



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES**

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL ENTRE PRODUCTOS  
TENSOACTIVOS: CASO SHAMPOO CONVENCIONAL Y SHAMPOO  
ECOLÓGICO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO/A EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTORA:**

Jennifer Pamela Pupiales Brusil

**DIRECTORA:**

Ing. Eleonora Melissa Layana Bajaña MSc.

Ibarra, 2023



**CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE  
 TITULACIÓN**

Ibarra, 18 abril 2023

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: "EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL ENTRE PRODUCTOS TENSOACTIVOS: CASO SHAMPOO CONVENCIONAL Y SHAMPOO ECOLÓGICO", de autoría de la señorita estudiante Jennifer Pamela Pupiales Brusil estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES** el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que el/la autor/a o autores ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

**TRIBUNAL TUTOR**

**FIRMA**

MSc Melissa Layana  
**DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN**

MSc. Santiago Cabrera  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**

MSc. Renato Oquendo  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003965165		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Pupiales Brusil Jennifer Pamela		
DIRECCIÓN:	San Antonio de Ibarra, "Los nogales"		
EMAIL:	jppupialesb@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(06)2550236	TELÉFONO MÓVIL:	0967971928

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL ENTRE PRODUCTOS TENSOACTIVOS: CASO SHAMPOO CONVENCIONAL Y SHAMPOO ECOLÓGICO
AUTOR (ES):	Pupiales Brusil Jennifer Pamela
FECHA: DD/MM/AAAA	20/abril/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
ASESOR /DIRECTOR:	Msc. Melissa Layana

#### 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 20 días del mes de abril de 2023

EL AUTOR:

(Firma)   
Nombre: Jennifer Pamela Pupiales Brusil

## ***Agradecimiento***

*A Dios por la inteligencia y sabiduría brindada para tomar decisiones importantes, quien ha estado conmigo en todo momento. A mi familia y amistades por brindarme su apoyo y ser el pilar fundamental para mi formación en valores y principios.*

*A la Universidad Técnica del Norte por las oportunidades brindadas en todo el proceso universitario. Del mismo modo a todos los docentes que con gran sabiduría y vocación me enseñaron sin egoísmo, impartiendo sus conocimientos y experiencias.*

*A mi directora Msc. Melissa Layana quien ha sido una guía importante para el desarrollo de este trabajo de titulación, apoyándome en todo momento con la mejor predisposición y energía. A mis apreciados asesores Msc. Santiago Cabrera y Msc. Renato Oquendo quienes me apoyaron con sus conocimientos en los momentos más oportunos.*

*Al Msc. Marco Lara y Msc. Juan Guamán, quienes de manera externa aportaron con sus conocimientos para realizar este trabajo de titulación.*

*Mi eterna gratitud a cada uno de ustedes.*

## ***Dedicatoria***

*A mi Padre Celestial por la vida, las bendiciones y sobre todo por la inmensa sabiduría otorgada a lo largo de este trayecto.*

*A mis padres Eduardo y María, a mi hermana Mery, quienes con gran sacrificio lucharon día a día para apoyarme y ser el mejor ejemplo de que todo esfuerzo tiene su recompensa, sin su apoyo nada de esto sería posible.*

*A Sayani, por ser la fuente de inspiración en mi vida, la persona que me mostró que la vida es una montaña rusa de oportunidades.*

*A mis amigos y a todas las personas que conocí a lo largo de este trayecto llamado vida, gracias por su apoyo, por no dejarme caer y por mostrarme que en este mundo terrenal tenemos grandes oportunidades y desafíos, que depende de nosotros tomarlos y afrontarlos para conseguir un objetivo.*

***Jennifer Pupiales***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Páginas
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
1.1 Revisión de Antecedentes o Estado del Arte .....	6
1.2 Problema de Investigación y Justificación.....	7
1.3 Objetivos .....	9
1.3.1 Objetivo General .....	9
1.3.2 Objetivos Específicos.....	9
1.4 Pregunta Directriz de la Investigación .....	9
1.5 Hipótesis.....	10
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>11</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>11</b>
2.1 Marco Teórico Referencial .....	11
2.1.1 Sustentabilidad Ambiental .....	11
2.1.2 Aspecto Ambiental.....	11
2.1.3 Impacto Ambiental.....	11
2.1.4 Tensoactivos.....	13
2.1.5 Propiedades Fisicoquímicas del Agua .....	15
2.1.6 Tipos de Contaminación de Agua .....	19
2.1.7 Alternativas al Uso de Tensoactivos tóxicos .....	20
2.2 Marco Legal .....	20
2.2.1 Constitución de la República del Ecuador .....	20
2.2.2 Código Orgánico del Ambiente .....	21
2.2.3 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua ..	22
2.2.4 Acuerdo Ministerial 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) .....	22
2.2.5 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 851.....	23
2.2.6 Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025.....	23
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>24</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>24</b>

3.1 Descripción del Área de Estudio.....	24
3.2 Métodos.....	25
3.2.1 Análisis del Impacto Ambiental que Causan los Tensoactivos del Shampoo Convencional y Shampoo Ecológico .....	25
3.2.2 Evaluación de la Biodegradabilidad de los Tensoactivos del Agua a Partir de Bioensayos de los Dos Casos de Shampoo .....	29
3.2.3 Elaboración de una propuesta para la mitigación de impactos ambientales causados por los tensoactivos.....	32
3.3 Materiales y equipos .....	33
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>34</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Análisis del Impacto Ambiental que Causan los Tensoactivos del Shampoo Convencional y Shampoo Ecológico .....	34
4.1.1 Análisis de los Conocimientos Sobre Tensoactivos en Establecimientos Dedicados al Cuidado del Cabello .....	34
4.1.2 Evaluación de la Matriz de Impactos Ambientales Según la Norma ISO 14001	40
4.2 Evaluación de la Biodegradabilidad de los Tensoactivos del Agua a Partir de Bioensayos de los Dos Casos de Shampoo .....	50
4.2.1 Análisis de la Materia Activa Aniónica .....	50
4.2.2 Análisis de pH y oxígeno disuelto .....	51
4.2.3 Análisis de la Biodegradabilidad .....	53
4.3 Elaboración de una propuesta para la mitigación de impactos ambientales causados por los tensoactivos.....	58
4.3.1 Diseño de la Propuesta de Mitigación de los Impactos Generados de Productos Tensoactivos: Caso Shampoo Convencional y Shampoo Ecológico.....	59
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>66</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>66</b>
5.1 Conclusiones .....	66
5.2 Recomendaciones.....	67
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>81</b>
Anexo 1. Modelo de encuesta .....	82

Anexo 2. Matriz de aspectos e impactos según la norma ISO 14001 para el shampoo convencional Recamier .....	84
Anexo 3. Matriz de aspectos e impactos según la norma ISO 14001 para el shampoo ecológico Ecoterra.....	86
Anexo 4. Consumo mensual de agua y shampoo en establecimientos encuestados ....	87
Anexo 5. Fotografías .....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Valores para las categorías a aplicar en la matriz de la ISO 14001 ....</i>	28
<b>Tabla 2.</b> <i>Materiales y métodos en fases de campo, laboratorio y oficina.....</i>	33
<b>Tabla 3.</b> <i>Frecuencia de uso de las distintas marcas de shampoo .....</i>	36
<b>Tabla 4.</b> <i>Proceso de elaboración de shampoo Recamier .....</i>	42
<b>Tabla 5.</b> <i>Impactos ambientales significativos correspondientes a la elaboración del shampoo Recamier .....</i>	43
<b>Tabla 6.</b> <i>Proceso de elaboración de shampoo ecológico.....</i>	43
<b>Tabla 7.</b> <i>Impactos ambientales significativos correspondientes a la elaboración del shampoo Ecoterra .....</i>	45
<b>Tabla 8.</b> <i>Proceso de aplicación del shampoo en los salones de belleza .....</i>	46
<b>Tabla 9.</b> <i>Impactos ambientales significativos correspondientes al uso del shampoo en los salones de belleza.....</i>	47
<b>Tabla 10.</b> <i>Materia activa aniónica presente en los dos casos de shampoo .....</i>	51
<b>Tabla 11.</b> <i>Valores de pH presentes en los dos tipos de shampoo.....</i>	52
<b>Tabla 12.</b> <i>Valores de oxígeno disuelto presentes en los dos tipos de shampoo ...</i>	53
<b>Tabla 13.</b> <i>Biodegradabilidad de los Tensoactivos del shampoo convencional ...</i>	54
<b>Tabla 14.</b> <i>Biodegradabilidad de los tensoactivos del shampoo ecológico .....</i>	55
<b>Tabla 15.</b> <i>Resumen estadístico del shampoo convencional y ecológico .....</i>	56
<b>Tabla 16.</b> <i>Frecuencias del shampoo convencional y shampoo ecológico.....</i>	56
<b>Tabla 17.</b> <i>Matriz FODA .....</i>	58
<b>Tabla 18.</b> <i>Matriz de actividades del programa de capacitación sobre el impacto de los vertidos generados por salones de belleza .....</i>	61
<b>Tabla 19.</b> <i>Matriz de actividades del programa de gestión de desechos generados en salones de belleza.....</i>	63
<b>Tabla 20.</b> <i>Matriz de actividades del programa de divulgación de los métodos de depuración de aguas residuales.....</i>	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Ubicación del área de estudio</i> .....	24
<b>Figura 2.</b> <i>Aspectos para comprar el shampoo</i> .....	36
<b>Figura 3.</b> <i>Conocimientos sobre los tensoactivos y su importancia</i> .....	37
<b>Figura 4.</b> <i>Conocimientos sobre el impacto negativo de los tensoactivos en el ambiente</i> .....	38
<b>Figura 5.</b> <i>Tiempo de degradación de los tensoactivos</i> .....	38
<b>Figura 6.</b> <i>Interés sobre el uso de shampoo ecológico</i> .....	39
<b>Figura 7.</b> <i>Diagrama de flujo del proceso de elaboración del shampoo</i> .....	40
<b>Figura 8.</b> <i>Diagrama de flujo del uso del shampoo</i> .....	45
<b>Figura 9.</b> <i>Cantidad mensual de consumo de agua y shampoo en establecimientos encuestados</i> .....	49

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

### EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL ENTRE PRODUCTOS TENSOACTIVOS: CASO SHAMPOO CONVENCIONAL Y SHAMPOO ECOLÓGICO

Jennifer Pamela Pupiales Brusil

#### RESUMEN

El shampoo es considerado un producto de uso diario para el cuidado personal, el cual está compuesto de tensoactivos que dan la acción detergente, espumante y emulsionante al producto, que en el mercado se puede encontrar dos tipos; convencional y ecológico, los cuales pueden llegar a afectar principalmente al recurso hídrico, por su permanencia y bioacumulación. Es por ello por lo que, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el impacto ambiental de productos tensoactivos: caso shampoo convencional y shampoo ecológico. Por lo tanto, se identificaron los aspectos ambientales y se cuantificó el impacto ambiental que causan dichos tensoactivos. Así también, se evaluó la biodegradabilidad de los tensoactivos a partir de bioensayos y finalmente se elaboró una propuesta para la mitigación de impactos causados. Se identificaron ocho aspectos significativos en el shampoo convencional y cinco en el shampoo ecológico. Por otra parte, la biodegradabilidad para el día 30 en el shampoo convencional fue de 95.3% y del ecológico 99.08%. Por lo tanto, se propuso realizar un programa de capacitación sobre el impacto de los vertidos generados por salones de belleza, gestión de desechos y métodos de depuración.

**Palabras clave:** Bioacumulación, aspectos ambientales, bioensayos biodegradabilidad, vertidos, gestión de desechos.

## ABSTRACT

The shampoo is considered a product for daily use for personal care, which is composed of surfactants that give the product detergent, foaming and emulsifying action, which can be found in two types on the market; conventional and ecological, which can affect mainly the water resource, due to its permanence and bioaccumulation. That is why this study aims to evaluate the environmental impact of surfactant products: conventional shampoo case and organic shampoo. Therefore, the environmental aspects were identified and the environmental impact caused by these surfactants was quantified. Likewise, the biodegradability of the surfactants was evaluated from bioassays and finally a proposal for the mitigation of the impacts caused was elaborated. Eight significant aspects were identified in the conventional shampoo and five in the organic shampoo. On the other hand, the biodegradability for day 30 in the conventional shampoo was 95.3% and the organic one was 99.08%. Therefore, a training program was carried out on the impact of discharges generated by beauty salons, waste management and purification methods.

**Keywords:** Bioaccumulation, environmental aspects, biodegradability bioassays, discharges, waste management.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Revisión de Antecedentes o Estado del Arte

Desde tiempos históricos el lavado del cabello ha sido considerado una actividad importante para el cuidado personal, por ende, al principio de los años para esta acción se empleaban hierbas aromáticas y grasas vegetales. Sin embargo, a medida que ha pasado el tiempo y con las exigencias del ser humano, en remplazo de las hierbas surgió el shampoo, mismo que se encuentra constantemente sometido a investigaciones que buscan modificar tanto su composición como su elaboración para la obtención de mejores resultados (Rai y Dasani, 2014).

Es así como, dentro de la composición del shampoo, uno de los principales componentes son los tensoactivos, mismos que sirven como humectantes, emulsionantes y detergentes, los cuales forman parte fundamental para la obtención de productos funcionales y agradables para los consumidores. Es así como, actualmente en el mercado existen dos tipos de shampoo: convencional (sintético) y ecológico (Navarro-Mejía et al., 2003).

El shampoo convencional es un producto relativamente joven ya que aproximadamente en los años 90 Schwarzcopf creó los primeros ejemplares que han revolucionado la historia en cuestión de cuidado del cabello. Dicho producto en la actualidad es el preferido por los consumidores principalmente por la variedad de presentaciones, aromas y beneficios mostrados en la publicidad de las marcas (Ríos-Ruiz, 2014).

Sin embargo, los ingredientes usados no son del todo favorables para el cuero cabelludo ni el ambiente, en especial por su composición química. Los sulfatos y siliconas al contacto con algún medio acuático contaminan, causan toxicidad a los microorganismos e inhiben el crecimiento de algas. En la mayoría de los casos

transforman el agua, alteran el ciclo natural de los ecosistemas, además de ser los causantes de su degradación y disposición final (Brand, 2019).

Por otra parte, el shampoo ecológico se caracteriza por usar ingredientes amigables con el ambiente, procedentes de la naturaleza como plantas con olores agradables y propiedades que se adaptan a los requerimientos de las personas. No contienen ingredientes de origen sintético o petroquímico, lo que los hace ser menos agresivos para la salud y el ambiente. Todo esto surge debido a la conciencia ambiental que en los últimos años ha estado en auge, lo cual conlleva a generar menos impacto posible al planeta (Navarro-Mejía et al., 2003).

Los tensoactivos tradicionalmente son obtenidos a partir de productos no biodegradables, aunque también pueden provenir de fuentes renovables (Fait y Morcelle, 2017). Sin embargo, la degradación mediante la actividad microbiana es considerada la primera transformación que sufren en el ambiente, ya que la mayoría pueden ser degradados, mientras que otros pueden persistir. Desde el punto de vista ambiental pueden ser tóxicos y responsables de la no eliminación de dichos contaminantes sobre fuentes naturales, por lo que es importante evaluar y conocer la sustentabilidad de dichos tensoactivos (Ríos-Ruiz, 2014).

Por lo tanto, hay que tomar en cuenta todo el proceso que sufren los tensoactivos tanto del shampoo convencional como del ecológico durante todo su ciclo de vida, es decir, desde la producción, uso y eliminación final. Así también, tomar en cuenta que cada uno de los objetos de estudio provienen de diferentes fuentes, es decir, tensoactivos naturales, sintéticos o una combinación de ambos (Moldes et al., 2021).

## **1.2 Problema de Investigación y Justificación**

El shampoo es un producto indispensable para el cuidado del cabello, sin embargo, la mayoría de los consumidores no prestamos atención a todos los ingredientes que muestran en sus envases. Entre los principales se encuentran los tensoactivos

sintéticos que se derivan de combustibles fósiles y procesamientos petroquímicos que generan graves impactos al ambiente y la salud del ser humano (Bhadani et al., 2020).

Luego de ser usados llegan a las plantas de tratamiento de aguas residuales, las cuales a altas concentraciones inhiben el rendimiento y pueden llegar a ser tóxicos para la fauna acuática (Ríos-Ruiz, 2014). Debido a que al incrementar el pH de las aguas residuales se modifica su ciclo de vida, además, provocan el incremento de nutrientes en los ríos a los que desembocan dichas aguas, de esta manera se origina el desarrollo de algas y malos olores por la acumulación de fósforo (Brand, 2019).

En vista del grado de contaminación que causan los tensoactivos sintéticos de los productos de shampoo convencional, la industria del cuidado personal con conciencia ambiental ha optado por crear un shampoo denominado ecológico. Sin embargo, aunque esta emplea tensoactivos de origen natural, tras un análisis más a fondo, se determinó que estos presentan un cierto grado de perjuicio al ambiente y no es del todo sustentable (European Committee of Organic Surfactants and their Intermediates [CESIO], 2017).

Todo esto debido a que, si se busca el origen, tiene relación con el uso de la tierra para su producción, además de aspectos sociales y agotamiento de los recursos naturales. Es decir que generalmente los grandes cultivos requieren alto uso de fertilizantes y pesticidas, además que la disponibilidad de tierras para dichos cultivos implica que se talen bosques nativos. Con esto no se afecta solo al ecosistema sino también a las comunidades que habitan cerca a estos territorios (CESIO, 2017).

El presente estudio evaluó el impacto ambiental de un shampoo convencional y ecológico a partir de los tensoactivos mediante análisis químico para determinar cómo actúan en el ecosistema y cuál de los dos casos de estudio permanecen por más tiempo en el medio ambiente. Con ello, deducir en un producto que sea ideal para el uso de la población, no solo por sus beneficios a la salud, sino también para contribuir a la conservación del ambiente.

La investigación se contextualiza en el Plan Creación de Oportunidades 3.4 “Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global” y 3.7 “Incentivar la producción y consumo ambientalmente responsable, con base en los principios de la economía circular y bio-economía, mediante el fomento del reciclaje y el combate a la obsolescencia programada” y aporta al cumplimiento de la meta “Reducir y remediar la contaminación de fuentes hídricas a 2021” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017).

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo General***

Evaluar el impacto ambiental de productos tensoactivos: caso shampoo convencional y shampoo ecológico.

#### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

- Identificar los aspectos ambientales y cuantificar el impacto ambiental que causan los tensoactivos del shampoo convencional y shampoo ecológico.
- Evaluar la biodegradabilidad de los tensoactivos del agua a partir de bioensayos de los dos casos de shampoo.
- Elaborar una propuesta para la mitigación de impactos ambientales causados por los tensoactivos.

### **1.4 Pregunta Directriz de la Investigación**

- ¿Qué tipo de shampoo posee tensoactivos que causa mayor impacto al ambiente?
- ¿Cuál es la cantidad y permanencia de tensoactivos en el shampoo convencional y shampoo ecológico?

## 1.5 Hipótesis

- El shampoo convencional y shampoo ecológico tienen igual porcentaje de degradación.
- El shampoo convencional y shampoo ecológico tienen diferente porcentaje de degradación.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1 Marco Teórico Referencial**

##### ***2.1.1 Sustentabilidad Ambiental***

El término sustentabilidad está propenso a ser tergiversado principalmente por el marketing futurista, el cual se ha encargado de catalogar con dicho término para ganar aceptación social, sin antes tener una idea clara de los principios y alcances que significa ser sustentable (Guillén de Romero et al., 2020).

No obstante, mediante el uso eficiente y racional de los recursos, así como también el equilibrio entre el ámbito social y económico, es posible llegar a tener un sistema de vida en el cual la población tenga un consumo consciente y medido con la finalidad de no agotar los recursos para las futuras generaciones (Lalama-Franco y Bravo-Lalama, 2019).

##### ***2.1.2 Aspecto Ambiental***

Según la norma ISO 14001:2015 menciona al aspecto ambiental como un elemento que deriva de la actividad empresarial, ya sea un producto o servicio y tienen contacto o pueden interactuar con el medio ambiente. Es importante diferenciar los aspectos ambientales normales de los significativos ya que los últimos mencionados se pueden considerar como una amenaza. Del mismo modo pueden existir aspectos que conlleven a tener consecuencias positivas o también una oportunidad (Tigre, 2017).

##### ***2.1.3 Impacto Ambiental***

Causado principalmente por la modificación del medio ambiente debido a la acción humana, aunque también puede ser provocado en su minoría por la propia

naturaleza como catástrofes naturales. Sin embargo, el mayor impacto es antropogénico, pues éste es capaz de cambiar la calidad ambiental ya que toda acción tiene una repercusión (Perevochtchikova, 2013).

**2.1.3.1 Tipos de Impacto Ambiental.** Los impactos ambientales provocados por la acción antropogénica sobre el ambiente afectan a la biodiversidad y salud humana; los principales impactos son los siguientes:

- ***Impacto Ambiental Positivo y Negativo.*** Los impactos ambientales no necesariamente suelen ser negativos en todos los casos, también existen positivos los cuales como su nombre lo dice generan cambios a favor del ambiente, ayudan a restaurar y recuperar un ecosistema dañado, así como también a conservar las características naturales de un paisaje que aún no ha sido alterado por el ser humano. Por otra parte, los impactos negativos perjudican al ambiente y salud humana debido a las malas acciones y decisiones del hombre ya que en muchos casos se encamina únicamente al beneficio económico y no al ambiental (Conesa-Fernández, 2010).
- ***Impacto Ambiental Directo e Indirecto.*** Al mencionar impacto directo hace referencia al impacto que puede ser percibido inmediatamente o también luego de un corto periodo de tiempo y que actúa de manera directa sobre el sitio afectado. Así también en el impacto indirecto, los efectos se evidencian luego de un largo periodo de tiempo y el ecosistema puede ser afectado de manera colateral (Ishchenko et al., 2017).
- ***Impacto Ambiental Acumulativo y Sinérgico.*** Tiene relación con el grado de efecto del impacto sobre el ecosistema, es decir que, si es acumulativo con el pasar del tiempo dichos efectos individuales se suman hasta llegar al punto de tener consecuencias graves, mientras que, el impacto sinérgico es la causa de distintas actividades, lo cual origina una incidencia ambiental mayor (Antúnez, 2017).

