

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **ESTUDIO TECNOLÓGICO PARA LA FABRICACIÓN DE UN SUSTITUTO DEL CUERO HECHO A BASE DE FIBRA DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL PERÚ**

Trabajo de investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**ALITHU CASTRO TAFUR**  
**Código 20110281**

**IORELLA EYLINE CONTRERAS CABELLO**  
**Código 20120351**

**Asesor**  
**Pedro Salinas**

Lima – Perú  
Julio de 2019





**ESTUDIO TECNOLÓGICO PARA LA  
FABRICACIÓN DE UN SUSTITUTO DEL  
CUERO HECHO A BASE DE FIBRA DE  
CAÑA DE AZÚCAR EN EL PERÚ**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>5</b>
1.1. Problemática.....	5
1.2. Objetivos de la investigación .....	6
1.2.1. Objetivo general .....	6
1.2.2. Objetivos específicos .....	6
1.3. Alcance de la investigación.....	7
1.4. Justificación del tema.....	8
1.4.1. Justificación Técnica.....	8
1.4.2. Justificación Económica .....	8
1.4.3. Justificación Social .....	9
1.5. Hipótesis de trabajo.....	9
1.6. Marco Referencial.....	9
1.7. Marco Conceptual .....	10
<b>CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>14</b>
2.1. Aspectos generales del estudio de mercado.....	14
2.1.1. Descripción del producto .....	14
2.1.2. Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios .....	14
2.1.3. Bienes sustitutos y complementarios .....	15
2.1.4. Determinación del área geográfica que abarcará el estudio de mercado.....	15
2.1.5. Análisis del sector industrial.....	15
2.2. Metodología a emplear en la investigación de mercado.....	18
2.3. Demanda potencial.....	18
2.3.1. Determinación de la demanda potencial en base a patrones de consumo similares.....	18
2.4. Determinación de la demanda de mercado en base a fuentes secundarias o primarias .....	21

2.4.1. Demanda de la industria en base a data histórica .....	21
2.5. Análisis de la oferta.....	27
2.5.1. Empresas productoras, importadoras y comercializadoras.....	27
2.6. Definición de la Estrategia de Comercialización.....	27
2.6.1. Estrategia de precio .....	27
<b>CAPÍTULO 3: LOCALIZACIÓN DE PLANTA .....</b>	<b>29</b>
3.1. Identificación y análisis detallado de los factores de localización ..	29
3.2. Identificación y descripción de las alternativas de localización .....	35
3.3. Determinación del modelo de evaluación a emplear .....	35
3.4. Evaluación y selección de la localización.....	36
3.4.1. Evaluación y selección de la macrolocalización.....	36
3.4.2. Evaluación y selección de la microlocalización .....	37
<b>CAPÍTULO 4: INGENIERÍA DEL PROCESO .....</b>	<b>42</b>
4.1. Materiales y tecnologías existentes relacionadas.....	42
4.1.1. Tecnología de materiales de plátano .....	42
4.1.2. Tecnología de materiales de coco .....	43
4.1.3. Tecnología de materiales de hongos .....	44
4.1.4. Tecnología de materiales de piña.....	44
4.1.5. Tecnología de materiales de caña de azúcar .....	45
4.1.6. Procesos similares aplicados a otros productos .....	46
4.1.7. Fabricación de Piñatex .....	46
4.1.8. Fabricación de tela no tejida a base de bagazo .....	50
4.1.9. Fabricación de cuero sintético.....	53
4.2. Materiales .....	56
4.2.1. Materia Prima.....	56
4.2.2. Elección de fibras sintéticas a utilizar.....	60
4.2.3. Elección del polímero a utilizar .....	62
4.3. Proceso para la elaboración de Suther .....	65

