, (2020) en su estudio **“El impacto ambiental del ciclo de vida del papel en el Perú”** cita que por 1000 kg de papel reciclado usado como celulosa se reduce la emisión de 980 kg de CO a comparación de la producción de papel con fibra natural

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

La investigación se ha realizado teniendo como fuente de información los datos obtenidos de la empresa Papelera Reyes. Además, todos los datos utilizados son citados de acuerdo a lo establecido en las normas APA séptima edición. La presente tesis cumple con el Código de Ética de Investigación de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 210-2017-CU el 06 de julio del 2017. Nos responsabilizamos por el contenido de la investigación, el cual ha sido elaborado siendo auténtica en su fondo y forma con respecto a la autoría de otros estudios. Asimismo, ha sido elaborado cumpliendo estrictamente con el reglamento de investigación de la Universidad Nacional del Callao

CONCLUSIONES

Dentro de la etapa de fabricación de papel higiénico en la empresa Papelera Reyes S.A.C, se cuantificó los impactos ambientales de las diferentes categorías a través del ACV, lo que permitió evaluar los resultados y conocer qué categoría presenta las cifras más elevadas de contaminación y qué tipo de línea de fabricación de papel higiénico genera un mayor impacto ambiental. Así también, se ha demostrado que el método de análisis de ciclo de vida permitió evaluar estos impactos teniendo un alto grado de confiabilidad.

La evaluación del análisis del ciclo vida del proceso de fabricación del papel higiénico con fibra de celulosa natural y con fibra de celulosa de papel reciclado permitió cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes durante todo el año 2021, obteniendo los resultados descritos previamente en la tabla 9, de los cuales podemos resaltar: Cambio Climático $6.77E+06$ Kg CO₂ Eq., $1.69E+06$ Kg CO₂ Eq.; Consumo de agua $1.19E+06$ M³, $5.15E+05$ M³; Formación de partículas finas $5.93E+05$ Kg PM_{2.5} Eq., $2.51E+03$ Kg PM_{2.5} Eq. Los cuales son las categorías de impacto con las cifras mayores de contaminación de la fibra de celulosa natural y la fibra de celulosa de papel reciclado respectivamente.

El consumo de insumos de la fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa natural es mucho menor que lo que requiere la fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado. Sin embargo, se observa que la fabricación con fibra natural tiene mayor impacto que la fibra reciclada con una diferencia significativa. Esto es debido a que para la presente investigación se determinó un alcance de cuna a puerta, lo que incluye el impacto ambiental que generan los insumos desde el momento en que se extraen.

Aporte: Brindar a la empresa Papelera Reyes los valores de las categorías de impacto ambiental evaluadas en la fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa natural y reciclada para mejorar la toma de decisiones con respecto al desempeño ambiental de la organización. Y, asimismo, este estudio sirva como precedente para futuras evaluaciones mediante el análisis de ciclo de vida en las industrias papeleras.

RECOMENDACIONES

La presente investigación desarrolló una evaluación de análisis del ciclo de vida (ACV) con alcance de cuna a puerta, se recomienda ampliar la investigación considerando un nuevo estudio siendo el alcance desde la cuna hasta la tumba.

La evaluación del análisis ciclo de vida (ACV) de la fabricación de papel higiénico demostró que el uso de fibra de celulosa de papel reciclado en lugar de fibra de celulosa natural tiene un menor impacto desde el punto de vista ambiental, esto debido a que usar sólo como materia prima el papel reciclado permitiría reducir el consumo de recursos madereros y con esto minimizar otros impactos ambientales. Por lo tanto, se recomienda priorizar la fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado

Se recomienda generar medidas protección ambiental en cumplimiento de los compromisos ambientales de la empresa usando como fuente de información los resultados obtenidos en la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- André, P., Delisle, C. E., & Revéret, J.-P. (2004). *Environmental assessment for sustainable development: processes, actors and practice*. Presses inter Polytechnique.
- Arbildo Medina, P., Barrientos Flores, R. J., Espinoza Malpartida, S. J., Huaman De Jesús, C. E., & Lizárraga Castagnola, D. F. (2020). *Producción y comercialización de papel higiénico ecológico hecho de bambú*.
- Arvanitoyannis, I. S., Kotsanopoulos, K. V, & Veikou, A. (2014). Life Cycle Assessment (ISO 14040) implementation in foods of animal and plant origin. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(10), 1253–1282.
- Bajpai, P. (2018). *Chapter 1 - Introduction and the Literature* (P. B. T.-B. H. of P. and P. (Third E. Bajpai (ed.); pp. 1–18). Elsevier. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814240-0.00001-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814240-0.00001-X)
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2001). *Revisión de la evaluación de impacto ambiental en países de América Latina y el Caribe: metodología, resultados y tendencias*. Santiago (Chile). BID.
- Barbieri, J. C., Cazajeira, J., & Branchini, O. (2009). Cadeia de suprimento e avaliação do ciclo de vida do produto: revisão teórica e exemplo de aplicação. *Revista o Papel*.
- Basset-Mens, C., & van der Werf, H. (2019). *Life cycle assessment of farming systems*. *Agricultural & Resource Economics*. https://editors.eol.org/eoearth/wiki/Life_cycle_assessment_of_farming_systems
- Baumann, H., & Tillman, A.-M. (2004). *The hitch hiker's guide to LCA*.
- Behar, D. (2008). *Introducción a la metodología de la investigación*. sf: Edición: A. Rubeira.
- Boluarte Loayza, C. B. L., & Rosado Noriega, J. M. (2020). *Análisis del sector de productos químicos para la fabricación de papel en Perú*.