- ***Impacto Ambiental Temporal y Permanente.*** Cuando se ha realizado un impacto sobre el ambiente, éste puede desaparecer en un lapso y recuperarse, con una duración media entre 10 a 19 años para ser clasificado como impacto temporal. Sin embargo, cuando dicho impacto permanece en el ambiente durante un tiempo indefinido se trata de un impacto permanente, el cual puede causar daños irreparables en el ecosistema (Villegas-Viloria et al., 2018).

#### ***2.1.4 Tensoactivos***

Conocidos también como surfactantes, tienen la capacidad de unir sustancias como el agua (hidrófilo) y el aceite (hidrófobo), por lo cual se encuentran especialmente en la interfase de fluidos con diferente polaridad, es así como sus propiedades lo hacen indispensable para la fabricación en la industria cosmética, farmacéutica, alimentaria y agrícola, especialmente en productos de cuidado personal como el jabón y shampoo. Los principales para su elaboración son los tensoactivos: aniónicos, catiónicos, noniónicos, anfotéricos y detergentes (Jiménez-Islas et al., 2010).

Es así como es posible unir dos productos diferentes con propiedades diferentes, dichos tensoactivos son sintetizados de manera química o biológica, en este caso, usados para shampoo convencional y ecológico, respectivamente, como se muestra a continuación:

**2.1.4.1 Tensoactivos de Shampoo Convencional.** En ciertos casos en su formulación contienen sulfatos y sodio por los cuales son considerados no naturales, aunque también son derivados de ácidos grasos y aceites vegetales. Por lo que, son muy usados para la elaboración de productos cosméticos y de cuidado personal como el shampoo, aunque pueden llegar a consumir altas cantidades de materia prima de origen petroquímico (Brand, 2019).

Sin embargo, se ha evidenciado que dichos componentes pueden llegar a causar daños al ambiente ya que después de ser usados se depositan en las plantas de tratamiento de aguas residuales especialmente en las zonas urbanas, aunque también en las zonas rurales se depositan en suelos y aguas superficiales, en consecuencia, causan daño por la baja degradabilidad de los componentes químicos (Romero, 2022). Así también, provoca daño a la salud humana ya que en ocasiones son absorbidos por el cuerpo y llegan a causar daño neuronal y cataratas en los ojos (Reinoso et al., 2017).

**2.1.4.2. Tensoactivos de Shampoo Ecológico.** En este caso se usan los llamados biotensoactivos o tensoactivos naturales ya que una extensa gama de microorganismos especialmente bacterias tienen la capacidad de sintetizarlos. Éstos tienen ventajas que van por encima de los de síntesis química ya que son compatibles con el ambiente, tienen baja toxicidad y alta biodegradabilidad, pero pese a ello su mayor desventaja es el alto costo de producción (Jiménez-Islas et al., 2010).

Para la elaboración del shampoo ecológico se usan dichos tensoactivos ya que su materia prima es extraída de plantas mediante la aplicación de métodos sostenibles, los mismos que proporcionan viscosidad y abundante espuma al producto, además de suavidad extra, limpieza y protección del cuero cabelludo (Trujillo-Cayado et al., 2017).

**2.1.4.1. Tipos de Tensoactivos.** Según Martín-Viaña y Cervera (2019), dependen de la carga eléctrica que presenta la parte hidrófila, poseen características afines a su agrupación, por lo tanto, se dividen en cuatro grupos:

- **Tensoactivos Aniónicos.** Conformados por aniones con carga negativa, se caracterizan por ser los más comunes en la elaboración de shampoo debido a que atraen la suciedad, además, generan mayor espuma lo cual favorece la afinidad del consumidor al producto. Sin embargo, pueden causar irritaciones por la alteración de la emulsión epicutánea. En este grupo se

encuentra el lauril éter sulfato, lauril sulfato sódico, coco sulfato sódico, entre otros (Carvajal-Muños, 2011).

- ***Tensoactivos Catiónicos.*** Poseen carga positiva, por ello no causan irritación y poseen mayor afinidad cutánea, sin embargo, tienen baja capacidad detergente y espumante, no remueven completamente la suciedad haciéndolos ideales para la elaboración de acondicionadores. En este grupo se encuentra el cloruro de behentimonio, metasulfato de behentimonio, entre otros (Martín-Viaña y Cervera, 2019).
- ***Tensoactivos No Iónicos.*** No poseen carga electrostática, por ese motivo son buenos candidatos para realizar formulaciones complejas, además, son buenos humectantes, detergentes y emulsionantes, por su baja toxicidad es común usarlos en la industria cosmética ya que no genera irritaciones. Entre los más comunes se encuentran los emulsionantes cerosos, alcohol cetílico y esteárico, glucósido de decilo (Borja, 2021).
- ***Tensoactivos Anfóteros.*** Al igual que los tensoactivos aniónicos son muy usados, poseen dos cargas, es decir una positiva y otra negativa, pues esto varía en función del pH. Tienen poca capacidad espumante pero mayor afinidad cutánea, generalmente se pueden combinar con compuestos aniónicos para tener un equilibrio ya que también elimina la friz en el cabello. Aquí se encuentra la tegobetaína de coco que es un excelente espesante (Carvajal-Muños, 2011).

### ***2.1.5 Propiedades Fisicoquímicas del Agua***

El agua es un compuesto fundamental para el desarrollo de la vida en la tierra, el mismo que presenta propiedades fisicoquímicas como:

- ***Acción Disolvente.*** Conocido como el solvente universal por su polaridad, capacidad de formar puentes de hidrógeno y alta constante dieléctrica. Sin embargo, existen excepciones como el caso de los aceites, los cuales no se disuelven completamente debido a que son moléculas no polares y no son atraídas electrostáticamente por las moléculas que componen el agua, por eso, en vez de disolverse, forman gotas que caen al fondo o flotan en la superficie a manera de capas (Roldán, 2020). Es así como, en el caso de la elaboración del shampoo, el tensoactivo es el que se encarga de unir las moléculas del agua con las del aceite para tener una mezcla homogénea y de esta manera lograr los resultados de limpieza del cuero cabelludo (Cornwell, 2018).
- ***Densidad.*** Según Monroe et al. (2020), la densidad es el contenido en un volumen que puede ser afectado por la salinidad y el estado en el que se encuentra, es así que, a menor temperatura mayor densidad y a mayor cantidad de sal aumenta la densidad. Generalmente en el océano las aguas más densas se ubican en el fondo y las menos densas se denominan aguas superficiales, como todos los objetos también presentan su grado de densidad (Ribes-Iñesta et al., 2018). Es evidente observar la contaminación del agua por objetos o desechos originados por el ser humano como los plásticos que flotan en la superficie del mar, así como también la presencia de plancton o ciertos microorganismos propios del sitio.
- ***Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>).*** Considerada como la cantidad de oxígeno que los microorganismos tales como bacterias, hongos y plancton consumen durante todo el proceso de degradación de sustancias orgánicas (Nguyen et al., 2020). Su demanda tiene que ver con la presencia de materiales orgánicos carbonosos, materiales nitrogenados oxidables y compuestos químicos reductores como sulfito, sulfuro y hierro ferroso, todo ello especialmente en efluentes de plantas industriales, aguas contaminadas y aguas negras (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2013).

- ***Demanda Química de Oxígeno (DQO)***. Indica la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua, por lo cual es indispensable realizarlo para analizar desechos industriales, corrientes fluviales y plantas de tratamiento de aguas residuales. Por lo cual, es necesario reducir el contenido orgánico antes de vertirlo en el agua natural, ya que si no se llegara a eliminar por completo la carga orgánica, los microorganismos que se encuentran en ella se encargarán de consumirlos (Tufaner, 2020).
- ***Oxígeno Disuelto***. Es un componente esencial para la respiración celular, la vida acuática y terrestre, es por eso que, es considerado como un indicador de la capacidad de un cuerpo de agua para mantener la vida acuática, si posee altas cantidades se dice que es un ecosistema sano y estable. Su presencia se debe basicamente a la producción y consumo que realizan los seres acuáticos, temperatura, altura o salinidad. Así también, su concentración está relacionada con la corrosividad, grado de contaminación del agua y actividad fotosintética (Ivailova et al., 2020).
- ***Potencial Hidrógeno (pH)***. Indica la alcalinidad o acidez del agua, medido en una escala del 0 al 14, los factores externos como la temperatura, crecimiento de algas, despercios tóxicos o sintéticos, nutrientes, entre otros; pueden subir o bajar su nivel, lo que ocasiona afectaciones a su calidad y provoca daños a la vida acuática y seres que la consuman (García et al., 2019). Por otra parte, cuando se realizan pruebas analíticas en laboratorio es indispensable usar agua pura para obtener resultados mas acertados, ya que ello garantiza disminuir los errores de medida (Salamanca y Estepa, 2019).

- ***Tension Superficial.*** Fuerza que ejerce el agua sobre una superficie como consecuencia de la existencia de la atracción que no ha sido compensada hacia la parte interna. Esto debido a la fuerza que poseen los enlaces de hidrógeno que se encuentran dentro de la molécula de agua, aunque también puede depender de la naturaleza en la que se encuentra y la temperatura del ambiente. Es por ello que la tensión superficial del agua es mayor en comparación a la de otros líquidos (Alanis-García y Gracia-Fadrique, 2018).

Además, los tensoactivos tienen una estrecha relación con la tensión superficial, debido a que se encargan de disminuirla porque modifican las fuerzas de la superficie que hay entre las moléculas del líquido en el contacto con un sólido. Asimismo, debido a la acción humectante del tensoactivo, la parte apolar reduce la tensión superficial del agua y con ello se disuelve de mejor manera la suciedad (Morillo-Semanate et al., 2019).

- ***Temperatura.*** Permite medir las sensaciones de frío o calor que posee el agua, así también, interviene en la cantidad de oxígeno que puede ser transportada, ya que a menor temperatura el oxígeno aumenta, por lo cual es posible la vida acuática y el desarrollo de microorganismos que pueden hacer frente a los desechos tóxicos (Díaz-García y González-Pérez, 2022). Al analizar el aumento de la temperatura del agua es posible encontrar diversas causas como el vertido de contaminantes por parte de industrias o domicilios. Es así que afecta a la viscosidad y velocidad de las reacciones que se producen en el mismo, de esta manera, dicha propiedad interviene en casi todos los procesos que se realizan en el tratamiento de aguas (De La Mora-Orozco et al., 2020).

- **Turbidez.** Según Villena-Chávez (2018), la calidad de agua por su percepción a simple vista, ya que cuando es turbia indica alto grado de contaminación por sustancias tóxicas y microbiológicas, además de ser más complicada una adecuada desinfección. Así también puede contener suspendidos materiales insolubles, por lo que se complica la transmisión de luz hacia el fondo, la respiración y reproducción de vida acuática, todo ello dado generalmente por el vertido de aguas residuales o escorrentía (Martínez-Orjuela et al., 2020).

### **2.1.6 Tipos de Contaminación de Agua**

El recurso hídrico es de importancia para el desarrollo de la vida en la tierra, sin embargo, debido al aumento de la población, se ha incrementado también el riesgo de contaminación por parte de industrias y zonas residenciales es por ello por lo que, se evidencian dos principales tipos de contaminación, como son:

**2.1.6.1 Contaminación Química.** Las descargas domésticas proveniente del cuidado personal y cocina, agricultura e industrias, son los principales contaminantes de dicho recurso hídrico, los cuales contienen sustancias como nitratos, sulfatos, carbonatos, cloruros, desechos alcalinos y ácidos que son considerados tóxicos para la vida acuática y cancerígena para la vida humana. Es complicado especificar los riesgos a escala que provoca dicha contaminación debido a que en ocasiones una mínima cantidad puede provocar daños irreparables en el ecosistema (Grijalva-Endara et al., 2020).

**2.1.6.2 Contaminación por Nutrientes.** El exceso de fósforo y nitrógeno son las principales amenazas de las fuentes hídricas ya que con ello aumenta la proliferación de algas, las mismas que se encargan de matar la vida acuática. Ciertos detergentes y shampoo llegan a contener nitratos y fósforos, mismos que pueden afectar la calidad del agua, debido a la pérdida de oxígeno, lo cual ocasiona daños irreparables a la salud humana y al ambiente (Yan et al., 2016).

### ***2.1.7 Alternativas al Uso de Tensoactivos tóxicos***

Hay que tomar en cuenta que en definitiva el agua no cumple con funciones de limpieza completa a la hora de realizar una rutina de cuidado personal, debido a la grasa de las glándulas sebáceas del cuero cabelludo, más bien el agente que se encarga de limpiar es el tensoactivo añadido a los productos como el shampoo. Por lo tanto, los tensoactivos sintéticos usados para su fabricación llegan a irritar la piel y causar daño al ambiente, no por la cantidad de tensoactivo sino por la frecuencia, es decir por la bioacumulación. Con esto en mente, es necesario buscar alternativas menos nocivas e invasivas tanto para el ser humano como el ecosistema (Ríos-Ruiz, 2014).

Existen algunas opciones, entre las principales está el uso de tensoactivos naturales como el lauril glucósido, el cual se extrae del coco y aceite de maíz, recomendado para pieles sensibles debido a su suavidad y por ser amigable con el ambiente ya que su proceso de fabricación y biodegradabilidad no causa mayores impactos al ecosistema. Así también, el denominado decil glucósido, proveniente del aceite de coco, maíz y palmiste, coco glucósido, entre otros (De Zubeldia et al., 2017).

Es así como, según Brand (2019), los tensoactivos naturales son considerados menos nocivos para la salud y sobre todo para el medio ambiente, ya que se evita de cierto modo la contaminación y pérdida de biodiversidad cercana a fuentes de agua, mejor recirculación y manejo de plantas de tratamiento de aguas residuales, calidad de las propiedades fisicoquímicas del agua. Sin embargo, todo ellos serían posible si existiera un cambio completo del uso de tensoactivos tóxicos, es decir, si toda la población optaría por usar productos de origen natural.

## **2.2 Marco Legal**

### ***2.2.1 Constitución de la República del Ecuador***

El presente estudio se rige a la normativa legal vigente; la Constitución de la República del Ecuador del 2008, y como se cita en el Título II Derechos, Capítulo

II Derechos del Buen Vivir, Sección II Agua y Ambiente Sano, Art. 14 se refiere al derecho que poseen las personas a vivir en un ambiente sano en donde esté garantizado la sustentabilidad y el buen vivir. Además, como lo menciona en el Art. 15, el Estado prohíbe los contaminantes orgánicos persistentes que sean altamente tóxicos que atenten contra la salud humana o los ecosistemas.

Del mismo modo, el Capítulo VII, Derechos de la naturaleza, Art. 71 y Art. 73 en donde la naturaleza debe ser respetada, así como también sus ciclos vitales y estructura. Además, el Estado restringe las actividades que causen la extinción de especies y destrucción de ecosistemas.

De igual forma, se cita en el Título VII Régimen del Buen Vivir, Capítulo II Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección I Naturaleza y Ambiente, Art. 395 y Art. 397, donde el Estado es el llamado a garantizar un modelo sustentable, de conservación de la biodiversidad para garantizar satisfacer las necesidades presentes y futuras, además, establecerá mecanismos de control de la contaminación y la regulación para el uso y disposición final de materiales que sean considerados peligrosos y tóxicos para el ambiente y el ser humano (Constitución de la República del Ecuador, 2018).

### ***2.2.2 Código Orgánico del Ambiente***

El Código Orgánico del Ambiente del 2019, como se presenta en el Libro III, Título VI Gestión Integral de Sustancias Químicas, Capítulo I Disposiciones Generales, Art. 526 hace referencia a las restricciones o prohibiciones de las sustancias químicas, mismas que, en el caso de existir dudas técnicas o científicas de cierta sustancia que presente daños al ser humano o al ambiente, la Autoridad Ambiental competente se encargará de prohibir el uso.

Así también, como se menciona en el Título IX Producción y Consumo Sostenible, Art. 667 y Art. 668 de objetivos estratégicos y estrategia nacional de consumo sostenible, respectivamente, toman como base al Plan Nacional de Desarrollo, se

promoverá las prácticas tanto de producción como de consumo sostenible que aporten a mejorar el desempeño ambiental y minimizar los riesgos para la salud y el ambiente, por medio de la reducción de los contaminantes y la implementación de otras alternativas que sean consideradas menos contaminantes. Así como, incitar el desarrollo de productos con menor impacto ambiental (Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, 2019).

### ***2.2.3 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua***

Se considera relevante citar la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del 2014 ya que como se menciona en el Título III Derechos, Garantías y Obligaciones, Capítulo VI Garantías Preventivas, Sección II Objetivos de Prevención y Contaminación del Agua, Art. 79 que menciona a la Autoridad Única del Agua, Autoridad Ambiental Nacional y GADs, mismos que deben controlar y prevenir la presencia de sustancias tóxicas, vertidos, compuestos orgánicos y elementos que contaminen el agua superficial y subterránea que alteren su calidad o afecten a la salud humana, flora, fauna y el equilibrio de la vida que en ella se desarrolla.

### ***2.2.4 Acuerdo Ministerial 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA)***

En consideración al Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente del 2017, en el Título III Del Sistema Único de Manejo Ambiental, Capítulo IX Producción limpia, consumo sustentable y buenas prácticas ambientales, Art. 232 menciona el consumo sustentable que conlleva a tener una mejor calidad de vida por disminución de los materiales tóxicos para no comprometer las necesidades de las generaciones futuras.

Además, en el Art. 235, Art. 236 y Art. 242, se menciona el uso eficiente de los recursos y la implementación de tecnologías y metodologías para la realización de una producción más limpia y menos contaminante, así también, las acciones

estratégicas se pretenden planificar en base a una producción limpia y sustentable, en cuanto la conservación de los recursos naturales, capacitación para el consumo sustentable e incentivo al cambio de la matriz productiva.

### ***2.2.5 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 851***

Es indispensable señalar que el trabajo de investigación se basa en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) 851 primera revisión del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2013) misma que da a conocer los requisitos de los productos cosméticos, específicamente el caso del shampoo, el cual debe cumplir la función de limpiar el cabello y el cuero cabelludo que en condiciones normales de uso no produzca irritación. El requisito fisicoquímico del shampoo es el pH con un valor mínimo de 3,5 y un máximo de 7,5.

### ***2.2.6 Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025***

En cuanto al Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025, esta investigación está basada en el eje de transición ecológica alineada con el objetivo 12, en el cual se fomenta modelos de desarrollo sostenible a través de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, respectivamente con la política 12.3 que propone implementar mejores prácticas ambientales con el fin de fomentar la producción y consumo sostenible con base en la investigación e innovación. Así también, con la política 12,2 ya que se enfoca en la implementación de esquemas para la gestión integral de pasivos ambientales como desechos, descargas líquidas y emisiones atmosféricas contaminantes, además de desechos tóxicos y peligrosos (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2021).

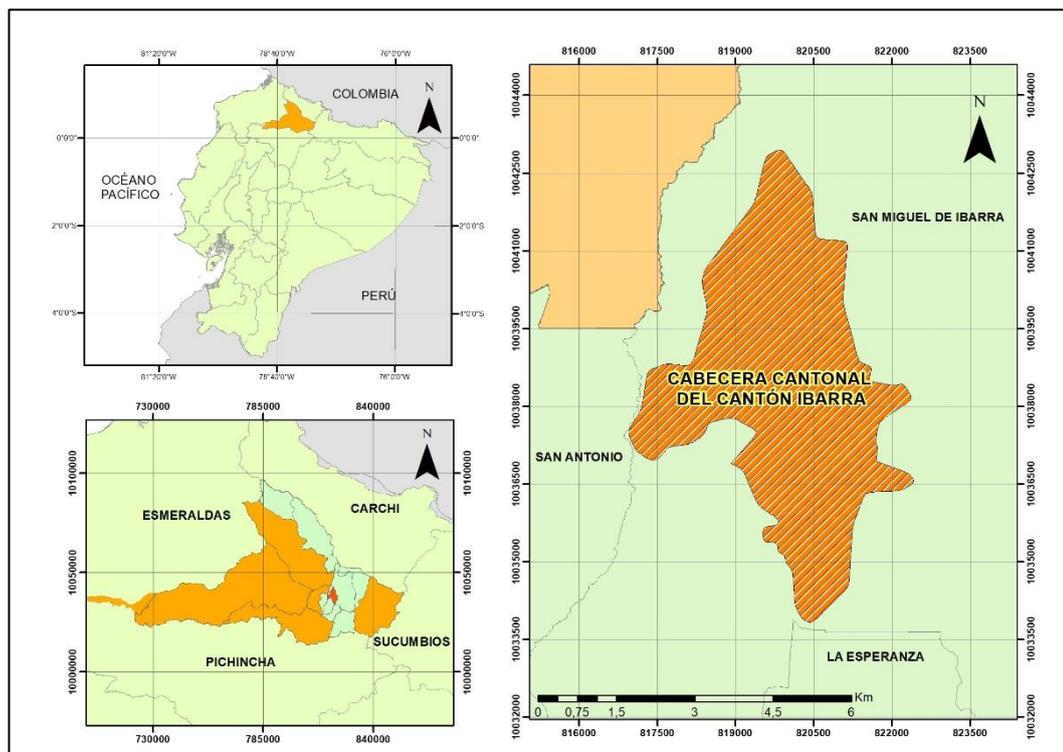
# CAPÍTULO III METODOLOGÍA

## 3.1 Descripción del Área de Estudio

El área de estudio es la zona urbana de la cabecera cantonal del cantón San Miguel de Ibarra, capital de la provincia de Imbabura, cuenta con una altitud de 2225 m.s.n.m. y extensión de 21,21 Km<sup>2</sup> (Figura 1), con un clima seco templado que oscila entre 13 °C a 24 °C y en ocasiones en ciertas épocas del año suele experimentar temperaturas menores a 11 °C y mayores a 26 °C, además, precipitaciones entre los 1000 mm y 1400 mm (Dirección de planificación y desarrollo territorial, 2020).