- Britt, K. W. (2020). *Papermaking*. Ncyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/technology/papermaking>
- Cárdenas De la Cruz, C. E., & Salazar Manuyama, F. M. (2019). *La importación de papel y el efecto de las políticas de desarrollo sostenible aplicados en el Perú* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/627803/CárdenasD_C.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Chura Teves, H. Y., & Sanchez Vasquez, R. U. R. (2020). *El impacto ambiental del ciclo de vida del papel en el Perú*.
- Conesa Fdez-Victoria, V., Ros Garro, V., Conesa Ripoll, V., & Conesa Ripoll, L. A. (1993). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*.
- Cossu, R., Pivato, A., & Barausse, A. (2018). *Chapter 17.1 - Environmental Impacts Assessment* (R. Cossu & R. B. T.-S. W. L. Stegmann (eds.); pp. 939–954). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407721-8.00045-0>
- Dayton, D. C., & Foust, T. D. (2019). *Analytical Methods for Biomass Characterization and Conversion*. Elsevier.
- De Carvalho, T. (2016). *Avaliação dos Impactos Sociais E Ambientais Da Adoção De Normas pela Indústria de papel E Celulose: Estudo De Caso De Uma Empresa Brasileira*. Pontifícia Universidade Católica Do Rio De Janeiro - Puc-Rio.
- Dotelli, G., Sabbadini, S., Ruggieri, G., Melià, P., Pelosato, R., & Arrigoni, A. (2019). An LCA case study of vernacular architecture retrofitting in northern Italy with natural and bio-based materials. *3rd International Conference on Bio-Based Building Materials*, 737–738.
- Ekvall, T., Tillman, A.-M., & Molander, S. (2005). Normative ethics and methodology for life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 13(13–14), 1225–1234.
- FAO. (2018). *Pulp and paper capacities 219-2024*.

<http://www.fao.org/forestry/statistics/80571/en/>

Fernández, A. (2008). *Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de papel a partir del eucalipto*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Galarza, C. (2016). *Estimación de la huella de carbono según la ISO 14064-1 alcance 1 y 2 de una planta productora de concreto premezclado y prefabricado*.

Guinée, J. B., & Lindeijer, E. (2002). *Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards* (Vol. 7). Springer Science & Business Media.

Honnold, V. (2009). Developments in the sourcing of raw materials for the production of paper. *J. Int'l Com. & Econ.*, 2, 195.

Ingwersen, W., Gausman, M., Weisbrod, A., Sengupta, D., Lee, S.-J., Bare, J., Zanolli, E., Bhandar, G. S., & Ceja, M. (2016). Detailed life cycle assessment of Bounty® paper towel operations in the United States. *Journal of Cleaner Production*, 131, 509–522.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.149>

ISO-Norm, I. S. O. (2006). *Environmental Management—Life Cycle Assessment—Principles and Framework ISO 14040: 2006*. ISO: Geneva, Switzerland.

ISO. (2014). *ISO 14040: Environmental management-Life cycle assessment-Principles and framework*.

ISO, I. (2006). 14040: Environmental management—life cycle assessment—principles and framework. *London: British Standards Institution*.

Japan Paper Association. (2002). *Paper Industry*.
<https://www.nite.go.jp/data/000007615.pdf>

Kaufman, S. (2013). Lifecycle assessment (LCA) and its application to sustainable waste management. In *Waste to Energy Conversion Technology*

- (pp. 29–41). Elsevier.
- Kirwan, M. J. (2013). *Handbook of paper and paperboard packaging technology*. Wiley Online Library.
- Lowe, E. A., Warren, J. L., & Moran, S. R. (1997). *Discovering industrial ecology: An executive briefing and sourcebook*. Battelle Press.
- Lozano Medina, A. (2014). *Análisis del ciclo de vida como instrumento de desarrollo de la ecología industrial: aplicación al proceso de impresión de un periódico*.
- M'hamdi, A. I., Kandri, N. I., Zerouale, A., Blumberga, D., & Gusca, J. (2017). Life cycle assessment of paper production from treated wood. *Energy Procedia*, 128, 461–468.
- Masternak-Janus, A., & Rybaczewska-Błażejowska, M. (2015). Life cycle analysis of tissue paper manufacturing from virgin pulp or recycled waste paper. *Management and Production Engineering Review*, 6.
- Masztalerz, M. (2006). The nature of target costing: historical and conceptual approach. *Development of Intellectual Capital of Employees in the Process of Vocation Training and In-Service Education*, 155–169.
- MINAM. (2009). *Política Nacional del Ambiente*. <https://doi.org/10.31381/paideia.v2i3.462>
- Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, Pub. L. No. N° 019-2009-MINAM (2009).
- Moreno Jaimes, R. L. (2015). *Índice de calidad del agua (ICA) en el sistema de abastecimiento de agua potable rural centro poblado de Paria Willcahuain-Independencia*.
- Ñaupas, H., Mehía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación Cuantitativa-cualitativa y redacción de la Tesis* (Ediciones de la U (ed.); 4 Edición).