**Figura 1**

*Ubicación del área de estudio*



Abarca gran parte de la parroquia urbana El Sagrario, misma que según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010) tiene aproximadamente 44.721 habitantes conformados por 22.321 hombres y 22.400 mujeres. El 45 % de la población del área en estudio tiene como actividad económica el comercio, seguido de actividades de alojamiento con un 15,91 %.

El cantón Ibarra está comprendido en su totalidad por la cuenca del río Mira, la misma que engloba a 47 microcuencas y la red hídrica se divide en 22 ríos y 196 quebradas. Sin embargo, el factor principal de contaminación de dichas aguas han sido las descargas de aguas servidas que se encuentran en los colectores del sistema de alcantarillado, no solo de la parte central del cantón sino también de los sectores poblados en las parroquias rurales. Los ríos: Tahuando, Chorlaví y Ajaví son los receptores de aguas que en su mayoría están contaminadas (Jácome et al., 2020). La ocupación de los pobladores del cantón es representada por un 32,2 % como empleados u obreros privados, equivalente a 46.411 personas.

### **3.2 Métodos**

A continuación, se presenta la metodología que se usará en la investigación, regidas por las características del estudio, problema, objetivos y se dará respuesta a la pregunta directriz.

#### ***3.2.1 Análisis del Impacto Ambiental que Causan los Tensioactivos del Shampoo Convencional y Shampoo Ecológico***

Para obtener una muestra representativa del tipo de shampoo que usan comúnmente las personas, se considerará la zona urbana de la cabecera cantonal de Ibarra ya que es el lugar de mayor concentración de población, esto facilitó la aplicación de encuestas. Se aplicó el tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia, enfocado únicamente a los salones de belleza que se encuentren ubicados dentro del área de estudio porque se tomó en consideración que son establecimientos

donde están relacionados con el ámbito del cuidado y tratamiento del cuero cabelludo, es decir que tienen conocimiento del tema.

La encuesta se aplicó a 38 establecimientos, a cada dueño o responsable del establecimiento debido a que para el cálculo del tamaño muestral se consideró el número total de salones de belleza que se encuentran en la zona urbana de la cabecera cantonal de Ibarra.

**3.2.1.1 Elaboración y aplicación de encuestas.** Se realizó un listado de diez preguntas tanto abiertas como cerradas y los datos informativos del encuestado. Todo ello para formar una encuesta descriptiva con la finalidad de conocer el porcentaje de personas que usan shampoo, en el caso de no utilizarlo cuál sería el producto que lo sustituye; además de las características que toman en cuenta el momento de comprar, el tipo de shampoo que usa la mayor parte de la población en estudio. Así también, si las personas estuviesen dispuestas a cambiar sus hábitos de consumo por un tipo de shampoo que tenga mejores características y aportaciones en la salud de su cabello. Finalmente, si conocen los componentes que posee el shampoo de su preferencia y el impacto ambiental que puede causar el uso de dichos productos.

Luego de la estructuración de la encuesta se procedió a acudir de manera directa a cada uno de los 38 establecimientos seleccionados, en dicho sitio se pidió la colaboración de uno de los empleados o dueño del salón de belleza, únicamente una persona por establecimiento y se procedió a la aplicación de la encuesta. Una vez finalizada dicha aplicación, se recopiló toda la información que ha sido proporcionada por cada uno de los encuestados y se procedió a tabular los resultados en una hoja de Excel, las preguntas abiertas sirvieron para conocer el tipo de shampoo que prefiere la población en estudio, las ventajas, desventajas, componentes, y las preguntas cerradas para saber los impactos de los productos de uso común, nivel de satisfacción del producto, entre otras.

**3.2.1.2 Elaboración de Matriz de Impactos Ambientales según la Norma ISO 14001 para el proceso de elaboración del shampoo.** Luego de conocer el producto de mayor uso, se lo tomó como referencia para realizar una comparación entre el shampoo convencional y shampoo ecológico, en caso de no obtener información por parte de los encuestados acerca el uso de una marca de shampoo ecológico, se propuso una marca en específico para realizar dicha comparación.

Se aplicó la normativa ISO 14040 propuesta por Ruiz y Zúñiga (2012) para determinar los aspectos e impactos potenciales asociados a los dos productos. En la definición del objetivo y alcance se incluyó los motivos, limitaciones e identificación de los componentes del ciclo de vida del shampoo convencional y ecológico que implican desde la extracción, transporte, almacenamiento, producción, consumo, reciclaje hasta la disposición final. Con ello fue posible comparar los productos ya que son objetos físicos que al final cumplen la misma función que es el lavado del cabello, aunque cada uno con características, componentes y propiedades distintas.

Para representar el inventario se realizó un modelo en donde se estableció la relación causa-efecto para que todos los aspectos ambientales se traduzcan en una lista de sustancias que entran y salen de los límites del sistema en análisis, es decir todas las materias primas y recursos energéticos que se usan para su fabricación (Cantarero, 2010). Esto se pudo cumplir mediante la búsqueda de información en la web en la página oficial de la marca Recamier.com y tomando como referencia otras marcas conocidas que poseen información de este tipo.

Posterior a ello, se evaluó los impactos potenciales que causan los tensoactivos de los dos casos de shampoo al ambiente, salud humana y disponibilidad de recursos con base en el inventario realizado anteriormente de las entradas y salidas. Se seleccionó la categoría del impacto relativas a las entradas y salidas, que se expresarán en unidades de medida, por tal motivo, la lista de categoría de impacto

debe tratar de cubrir la mayor parte de aspectos ambientales relevantes con la finalidad de ser más precisos (Solano et al., 1982).

Para ello se aplicó la tabla 1 la cual muestra las categorías de evaluación a utilizar en la matriz, tomando en cuenta la probabilidad, grado de control, naturaleza de la sustancia, frecuencia, severidad, persistencia y extensión de cada uno de los aspectos ambientales. Por lo tanto, el aspecto ambiental evaluado determinó un valor comprendido entre un rango que va desde; 0,1,2 (para ser considerado no significativo) y los valores entre 3,4,5 (para ser considerado altamente significativo).

**Tabla 1**

*Valores para las categorías a aplicar en la matriz de la ISO 14001*

<b>Categoría</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Valor</b>
<b>Probabilidad</b>	Promedio aritmético	$P=(GC+NS+F)/3$
<b>Grado de control (GC)</b>	-No existe control apropiado.	3,0
	-Parcialmente controlado.	2,0
	-Controlado.	1,0
<b>Naturaleza de la sustancia (NS)</b>	Muy peligrosa	3,0
	Peligrosa	2,0
	Poco peligrosa	1,0
<b>Frecuencia (F)</b>	-Muy frecuente (Una o más veces al día)	3,0
	-Frecuente (Al menos una vez por semana)	2,5
	-Poco frecuente (Al menos una vez al mes)	2,0
	-Ocasionalmente (Una vez al año)	1,5
	-Remoto (No ha ocurrido hace algunos años)	1,0
	-Improbable (No se ha escuchado que ha ocurrido)	0,5
<b>Severidad (S)</b>	Promedio	$S=(Pe+E)/2$
<b>Persistencia (Pe)</b>	-Catastrófico	3,0
	-Crítico	2,5
	-Severo	2,0
	-Marginal	1,0
	-Insignificante	0,5
<b>Extensión (E)</b>	-Efecto regional	3,0
	-Efecto local	2,0
	-Efecto puntual	1,0

Con este proceso se conoció el o los impactos que causan los tensoactivos al ambiente ya que se analizó cada uno de los casos, dichos impactos pueden provocar mayor grado de afectación a los recursos como suelo, aire, fauna, flora o agua. Al realizar la comparación de los dos productos se conoció si los tensoactivos del shampoo convencional provocan mayor o menor impacto que los del shampoo ecológico o viceversa.

**3.2.1.3 Elaboración de Matriz de Aspectos Ambientales Según la Norma ISO 14001 para el uso del shampoo en los salones de belleza.** Luego de conocer los productos de mayor uso, se los tomó como referencia para realizar una comparación entre el shampoo convencional y shampoo ecológico. Posteriormente se aplicó la normativa ISO 14040 para determinar los aspectos e impactos potenciales asociados a los dos productos. El proceso de elaboración de la matriz de aspectos ambientales es el mismo que se utilizó para el proceso de elaboración.

Por lo tanto, se inició con la identificación del proceso de uso del shampoo tanto ecológico como convencional ya que en los dos tipos es el mismo procedimiento de aplicación y uso. Posterior a ello, se realizó una sola matriz de entradas y salidas con la identificación de aspectos para finalmente elaborar la matriz en donde abarcaron los criterios de evaluación con valores que oscilan entre 0,5 a 3, con esto se obtuvo la importancia que puede ser significativa o no significativa

### ***3.2.2 Evaluación de la Biodegradabilidad de los Tensoactivos del Agua a Partir de Bioensayos de los Dos Casos de Shampoo***

Los bioensayos se realizaron en el laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Para esto se tomaron en cuenta los tensoactivos aniónicos de los dos casos de shampoo para aplicar a los tratamientos en base a la metodología propuesta por Hach Company (2000) que se describe a continuación:

**3.2.2.1 Toma y Análisis de Muestras.** Se realizó la toma de muestras de agua potable ya que se lo usó como solvente de los tensoactivos, para ello antes de

tomar la muestra es necesario lavarse las manos, colocar guantes y cubrebocas para no contaminar la muestra, se abrió la llave de grifo y dejó abierta durante tres minutos con la finalidad de tomar agua más reciente del sistema de distribución, se cerró la llave y con la ayuda de una torunda de algodón impregnada de cloro (1 tapa diluida en 1 litro de agua) se limpió el orificio y se dejará nuevamente abierta durante 3 minutos. Pasado este tiempo, en un garrafón de tapa rosca se tomó 12 L de agua como muestra sin llenar completamente el recipiente.

A continuación, en cuatro frascos de vidrio de 500 ml con tapa rosca se colocó 300 ml de la solución de agua potable con shampoo convencional y el mismo procedimiento se realizó para el shampoo ecológico. Dichas muestras se midieron instantáneamente ya que según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (2007), menciona que el tiempo máximo para analizarlo es de 48 horas. Para lo cual se empleó en siguiente procedimiento:

- Se ingresó el número 710 de programa, que es el código para surfactantes aniónicos y giró el cuadrante de longitud de onda hasta que muestre 605 nm en la pantalla pequeña con la finalidad de ajustar la longitud de onda correcta.
- En una probeta de 500 ml, se llenó con la muestra hasta 300 ml , luego en una ampolla de decantación se vertió la muestra y agregó 10 ml de solución tampón de sulfato y posterior a ello se tapó y agitó durante cinco segundos.
- En la ampolla se agregó y agitó el contenido de una bolsa de reactivo de detergente. A continuación, se agregó 30 ml de benceno y en un soporte se colocó la ampolla de decantación.
- Comenzó la reacción durante 30 minutos. Luego de dicho periodo de tiempo se extrajo el tapón y drenó la capa inferior de agua, mientras que se drenó la capa superior de benceno y colocó en una celda para tomar la medición.

**3.2.2.2 Análisis para Medir la Biodegradabilidad de Tensoactivos.** Para conocer la degradación de los tensoactivos se analizó a través del tiempo, con ello fue posible saber cual de los dos casos en estudio se degrada en mayor o menor periodo de tiempo. Es así que se analizó un total de 36 muestras durante un mes, es decir 18 muestras para shampoo convencional y 18 para shampoo ecológico, cada día con 9 repeticiones. Las muestras previamente se envasaron y almacenaron en un ambiente de 4° C, mismas que fueron etiquetadas con número, fecha y tipo de muestreo.

Al momento de realizar la toma de datos se dejó las muestras a temperatura ambiente, el primer dato se tomó el día 1, es decir, las 4 primeras muestras. El segundo dato se tomó a 10 días después del primero, el tercero a los 20 días y el cuarto a los 30 días. El proceso fue el mismo y los datos se anotaron en un hoja de excel para evidenciar los cambios que han sufrido.

**3.2.2.3 Análisis de pH y oxígeno disuelto del agua.** Los parámetros fisicoquímicos a analizar fueron el pH y oxígeno disuelto ya que son parámetros puntuales. Para medir el oxígeno disuelto se lo realizó con la ayuda de un multiparámetro, aquello fue calibrado antes de iniciar la medición, además, fue necesario lavar los sensores con agua destilada previo a la toma de datos de cada una de las muestras. Con una barilla se agitó la muestra, sin formar espuma, luego se introdujo el multiparámetro y dejó durante 5 minutos, al finalizar se observó en la pantalla el dato exacto y se anotó para tener un registro (INEN, 2013).

Para medir el pH, antes de realizar la medición fue necesario lavar los electrodos del medidor de pH con agua destilada en una pipeta para calibrarlo, posteriormente se introdujo durante 30 s en la solución, este procedimiento se lo aplicó a los dos tipo de shampoo, cuando se obtenga el dato se anotará y procedió a realizarlo en las otras muestras. El primer dato se lo tomó antes de las 48 horas ya que es el tiempo máximo para analizar los tensoactivos (INEN, 2013).

**3.2.2.4 Aplicación de Diseño Experimental.** Luego de obtener los datos de las muestras en el periodo de tiempo indicado se pudo identificar que el tipo de degradación a analizar no es muestral, por lo tanto, para la realización del respectivo análisis estadístico se realizaron comparaciones dinámicas, debido a que se trata de datos que llegan a variar con el tiempo (Silva et al., 2005). Posteriormente, se desarrolló un modelo matemático en función al tiempo y frecuencia, a través de diferentes métodos heurísticos (Boscán y Klever, 2012) y con ayuda del software Matlab que proporciona resultados estadísticos comprensibles con respecto a cada variable analizada (<http://www.softwarecientifico.com/statgraphics/>).

### ***3.2.3 Elaboración de una propuesta para la mitigación de impactos ambientales causados por los tensoactivos***

Se aplicó el método FODA ya que es considerado un instrumento de planificación estratégica con la finalidad de presentar el panorama actual de la situación de la sustentabilidad de los tensoactivos de los dos productos en estudio. Consistió en identificar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, seguido de ello se asignó una puntuación en escala del 1 a 3, donde 3 corresponde al nivel de mayor actuación y 1 al de menor actuación (Ponce-Talancón, 2006).

A continuación, se aplicó una matriz de marco lógico para mostrar la propuesta con alternativas mediante una estructura analítica basada en el objetivo principal que será conocer los impactos de los tensoactivos para tener una base y partir con las posibles alternativas (Ortegón et al., 2015).

Además, luego de obtener los resultados del shampoo cuyos tensoactivos causan mayor impacto ambiental, mediante revisión bibliográfica se investigó a los tensoactivos que son considerados menos perjudiciales pero que tengan las mismas características y beneficios propios de un shampoo, es decir que tienen acción emulsionante, detergente y espumante. Se realizó un listado de dichos tensoactivos con sus beneficios y aplicaciones.

Finalmente, con los beneficios, alternativas y listado de tensoactivos amigables con el ambiente, se ejecutará una charla informativa mediante una plataforma virtual a las personas interesadas en el tema, específicamente a emprendedores que realizan shampoo de manera artesanal, con la finalidad de mostrar tensoactivos que causen menor impacto y puedan elaborar sus productos con dichas alternativas.

### 3.3 Materiales y equipos

Los materiales y equipos que se presentan a continuación se clasificaron en fase de campo, fase de laboratorio y fase de oficina (Tabla 2):

**Tabla 2**

*Materiales y métodos en fases de campo, laboratorio y oficina*

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Software</b>
<b>Fase de campo</b>		
Esfero	Cámara fotográfica	-ArcMap
Borrador	Grabadora de voz	-Matlab
Encuestas	-	-
Cuaderno	-	-
Carpeta	-	-
<b>Fase de laboratorio</b>		
Reactivos	Equipos para análisis de parámetros fisicoquímicos	
Guantes quirúrgicos	Cámara fotográfica	-
Mascarillas	Proyector	-
Shampoo convencional de 1000 ml	-	-
Shampoo ecológico de 1000ml	-	-
Libreta de apuntes	-	-
Alcohol antiséptico	-	-
<b>Fase de oficina</b>		
Libreta de apuntes	-Laptop	
Esferos	Impresora	Word
Borrador	Calculadora	Power point
Fotocopias	-	Matlab
-	-	ArcMap

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **4.1 Análisis del Impacto Ambiental que Causan los Tensoactivos del Shampoo Convencional y Shampoo Ecológico**

A continuación, se detallan los resultados obtenidos del análisis de impacto ambiental de los tensoactivos del shampoo convencional y shampoo ecológico.

*4.1.1 Análisis de los Conocimientos Sobre Tensoactivos en Establecimientos Dedicados al Cuidado del Cabello.* En la zona urbana del cantón Ibarra según el registro existente en el Servicio Nacional de Rentas Internas (SRI) sobre el registro de establecimientos para el cuidado del cabello, se encuentran registrados 38 centros, como son: salones de belleza y estéticas. En su mayoría están distribuidos en las zonas aledañas a la calle Simón Bolívar, debido a que, en estas zonas existe mayor concurrencia de locales dedicados al cuidado del cabello.

Cabe destacar que, dicha información no ha sido actualizada hasta julio del 2022 y debido a la pandemia del covid-19 suscitada a inicios del año 2020, la cantidad de centros de belleza disminuyeron por la falta de flujo comercial en dicha zona. Por tal motivo, el número de centros de belleza registrados puede variar con los que existen en la actualidad. Lo planteado por Azadbakht et al. (2018), la pandemia significó un cambio en la población pues afectó a los negocios locales, que significó el cierre de 2,7 millones de negocios en el mundo, especialmente de los pequeños emprendedores.

Es así como, en cuanto a los factores mencionados anteriormente y luego de aplicar la fórmula correspondiente para el cálculo del tamaño de la muestra, en el presente estudio se determinó que el tamaño de la muestra es de 38, esto sirvió para conocer la cantidad de encuestas que se deben realizar y aplicar. Por lo tanto, esto concuerda con los mencionados por Quispe et al. (2020) en su estudio de metodologías cuantitativas para conocer el tamaño de la muestra, en el cual menciona que, es

necesario tomar en cuenta todos los aspectos externos que puedan afectar al cálculo, con la finalidad de obtener un número real y elocuente. En este sentido, los establecimientos encuestados manifestaron utilizar shampoo líquido para el aseo del cabello de sus clientes, debido a la facilidad de aplicación y la preferencia de los consumidores.

Con respecto a la frecuencia del uso de shampoo para lavar el cabello, en la Tabla 3 se muestra que 31 establecimientos argumentaron utilizar shampoo *más de 20 veces por semana*, 4 establecimientos mencionaron utilizar *de 10 a 20 veces por semana*, mientras que 3 lo utilizan de *5 a 10 veces por semana*. La diferencia en el promedio de veces que se ocupa shampoo en los diferentes establecimientos, se encuentra influenciado por dos motivos: la ubicación del establecimiento y los costos del tratamiento, debido a que, según lo mencionado por Tenorio et al. (2021) tras las afectaciones económicas suscitadas en el país muchas personas redujeron sus presupuestos y se ajustaron a una nueva normalidad donde el frecuente uso de este tipo de servicios está descartado.

De igual forma en la Tabla 3 se puede observar que el shampoo *Recamier* (n = 18) es la marca de mayor consumo mencionado en los establecimientos encuestados, seguido por la marca *Alfaparf* (n = 9) y *René Chardón* (n = 3), por su parte, en cuanto a la utilización de alternativas ecológicas al shampoo convencional, se destacan las marcas *Ecoterra* (n = 5) y *Bio Terra* (n = 3) como aquellas de mejor resultado dentro del mercado ecológico de shampoo. Cabe destacar que, la marca de shampoo *Recamier* es de los más utilizados en la industria del cuidado capilar y según lo mencionado por (Echeverría, C.) estilista de COSMOPOLITAN peluquerías:

*“Los shampoo de la marca Recamier son libres de sales, sulfatos, parabenos y siliconas. Asimismo, no contienen formol, lo cual deja el cabello suave e hidratado (...) lo que llama más la atención del cliente es que estos tengan aceites naturales o extractos de frutas o plantas que ayudan a que el cabello se regenere gracias a las propiedades de estos”.*

Por ende, los estilistas encuestados recomiendan el uso de esta marca de shampoo a sus clientes tanto al momento de aplicarse un tratamiento en un salón de belleza como al uso diario.

**Tabla 3**

*Frecuencia de uso de las distintas marcas de shampoo*

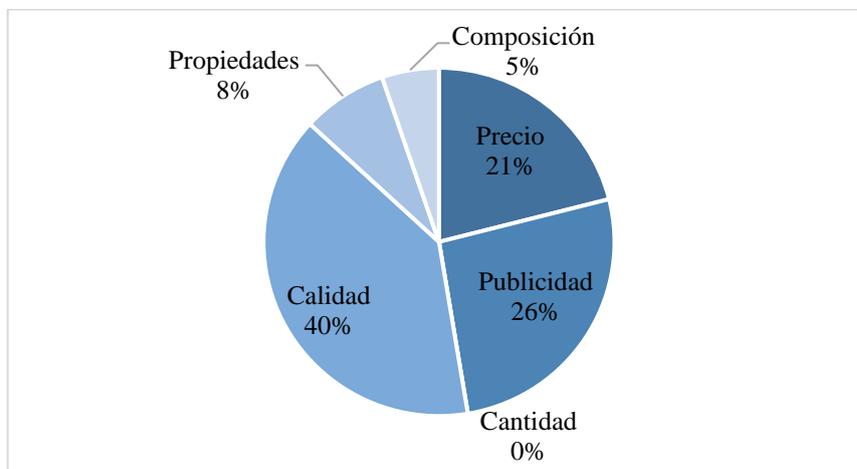
	Recamier	Alfaparf	Ecoterra	René Chardón	Bio Terra	(F)
De 1 a 5 veces por semana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
De 5 a 10 veces por semana	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	2,0
De 10 a 20 veces por semana	0,0	2,0	2,0	2,0	1,0	7,0
Mas de 20 veces por semana	18,0	6,0	3,0	1,0	1,0	29,0
<b>(F)</b>	<b>18,0</b>	<b>9,0</b>	<b>5,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>38,0</b>

*Nota.* Tabla de marcas de shampoo y la frecuencia en la que son empleados. Frecuencia (F)

En cuanto a los aspectos que se toman en cuenta al momento de comprar un shampoo el 40 % de los encuestados mencionó a la *calidad* como el factor de mayor importancia dentro del mercado de shampoo, ya que, al momento de brindar un servicio la satisfacción del cliente es la principal meta por conseguir. Por su parte el 26 % manifestó que, para realizar la compra del shampoo se dejan influenciar por la *publicidad* del producto, esto pues, aseguran que los clientes buscan usar los mismos productos que algún famoso de momento muestre en sus redes sociales (Figura 2).