- OpenLCA, O. (2013). *Modular Open Source Software for Sustainability Assessment*. GreenDelta.
- Peralta Graciano, C. M., Arteaga Carnero, J. H., Porras Rodríguez, J. E., & Aquino Bravo, O. S. (2017). *Planeamiento estratégico de la industria peruana de papeles y cartones*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Pérez Gutiérrez, F. A. (2013). *Análisis del ciclo de vida comparativo de una mermelada de naranja ecológica y no ecológica*.
- Poopak, S., & Agamuthu, P. (2011). Life cycle impact assessment (LCIA) of paper making process in Iran. *African Journal of Biotechnology*, 10(24), 4860–4870.
- Ragheb, A. F. (2011). *Towards Environmental Profiling for Office Buildings Using Life Cycle Assessment (LCA)*.
- Santos, A., Barbosa-Póvoa, A., & Carvalho, A. (2018). Life cycle assessment of pulp and paper production—A Portuguese case study. In *Computer Aided Chemical Engineering* (Vol. 43, pp. 809–814). Elsevier.
- Sun, M., Wang, Y., Shi, L., & Klemeš, J. J. (2018). Uncovering energy use, carbon emissions and environmental burdens of pulp and paper industry: A systematic review and meta-analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 92, 823–833. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.036](https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.036)
- Suyo Cuba, R. T. (2018). *Reducción Del Impacto Ambiental En La Industria Papelera A Través Del Uso Tecnológico*.
- Valverde, B. J. B. (2012). *Análisis de ciclo de vida para el proceso de producción de nanopartículas de hidróxido de magnesio utilizadas como retardantes de flama*. CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS.
- Vélez Ruiz, M. A. (2014). *Elaboración del inventario para el análisis de ciclo de vida de suelos adicionados con polímeros y su aplicación para la estabilización de vías terciarias*. Universidad de Medellín.

Volta, Y. A., & Yusi, S. (2021). Life Cycle Assessment (LCA) in Pulp & Paper Mills: Comparison Between MFO With Biomass in Lime Kiln. *4th Forum in Research, Science, and Technology (FIRST-T1-T2-2020)*, 323–327.

Werner, F. (2006). *Ambiguities in decision-oriented life cycle inventories: the role of mental models and values* (Vol. 17). Springer Science & Business Media.

ANEXOS

Anexo 1.- Matriz de consistencia

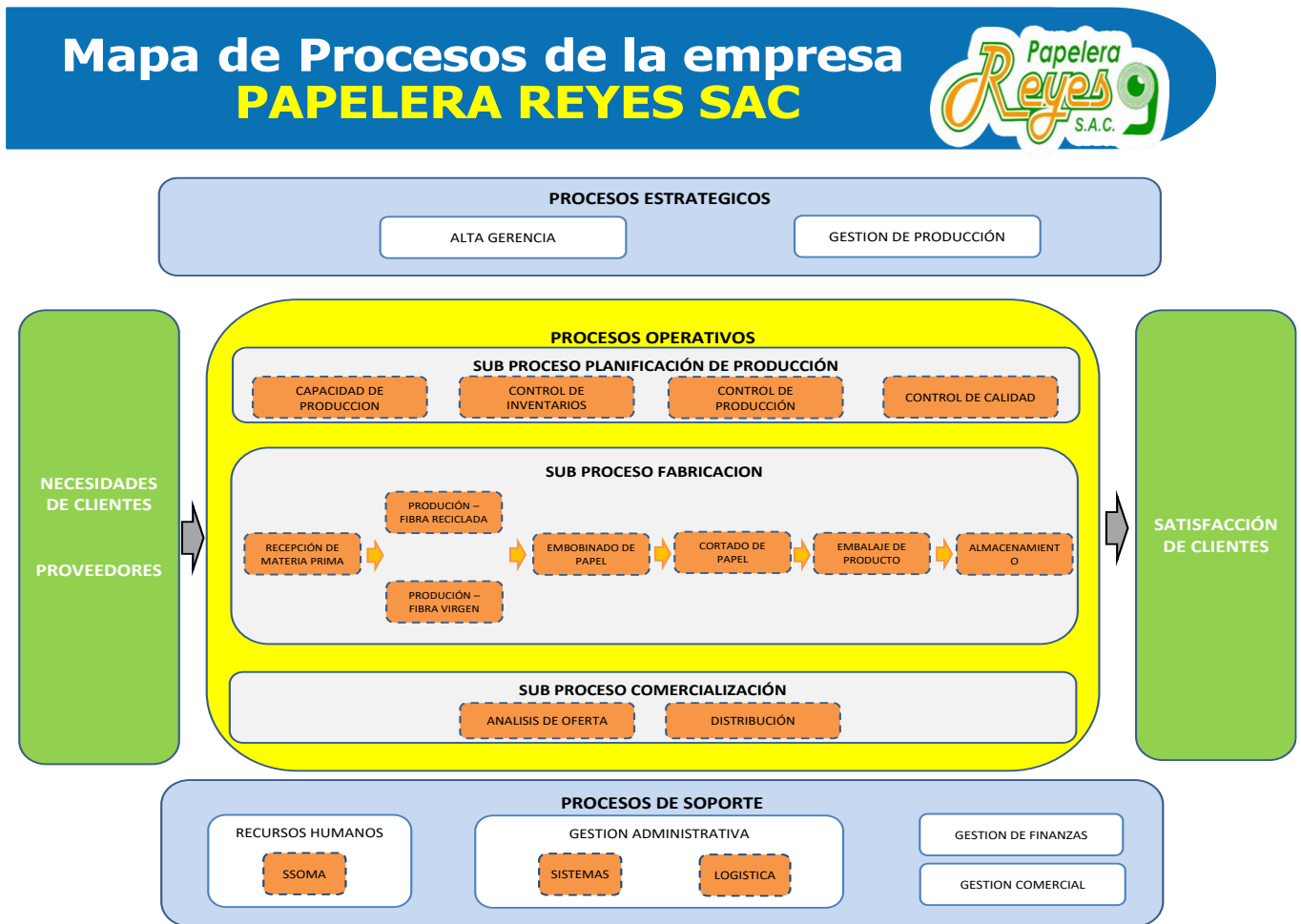
“EVALUACION DEL ANALISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PROCESO DE FABRICACION DE PAPEL HIGIENICO PARA CUANTIFICAR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA EMPRESA PAPELERA REYES EN EL CALLAO 2021”

Autor(es): Alessandra Quijandría Pérez; Kevin Fernandez Rodriguez; Leonardo Blácido Espinoza

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIVENSIONES	INDICADOR	INDICE	TECNICA	INSTRUMENTO	METODO
- ¿De qué manera la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021?	- Determinar cómo la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.	- La evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico permite cuantificar de manera eficiente el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.	Evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico	Formación de lamina	Fibra de celulosa natural	%	Recolección de datos	Ficha de datos de inventario	Transversal Hipotético-Deductivo
					Fibra de celulosa de papel reciclado	%	Recolección de datos	Ficha de datos de inventario	
PROBLEMAS ESPECIFICAS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIVENSIONES	INDICADOR	INDICE	TECNICA	INSTRUMENTO	
- ¿En qué medida la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa natural permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021?	- Determinar cómo la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación del papel higiénico con fibra de celulosa natural permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.	- La evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa natural permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.	Impacto ambiental	Cambio climático	Concentración CO2	KG CO ₂ Eq	Metodología IPCC (GWP100)	OpenLCA	
- ¿En qué medida la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021?	- Determinar cómo la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado permite cuantificar el impacto ambiental en la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.	- La evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación del papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado permite cuantificar el impacto ambiental de la empresa Papelera Reyes en el Callao 2021.		Eutrofización del agua dulce	Concentración POB	KG PO ₃ Eq	Metodología Recipe	OpenLCA	
				Acidificación terrestre	Concentración SO2	KG SO ₂ Eq	Metodología Recipe	OpenLCA	

<p>- ¿En qué medida existe una diferencia en la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado y natural en el impacto ambiental de la empresa Papelería Reyes en el Callao 2021?</p>	<p>- Determinar cómo existe una diferencia en la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado y natural en el impacto ambiental de la empresa Papelería Reyes en el Callao 2021.</p>	<p>- Existe una diferencia en la evaluación del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de papel higiénico con fibra de celulosa de papel reciclado y natural en el impacto ambiental de la empresa Papelería Reyes en el Callao 2021.</p>		Formación de partículas finas	Concentración PM2.5	Kg PM2.5 Eq	Metodología Recipe	OpenLCA
				Agotamiento del ozono estratosférico	Concentración CFC11	kg CFC11 Eq	Metodología Recipe	OpenLCA
				Consumo de agua	Consumo en m3	MB	Metodología Recipe	OpenLCA

Anexo 2.- Mapa de Procesos de Papelera Reyes SAC



Anexo 3.- Fichas de Datos de Inventario

FICHA DE DATOS DE INVENTARIO DE LOS SUB PROCESOS PARA LA FABRICACION DE PAPEL HIGIENICO		
Lugar:	Callao, Callao, Perú	
Empresa:	Papelería Reyes S.A.C.	
Area:	Producción de papel higiénico	
Proceso:	Fabricación de papel higiénico	
Materia prima:	Fibra virgen (fibras de celulosa natural)	
	Función (breve explicación)	Registro Fotográfico
Sub proceso 1: (Molienda)	<p>Se inicia con la selección y preparación de la cantidad de la fibra, luego la fibra es dosificada y mezclada con agua en un Pulper, en donde son disgregadas formándose una pulpa de celulosa.</p> <p>Las fibras vírgenes, que no contienen impurezas, estas pasan por unos filtros muy simples para retirar piedrecillas o contaminantes menores que pudiesen haberse adherido durante su transporte, y son enviadas directamente a los tanques de alimentación, previamente pasando por el proceso de refinación.</p>	EN ANEXOS
Sub proceso 2: (Refinación)	<p>Proceso mecánico que busca una mayor desfibrilación de las fibras resultantes. Consiste en una separación de las capas de celulosa que componen a las fibras, para aumentar la superficie de contacto entre ellas y generar así mayores puntos de unión y papeles más resistentes.</p>	EN ANEXOS
Sub proceso 3: (Maquina Papelera)	<p>En la máquina papelera se procesa la mezcla escogida de las pastas de celulosa ya descritas y se transforma en un gran rollo de papel (bobina madre)</p> <p>Para obtener el producto semi terminado (bobina madre) con las características correspondientes, la pasta de celulosa obtenida pasa por un proceso de formación, prensado, secado, crepado y enrollado y así finalmente obtenemos el rollo de papel (bobina madre) de gran dimensión</p>	EN ANEXOS
Sub proceso 4: (Calderos)	<p>El proceso de los calderos se basa técnicamente en generar vapor de agua a partir del uso de gas natural como único combustible y con agregados como otros insumos químicos.</p>	EN ANEXOS
Sub proceso 5: (Clarificación de agua)	<p>Se encarga de remover los lodos residuales de las sobras de las pastas de celulosa previamente mencionadas, y además de clarificar el agua de tal manera de reutilizarlo nuevamente en el proceso.</p>	EN ANEXOS