**Figura 2**

*Aspectos para comprar el shampoo*

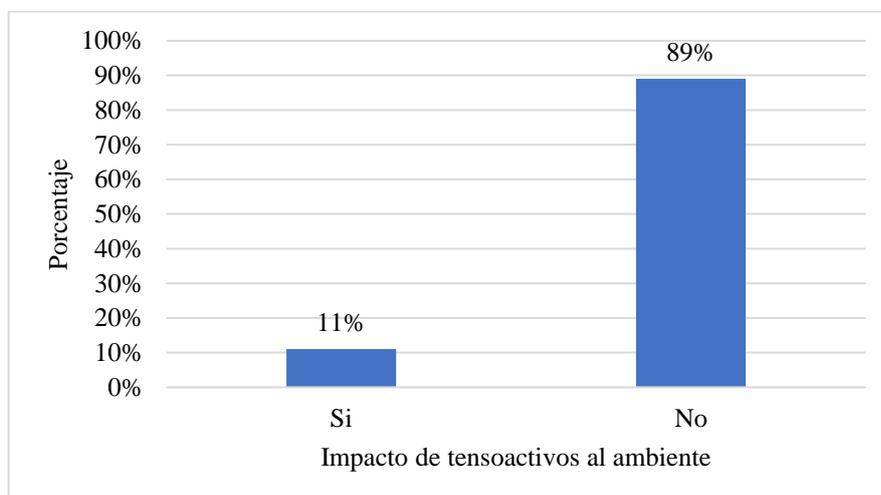


En lo que respecta a los conocimientos sobre la presencia de tensoactivos en el shampoo, en la Figura 3 se puede observar que el 89 % de los encuestados aluden al desconocimiento de la presencia de estos compuestos en el shampoo que utilizan, pues, según los informantes no se han visto en la necesidad de buscar información relacionada a los compuestos de los productos que utilizan, por otra parte, el 11 % de los mismos tienen una leve idea sobre los tensoactivos y su función.

Sin embargo, a pesar de lo anteriormente establecido el 66 % de los encuestados mencionaron que los tensoactivos son de importancia dentro del proceso de elaboración del shampoo y su acción sobre el cabello. Este cambio del flujo de información de acuerdo con lo mencionado por Doria (1993) se le atribuye a la teoría de la acción razonada, debido que, la presión autoinfligida del encuestado hacia dar respuestas que satisfagan la necesidad de información válida del encuestador influye al momento de responder la encuesta.

**Figura 3**

*Conocimientos sobre los tensoactivos y su importancia*

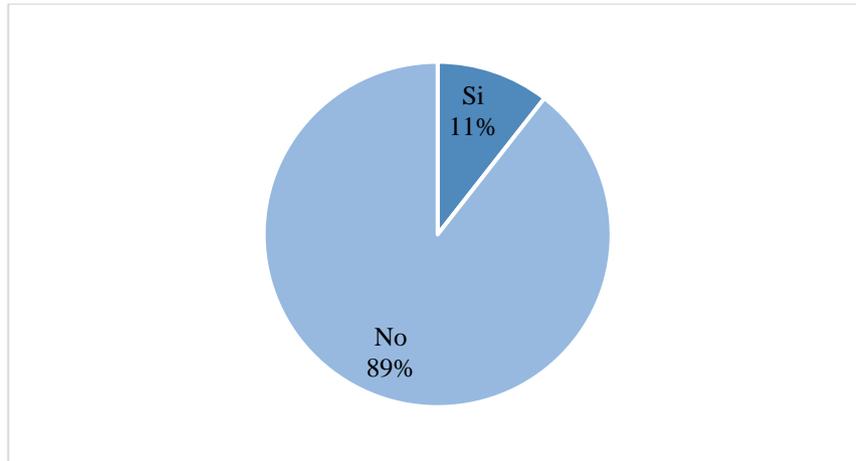


En lo que respecta sobre el conocimiento de los impactos negativos de los tensoactivos en el ambiente, según el 89 % de los encuestados estos son inofensivos y no causan impactos al ambiente. No obstante, en el estudio realizado por Ríos-Ruiz (2010) sobre el comportamiento ambiental de tensoactivos comerciales aniónicos y no iónicos establece que los tensoactivos encabezan los principales

contaminantes de aguas. Todo esto debido a que, posterior a su utilización estos son depositados directamente en aguas residuales, suelo e incluso en aguas superficiales y por consiguiente afecta a la vida acuática (Figura 4).

**Figura 4**

*Conocimientos sobre el impacto negativo de los tensoactivos en el ambiente*

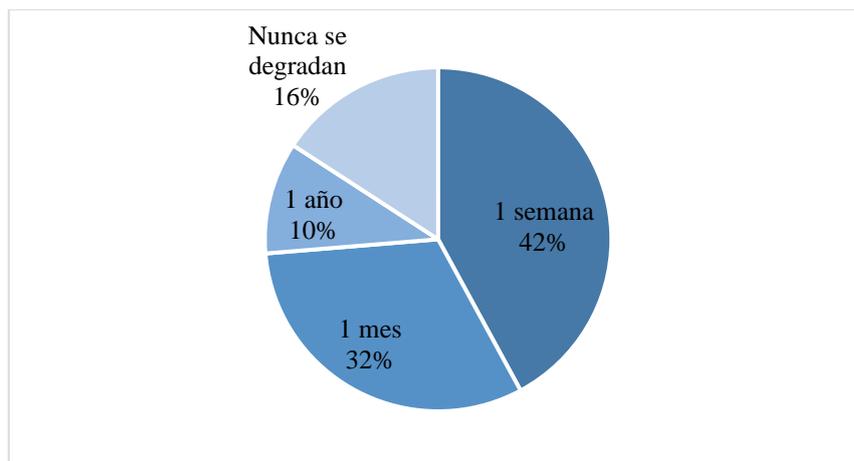


En lo referente al tiempo de degradación de los tensoactivos en el ambiente, en la Figura 5 se muestra que el 42 % de los encuestados mencionaron que estos compuestos tienen un tiempo de degradación de una semana. Por su parte, el 32 % estableció un periodo de tiempo de un mes, el 16 % de los mismos indican que estos compuestos nunca se degradan. Mientras que, un 10 % considera que el tiempo de degradación es de un año.

Sin embargo, según el estudio realizado por Brand (2019) que actualmente las plantas de tratamiento de aguas residuales no logran una completa o significativa eliminación de los tensoactivos. En este sentido, el estudio realizado por Lechuga (2005) en el cual realizó ensayos con diferentes tensoactivos no iónicos comerciales, donde obtuvo una reducción importante de la toxicidad posterior a los 10 días, cabe mencionar, que estos ensayos fueron realizados bajo condiciones controladas en laboratorio.

**Figura 5**

*Tiempo de degradación de los tensoactivos*

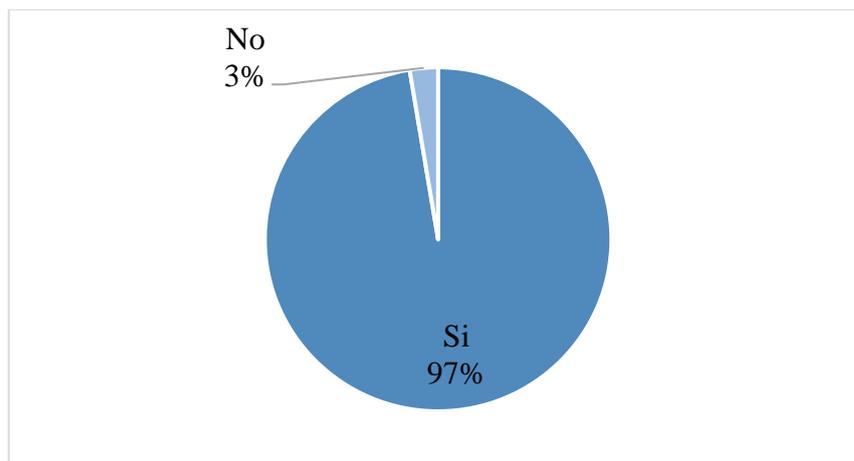


Para finalizar la encuesta se planteó una pregunta general enfocada en el interés de los encuestados sobre la utilización de shampoo ecológico en lugar de la marca comercial convencional, a lo cual el 97 % indicó estar interesada en su empleo o en saber más acerca de los beneficios de este tipo de productos (Figura 6). Este notable cambio en los consumidores según Apaza (2014), se debe a que durante los últimos años se han vuelto más conscientes de sus acciones en cuanto a sus hábitos de consumo frente a las repercusiones e impacto que llegan a generar frente a aspectos de tipo ambiental y social, razón por la cual, están más predispuestos a comportarse de manera sostenible.

Por el contrario, tan solo el 3 % mostró un nulo interés en estos productos, pues, aluden al hecho de que estos no cuentan con estudios que los respalden e incluso afirman que pueden causar menor o igual impacto sobre el ambiente y la salud como otras marcas comerciales.

**Figura 6**

*Interés sobre el uso de shampoo ecológico*



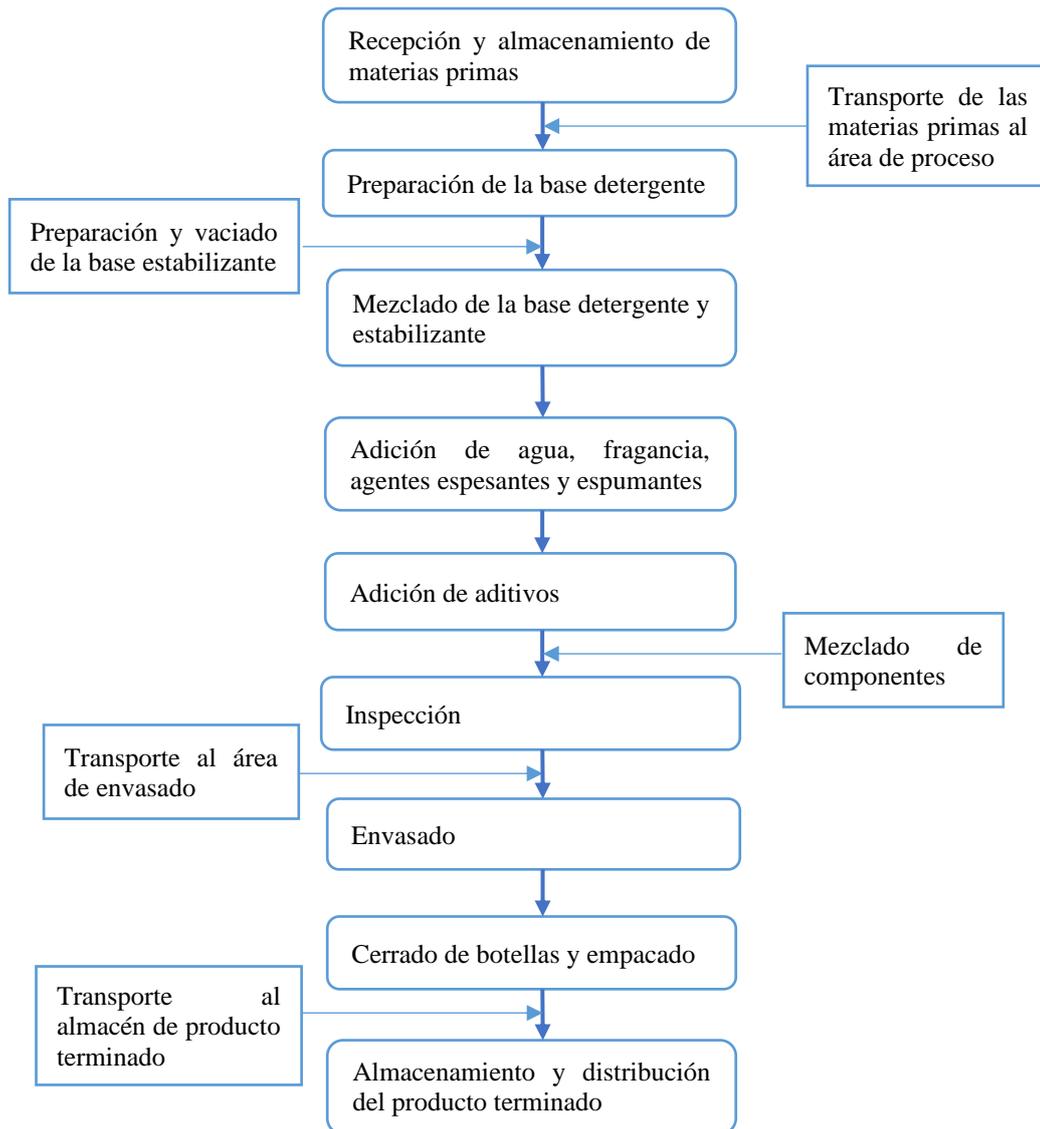
#### ***4.1.2 Evaluación de la Matriz de Impactos Ambientales Según la Norma ISO 14001***

Para la elaboración de la matriz de impactos se procedió a identificar los aspectos ambientales que forman parte del proceso de elaboración del shampoo y de su aplicación dentro de los salones de belleza.

**4.1.3.1 Impactos Ambientales Generados en la Elaboración del Shampoo.** Para la determinación de los impactos generados durante la elaboración del shampoo líquido se establecieron de forma general los procesos utilizados, los cuales se muestran desarrollados en la Figura 7.

#### **Figura 7**

*Diagrama de flujo del proceso de elaboración del shampoo*



***Impactos Ambientales Caso Shampoo Convencional.*** En cuanto al proceso de elaboración del caso del shampoo convencional se tomó como referencia la marca Recamier por ser la más utilizada según lo mencionado en la encuesta anteriormente aplicada, sin embargo, dado que las instalaciones donde se elabora este producto se encuentran en Colombia, el proceso descrito se lo realizó mediante la recopilación bibliográfica.

Posterior a ello se analizó las entradas y salidas correspondientes al proceso de elaboración del shampoo Recamier (Tabla 4), donde se puede observar que la principal salida correspondiente a los desechos tóxicos resultantes de la elaboración

del shampoo se considera de mayor interés y en cierto modo los desechos sólidos y la constante emisión de gases a la atmósfera durante el transporte del producto en sus diferentes etapas. Esto confirma a lo mencionado por Azizullah et al. (2018), que en su estudio determina que empresas dedicadas a la producción de shampoo a gran escala de marcas reconocidas tienden a distribuir a distintos lugares e incluso países, lo cual representa aproximadamente el 40% de contaminación por producción, especialmente por emisiones de gases.

**Tabla 4**

*Proceso de elaboración de shampoo Recamier*

ENTRADA	PROCESO	SALIDA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recepción y almacenamiento de materias primas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desechos sólidos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancias químicas</li> <li>• Energía eléctrica</li> <li>• Agua</li> <li>• Combustibles</li> <li>• Maquinaria</li> <li>• Materia prima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de shampoo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producto terminado</li> <li>• Ruido</li> <li>• Desechos sólidos</li> <li>• Emisiones de gases a la atmósfera</li> <li>• Desechos tóxicos</li> <li>• Vertido de aguas residuales</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía eléctrica</li> <li>• Combustibles</li> <li>• Materia prima (envases y cartón)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empacado y almacenamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desechos sólidos</li> <li>• Emisiones de gases a la atmósfera</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases a la atmósfera</li> </ul>

Tras establecer las actividades realizadas durante la elaboración del shampoo Recamier, se identificaron 28 aspectos ambientales y los respectivos impactos que generan, los cuales se procedió a analizar según lo establecido en la Norma ISO 14001. En consecuencia, se determinó ocho impactos de importancia significativa los cuales se vinculan principalmente con el proceso de elaboración y de acuerdo con el estudio realizado por Ishchenko et al. (2017) con base en el análisis de los ingredientes de shampoo se confirma la presencia de componentes que son potencialmente perjudiciales para el cuerpo humano y el medio ambiente. Especialmente cuando las plantas de tratamientos no se encuentran lo suficientemente equipadas como

para eliminar la presencia de componentes como los tensoactivos presentes en el shampoo (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Impactos ambientales significativos correspondientes a la elaboración del shampoo Recamier*

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>
Transporte de la materia prima al área de proceso	Emisiones de gases a la atmósfera	Disminución de la calidad del aire
Preparación de la base detergente de naturaleza jabonosa	Generación de desechos peligrosos	Contaminación de suelo y aire
	Emisión de sustancias químicas volátiles	Contaminación del aire
Preparación de la base de tensoactivos	Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural
	Generación de desechos peligrosos	Contaminación de suelo
Adición de agua	Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural
Transporte a puntos de venta	Consumo de combustibles	Contaminación del aire
	Generación de ruido	Riesgos para la salud humana

***Impactos Ambientales Caso Shampoo Ecológico.*** En este sentido, para establecer el proceso de elaboración, las entradas y salidas para el caso del shampoo ecológico, se consideró las recomendaciones mencionadas por los estilistas y se eligió a la marca de Ecoterra. En consecuencia, se realizó una visita a las instalaciones de la fábrica donde se produce este shampoo y se aplicó el correspondiente análisis establecido en la Tabla 6.

En este caso es evidente que las entradas y salidas tienen menor impacto perjudicial para la salud y el ambiente, esta situación podría estar relacionado con el hecho de que la empresa productora del shampoo ecológico Ecoterra es pequeña en comparación con la empresa del shampoo Recamier, por otra parte, también puede deberse a la sustentabilidad y viabilidad ecológica que maneja la marca en mención.

**Tabla 6**

*Proceso de elaboración de shampoo ecológico*

ENTRADA	PROCESO	SALIDA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Recepción y almacenamiento de materias primas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desechos sólidos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancias químicas</li> <li>• Agua</li> <li>• Maquinaria</li> <li>• Materia prima orgánica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Elaboración de shampoo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertido de aguas residuales</li> <li>• Desechos orgánicos</li> <li>• Ruido</li> <li>• Desechos sólidos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materia prima (envases y cartón)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Empacado y almacenamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desechos sólidos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Distribución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases a la atmósfera</li> </ul>

Para el análisis de los impactos del proceso de elaboración del shampoo ecológico Ecoterra se identificaron 15 aspectos ambientales y sus respectivos impactos. En concordancia con la Norma ISO 14001, se determinó que cinco de estos impactos presentan una importancia significativa, los cuales se vinculan con las actividades realizadas durante la elaboración del shampoo, en este sentido, es correcto afirmar que este procedimiento es el principal responsable de generar los impactos de mayor importancia.

Sin embargo, cabe considerar, que dentro del proceso de elaboración del shampoo ecológico según el análisis realizado en el estudio de Ishchenko et al. (2017) estos no incluyen sustancias obtenidas de manera sintética lo que lo hace más confiable al momento de utilizar, debido a que, causa mínimas afectaciones al ambiente y la salud (Tabla 7).

Pese a que es un shampoo considerado ecológico, el impacto principal es la contaminación del aire a nivel regional, debido a que los productos deben ser distribuidos en vehículos o embarcaciones hasta llegar a su destino final. Sánchez (2022) menciona que las buenas prácticas de manufactura y el uso consciente de productos menos agresivos con el ambiente no quiere decir que en las demás etapas tenga cero contaminaciones. Por lo cual es necesario encontrar alternativas, que hasta el momento han sido escasas, para controlar este desbalance.

**Tabla 7**

*Impactos ambientales significativos correspondientes a la elaboración del shampoo*

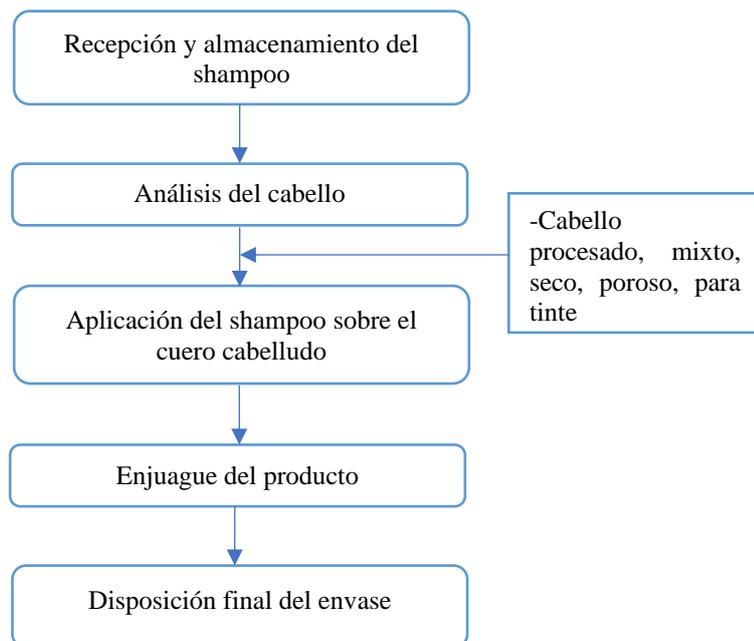
*Ecoterra*

<b>Actividad</b>	<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Ambiental</b>
Preparación de fase acuosa	Vertido de aguas residuales	Disminución de la biodiversidad
Solución buffer con citrato de sodio a 80°C	Emisión de sustancias químicas volátiles	Contaminación del aire
Mezcla de componentes tensoactivos (Betaína de coco, Cocoamidopropyl betaina, cocoglucoside)	Emisión de sustancias químicas volátiles	Riesgos para la salud humana
Etiquetado de envases	Generación de ruido	Riesgos para la salud humana
Transporte a puntos de venta	Consumo de combustibles	Contaminación del aire

**4.1.3.2 Impactos Ambientales del uso del Shampoo.** En cuanto a los impactos generados durante el uso y aplicación del shampoo líquido para ambos casos; se partió desde la identificación del procedimiento empleado dentro de los salones de belleza (Figura 8).