FICHA DE DATOS DE INVENTARIO DE LOS FLUJOS DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LOS SUB PROCESOS			
Lugar:	Callao, Callao, Perú		
Empresa:	Papelería Reyes S.A.C.		
Area:	Producción de papel higiénico		
Proceso:	Fabricación de papel higiénico		
Materia prima:	Fibra virgen (fibras de celulosa natural)		
Periodo:	01 Enero al 31 Diciembre del 2021		
Sub proceso 1: Molienda			
Actividad 1: Molienda			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Fibra virgen (materia prima)	14642712.94	Kilogramo (Kg)
2	Soda Caustica	19249	Kilogramo (Kg)
3	Agua fresca	-	Metros cúbicos (m3)
4	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 2: Depuración pasta contaminante			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra virgen	-	Kilogramo (Kg)
2	Agua fresca	-	Metros cúbicos (m3)
3	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emision-Efluente-Residuo)			
N°	Emision-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Residuos sólidos (plásticos, metales, juguetes, etc.)	-	Kilogramo (Kg)
Actividad 3: Almacenamiento de pasta en tina 5			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra virgen	-	Kilogramo (Kg)
2	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Sub proceso 2: Refinación			
Actividad 1: Almacenamiento tina stock			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra virgen	-	Kilogramo (Kg)
2	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 2: Refinación			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra virgen	-	Kilogramo (Kg)
2	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Sub proceso 3: Máquina papelera			
Actividad 1: Almacenamiento en tinas MP2 Y MP3			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra virgen	-	Kilogramo (Kg)
2	Biocida	2680.19	Kilogramo (Kg)
3	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 2: Cajón de altura de máquina			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra virgen	-	Kilogramo (Kg)
2	Agua fresca	-	Metros cúbicos (m3)
3	Energía	-	Megavatios (Mwh)

Actividad 3: Bomba fan			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra virgen	-	Kilogramo (Kg)
2	Alguicida:	2766.74	Kilogramo (Kg)
3	Antiespumante:	5171.28	Kilogramo (Kg)
4	Blanqueador Optico	3389.98	Kilogramo (Kg)
5	Antistickies:	15820.61	Kilogramo (Kg)
6	Arawet Rp 2050:	62863.06	Kilogramo (Kg)
7	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 4: Elimentación de impureza (SCREEN)			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra virgen	-	Kilogramo (Kg)
2	Antincrustante	1883.04	Kilogramo (Kg)
3	Agua fresca	-	Metros cúbicos (m3)
4	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emision-Efluente-Residuo)			
N°	Emision-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Residuos sólidos (gomas, tintas)	-	Kilogramo (Kg)
Actividad 5: Tela formadora y fieltro transformador			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra virgen	-	Kilogramo (Kg)
2	Pasivante de tela y fieltro	30974.4	Kilogramo (Kg)
3	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 6: Secado en la hoja del yankee			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra virgen	-	Kilogramo (Kg)
2	Release	7020.44	Kilogramo (Kg)
3	Couting	10821.66	Kilogramo (Kg)
4	Fosfato	7132.35	Kilogramo (Kg)
5	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 7: Crepado y enrollamiento de papel			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emision-Efluente-Residuo)			
N°	Emision-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Bobina de Papel higiénico producido	12446306	Kilogramo (Kg)
Sub proceso 4: Calderos			
Actividad 1: Calderos			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Sulfito	1312.5	Kilogramo (Kg)
2	Polímero	148.75	Kilogramo (Kg)
3	Amina	455	Kilogramo (Kg)
4	Gas Natural	-	Metros cúbicos (m3)
5	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emision-Efluente-Residuo)			
N°	Emision-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Aguas residuales	-	Metros cúbicos (m3)
Sub proceso 5: Clarificación del agua			
Actividad 1: Clarificador			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Agua de recirculación	-	Metros cúbicos (m3)
2	Coagulante	4098	Kilogramo (Kg)
3	Floculante	3783	Kilogramo (Kg)
4	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emision-Efluente-Residuo)			
N°	Emision-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Agua residuales	-	Metros cúbicos (m3)

CONSUMO DE LOS RECURSOS POR TODO EL AÑO 2021

ENTRADAS			
COLOR	INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD
	Agua	497852.24	Metros cúbicos (m3)
	Energía	366.07	Megavatios (Mwh)
	Gas Natural	36000	Metros cúbicos (m3)
SALIDAS			
	Residuos Solidos	30322	Kilogramo (Kg)
	Aguas Residuales	373389.18	Metros cúbicos (m3)