**Figura 8**

*Diagrama de flujo del uso del shampoo*



Es así como, en la Tabla 8, se detalla cada una de las actividades que se realizan durante el transcurso del lavado del cabello y se denotan las entradas y salidas correspondientes cada una de estas.

**Tabla 8**

*Proceso de aplicación del shampoo en los salones de belleza*

<b>Entrada</b>	<b>Proceso</b>	<b>Salida</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustibles</li> <li>• Energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recepción y almacenamiento del shampoo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de gases a la atmósfera</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua</li> <li>• Sustancias Químicas</li> <li>• Energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación y enjuague del shampoo sobre el cuero cabelludo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desechos sólidos</li> <li>• Aguas residuales</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envases vacíos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposición final del envase</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desechos sólidos</li> </ul>

Posteriormente, se identificaron 7 impactos ambientales de los cuales 5 presentan un grado de importancia significativo con respecto a las actividades relacionadas con el uso eficiente del agua. Según lo mencionado por García et al. (2019) dentro de los salones de belleza que realizan este tipo de servicio se estima el uso 360 litros promedio de agua por día. Todo esto después de su uso se convierte en aguas grises y termina por ser vertida al alcantarillado sin tratamiento previo.

El estudio realizado por Castillo-Cortés et al. (2012) menciona que, el volumen de agua residual generado por este sector es muy variable, debido a que no se realizan las mismas actividades todos los días. Éstas a su vez dependen en muchos casos de la temporada, resultando valores muy altos en comparación a otras actividades. Dichos valores a pesar de que contienen una carga alta de contaminantes, en nuestro país las aguas de desecho de las salas de belleza se consideran aguas ordinarias domésticas.

También, el contenido del producto si se toma en cuenta a gran escala puede ser considerado un factor de contaminación. Por lo que al momento de ser mezclado con el agua y desechado, al llegar a una planta de tratamiento no existe un control adecuado y tampoco se tiene información exacta de las cantidades de tensoactivos provenientes del shampoo. En la PTAR de la ciudad de Ibarra no existe una

técnica o infraestructura ideal para la remoción de tensoactivos, sin embargo, es conveniente mencionar la investigación realizada por Morillo-Semanate et al. (2019) quienes mencionan que para la remoción de tensoactivos y coliformes en aguas residuales domésticas se puede aplicar procesos fenton. Luego de dicho tratamiento las aguas resultantes cumplen con los parámetros planteados en la normativa ecuatoriana, sin embargo, esa investigación ha quedado únicamente como una propuesta de solución potencial.

Por otra parte, luego de que el agua que no ha sido tratada pasa a cuerpos de agua y ríos ocasionando eutrofización, especialmente en las épocas cálidas en donde se sobrecargan dichos productos, generando el acelerado crecimiento de algas, lentejas de agua y cianobacterias. Con ello, son descompuestas por bacterias aeróbicas, esto provoca el agotamiento del OD de la capa superior del agua, por lo tanto, mueren organismos acuáticos que consumen oxígeno. El cuerpo de agua tiene poca profundidad y bajo contenido de OD pero alta cantidad de nutrientes y materia orgánica (Fondo para la comunicación y la educación ambiental, 2007) (Tabla 9).

**Tabla 9**

*Impactos ambientales significativos correspondientes al uso del shampoo en los salones de belleza*

<b>Actividad</b>	<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Ambiental</b>
Aplicación del producto	Desechos peligrosos	Contaminación del agua
Enjuague del producto	Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural
	Vertido de aguas residuales	Riesgos para la salud humana Eutrofización
Descarte de envases en contenedores de basura	Generación de desechos sólidos	Contaminación del suelo

Así también, el consumo de agua y la generación de desechos sólidos especialmente los envases luego de ser usado el producto, son considerados aspectos importantes que desencadenan en impactos significativos al ambiente. Barreto et al. (2022) afirma que los envases de shampoo líquido que se generan de manera doméstica y a nivel de negocios no tienen un adecuado proceso de tratamiento, es más, en

muchos de los casos el envase queda intacto y debe ser desechado. Esto porque no existe la suficiente información sobre un proceso de reciclaje o reutilización de este.

Se determinó que en los 38 establecimientos se consume un aproximado de 614 litros de shampoo en el lapso de un mes, lo cual al mismo tiempo implica el desecho de aproximadamente 614 envases, debido a que compran el producto en presentaciones de 1L. Por ende, los encuestados manifestaron que deben tener variedades de shampoo dependiendo del tipo de tratamiento a realizar, siendo Recamier el más común para uso general. Del mismo modo, Anampa-Yrupailla et al. (2018) hace hincapié en la cantidad desmesurada de envases y productos que son vertidos y desechados, en su estudio se enfoca en Perú y la poca o nula normativa que regule este tipo de acciones. Esto tiene concordancia con Ecuador, que tiene una normativa muy general y no enfatiza en cuanto a temas puntuales.

Es posible evidenciar en la Figura 9 los valores más altos y bajos, el establecimiento con menor consumo es de 8 l de shampoo y 21 m<sup>3</sup> de agua, debido a que es un lugar pequeño con poca afluencia de clientes. Por otra parte, el valor más alto corresponde a 36 l de shampoo y 52 m<sup>3</sup> de consumo de agua, dichos valores son directamente proporcionales, ya que a mayor consumo de shampoo, mayor consumo de agua. Del mismo modo Robles y Chalini (2019) mencionan que el consumo de shampoo líquido en los establecimientos de belleza aumenta con la demanda clientes, al mismo tiempo es posible evidenciar que los demás productos como tintes, tratamientos y agua aumenta con dicha demanda.

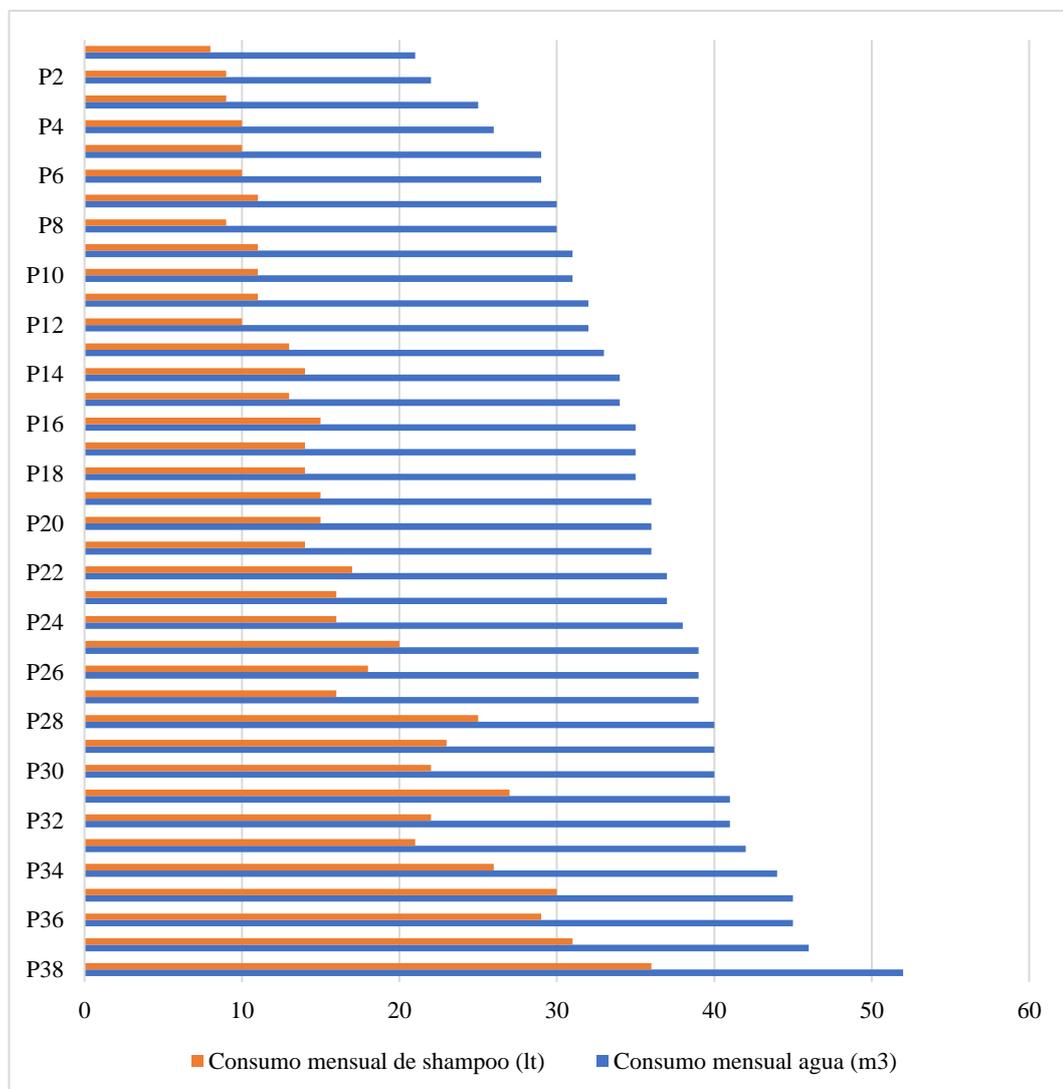
En este contexto, es posible evidenciar que el consumo de agua es alto, en el mayor de los casos sobrepasando los 50 m<sup>3</sup>. Sin embargo, según la normativa ecuatoriana si el rango de consumo es de 0 a 40 m<sup>3</sup> está en la categoría residencial, lo cual implica el pago mínimo, aunque pareciera que esto no afecta puede llegar a tener una cadena de consecuencias debido a que los dueños de establecimientos pagan un valor no significativo en su economía, por ende, incita al consumo desmesurado. Por otra parte, cuando el consumo es de 0 a 50 m<sup>3</sup> se considera comercial, esto implica un pago más elevado de acuerdo con su actividad. Al final de cuentas

desencadena en el alto consumo del recurso hídrico sin una retrospectiva previa del impacto ambiental que esto llega a provocar.

Cabe mencionar que en esta sección se tomó en cuenta el derecho de privacidad de datos y confidencialidad, de acuerdo con la Defensoría del Pueblo (2017), específicamente en la Resolución 063. En el cual los 38 encuestados estuvieron de acuerdo con proporcionar la información solicitada para la presente investigación, sin embargo, no es posible dar a conocer los nombres de los establecimientos.

### Figura 9

*Cantidad mensual de consumo de agua y shampoo en establecimientos encuestados*



## **4.2 Evaluación de la Biodegradabilidad de los Tensoactivos del Agua a Partir de Bioensayos de los Dos Casos de Shampoo**

Para la evaluación de la calidad del agua se analizaron los aspectos correspondientes a la materia activa y biodegradabilidad de los tensoactivos aniónicos presentes en los shampoo convencional y ecológico, para ello, se tomaron en cuenta las marcas Recamier y Ecoterra respectivamente como representante de cada caso. Mediante un estudio de laboratorio para determinar la biodegradabilidad se realizaron 9 repeticiones cuyas muestras de agua fueron tomadas por un periodo de un mes con diferencia de 10 días entre cada toma, es decir un total de 36 repeticiones para cada caso de shampoo y se obtuvieron los siguientes resultados de acuerdo con la metodología establecida.

### ***4.2.1 Análisis de la Materia Activa Aniónica***

El constante aumento de los niveles de contaminación ambiental es causado no solo por actividades industriales sino también, por aquellas actividades realizadas de forma periódica por cada persona desde su cotidianidad. Según Pedrazzani et al. (2012) este creciente aumento se debe al uso generalizado y descontrolado de productos espumantes para la limpieza y aseo personal de uso diario, en vista que, generan sustancias químicas contaminantes y degenerativas, las cuales resultan ser biorecalcitrantes, tóxicas y persistentes en el ambiente.

En la industria del aseo personal, la familia más utilizada de los tensoactivos son los de tipo aniónico y estos se encuentran principalmente en el shampoo (Gubitosa et al., 2019). Para una mejor comprensión de la cantidad de tensoactivos presentes en los dos casos de shampoo (convencional y ecológico) se analizó la materia activa aniónica que poseen ambos casos de shampoo, como se muestra en la Tabla 10.

Para el caso del shampoo convencional la marca Recamier presenta 10,46 % de tensoactivos aniónicos en su producto, de igual forma, el shampoo ecológico de la marca Ecoterra presenta 10,87 %. En consecuencia, de acuerdo con lo mencionado

en el estudio realizado por Schaidler et al. (2016) es correcto afirmar que el shampoo ecológico cumple con su cometido de presentar una menor carga para el ambiente. Es así como, los tensoactivos presentes corresponden a betaina de coco y coco dietanolamida componentes de origen no sintético y de presencia amigable con los sistemas acuíferos.

En el presente estudio se estableció los valores en porcentaje de presencia de la materia activa aniónica (tensoactivo) en el shampoo de los dos casos. Sin embargo, se toma como referencia al TULSMA (2017), el cual establece que el límite máximo permisible de tensoactivo para la descarga al sistema de alcantarillado es de 2,0 mg/l. Por otra parte, Valenzuela (2020) afirma que para el caso de la elaboración del shampoo y presencia de tensoactivos en el mismo, el porcentaje varía, por lo que recomienda en un 7 % a 11 % como valores mínimos para que conserven sus propiedades espumantes, detergentes y emulsionantes.

**Tabla 10**

*Materia activa aniónica presente en los dos casos de shampoo*

<b>Tipo de shampoo</b>	<b>Materia activa aniónica</b>
Convencional (Recamier)	10,46 %
Ecológico (Ecoterra)	10,87 %

#### **4.2.2 Análisis de pH y oxígeno disuelto**

El shampoo debe tener el pH balanceado similar al del cabello, es decir con un valor de aproximadamente 5,5 con la finalidad de no causar efectos negativos al mismo. Así también Capetta (2017) menciona que, es casi imposible encontrar exhibido el valor el pH en las etiquetas de los productos de uso personal como en caso del shampoo. Se debe principalmente a que, para las grandes empresas no es comercialmente factible mostrar un valor cuyo significado sea el perjuicio a la salud del cuero cabelludo de las personas que adquieren el producto (Patidar, 2018).

En esta investigación después de medir el pH se obtuvieron los valores de; 6,28 u pH para el shampoo ecológico y 7,4 u pH para el shampoo convencional (Tabla 11). Sin embargo, dicho valores fueron tomados en una solución de agua potable, lo cual asemeja el proceso que conlleva el uso del shampoo al momento del baño. De modo que corrobora lo mencionado por Biosakure (2018) que el shampoo al estar en contacto con el agua cuyo pH es de 7 considerado neutro, ésta mezcla cambia de valor, es decir aumenta.

Así también Fernández (2021) indica que, es difícil controlar esta variable sobretodo al momento que ingresa a una PTAR porque en ocasiones la disminución de un reactivo conlleva a la disminución del pH. No obstante, en la normativa ecuatoriana no existe un valor para tomar como referencia en cuanto a los límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

**Tabla 11**

*Valores de pH presentes en los dos tipos de shampoo*

<b>Tipo de shampoo</b>	<b>pH</b>
Convencional (Recamier)	7,4
Ecológico (Ecoterra)	6,28

Del mismo modo se ha tomado al oxígeno disuelto como un parámetro físico químico para medir la concentración de oxígeno en el agua con las muestras de los dos tipos de shampoo. Los compuestos tensoactivos presentes en el shampoo y que posteriormente pasan por una PTAR para luego ser vertidas en lagos o ríos como lo muestra Caballero-Arbizú (2021) provocan la disminución de solubilidad del OD. En este caso se ha obtenido 4,65 mg/l en el shampoo convencional y 6,76 mg/l en el caso del shampoo ecológico.

Sin embargo, en la normativa ecuatoriana TULSMA, específicamente en el libro VI, anexo I, indica que para este parámetro no debe ser menor al 60 % del oxígeno de saturación. Con relación a esto, el shampoo convencional presenta un valor mínimo al establecido en la norma, por lo cual tiene relación con lo que asume

Barrientos-Medina (2021) en donde la oxidación de la materia orgánica es mayor que el suministro de OD (Tabla 12).

**Tabla 12**

*Valores de oxígeno disuelto presentes en los dos tipos de shampoo*

<b>Tipo de shampoo</b>	<b>Oxígeno disuelto (mg/L)</b>
Convencional (Recamier)	4,68
Ecológico (Ecoterra)	6,76

#### ***4.2.3 Análisis de la Biodegradabilidad***

Para el análisis de la biodegradabilidad, en primer lugar, se procedió a identificar los tensoactivos presentes en los dos casos de shampoo, para posteriormente comparar la reducción de estos en un lapso de 30 días bajo condiciones controladas. Cabe mencionar que, de acuerdo con Ramírez (2019) si la reducción de tensoactivos en el ensayo presuntivo es igual o superior al 90 %, se considera que el material es adecuadamente biodegradable.

En este sentido, para el caso del shampoo convencional de la marca Recamier se identificaron los tensoactivos: Lauril Éter Sulfato De Sodio (Tensoactivo aniónico suave) y Cocamidopropilbetaína (Tensoactivo anfótero). Este tipo de tensoactivos conforme a los resultados obtenidos en laboratorio presentados en la Tabla 13, presentan una biodegradabilidad del 95,30 % que indica que la marca Recamier, para la formulación de sus productos utiliza compuestos que poseen una adecuada biodegradabilidad.

Sin embargo, en los estudios realizados por (Reinoso et al., 2017; Rocca y Rodríguez, 2007) manifiestan que, a pesar de que los tensoactivos lleguen a ser biodegradables, son nocivos para el ambiente y la salud debido a su bioacumulación y permanencia, sumado el hecho que actualmente las plantas de tratamiento de aguas residuales no logran una adecuada o completa eliminación de estos.

**Tabla 13***Biodegradabilidad de los Tensoactivos del shampoo convencional*

<b>SHAMPOO CONVENCIONAL (RECAMIER)</b>				
<b>Repeticiones</b>	<b>Día 1</b>	<b>Día 10</b>	<b>Día 20</b>	<b>Día 30</b>
<b>R1</b>	0,0	37,5	63,0	95,6
<b>R2</b>	0,0	37,8	62,0	95,8
<b>R3</b>	0,0	38,0	61,5	95,4
<b>R4</b>	0,0	38,5	62,2	94,5
<b>R5</b>	0,0	37,5	61,9	94,6
<b>R6</b>	0,0	37,6	61,0	96,1
<b>R7</b>	0,0	38,7	62,7	95,8
<b>R8</b>	0,0	37,4	62,3	95,6
<b>R9</b>	0,0	38,6	62,0	94,5
<b>Promedio (%)</b>	0,0	37,9	62,1	95,3

*Nota: Promedio representado en porcentaje.*

De la misma forma, para el caso del shampoo ecológico de la marca Ecoterra se identificaron los tensoactivos: Cocamidopropilbetaína (Tensoactivo anfótero) y cocodietanolamina (Amina), los cuales presentan una biodegradabilidad del 99,08 %. Como se puede observar en la Tabla 14 el shampoo ecológico ya había alcanzado una reducción de un 1 % desde el primer día, esto se relaciona con el hecho de que los tensoactivos presentes son derivados de los ácidos grasos del coco y estos al degradarse de manera acelerada reducirán el riesgo del rehúso del agua en las ciudades. Así, según lo expresado en el estudio realizado por Orduz y Pinto (2016), el efecto que produce cocodietanolamina es comparable con los tensoactivos utilizados comúnmente, e incluso afirma que los beneficios naturales y biodegradables de la amina pueden considerarse como una alternativa potencial para los tensoactivos sintéticos.

**Tabla 14***Biodegradabilidad de los tensoactivos del shampoo ecológico*

<b>SHAMPOO ECOLÓGICO (ECOTERRA)</b>				
<b>Repeticiones</b>	<b>Día 1</b>	<b>Día 10</b>	<b>Día 20</b>	<b>Día 30</b>
<b>R1</b>	0,7	45,0	74,0	99,0
<b>R2</b>	0,8	45,5	74,5	99,5
<b>R3</b>	1,1	45,5	75,0	98,9
<b>R4</b>	1,4	46,0	74,3	99,1
<b>R5</b>	1,2	45,0	74,1	99,6
<b>R6</b>	1,0	45,2	74,3	99,5
<b>R7</b>	0,9	45,7	74,5	99,0
<b>R8</b>	1,0	45,6	75,0	98,6
<b>R9</b>	1,0	45,9	75,1	98,5
<b>Promedio (%)</b>	1,0	45,5	74,5	99,1

*Nota: Promedio representado en porcentaje.*

Por medio del software Matlab fue posible llevar a cabo el siguiente análisis, en el cual se determinó que la comparación es por dinámica, por lo tanto, se procedió a realizar el modelo y los análisis en función del tiempo y la frecuencia.

En la Tabla 15 se muestran los análisis estadísticos de resumen para el shampoo convencional y shampoo ecológico, en ella se incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo y la curtosis estandarizados, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Valores fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar cualquier prueba estadística con referencia a la desviación estándar. En este caso, el valor del sesgo estandarizado se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes una distribución normal.