FICHA DE DATOS DE INVENTARIO DE LOS SUB PROCESOS PARA LA FABRICACION DE PAPEL HIGIENICO		
Lugar:	Callao, Callao, Perú	
Empresa:	Papelería Reyes S.A.C.	
Area:	Producción de papel higiénico	
Proceso:	Fabricación de papel higiénico	
Materia prima:	Fibra reciclada (fibras de celulosa artificial)	
	Funcion (breve explicacion)	Registro Fotografico
Sub proceso 1: (Molienda)	<p>Se inicia con la selección y preparación de la cantidad de la fibra, luego la fibra es dosificada y mezclada con agua en un Pulper, en donde son disgregadas formándose una pulpa de celulosa.</p> <p>Las fibras recicladas contienen alta cantidad de impurezas, estas pasan por unos filtros adecuados para retirar los residuos sólidos de tamaño considerable (plásticos, metales, etc.), luego son enviadas al tanque de alimentación para seguir en el proceso de destintado</p>	EN ANEXOS
Sub proceso 2: (Destintado)	<p>Consta de pequeños procesos que se van a encargar de depurar y retirar los cuerpos extraños diminutos (depuración centrífuga y depuración en coladores presurizados), así como también de eliminar las tintas y cargas minerales (flotación por inyección de aire) y finalmente separar las grasas restantes (lavado industrial)</p>	EN ANEXOS
Sub proceso 3: (Dispersion)	<p>Se encarga de uniformizar (dispersar) toda la cantidad de pasta de celulosa que ingresa, con la finalidad de eliminar los grumos de la pasta de celulosa.</p>	EN ANEXOS
Sub proceso 4: (Maquina Papeleria)	<p>En la máquina papelería se procesa la mezcla escogida de las pastas de celulosa ya descritas y se transforma en un gran rollo de papel (bobina madre)</p> <p>Para obtener el producto semi terminado (bobina madre) con las características correspondientes, la pasta de celulosa obtenida pasa por un proceso de formación, prensado, secado, crepado y enrollado y así finalmente obtenemos el rollo de papel (bobina madre) de gran dimensión</p>	EN ANEXOS
Sub proceso 5: (Calderos)	<p>El proceso de los calderos se basa técnicamente en generar vapor de agua a partir del uso de gas natural como único combustible y con agregados como otros insumos químicos.</p>	EN ANEXOS
Sub proceso 6: (Clarificacion de agua)	<p>Se encarga de remover los lodos residuales de las sobras de las pastas de celulosa previamente mencionadas, y además de clarificar el agua de tal manera de reutilizarlo nuevamente en el proceso.</p>	EN ANEXOS

FICHA DE DATOS DE INVENTARIO DE LOS FLUJOS DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LOS SUB PROCESOS			
Lugar:	Callao, Callao, Perú		
Empresa:	Papelería Reyes S.A.C.		
Area:	Producción de papel higiénico		
Proceso:	Fabricación de papel higiénico		
Materia prima:	Fibra reciclada (fibras de celulosa artificial)		
Periodo:	01 Enero al 31 Diciembre del 2021		
Sub proceso 1: Molienda			
Actividad 1: Molienda			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Fibra reciclada (materia prima)	22427538.5	Kilogramo (Kg)
2	Destintante	2586.92	Kilogramo (Kg)
3	Soda caustica	50879	Kilogramo (Kg)
4	Agua fresca	-	Metros cúbicos (m3)
5	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 2: Depuración pasta contaminante			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Agua fresca	-	Metros cúbicos (m3)
3	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emisión-Efluente-Residuo)			
N°	Emisión-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Residuos sólidos (plásticos, metales, juguetes, etc.)	-	Kilogramo (Kg)
Actividad 3: Almacenamiento de pasta en tina 5			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Antistickies	20277.16	Kilogramo (Kg)
3	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Sub proceso 2: Destintado			
Actividad 1: Depuración de contaminantes por centrifugado (hidrociclones)			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Agua fresca	-	Metros cúbicos (m3)
3	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emisión-Efluente-Residuo)			
N°	Emisión-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Residuos sólidos (grapas, pintas, gomas)	-	Kilogramo (Kg)
Actividad 2: Depuración de contaminantes por etapas (F40 – F10 – ZARANDA)			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Agua fresca	-	Metros cúbicos (m3)
3	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emisión-Efluente-Residuo)			
N°	Emisión-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Residuos sólidos (grapas, pintas, gomas)	-	Kilogramo (Kg)

Actividad 3: Almacenamiento cajón de altura			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Destintante	571.45	Kilogramo (Kg)
3	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 4: Destintado por flotación (celda MAC)			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Agua fresca	-	Metros cúbicos (m3)
3	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emision-Efluente-Residuo)			
N°	Emision-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Aguas residuales	-	Metros cúbicos (m3)
Actividad 5: Lavado de pasta (bombo espesador)			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emision-Efluente-Residuo)			
N°	Emision-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Aguas residuales	-	Metros cúbicos (m3)
Sub proceso 3: Dispersión			
Actividad 1: Blanqueo reductivo de la pasta (tornillo calentador)			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Bisulfito de sodio	252966.28	Kilogramo (Kg)
3	Borohidruro de sodio	22673.85	Kilogramo (Kg)
4	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 2: Almacenamiento torre de blanqueo			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	CMC (Wetcel)	12475	Kilogramo (Kg)
3	Blanqueador Óptico	18716.1	Kilogramo (Kg)
4	Colorante Azul	18.06	Kilogramo (Kg)
5	Agua fresca	-	Metros cúbicos (m3)
6	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 3: Almacenamiento tina stock			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 2: Refinación			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Sub proceso 4: Máquina papelera			
Actividad 1: Almacenamiento en tinas MP2 Y MP3			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta a fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Biocida	2857.36	Kilogramo (Kg)
3	Energía	-	Megavatios (Mwh)