**Tabla 15**

*Resumen estadístico de datos mediante el software Matlab para el shampoo convencional y ecológico*

<b>Recuento</b>	10,00
<b>Promedio</b>	0,62
<b>Desviación Estándar</b>	0,02
<b>Coefficiente de Variación</b>	3,8%
<b>Mínimo</b>	0,58
<b>Máximo</b>	0,64
<b>Rango</b>	0,05
<b>Sesgo Estandarizado</b>	-0,88
<b>Curtosis Estandarizada</b>	-0,77

Las frecuencias presentadas en la Tabla 16 muestran el número de datos en cada intervalo para los dos casos, mientras que las frecuencias relativas muestran las proporciones en cada intervalo. En este caso la media es de 0,6 y la desviación estándar corresponde a 0,1. Como menciona Ross (2018) las frecuencias muestran el número de ocurrencias de cada valor, en este caso como se puede observar, existe frecuencias de hasta máximo 2.

**Tabla 16**

*Frecuencias de datos con software Matlab para shampoo convencional y ecológico*

<i>Clase</i>	<b>Límite Inferior</b>	<b>Límite Superior</b>	<b>Punto Medio</b>	<b>Frecuencia a</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>Frecuencia Acumulada a</b>	<b>Frecuencia Rel. Acum.</b>
	menor o igual	0,57		0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,57	0,58	0,57	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,57	0,59	0,58	2,0	0,2	2,0	0,2
3	0,58	0,59	0,59	0,0	0,0	2,0	0,2
4	0,59	0,60	0,60	1,0	0,1	3,0	0,3
5	0,60	0,61	0,60	1,0	0,1	4,0	0,4
6	0,61	0,62	0,61	0,0	0,0	4,0	0,4
7	0,62	0,63	0,62	0,0	0,0	4,0	0,4
8	0,63	0,63	0,63	2,0	0,2	6,0	0,6
9	0,63	0,64	0,64	4,0	0,4	10,0	1,0
10	0,64	0,65	0,65	0,0	0,0	10,0	1,0
	mayor de	0,75		0,0	0,0	10,0	1,0

Media = 0,6 Desviación Estándar = 0,02

En el caso de las pruebas de hipótesis para los dos tipos de shampoo tienen una media muestral de 0,6, mediana muestral de 0,6 y desviación estándar de la muestra correspondiente a 0,02. Tras aplicar la prueba t, la hipótesis nula tiene una media igual a 0, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula para alfa por un valor de 0,05.

La prueba-t evalúa la hipótesis de que la media del shampoo convencional y ecológico es igual a 0 versus la hipótesis alterna de que los dos tipos de shampoo no son igual a 0, debido a que el valor-P para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula con un 95 % de confianza. Sucede lo mismo en la prueba de signos y prueba de rangos, dichas pruebas son menos sensibles a la presencia de valores aberrantes, pero son un tanto menos potente que la prueba-t si todos los datos provienen de la misma distribución normal.

La prueba de chi-cuadrada evalúa la hipótesis nula de que la desviación estándar de los dos casos de shampoo es igual a 1,0 versus la hipótesis alterna de que la desviación estándar de los dos casos de shampoo es no igual a 1,0. Debido a que el valor-P para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula con un 95 % de confianza.

Así también, como se muestra en el Anexo 5, el rango de los datos se ha dividido en 7 intervalos, mismos que se etiquetan utilizando uno o más dígitos indicadores para los valores que caen dentro de ese intervalo. Con la finalidad de representar un histograma para los datos del cual uno puede recuperar, al menos, dos dígitos significativos de cada valor. En este caso los puntos alejados se muestran en la gráfica de caja y bigote. Con ello es posible corroborar lo mencionado por Flores y Flores (2018), mismos que mencionan que para que los resultados de un análisis resulten verídicos, es necesario tomar rangos largos y cortos de tiempo. Periodos largos para tener una proyección y periodos cortos para que los valores no varían significativamente.

### 4.3 Elaboración de una propuesta para la mitigación de impactos ambientales causados por los tensoactivos

En la Tabla 17 se evidencia la matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), elaborada con la finalidad de determinar las variables o elementos de mayor importancia para la elaboración de una propuesta donde se establezcan alternativas que remplacen a los tensoactivos.

**Tabla 17**

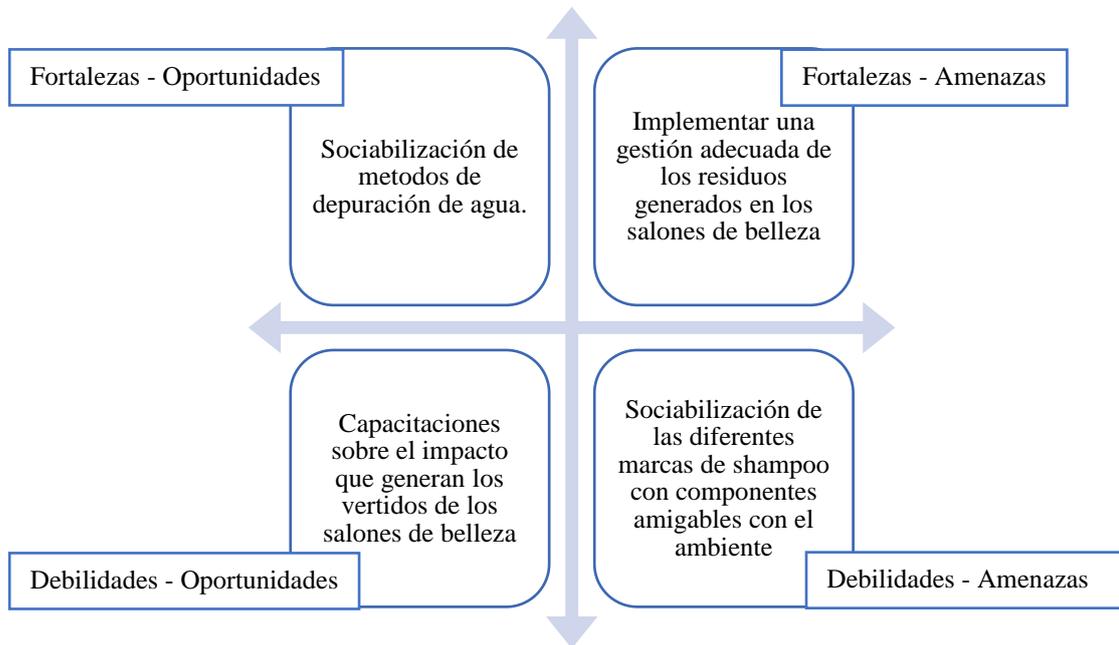
*Matriz FODA*

Fortalezas	Oportunidades
<p><b>F1:</b> Uso creciente de marcas de shampoo con tensoactivos biodegradables en salones de belleza.</p> <p><b>F2:</b> Cambio de conciencia sobre el cuidado ambiental.</p> <p><b>F3:</b> El mercado actual impulsa el reciclaje de casi todo.</p>	<p><b>O1:</b> Interés en utilizar marcas de shampoo compuestas por ingredientes procedentes de recursos renovables.</p> <p><b>O2:</b> Interés por parte de los salones para el tratamiento de aguas residuales.</p> <p><b>O3:</b> Existente legislación ambiental que controla y regula altas concentraciones de contaminantes en las aguas residuales.</p>
Debilidades	Amenazas
<p><b>D1:</b> Conocimiento bajo sobre los efectos de las sustancias químicas que componen el shampoo utilizado en salones de belleza.</p> <p><b>D2:</b> Uso excesivo del agua durante el proceso de lavado del cabello.</p> <p><b>D3:</b> No se toma en cuenta en la legislación a los tensoactivos y demás componentes del shampoo</p>	<p><b>A1:</b> Alto consumo de shampoo con tensoactivos perjudiciales para el ambiente.</p> <p><b>A2:</b> Ausencia de planes de gestión y monitoreo ambientales que aplique a los sitios de belleza.</p> <p><b>A4:</b> Las aguas de desecho de salones de belleza son consideradas como aguas domésticas y son descargadas directamente al alcantarillado público.</p>

En base al análisis realizado sobre los componentes de la matriz FODA se procedió a cruzar las variables y se establecieron propuestas de alternativas que reduzcan el impacto ambiental causado por los tensoactivos del shampoo comercial (Figura 10).

**Figura 10**

*Estrategias resultantes del cruce de variables de la matriz FODA*



#### ***4.3.1 Diseño de la Propuesta de Mitigación de los Impactos Generados de Productos Tensioactivos: Caso Shampoo Convencional y Shampoo Ecológico***

Para la elaboración de la propuesta se analizó las actividades más importantes que impulsen un cambio en la responsabilidad ambiental en base a las características sociales, económicas, legales y ambientales; en este sentido, posterior al cruce de variables resultantes del FODA se desarrolló la propuesta detallada a continuación.

**Línea estratégica.** La presente propuesta se encuentra direccionada a los diferentes actores clave establecidos dentro de la línea de uso del shampoo, con el objetivo de impulsar un cambio en el consumo tradicional de productos sintéticos por aquellos productos de origen natural y de menor impacto al ambiente; por esta razón, los programas establecidos a continuación pretenden brindar conocimientos sobre los beneficios del uso de productos ecológicos, gestión adecuada del agua y manejo responsable de los desechos. Mediante las cuales se pretende prevenir, reducir y disminuir afectaciones al ambiente a corto, mediano y largo plazo. Dentro de la propuesta, los programas establecidos son los siguientes:

- a. Programa de Capacitación Sobre el Impacto de los Vertidos Generados por Salones de Belleza.

**Ubicación:** Cantón Ibarra

**Justificación:** los servicios para el cuidado y belleza han tenido un leve incremento en los últimos años, como resultado, se registró un aumento de nuevos establecimientos de distintos tamaños, recursos y clientela; sin importar sus diferencias, los servicios que ofertan requieren el empleo de una gran cantidad de productos químicos, como el peróxido de hidrógeno, disolventes, tintes, shampoo, entre otros, que debido al mal manejo de aguas residuales terminan en la alcantarilla común; lo que conlleva a la generación de diversos impactos ambientales negativos mismos que son desconocidos por el personal dentro del salón y la ciudadanía en general (Castillo-Cortés et al., 2012).

Dentro de los efectos más importantes cabe mencionar contaminación de agua y alteraciones a la cadena trófica, así como el agotamiento recursos por el despilfarro de agua durante la realización de los servicios de estética (Ríos-Ruiz, 2014). En este sentido, la impartición de como disminuir los impactos generados por los vertidos procedentes de salones de belleza se considera como una medida primordial. Para el cumplimiento del presente programa se desarrollaron las actividades establecidas en la Tabla 18.

**Tabla 18**

*Matriz de actividades del programa de capacitación sobre el impacto de los vertidos generados por salones de belleza*

**Programa de Capacitación Sobre el Impacto de los Vertidos Generados por Salones de Belleza**

**Objetivo:** Sensibilizar sobre los impactos ambientales negativos que causan las aguas residuales provenientes de los salones de belleza tanto a trabajadores como a clientes.

**Meta:** Fomentar la responsabilidad socioambiental en los trabajadores, clientes y dueños de salones de belleza.

Actividades	Recursos	Alcance	Público objetivo	Medios de verificación	Indicadores
<ul style="list-style-type: none"> <li>° Campaña de socialización de la naturaleza de las actividades dentro del salón y el tipo de impacto ambiental que genera cada una.</li> <li>° Capacitaciones sobre los compuestos del shampoo, su función y cómo actúan luego de ser desechados al alcantarillado.</li> <li>° Campañas comunicativas sobre la normativa ambiental reguladora de las aguas residuales.</li> <li>° Coordinar mesas de diálogo entre trabajadores y dueños de salones de belleza y la autoridad ambiental reguladora de la calidad de agua para tratar temas de límites permisibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Diapositivas</li> <li>° Material didáctico</li> <li>° Medios de comunicación</li> <li>° Computadores</li> <li>° Ley orgánica de recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua.</li> <li>° Acuerdo Ministerial 061</li> </ul>	<p>Generar conciencia sobre los impactos ambientales negativos que generan los salones de belleza, la importancia del uso de productos amigables para el ambiente.</p>	<p>Salones de belleza del cantón Ibarra</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Listado de participantes</li> <li>° Fotografías</li> <li>° Documentos elaborados durante las actividades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Número de capacitaciones brindadas</li> <li>° Número de productores registrados</li> <li>° Disminución de los impactos en el ambiente</li> </ul>

**b. Programa de Gestión de Desechos Generados en Salones de Belleza.**

**Ubicación:** Cantón Ibarra

**Justificación:** Los establecimientos de estética tales como barberías, manicuristas, salas de belleza y afines, ofrecen servicios de embellecimiento e higiene corporal en los que se emplean productos cortopunzantes, biosanitarios, corrosivos, explosivos inflamables y tóxicos, en consecuencia, se les atribuye la clasificación de generadores de desechos peligrosos. Debido a que, por su naturaleza, estos desechos deben tener un manejo y tratamiento diferente a los desechos generados en el hogar, oficinas, cafeterías, entre otros; la mala disposición de estos desechos puede ocasionar daños al ambiente y a su vez a la salud de los seres vivos.

No obstante, dentro del cantón Ibarra pocos son los salones de belleza que gestionan de manera adecuada los desechos que generan. Cabe mencionar que, a pesar del esfuerzo de estos pocos, al final terminan en el vertedero a cielo abierto (Miranda et al., 2014). Por las razones anteriormente mencionadas es importante que estos establecimientos realicen un manejo ambientalmente responsable de los desechos que generan cumplan con la normativa legal vigente. Para el cumplimiento del presente programa se desarrollaron las actividades establecidas en la Tabla 19.

**Tabla 19**

*Matriz de actividades del programa de gestión de desechos generados en salones de belleza*

<b>Programa de Gestión de Desechos Generados en Salones de Belleza</b>					
<b>Objetivo:</b> Implementar medidas de gestión apropiadas para el manejo de los desechos sólidos generados en los salones de belleza					
<b>Meta:</b> Prevenir y controlar los efectos negativos de los desechos sólidos que puedan producir al ambiente por el manejo y disposición inadecuada.					
<b>Actividades</b>	<b>Recursos</b>	<b>Alcance</b>	<b>Público objetivo</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Indicadores</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>° Campaña de capacitación de los impactos generados en el ambiente y la salud por causa de los desechos sólidos provenientes de los salones.</li> <li>° Taller de divulgación del manejo y disposición de cada tipo de desecho: Implementación de bolsas o contenedores de colores específicos para estos establecimientos.</li> <li>° Educación ambiental sobre los distintos mecanismos de aprovechamiento de los desechos sólidos.</li> <li>° Taller de prevención de riesgos dirigido al personal de reciclaje en contenedores.</li> <li>° Campaña de difusión de implementos cosméticos elaborados con material reciclado en alternativa a los convencionales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Diapositivas</li> <li>° Material didáctico</li> <li>° Folletos</li> <li>° Computadores</li> <li>° Libreta</li> </ul>	<p>Generar un sistema de clasificación de desechos sólidos dentro de cada salón de belleza para la reducción de los impactos al ambiente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Salones de belleza del cantón Ibarra</li> <li>° Personal reciclador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Listado de participantes</li> <li>° Fotografías</li> <li>° Documentos elaborados durante las actividades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>° Número de capacitaciones brindadas</li> <li>° Número de salones de belleza capacitados</li> <li>° Número de recicladores capacitados.</li> </ul>

- c. Programa de Divulgación de los Métodos de Depuración de Aguas Residuales.

**Ubicación:** Cantón Ibarra

**Justificación:** El alto grado y velocidad de dispersión de los salones de belleza en áreas urbanas y rurales, comerciales y residenciales es un aspecto que determina la necesidad de evaluar y tratar las aguas residuales provenientes de estos, pues muchos de los productos que son empleados para la cosmética son de origen sintético y pueden llegar a ser potencialmente peligrosos para el ambiente, tal como los tensoactivos que son altamente valorados por su poder limpiador y espumante, es por ello que, se incluyen habitualmente en la composición de espumas limpiadoras, geles de ducha y shampoo (Ozuna, 2016).

Es por ello para la remoción total del producto después de su aplicación se requiere el uso de agua en grandes cantidades, misma que termina vertida en el alcantarillado debido a que las aguas residuales de estos salones son consideradas como aguas domésticas. Por consiguiente, es preciso implementar un mecanismo de depuración de agua para cada salón el cual tendrá la función de minimizar los niveles de sustancias contaminantes dentro del agua antes de ser vertida en el alcantarillado (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2020). Para el cumplimiento del presente programa se desarrollaron las actividades establecidas en la Tabla 20.

**Tabla 20**

*Matriz de actividades del programa de divulgación de los métodos de depuración de aguas residuales*

<b>Programa de Divulgación de los Métodos de Depuración de Aguas Residuales</b>					
<b>Objetivo:</b> Dar a conocer los distintos métodos de depuración de agua, su función e importancia en el cuidado del ambiente.					
<b>Meta:</b> Fortalecer el compromiso sobre el cuidado del ambiente en los salones de belleza mediante la aplicación de al menos un método de depuración.					
<b>Actividades</b>	<b>Recursos</b>	<b>Alcance</b>	<b>Público objetivo</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Indicadores</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Taller de sensibilización de los daños ambientales y a la salud que ocasiona el mal manejo de los químicos presentes en las aguas residuales de los salones.</li> <li>◦ Taller de divulgación de la tasa anual de consumo de agua perteneciente a los salones y la presión que ejercen sobre los recursos acuíferos del cantón.</li> <li>◦ Taller de concientización de los distintos procesos de depuración de aguas residuales: Procesos físicos, químicos y biológicos.</li> <li>◦ Campaña de sensibilización de los beneficios de la implementación de sistemas de depuración de aguas residuales y sistemas ahorradores de agua.</li> <li>◦ Taller de concientización de las ventajas del uso de productos ecológicos y biodegradables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Diapositivas</li> <li>◦ Material didáctico</li> <li>◦ Folletos</li> <li>◦ Computadores</li> <li>◦ Implementos de toma de muestras en campo</li> <li>◦ Libreta</li> </ul>	<p>Impulsar el cambio de uso de productos de origen químico por productos de origen natural y de menor impacto en el ambiente</p>	<p>Salones de belleza del cantón Ibarra</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Listado de participantes</li> <li>◦ Fotografías</li> <li>◦ Documentos elaborados durante las actividades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Número de capacitaciones brindadas</li> <li>◦ Número de salones de belleza capacitados</li> </ul>

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

Los dos tipos de shampoo poseen impactos significativos tanto en la elaboración como en el uso. En el caso de la elaboración, el shampoo convencional se considera un proceso industrializado y por lo tanto genera impactos como contaminación del agua, suelo, aire y riesgos para la salud humana. Por otra parte, el shampoo ecológico tiene un proceso que implica menor uso de maquinaria y personal, por ende, los impactos son a menor escala. Es así como, se evidenció ocho impactos significativos en el caso del shampoo convencional y cinco en el ecológico.

A partir del análisis estadístico realizado luego de la fase de laboratorio se evidenció que el shampoo ecológico y convencional se degradan, con valores de 95,3% y 99,08% respectivamente. Sin embargo, luego de realizar una proyección de un año, el shampoo ecológico tarda más tiempo y por ende sus componentes permanecen en el recurso hídrico, a diferencia del shampoo convencional que al inicio tiene degradación de 0 % para el día 1, pero con el pasar del tiempo llega a degradarse en un periodo menor al del ecológico.

En base a los objetivos planteados en esta investigación, los programas establecidos dentro de la propuesta brindaron conocimientos sobre los beneficios del uso de productos que causen menor impacto al ambiente, mediante las cuales se pretende prevenir, reducir y disminuir. Así también, se considera importante generar conciencia a la población sobre el buen uso y adecuado tratamiento de los desechos generados por establecimientos y hogares que cuyo uso de shampoo sea frecuente. A pesar de que, actualmente en la ciudad de Ibarra no cuente con la tecnología adecuada para el tratamiento de tensoactivos.

## **5.2 Recomendaciones**

Dar a conocer a la población acerca de la composición del shampoo, tanto convencional como ecológico, con la finalidad de incentivar a que sepan que tipos de productos son comúnmente utilizados en los centros de belleza y como estos trascienden en la naturaleza. Debido a que como ellos mencionaron, es más fácil dejarse llevar por la publicidad de la marca que por los beneficios para la salud o el ambiente.

En cuanto a la biodegradabilidad, se sugiere tener un seguimiento de al menos un año completo en fase de laboratorio con mediciones constantes y en condiciones adecuadas, esto garantizará que la curva de biodegradabilidad de los dos tipos de shampoo sea estable, el margen de error sea mínimo y se pueda realizar una comparación exhaustiva.

Incentivar a la población para el uso de shampoo con menor carga de tensoactivos, en este caso el shampoo ecológico, a pesar de que no tengan conocimiento o sea un tema de difícil comprensión, es necesario dar a conocer los beneficios que generan tanto para el uso como para el incremento de ventas dentro de su establecimiento.