Actividad 2: Cajón de altura de máquina			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta a fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Agua fresca	-	Metros cúbicos (m3)
3	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 3: Bomba fan			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Alguicida	3934.27	Kilogramo (Kg)
3	Antiespumante	5947.41	Kilogramo (Kg)
4	Blanqueador Optico	22928.4	Kilogramo (Kg)
5	Antistickies	12082.38	Kilogramo (Kg)
6	Arawet Rp 2050	44554.52	Kilogramo (Kg)
7	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 4: Eliminación de impureza (SCREEN)			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Antincrustante	2709.64	Kilogramo (Kg)
3	Agua fresca	-	Metros cúbicos (m3)
4	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emision-Efluente-Residuo)			
N°	Emision-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Residuos sólidos (gomas, tintas)	-	Kilogramo (Kg)
Actividad 5: Tela formadora y fieltro transformador			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Pasivante de tela y fieltro	8424.91	Kilogramo (Kg)
3	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 6: Secado en la hoja del yankee			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Pasta de fibra reciclada	-	Kilogramo (Kg)
2	Release	9141.01	Kilogramo (Kg)
3	Couting	6257.64	Kilogramo (Kg)
4	Fosfato	5532.01	Kilogramo (Kg)
5	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Actividad 7: Crepado y enrollamiento de papel			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emision-Efluente-Residuo)			
N°	Emision-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Bobina de Papel higiénico producido	13503779	Kilogramo (Kg)
Sub proceso 5: Calderos			
Actividad 1: Calderos			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Sal Industrial	77800	Kilogramo (Kg)
2	Sulfito	1590.94	Kilogramo (Kg)
3	Polímero	180.59	Kilogramo (Kg)
4	Amina	464.1	Kilogramo (Kg)
5	Gas Natural	-	Metros cúbicos (m3)
6	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emision-Efluente-Residuo)			
N°	Emision-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Aguas residuales	-	Metros cúbicos (m3)

Sub proceso 6: Clarificación del agua			
Actividad 1: Clarificación de agua			
Entradas: (Insumos)			
N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Agua de recirculación	-	Metros cúbicos (m3)
2	Coagulante	12292.71	Kilogramo (Kg)
3	Floculante	11358	Kilogramo (Kg)
4	Energía	-	Megavatios (Mwh)
Salidas: (Emision-Efluente-Residuo)			
N°	Emision-Efluente-Residuo	Cantidad	Unidad
1	Aguas residuales	-	Metros cúbicos (m3)

CONSUMO DE LOS RECURSOS POR TODO EL AÑO 2021			
ENTRADAS			
COLOR	INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD
	Agua	1267082.43	Metros cúbicos (m3)
	Energía	565.25	Megavatios (Mwh)
	Gas Natural	50400	Metros cúbicos (m3)
SALIDAS			
	Residuos Solidos	883730	Kilogramo (Kg)
	Aguas Residuales	810226.74	Metros cúbicos (m3)

Anexo 4.- Permiso de investigación en Papelera Reyes SAC



viernes 22/11/2019 14:53

Jorge Reyes <jreyes@papelerareyes.com>

ELABORACION DE TESIS PARA TITULACION

Para 'Kevin Fernandez'; 'Renato Reyes'

Ok Kevin, solicitud aceptada.

Saludos,



ING. JORGE REYES ARAUJO
Gerente General
993 582 780
Papelera Reyes S.A.C
jreyes@papelerareyes.com
www.papelerareyes.com
Av. Nestor Gambeta 6693 - Callao-Perú
(511) 5775024

De: Kevin Fernandez <kfernandez@papelerareyes.com>

Enviado el: viernes, 22 de noviembre de 2019 14:45

Para: 'Jorge Reyes' <jreyes@papelerareyes.com>; 'Renato Reyes' <renato@papelerareyes.com>

Asunto: ELABORACION DE TESIS PARA TITULACION

Ing. Jorge Reyes Araujo, Ing. Renato Reyes Araujo

Mediante la presente hago llegar mi solicitud de permiso para poder usar, bajo su autorización, información y datos de los procesos en la fabricación del papel tissue y papel toalla de Papelera Reyes, los cuales tomaré como referencia en la elaboración de mi tesis, el cual habla acerca del análisis del ciclo de vida en los procesos de la industria papelera.

Quedo atento a su respuesta, muchas gracias.

Saludos Cordiales,



KEVIN FERNANDEZ RODRIGUEZ
Supervisor de Seguridad y Medio Ambiente
944 929 855
Papelera Reyes S.A.C
kfernandez@papelerareyes.com
www.papelerareyes.com

Anexo 5.- Validación de Instrumento

CARTA DE PRESENTACIÓN

ING.

ALESSANDRO GILARDINO ARIAS

Presente:

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo bachilleres y tesisistas de la carrera de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales de la Universidad Nacional del Callao, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingenieros.

El nombre del título de nuestra investigación es: "EVALUACION DEL ANALISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PROCESO DE FABRICACION DE PAPEL HIGIENICO PARA DETERMINAR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA EMPRESA PAPELERA REYES EN EL CALLAO 2021" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas ambientales y de investigación en ciclo de vida y/o similares.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definición conceptual y operacional de las variables
- Matriz de Operacionalización de las variables.
- Informe de Opinión de Expertos de Instrumentos de Investigación.
- Fichas de Datos de Inventario

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Kevin Fernández Rodríguez
Bachiller de Ing. Ambiental y [RR.NN](#)



Leonardo Blacido Espinoza
Bachiller de Ing. Ambiental y RR.NN



Alessandra Cristina Quijandría Pérez
Bachiller de Ing. Ambiental y [RR.NN](#)

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

1. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Apellidos y Nombres del Experto Validador:** ALESSANDRO OSCAR GILARDINO ARIAS
- 1.2. **Especialidad del Experto Validador:** INGENIERO ESPECIALISTA EN ANALISIS DEL CICLO DE VIDA
- 1.3. **Grado Académico del Experto Validador:** INGENIERO INDUSTRIAL
- 1.4. **Cargo e Institución donde labora:** GERENTE GENERAL DE ECOAMET
- 1.5. **Título de la Investigación:** ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PAPEL HIGIENICO PARA EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL, EN LA EMPRESA PAPELERA REYES SAC EN EL CALLAO 2021
- 1.6. **Autores del Instrumento:** FERNANDEZ RODRIGUEZ, KEVIN HENRY; BLACIDO ESPINOZA LEONARDO HERNANDO; QUIJANDRÍA PÉREZ ALESSANDRA CRISTINA

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente	Regular	Buena	Muy buena	Excelente
		00-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					95%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					95%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					95%
4. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95%
5. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					100%
6. Consistencia	Basados en aspectos teóricos – científicos.					95%
7. Coherencia	Entre las variables, dimensiones e indicadores.					95%
8. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					95%
9. Pertenencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					100%
PROMEDIO DE VALIDACION						95%

2. ASPECTOS DE VALIDACION:

PERTENENCIA DE LAS FICHAS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTOS	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Ficha de Datos de Inventario 1	SUFICIENTE		
Ficha de Datos de Inventario 2	SUFICIENTE		

OBSERVACIONES:

- a. Sin observaciones

La evaluación se realiza de todos los items de la primera variable.

3. PROMEDIO DE VALORACION: 95%

4. OPINION DE APLICABILIDAD:

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
- El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.



Alessandro Oscar Gilardino Arias
Ing. Industrial

CARTA DE PRESENTACIÓN

MG.

LUIS ENRIQUE LOZANO VIEYTES

Presente:

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo bachilleres y tesisistas de la carrera de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales de la Universidad Nacional del Callao, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingenieros.

El nombre del título de nuestra investigación es: **"ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PROCESO DE FABRICACION DE PAPEL HIGIENICO PARA EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL, EN LA EMPRESA PAPELERA REYES SAC EN EL CALLAO 2021"** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas ambientales y de investigación en ciclo de vida y/o similares.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definición conceptual y operacional de las variables
- Matriz de Operacionalización de las variables.
- Informe de Opinión de Expertos de Instrumentos de Investigación.
- Fichas de Datos de Inventario

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Kevin Fernández Rodríguez
Bachiller de Ing. Ambiental y [RR.NN](#)



Leonardo Blacido Espinoza
Bachiller de Ing. Ambiental y RR.NN



Alessandra Cristina Quijandría Pérez
Bachiller de Ing. Ambiental y [RR.NN](#)

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

1. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Apellidos y Nombres del Experto Validador:** LUIS ENRIQUE LOZANO VIEYTES
- 1.2. **Especialidad del Experto Validador:** INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
- 1.3. **Grado Académico del Experto Validador:** MAESTRO EN GESTIÓN AMBIENTAL
- 1.4. **Cargo e Institución donde labora:** FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES – UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
- 1.5. **Título de la Investigación:** ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PAPEL HIGIENICO PARA EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL, EN LA EMPRESA PAPELERA REYES SAC EN EL CALLAO 2021
- 1.6. **Autores del Instrumento:** FERNANDEZ RODRIGUEZ, KEVIN HENRY; BLACIDO ESPINOZA LEONARDO HERNANDO; QUIJANDRÍA PÉREZ ALESSANDRA CRISTINA

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente	Regular	Buena	Muy buena	Excelente
		00-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					95%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					95%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					95%
4. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95%
5. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					95%
6. Consistencia	Basados en aspectos teóricos – científicos.					95%
7. Coherencia	Entre las variables, dimensiones e indicadores.					95%
8. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					95%
9. Pertenencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95%
PROMEDIO DE VALIDACION						95%

2. ASPECTOS DE VALIDACION:

PERTENENCIA DE LAS FICHAS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTOS	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Ficha de Datos de Inventario 1	SUFICIENTE		
Ficha de Datos de Inventario 2	SUFICIENTE		

OBSERVACIONES:

- a. Sin observaciones

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable.

3. PROMEDIO DE VALORACION: 95%

4. OPINION DE APLICABILIDAD:

- (X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
- () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.



Luis Enrique Lozano Vieytes
Ing. Ambiental y de Recursos Naturales

Anexo 6.- Registros Fotográficos Papelera Reyes SAC