## REFERENCIAS

- Alanis-García, M. A., y Gracia-Fadrique, J. (2018). Ecuación de estado superficial de Volmer líquidos simples y tensoactivos. *Educación Química*, 29(2), 36. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63704>
- Anampa-Yrupailla, D. S., Horna-León, I. J., Lara-Rodriguez, D. P., Morales-Gamarra, G. B., y Rojas Solis, L. (2018). Shampoo Nat-Reborn.
- Antúnez, A. (2017). La Inspección Ambiental, La Evaluación De Impacto Ambiental, La Autorización Ambiental y La Auditoría Ambiental. *Derecho Público Iberoamericano*, 10, 161–199. <https://revistas.udd.cl/index.php/RDPI/article/view/81/73>.
- Apaza, J. (2014). La Conciencia Ecológica En El Consumo De Productos En La Ciudad De Puno – Perú. *Revista Comuni@cción*, 5(2), 05-12. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2219-71682014000200001&lng=es&tylng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2219-71682014000200001&lng=es&tylng=es).
- Arellano, A., y Peña, D. (2020). Modelos de regresión lineal para predecir el consumo de agua potable. *Novasinerгия Revista Digital De Ciencia, Ingeniería Y Tecnología*, 3(1), 27–36. <https://doi.org/10.37135/ns.01.05.03>
- Azadbakht, M., Monadi, T., Esmaeili, Z., Chabra, A., y Tavakoli, N. (2018). Formulation and Evaluation of Licorice Shampoo in Comparison with Commercial Shampoo. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 10(4), 208–215. [https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS\\_243\\_17](https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS_243_17)
- Azizullah, A., Shakir, S. K., Shoaib, S., Bangash, H., Taimur, N., Murad, W., & Daud, M. K. (2018). Ecotoxicological evaluation of two anti-dandruff hair shampoos using Lemna minor. *Environmental monitoring and assessment*, 190(5), 1-11.
- Barrientos-Medina, R. C., Ceballos-Povedano, R., Cobos-Gasca, V. M., y Navarro-Alberto, J. A. (2021). Calidad Del Agua En Humedales Urbanos De Isla Mujeres, Quintana Roo, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(1). <https://doi.org/10.56369/tsaes.3648>
- Barreto-Lozano, R. M., Cabrera-Yi, A. D. y Chilingano-Vela, J. M. K. (2022). *Plan*

- para la elaboración de un shampoo sólido natural cero desechos* (Doctoral dissertation, Instituto Peruano de Administración de Empresas Ipaie).
- Bhadani, A., Kafle, A., Ogura, T., Akamatsu, M., Sakai, K., Sakai, H., y Abe, M. (2020). Current perspective of sustainable surfactants based on renewable building blocks. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 45, 124–135. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2020.01.002>
- BIOSAKURE. (2018). Guía para saber como te afecta el pH de los productos. Recuperado de: <https://www.biosakure.com/guia-para-saber-como-afecta-el-phde-los-productos/>
- Borja, J. (2021). Evaluación de la incidencia de variables analíticas en la determinación de la biodegradabilidad de tensoactivos aniónicos y no iónicos. *Los Libertadores Fundación Universitaria*. <http://hdl.handle.net/11371/4308>
- Boscán, M. y Klever, K. (2012). Metodología basada en el método heurístico de Polya para el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos. *Escenarios*, 10(2), 7-19. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4496526.pdf>
- Brand, D. (2019). *Efectos de los tensoactivos en el medio ambiente* [Archivo PDF]. Repositorio Institucional Universidad Santiago de Chile, 1–15. <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/623>
- Caballero-Arbizú, Y. S. (2021). Fluctuaciones del pH, alcalinidad, oxígeno disuelto y nutriente en Cayos Miskitos, municipio de Puerto Cabezas, Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN). *Revista Torreón Universitario*, 10(29), 154–165. <https://doi.org/10.5377/rtu.v10i29.12743>
- Cantarero, S. (2010). *Determinación de tensoactivos aniónicos en matrices ambientales. Comportamiento del jabón en una parcela agrícola* [Doctoral dissertation, Universidad de Granada]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=64033>
- Cappetta, M. E. (2017). Evaluación del pH de los champús vendidos en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y breve reseña. *Dermatología Argentina*, 23(01), 13–16. <https://www.dermatolarg.org.ar/index.php/dermatolarg/article/view/1579/893>

- Carvajal-Muñoz, J. S. (2011). Fotocatálisis heterogénea para el abatimiento de tensoactivos aniónicos en aguas residuales. *Producción+ Limpia*, 6(2), 92-107. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552011000200009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552011000200009)
- Castillo-Cortés, M., Coto-Campos, J. y Herrera-Níñez, J. (2012). Liquid Wastes: the case of beauty parlors. *Uniciencia*, 26(1-2), 23-27. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/3859>
- Conesa-Fernandez, V. (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. *Na, No 4*. Ediciones Mundi-Prensa. <http://www.sinab.unal.edu.co/?q=node/46>
- Constitución de la República del Ecuador. (2018). Registro oficial 449. Obtenido de Ministerio del Ambiente y Agua: <https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/09/Constitucion-de-la-Republica-delEcuador.pdf>
- Cornwell, P. A. (2018). A review of shampoo surfactant technology: consumer benefits, raw materials and recent developments. *International Journal of Cosmetic Science*, 40(1), 16–30. <https://doi.org/10.1111/ics.12439>
- Das, S., Mitra, K., y Mandal, M. (2016). Sample size calculation: Basic principles. *Indian journal of anaesthesia*, 60(9), 652–656. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.190621>
- Defensoría del Pueblo (2017). *Resolucion\_063-2017/Defensoria Del Pueblo*. [https://www.dpe.gob.ec/lotaip/2017/pdfseptiembre/JURIDICO/a3/RESOLUCION\\_063-2017.pdf](https://www.dpe.gob.ec/lotaip/2017/pdfseptiembre/JURIDICO/a3/RESOLUCION_063-2017.pdf)
- De La Mora-Orozco, C., Saucedo-Terán, R. A., González-Acuña, I. J., Gómez-Rosales, S., y Flores-López, H. E. (2020). Efecto de la temperatura del agua sobre la constante de velocidad de reacción de los contaminantes en un humedal construido para el tratamiento de aguas residuales porcícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11, 1–17. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11s2.4681>
- Díaz-García, S., y González-Pérez, J. (2022). La importancia de la temperatura del

agua en las redes de abastecimiento. *Ingeniería Del Agua*, 26(2), 107–123.  
<https://doi.org/10.4995/ia.2022.17366>

Dirección de planificación y desarrollo territorial. (2020). Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Del Cantón Ibarra. *GADMU Ibarra*, 99.  
[https://www.academia.edu/27357890/PLAN\\_DE\\_DESARROLLO\\_Y\\_ORDENAMIENTO\\_TERRITORIAL\\_DEL\\_CANTÓN\\_CUENCA](https://www.academia.edu/27357890/PLAN_DE_DESARROLLO_Y_ORDENAMIENTO_TERRITORIAL_DEL_CANTÓN_CUENCA)

Doria, S. (1993). Teoría de la acción razonada: una aplicación a la problemática de la internación geriátrica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 25(2), 205-223. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80525205>

European Committee of Organic Surfactants and their Intermediates. (2017). *Surfactants and sustainability*. <https://www.cesio.eu/index.php/about-surfactants/contribution-to-surfactants-and-sustainability>

Fait, M. E., y Morcelle, S. R. (2017). Estrategias ecoamigables para el desarrollo de tensioactivos multifuncionales derivados de aminoácidos con aplicaciones farmacéuticas y cosméticas. *Revista Farmacéutica*, 158(2), 45–67.  
<http://www.anfyb.com.ar/info/revistas/2016/5-Fait-f.pdf>

Fernández, R. (2021). *Implementación de un sistema automatizado para mejorar el proceso de control del PH en la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa Lepsa S.A.C.* [Tesis de grado Universidad tecnológica del Perú].

Flores, J., y Flores, R. (2018). La Enseñanza del Diagrama de Caja y Bigotes para Mejorar su Interpretación: The Teaching of Box and Whiskers Plot to Improve their Interpretation. *Revista Bases de la Ciencia*, 3(1), 69-75.

Flores-Tapia, C. E., y Flores-Cevallos, K. L. (2021). Pruebas Para Comprobar La Normalidad De Datos En Procesos Productivos : Anderson- Darling , Ryan- Joiner , Shapiro-Wilk Y Kolmogórov-Smirnov Tests To Verify the Normality of Data in Production Processes : Anderson- Darling , Ryan-Joiner , Shapiro-Wilk and. *Societas*, 23(2), 83–97.  
<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/341/3412237018/index.html>

Fondo para la comunicación y la educación ambiental (2007). Contaminación del agua por detergentes (eutrofización).

<https://agua.org.mx/biblioteca/contaminacion-del-agua-por-detergentes-eutrofizacion/>

García, S. L., Arguello, A., Parra, R., y Pincay-Pilay, M. (2019). Factores que influyen en el pH del agua mediante la aplicación de modelos de regresión lineal. *INNOVA Research Journal*, 4(2), 59–71. <https://doi.org/10.33890/innova.v4.n2.2019.909>

Grijalva-Endara, A. De las M., Jiménez-Heinert, M. E., y Ponce-Solórzano, H. X. (2020). Contaminación del agua y aire por agentes químicos. *Recimundo*, 4(4), 79–93. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.79-93](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.79-93)

Gubitosa, J., Rizzi, V., Fini, P., y Cosma, P. (2019). Hair care cosmetics: From traditional shampoo to solid clay and herbal shampoo, a review. *Cosmetics*, 6(1), 13.

Guillén de Romero, J., Calle-García, J., Gavidia-Pacheco, A. M., y Vélez-Santana, A. G. (2020). Desarrollo sostenible: Desde la mirada de preservación del medio ambiente colombiano. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVI(4), 293-307.

HACH COMPANY. (2000). Manual de análisis de agua. *Cell*, 3(970), 220. <https://www.hach.com/asset-get.download.jsa?id=7639984469>

Hauben, M. (2018). A visual aid for teaching the Mann–Whitney U formula. *Teaching Statistics*, 40(2), 60-63.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2007). Tensoactivos Aniónicos En Agua – Método Saam. *Tensoactivos Aniónicos En Agua – Método Saam*, 1–9. <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Tensoactivos+en+agua%2C+método+SAAM..pdf/d0859c8f-b5c4-4125-98eb-f157a72cf830>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/555093/DiagnosticoBasicoGestionIntegralResiduosF.pdf.pdf>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). *Fascículo Provincial Imbabura*

[Archivo PDF]. [ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/imbabura.pdf](http://ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/imbabura.pdf)

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1203: 2013 [Instituto Ecuatoriano de Normalización]. Primera revisión AGUA. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) junio de 2013.

Ishchenko, V., Llori, J., y Ramos, C. (2017). Determinación del impacto ambiental de los componentes de champús sobre las algas *Chlorella* por el método de bioindicación. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 8(6), 37–46. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-06-03>

Ivailova, I., Solís, J. J., Bes-Pia, A., y Aguado, D. (2020). Evaluación del coeficiente de transferencia de oxígeno en procesos de fangos activados para optimizar la aireación. *Ingeniería Del Agua*, 24(3), 183. <https://doi.org/10.4995/ia.2020.12877>

Jiménez-Islas, D., Medina-Moreno, S. A., y Gracida-Rodriäguez, J. N. (2010). Propiedades, aplicaciones y producción de biotensoactivos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 26(1), 65–84. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992010000100006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992010000100006)

Lalama-Franco, R., y Bravo-Lalama, A. (2019). Latin America and the sustainable development goals: Analysis of its viability. *Revista de Ciencias Sociales*, 25(1), 12–24. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28065583001>

Lechuga, M. (2005). *Biodegradación y Toxicidad de Tensioactivos Comerciales* [Tesis Doctoral, Universidad de Granada]. [https://www.researchgate.net/publication/46589477\\_Biodegradacion\\_y\\_toxicidad\\_de\\_tensioactivos\\_comerciales](https://www.researchgate.net/publication/46589477_Biodegradacion_y_toxicidad_de_tensioactivos_comerciales)

Martín-viaña, N. D. P., y Cervera, M. F. (2019). Balance hidrófilo-lipófilo de la quitosana derivada de quitina de langosta ( *Panulirus argus* ) empleando tensioactivos no iónicos Hydrophilic- lipophilic balance of chitosan derived from lobster chitin ( *Panulirusargus* ) using non-ionic surfactants. *Revista Cubana de Farmacia*, 52, 1–13.

<https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubfar/rcf-2019/rcf194b.pdf>

- Martínez-Orjuela, M. R., Mendoza-Coronado, J. Y., Medrano-Solís, B. E., Gómez-Torres, L. M., y Zafra-Mejía, C. A. (2020). Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal. *Revista UIS Ingenierías*, 19(1), 15–24. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n1-2020001>
- Miranda, J., Pérez, A., Bandera, Y. (2014). Análisis de la Gestión y Administración de los Residuos Cosméticos en CD. Valles, San Luis Potosí, México. *Tlatemoani: revista académica de investigación*, 16, 62-85. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7345923>
- Moldes, A. B., Rodríguez-López, L., Rincón-Fontán, M., López-Prieto, A., Vecino, X., y Cruz, J. M. (2021). Synthetic and bio-derived surfactants versus microbial biosurfactants in the cosmetic industry: An overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(5), 1–23. <https://doi.org/10.3390/ijms22052371>
- Monroe, J., Barry, M., DeStefano, A., Aydogan-Gokturk, P., Jiao, S., Robinson-Brown, D., Webber, T., Crumlin, E. J., Han, S., y Scott-Shell, M. (2020). Water Structure and Properties at Hydrophilic and Hydrophobic Surfaces. *Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering*, 11, 523–557. <https://doi.org/10.1146/annurev-chembioeng-120919-114657>
- Morillo-Semanate, L. D., Naranjo-Tovar, D. A., Pérez, J., Villacis-Oñate, W. E., Vargas-Jentsch, P., y Muñoz-Bisesti, F. (2019). Reduction of surfactants and coliforms in domestic wastewater by fenton processes. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(4), 931–943. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.04.12>
- Navarro-Mejía, J. M., Vidales-Olivo, A., Chávez-Santillán, V., Ramírez-Avila, A. C., y Saúl, C. M. (2003). Elaboración de un Shampoo a Base de Plantas Naturales. *Conciencia Tecnológica*, 21, 44–47. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94402108>
- Nguyen, T. M. H., Bräunig, J., Thompson, K., Thompson, J., Kabiri, S., Navarro,

- D. A., Kookana, R. S., Grimison, C., Barnes, C. M., Higgins, C. P., McLaughlin, M. J., y Mueller, J. F. (2020). Influences of Chemical Properties, Soil Properties, and Solution pH on Soil-Water Partitioning Coefficients of Per- And Polyfluoroalkyl Substances (PFASs). *Environmental Science and Technology*, 54(24), 15883–15892. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c05705>
- Nicho-Chavez, M. C., y Peña-Cervantes, H. R. (2019). Uso del shampoo de Saqta como alternativa de disminución de surfactantes químicos en aguas grises– Villa el Salvador, 2019.
- Orduz, K. y Pinto, L. (2016). *Formulación de una Guía Sectorial para el Manejo de los Residuos Líquidos Industriales Generados en el Laboratorio Ambiental Antek S.A.S* [Tesis de Postgrado, Universidad Libre de Colombia] <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/10409>
- Ortegón, E., Pacheco, J., y Prieto, A. (2015). *Adm Proy U2-2- Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. [www.cepal.org/es/suscripciones](http://www.cepal.org/es/suscripciones)
- Oti, E. U., Olusola, M. O., y Esemokumo, P. A. (2021). Statistical Analysis of the Median Test and the Mann-Whitney U Test. *International Journal of Advanced Academic Research*, 7(9), 44–51.
- Ozuna, G. (2016). *Sustentabilidad en el cuidado y belleza de uñas* [Tesis de Maestría, Universidad de Sonora]. <http://hdl.handle.net/20.500.12984/235>
- Patidar, D. K. (2018). Polyherbal Anti-dandruff Shampoo: Basic Concept, Benefits, and Challenges. *Asian Journal of Pharmaceutics (AJP)*, 12(03). <https://doi.org/10.22377/ajp.v12i03.2619>
- Pedrazzani, R., Ceretti, E., Zerbini, I., Casale, R., Gozio, E., Bertanza, G. y Feretti, D. (2012). Biodegradability, toxicity and mutagenicity of detergents: Integrated experimental evaluations. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 84, 274-281. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2012.07.023>
- Pelea, L. P. (2018). ¿ Cómo proceder ante el incumplimiento de las premisas de los métodos paramétricos? o¿ cómo trabajar con variables biológicas no normales?. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 39, 1-12.

- Perevochtchikova, M. (2013). Gestión y Política Pública. *Gestión y Política Pública*, 22(2), 283–312.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttextpid=S1405-10792013000200001%0Ahttp://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v22n2/v22n2a1.pdf](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttextpid=S1405-10792013000200001%0Ahttp://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v22n2/v22n2a1.pdf)
- Ponce-Talancón, H. (2006). La matriz FODA : una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales. *Contribuciones a La Economía*, 1-16.  
<http://www.eumed.net/ce/>.
- Quispe, A. M., Pinto, D. F., Huamán, M. R., Bueno, G. M., y Valle-Campos, A. (2020). Metodologías cuantitativas: Cálculo del tamaño de muestra con STATA y R. *Revista Del Cuerpo Médico Del HNAAA*, 13(1), 78–83.  
<https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2020.131.627>
- Rai, S. y Dasani, S. (2014). The Science of Shampoo: Herbal vs. Synthetic. *Revista SRUJAN*, 3(1), 49-55. [https://kccollege.edu.in/wp-content/uploads/2021/08/2013-14\\_Srujan\\_V-3\\_Is-1.pdf#page=54](https://kccollege.edu.in/wp-content/uploads/2021/08/2013-14_Srujan_V-3_Is-1.pdf#page=54)
- Ramírez, S. (2019). *Síntesis, Purificación y Evaluación de Surfactantes derivados de biomasa* [Tesis de Grado, Centro de Investigación de Química Aplicada].  
<https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/599/1/CE%20EQA%20-%20Saira%20Ramirez%20Martinez%2030%20ago%202109.pdf>
- Ramírez-Ríos, A., y Polack-Peña, A. M. (2020). Estadística inferencial. Elección de una prueba estadística no paramétrica en investigación científica.
- Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. (2019). Registro Oficial suplemento 507. Ministerio del Ambiente y Agua:  
<http://bch.cbd.int/database/attachment/?id=19823>
- Reinoso, J. del C. C., Serrano, C. Y. D., y Orellana, D. F. C. (2017). Emerging contaminants and its impact on the health. *Revista de La Facultad de Ciencias Médicas de La Universidad de Cuenca*, 35(2), 55–59.  
<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/medicina/article/view/1723>
- Ribes-Iñesta, E., Mayoral, A., Arenas, S., y Hernández, V. (2018). Effect of local density of water delivery on response frequency in a temporal schedule. *Acta*

*Comportamentalia*, 26(3), 271–283.

Ríos-Ruiz, F. (2010). *Comportamiento ambiental de tensioactivos comerciales aniónicos y no iónicos* [Tesis de Maestría, Universidad de Granada]. [https://www.researchgate.net/publication/50369190\\_Comportamiento\\_ambiental\\_de\\_tensioactivos\\_comerciales\\_anionicos\\_y\\_no\\_ionicos](https://www.researchgate.net/publication/50369190_Comportamiento_ambiental_de_tensioactivos_comerciales_anionicos_y_no_ionicos)

Ríos-Ruiz, F. (2014). *Comportamiento ambiental de tensioactivos comerciales : biodegradabilidad, toxicidad y ozonización = Environmental impact of commercial surfactans : biodegradability, toxicity and ozonation* Tesis Doctoral, Universidad de Granada]. <http://hdl.handle.net/10481/42048>

Robles Madrigal, P., y Chalini Herrera, J. D. (2019). Tecnología De Elaboración De Jabón Líquido (Shampoo) a Nivel Laboratorio. *Humanidades, Tecnología y Ciencia, Del Instituto Politécnico Nacional* , 1–6. [https://revistaelectronica-ipn.org/ResourcesFiles/Contenido/22/TECNOLOGIA\\_22\\_000823.pdf](https://revistaelectronica-ipn.org/ResourcesFiles/Contenido/22/TECNOLOGIA_22_000823.pdf)

Rocca, L y Rodríguez, E. (2007). La insostenibilidad del desarrollo urbano: El caso de Santa Marta – Colombia. *Clío América*, 1(1), 64-100. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5114815.pdf>

Roldán, A. (2020). *Estudio del tratamiento del agua de calderas de un buque de pasaje* [Tesis de Grado, Universidad de La Laguna]. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/20227>

Romero, A. (2022). *Evaluación de nuevos tensioactivos antimicrobianos derivados del aminoácido arginina* [Tesis de Maestría, Universidad de Barcelona]. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/280246/1/TFM%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20nuevos%20tensioactivos%20antimicrobianos%20derivados%20del%20aminacido%20arginina.pdf>

Ross, S. M. (2018). *Introducción a la estadística*. Reverté.

Salamanca, A., y Estepa, M. (2019). *Diagnóstico de un laboratorio de tratamiento de agua potable según lineamientos de la NTC ISO / IEC 17025 : 2017 , caso de estudio : Empumelgar E . S . P.* [Trabajo de Grado, Universidad de la Salle]. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2166&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2166&context=ing_ambiental_sanitaria)

- Sanchez, A. D. O., Alonso, G., Firmino G. L., Je, H. C., & Jesuino Eira, L. T. (2022). A viabilidade da produção de shampoos e condicionadores sólidos como impulsionadores do consumo consciente.
- Schaider, L., Ackerman, J. y Rudel, R. (2016). Septic systems as sources of organic wastewater compounds in domestic drinking water wells in a shallow sand and gravel aquifer. *Science of the Total Environment*, 547, 470-481.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2021). Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 [Archivo PDF]. [https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/Plan-de-Creaci%C3%B3n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado\\_compressed.pdf](https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/Plan-de-Creaci%C3%B3n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado_compressed.pdf)
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Agentes Tensoactivos Champu Requisitos*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/851.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Agentes Surfactantes. Determinación Del pH*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/820-1R.pdf>
- Silva, J., Carsí, J. A. y Ramos, I. (2005). *Análisis Teórico-Experimental de Criterios de Comparación de Esquemas Conceptuales Orientados a Objeto* [Archivo PDF]. <https://www.scielo.org.mx/pdf/cys/v9n1/v9n1a3.pdf>
- Solano, B. C., Chavarría, M. G., Jiménez, A. M., y Ulloa, A. R. (1982). Niveles de agentes tensoactivos aniónicos en las aguas de la cuenca del Virilla-Grande de Tárcos, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 5(3), 3-8. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7425022.pdf>
- Tenorio, M., Veintimilla, D. y Reyes, M. (2021). La Crisis Económica Del Covid-19 En El Ecuador: Implicaciones Y Proyectivas Para La Salud Mental Y La Seguridad. *Investigación Y Desarrollo I+D*, 13, 88-105. <https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/dide/article/download/1008/935/>
- Tigre, L. V. (2017). *Identificación de aspectos ambientales y evaluación de impactos ambientales en la facultad de ciencias químicas de la universidad*

de Cuenca [Tesis de grado, Universidad de Cuenca].  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/16>

Trujillo-Cayado, L. A., Alfaro, M. C. y Muñoz, J. (2017). Producción de emulsiones submicrónicas formuladas con dos biodisolventes y tres tensioactivos ecológicos diferentes. *Journal of Chemical Engineering Theoretical and Applied Chemistry*, 74(578).  
<https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/326412>.

Tufaner, F. (2020). Evaluation of COD and color removals of effluents from UASB reactor treating olive oil mill wastewater by Fenton process. *Separation Science and Technology (Philadelphia)*, 55(18), 3455–3466.  
<https://doi.org/10.1080/01496395.2019.1682611>

TULSMA. *Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-Mar.-2003*, 3399, 1–578.

Valenzuela, C. (2020). Materia activa del surfactante o tensoactivo (ASM). *Consultora farmacéutica y cosmética natural*.  
<https://www.claravalenzuela.com/blogs/cosmetica-natural/materia-activa-del-surfactante-o-tensoactivo-asm>

Vargas, J. D., Arregocés, I. C., Solano, A. D., y Peña, K. K. (2021). Aprendizaje basado en proyectos soportado en un diseño tecno-pedagógico para la enseñanza de la estadística descriptiva. *Formación universitaria*, 14(6), 77-86.

Villegas-Viloria, M., Cadavid, L., y Awad, G. (2018). Methodology For Environmental Impact Assessment. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 28(2), 121-156. <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v28n2/0124-8170-cein-28-02-121.pdf>

Villena-Chávez, J. A. (2018). Water quality and sustainable development. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 304–308.  
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>

Yan, Z., Han, W., Peñuelas, J., Sardans, J., Elser, J. J., Du, E., Reich, P. B., y Fang, J. (2016). Phosphorus accumulates faster than nitrogen globally in freshwater ecosystems under anthropogenic impacts. *Ecology Letters*, 19(10), 1237–1246. <https://doi.org/10.1111/ele.12658>

De Zubeldia, M., Gallipoli, E., Muñoz, Aaron., Gómez, M. y Pereira, J. (2017).  
*Effects of mixed anionic and nonionic surfactants on their interfacial  
properties. Ingeniería UC, 24(2), 137-147.*  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70753474002>

# **ANEXOS**

**Anexo 1. Modelo de encuesta**

**“ENCUESTA SOBRE LA “EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE TENSOACTIVOS: CASO SHAMPOO CONVENCIONAL Y SHAMPOO ECOLÓGICO”**

**Instrucciones:**

La siguiente encuesta tiene el objetivo de conocer la marca de shampoo que aplica a sus clientes y los aspectos positivos y negativos que causan los tensoactivos al ambiente. Le pedimos conteste lo que solicita cada pregunta marcando con una (X). Agradecemos que su respuesta sea honesta a la hora de llenar el cuestionario.

1. ¿Usa shampoo para lavar el cabello a sus clientes?

SI

NO

2. En promedio, ¿cuántas veces usa shampoo para lavar el cabello?

De 1 a 5 veces por semana

De 5 a 10 veces por semana

De 10 a 20 veces por semana

Mas de 20 veces por semana

3. ¿Cuál es la marca de shampoo que recomienda para el lavado de cabello a sus clientes?

---

—

4. ¿Qué aspectos toma en cuenta al momento de comprar un shampoo?

Precio

Publicidad

Cantidad

Calidad

Propiedades

Composición

5. ¿Sabe usted si el shampoo con el que lava frecuentemente el cabello contiene tensoactivos?

SI

NO

6. ¿Cree que los tensoactivos son compuestos importantes en la elaboración del shampoo?

SI

NO

7. ¿Cree usted que los tensoactivos generan impactos negativos al ambiente?

SI

NO

8. ¿Cuál cree que es el tiempo de degradación de los tensoactivos del shampoo que usa frecuentemente?

1 semana

1 mes

1 año

Nunca se degradan

Otro \_\_\_\_\_

9. ¿Le interesa usar un shampoo ecológico que tenga ingredientes amigables con su cabello y el ambiente?

SI

NO

¿Por qué? \_\_\_\_\_

**Anexo 2.** Matriz de aspectos e impactos según la norma ISO 14001 para el shampoo convencional Recamier

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL SHAMPOO CONVENCIONAL RECAMIER													
	Fecha:			Elaborado por:				Revisado por:					
	Nº	PROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTOS	IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN						Ra	IMPORTANCIA
Gc						Ns	F	P	Pe	E	S		
1	Recepción y almacenamiento de materias primas	Transporte de la materia prima al área de proceso	Emisiones de gases a la atmósfera	Disminución de la calidad del aire	3	2	2,5	2,5	2	2	2	5,0	SIGNIFICATIVO
		Acopio de cajas con materia prima	Generación de residuos sólidos	Contaminación de suelo	1	1	3	1,7	1	1	1	1,7	NO SIGNIFICATIVO
2	Elaboración de shampoo	Preparación de la base detergente de naturaleza jabonosa	Generación de residuos peligrosos	Contaminación de suelo y aire	2	3	3	2,7	2	1	2	4,0	SIGNIFICATIVO
		Preparación de la base de tensoactivos (lauril sulfato sódico,	Emisión de sustancias químicas volátiles	Contaminación del aire	2	3	3	2,7	2	1	2	4,0	SIGNIFICATIVO
			Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural	2	3	3	2,7	2	1	2	5,3	SIGNIFICATIVO
			Generación de residuos peligrosos	Contaminación de suelo	2	3	3	2,7	2	1	2	4,0	SIGNIFICATIVO
		Vaciado de la base estabilizante en la marmita con la base detergente	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento del recurso natural	1	1	3	1,7	1	1	1	1,7	NO SIGNIFICATIVO
		Mezclado de la base detergente y estabilizante	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento del recurso natural	1	1	3	1,7	1	1	1	1,7	NO SIGNIFICATIVO
		Adición de agua	Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural	3	1	3	2,3	1	2	3	7,0	SIGNIFICATIVO
		Agregado de fragancia	Emisión de sustancias químicas volátiles	Disminución de la calidad del aire	3	1	3	2,3	1	1	1	2,3	NO SIGNIFICATIVO
		Adición de ácido cítrico	Generación de residuos peligrosos	Contaminación de suelo	1	2	3	2	1	1	1	2,0	NO SIGNIFICATIVO
			Emisión de sustancias químicas volátiles	Contaminación del aire	3	2	3	2,7	1	1	1	2,7	NO SIGNIFICATIVO
Agregado de agente espesante	Generación de residuos peligrosos	Contaminación de suelo y aire	3	2	3	2,7	1	1	1	2,7	NO SIGNIFICATIVO		

		Adición de agente conservante	Emisión de sustancias químicas volátiles	Contaminación del aire	2	2	3	2,3	1	1	1	2,3	NO SIGNIFICATIVO	
			Generación de residuos peligrosos	Contaminación de suelo	1	2	3	2	1	1	1	2,0	NO SIGNIFICATIVO	
3	Empacado y almacenamiento	Transporte del producto al área de envase	Generación de ruido	Riesgos para la salud humana	3	1	3	2,3	1	1	1	2,3	NO SIGNIFICATIVO	
			Consumo de combustibles	Contaminación del aire	3	2	3	2,7	1	1	1	2,7	NO SIGNIFICATIVO	
		Envasado	Generación de ruido	Riesgos para la salud humana	3	2	3	2,7	0,5	1	1	1	2,0	NO SIGNIFICATIVO
			Consumo de energía eléctrica	Agotamiento del recurso natural	3	1	3	2,3	1	1	1	1	2,3	NO SIGNIFICATIVO
		Cerrado de botellas	Generación de ruido	Riesgos para la salud humana	3	1	3	2,3	1	1	1	1	2,3	NO SIGNIFICATIVO
			Consumo de energía eléctrica	Agotamiento del recurso natural	3	1	3	2,3	1	1	1	1	2,3	NO SIGNIFICATIVO
		Etiquetado	Generación de ruido	Riesgos para la salud humana	3	1	3	2,3	1	1	1	1	2,3	NO SIGNIFICATIVO
			Consumo de energía eléctrica	Agotamiento del recurso natural	3	1	3	2,3	1	1	1	1	2,3	NO SIGNIFICATIVO
		Empacado del producto en cajas de cartón	Generación de residuos sólidos	Sobrecarga de relleno sanitario	2	1	3	2	0,5	1	1	1	1,5	NO SIGNIFICATIVO
		Transporte al área de almacenamiento del producto terminado	Generación de ruido	Riesgos para la salud humana	3	1	3	2,3	1	1	1	1	2,3	NO SIGNIFICATIVO
Consumo de combustibles	Contaminación del aire		3	1	3	2,3	1	1	1	1	2,3	NO SIGNIFICATIVO		
4	Distribución	Transporte a puntos de venta	Consumo de combustibles	Contaminación del aire	3	2	3	2,7	2	3	3	6,7	SIGNIFICATIVO	
			Generación de ruido	Riesgos para la salud humana	3	1	3	2,3	2	3	3	5,8	SIGNIFICATIVO	

**Anexo 3.** Matriz de aspectos e impactos según la norma ISO 14001 para el shampoo ecológico Ecoterra

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL SHAMPOO ECOLÓGICO ECOTERRA														
	Fecha:		Elaborado por:					Revisado por:						
			Pamela Pupiales											
	N°	PROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTOS	IMPACTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN						Ra	IMPORTANCIA	
Gc						Ns	F	P	Pe	E	S			
1	Recepción y almacenamiento de materias primas	Transporte de la materia prima al área de proceso	Emisiones de gases a la atmósfera	Disminución de la calidad del aire	1	1	2,5	1,5	1	2	1,5	2,25	NO SIGNIFICATIVO	
		Acopio de cajas con materia prima	Generación de residuos urbanos	Contaminación de suelo	1	1	2,5	1,5	0,5	2	1,25	1,88	NO SIGNIFICATIVO	
2	Elaboración de shampoo	Preparación de fase acuosa	Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural	2	1	2,5	1,8	1	2	1,5	2,75	NO SIGNIFICATIVO	
			Vertido de aguas residuales	Disminución de la biodiversidad	2	1	2,5	1,8	2	2	2	3,67	SIGNIFICATIVO	
		Preparación de fase aceitosa	Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural	1	1	2,5	1,5	1	2	1,5	2,25	NO SIGNIFICATIVO	
		Solución buffer con citrato de sodio a 80°C	Emisión de sustancias químicas volátiles	Contaminación del aire	2	2	2,5	2,2	1	2	1,5	3,25	SIGNIFICATIVO	
		Mezcla de componentes tensoactivos (Betaína de coco, Cocoamidopropyl betaina, cocoglucoside)	Emisión de sustancias químicas volátiles	Contaminación del aire	2	1	2,5	1,8	1	1	1	1,83	NO SIGNIFICATIVO	
				Riesgos para la salud humana	2	1	3	2	2	1	1,5	3	SIGNIFICATIVO	
			Generación de residuos inertes	Contaminación de suelo	1	2	3	2	1	1	1	2	NO SIGNIFICATIVO	
Adición de aditivos (extracto de árbol de té) y conservante	Generación de olores	Riesgos para la salud humana	2	1	3	2	1	1	1	2	NO SIGNIFICATIVO			
3	Empacado y almacenamiento	Envasado en envases y tapa de plástico	Generación de residuos urbanos	Contaminación de suelo	2	1	2,5	1,8	0,5	1	0,75	1,38	NO SIGNIFICATIVO	
			Etiquetado de envases	Generación de residuos urbanos	Contaminación de suelo	2	1	2,5	1,8	1	1	1	1,83	NO SIGNIFICATIVO
				Generación de ruido	Riesgos para la salud humana	2	1	3	2	2	1	1,5	3	SIGNIFICATIVO
		Empacado en cajas de cartón	Generación de residuos urbanos	Contaminación de suelo	1	1	2,5	1,5	0,5	1	0,75	1,13	NO SIGNIFICATIVO	
4	Distribución	Transporte a puntos de venta	Consumo de combustibles	Contaminación del aire	3	2	2,5	2,5	1	2	1,5	3,75	SIGNIFICATIVO	
			Generación de ruido	Riesgos para la salud humana	1	1	2,5	1,5	1	2	1,5	2,25	NO SIGNIFICATIVO	

**Anexo 4. Consumo mensual de agua y shampoo en establecimientos encuestados**

<b>Establecimientos</b>	<b>Consumo mensual de shampoo (lt)</b>	<b>Consumo mensual agua (m3)</b>	<b>Consumo mensual agua (lt)</b>
P1	8	21	21000
P2	9	25	25000
P3	9	22	22000
P4	9	30	30000
P5	10	29	29000
P6	10	29	29000
P7	10	32	32000
P8	10	26	26000
P9	11	31	31000
P10	11	30	30000
P11	11	31	31000
P12	11	32	32000
P13	13	33	33000
P14	13	34	34000
P15	14	35	35000
P16	14	34	34000
P17	14	36	36000
P18	14	35	35000
P19	15	36	36000
P20	15	35	35000
P21	15	36	36000
P22	16	37	37000
P23	16	39	39000
P24	16	38	38000
P25	17	37	37000
P26	18	39	39000
P27	20	39	39000
P28	21	42	42000
P29	22	41	41000
P30	22	40	40000
P31	23	40	40000
P32	25	40	40000
P33	26	44	44000
P34	27	41	41000
P35	29	45	45000
P36	30	45	45000
P37	31	46	46000
P38	36	52	52000

## Anexo 5. Gráficos de análisis estadístico

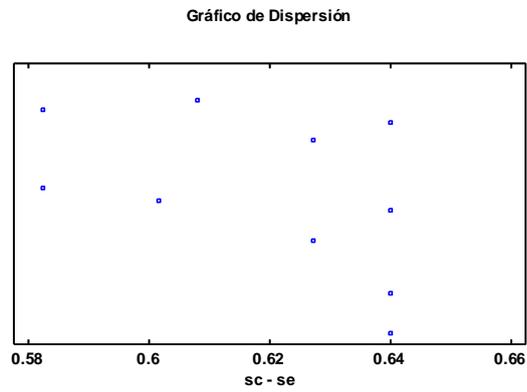


Gráfico 1. Dispersión de sc y se

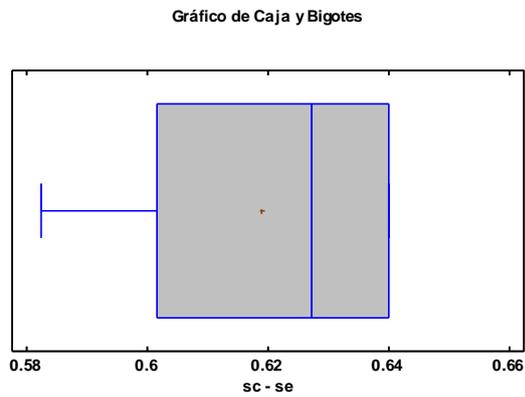


Gráfico 2. Caja y bigotes de datos de sc y se

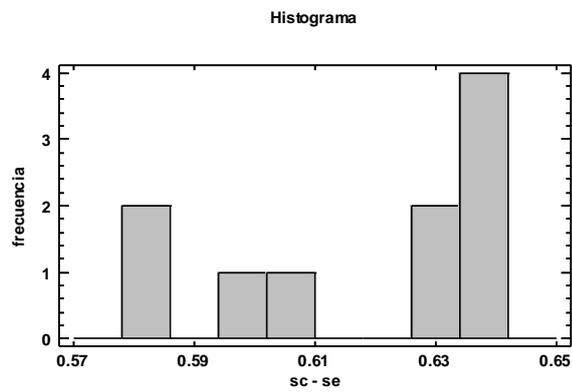
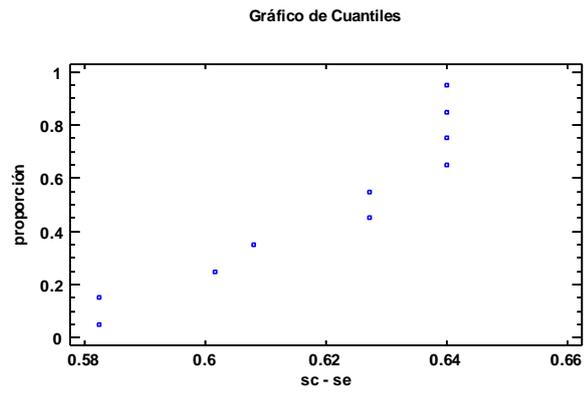
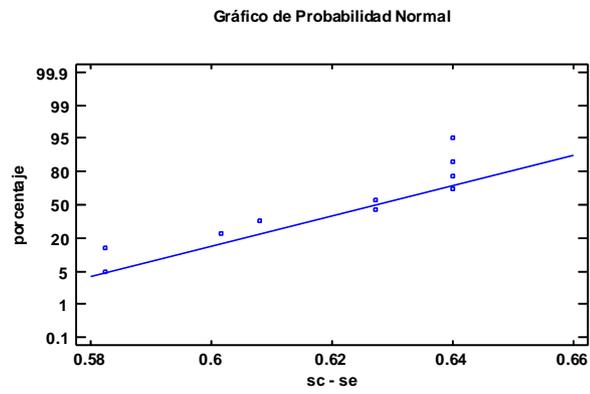


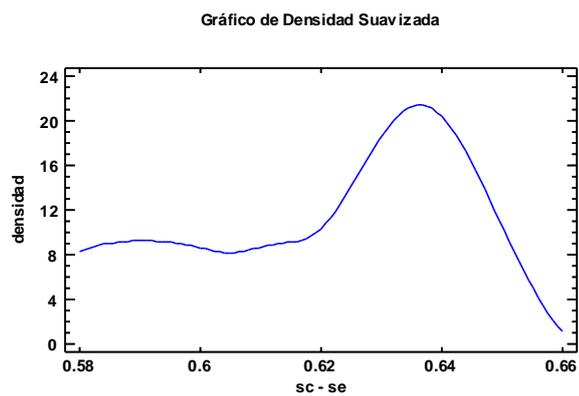
Gráfico 3. Histograma de frecuencia de sc y se



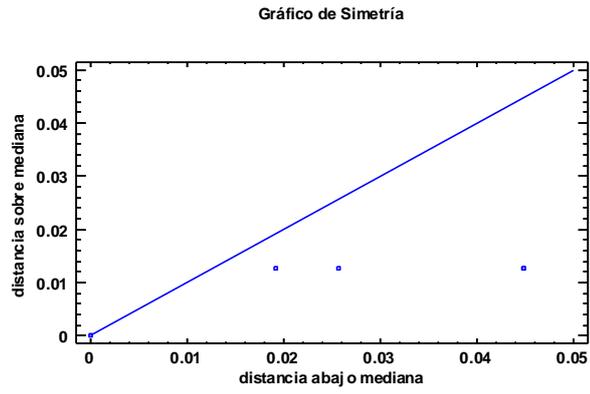
**Gráfico 4.** Cuantiles de proporción de sc y se



**Gráfico 5.** Probabilidad normal del porcentaje de sc y se

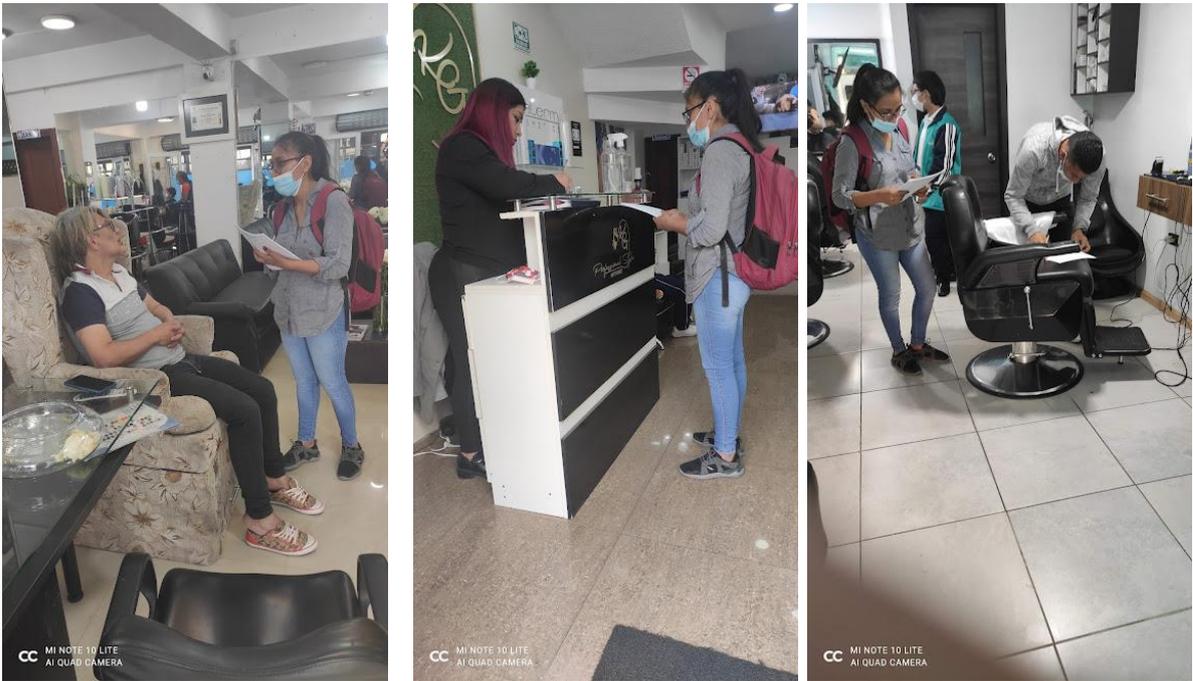


**Gráfico 6.** Densidad suavizada de sc y se



**Gráfico 7.** Simetría de datos de sc y se

## Anexo 6. Fotografías



**Fotografía 1.** Aplicación de encuestas a centros de belleza de la ciudad de Ibarra.



**Fotografía 2.** Visita a empresa Ecoterra en la ciudad de Quito



**Fotografía 3.** Entrevista al propietario de la empresa Ecoterra