4.3.1. Diagrama de operaciones del proceso para la elaboración de Suther.....	66
4.3.2. Descripción del proceso .....	68
4.3.3. Control de Calidad .....	71
4.3.4. Balance de materia .....	73
4.3.5. Maquinaria requerida .....	75
4.3.6. Balance de energía .....	79
4.3.7. Impactos Ambientales.....	80
4.3.8. Ciclo de vida .....	87
4.4. Estimación de la inversión .....	92
4.5. Análisis Beneficio/Costo.....	92
4.5.1. Costo de fabricación de Suther .....	92
4.5.2. Costo de fabricación de cuero vacuno curtido.....	93
4.5.3. Comparativo.....	94
<b>CAPÍTULO 5: EXPERIMENTO Y RESULTADOS.....</b>	<b>95</b>
5.1. Diseño del experimento.....	95
5.2. Experimento .....	95
5.2.1. Obtención de la fibra.....	95
5.2.2. Formación de la tela no tejida .....	100
5.2.3. Aplicación del polímero termoestable .....	100
5.3. Diagrama de Bloques del Proceso.....	103
5.4. Resultados.....	104
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>106</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>107</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>117</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Población Nacional.....	19
Tabla 2.2 Mercado Brasileiro .....	19
Tabla 2.3 Consumo per Cápita Brasil.....	20
Tabla 2.4 Demanda potencial de Perú .....	20
Tabla 2.5 Conversión de toneladas a metros cuadros de cuero .....	21
Tabla 2.6 Partidas Arancelarias .....	21
Tabla 2.7 DIA Perú.....	22
Tabla 2.8 Proyección de la DIA.....	23
Tabla 2.9 Demanda de la industria .....	27
Tabla 3.1 Número de Mypes dedicadas al cuero y calzados .....	29
Tabla 3.2 Producción de caña de azúcar (tn) .....	30
Tabla 3.3 Principales azucareras en el Perú.....	31
Tabla 3.4 Producción anual de las principales azucareras.....	32
Tabla 3.5 Nivel de educación alcanzado de la población de 15 años y más años de edad con educación secundaria .....	33
Tabla 3.6 Instituciones del sistema educativo privado técnico productivo (Centros educativos).....	34
Tabla 3.7 Instituciones del sistema educativo público técnico productiva (Centros educativos).....	34
Tabla 3.8 Licencias de apertura de fábricas (Licencias).....	35
Tabla 3.9 Tabla de enfrentamiento .....	36
Tabla 3.10 Escala de Puntuación .....	36
Tabla 3.11 Ranking de factores macro .....	37
Tabla 3.12 Distancia desde la vía Evitamiento.....	38
Tabla 3.13 Tabla precios.....	39
Tabla 3.14 Lurín .....	39
Tabla 3.15 Huachipa (Distrito Lurigancho).....	39
Tabla 3.16 Ancón.....	40
Tabla 3.17 Tabla de enfrentamiento .....	40
Tabla 3.18 Ranking de factores .....	40

Tabla 4.1 Propiedades Técnicas.....	45
Tabla 4.2 Resultados de las pruebas de medidas .....	48
Tabla 4.3 Descripción de materiales .....	48
Tabla 4.4 Descripción de las combinaciones de enzimas .....	49
Tabla 4.5 Formulación de los recubrimientos .....	49
Tabla 4.6 Condiciones adecuadas para el ensayo .....	50
Tabla 4.7 Formulación optimizada de los recubrimientos.....	50
Tabla 4.8 Desgomado 1 .....	74
Tabla 4.9 Desgomado 2 .....	74
Tabla 4.10 Airlaid .....	75
Tabla 4.11 Termofijado .....	75
Tabla 4.12 Maquinarias, equipos y utensilios necesarios.....	76
Tabla 4.13 Especificaciones de la maquinaria.....	77
Tabla 4.14 Especificaciones de la maquinaria - Parte II.....	78
Tabla 4.15 Balance de Energía .....	80
Tabla 4.16 Impactos ambientales de materiales .....	82
Tabla 4.17 Ciclo de vida de los materiales .....	90
Tabla 4.18 Estimación de la inversión.....	92
Tabla 4.19 Costos de insumos .....	93
Tabla 4.20 Comparativo .....	94



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Demanda Interna Aparente (m2).....	22
Figura 2.2 Intención de compra .....	24
Figura 2.3 Intensidad de Compra.....	25
Figura 2.4 Intención de compra .....	25
Figura 2.5 Intensidad de Compra.....	26
Figura 3.1 Estacionalidad de la caña de azúcar .....	33
Figura 4.1 Partes del coco.....	43
Figura 4.2 Diagrama de bloques del proceso de fabricación de tela a base de bagazo ..	53
Figura 4.3 Vista longitudinal de una partícula de bagazo de caña de azúcar cruda .....	57
Figura 4.4 DOP Sustituto de cuero a base de bagazo de caña de azúcar.....	66
Figura 4.5 Sustituto de cuero a base de bagazo de caña de azúcar - Parte II.....	67
Figura 4.6 Fibras de bagazo de caña de azúcar tratadas .....	69
Figura 4.7 Airlaid.....	70
Figura 4.8 Balance de materia .....	73
Figura 4.9 Resumen de operaciones .....	79
Figura 4.10 Ciclo de vida.....	90
Figura 5.1 Enjuagado del bagazo.....	96
Figura 5.2 Secado de fibras.....	97
Figura 5.3 Pesado.....	97
Figura 5.4 Tratamiento de fibras.....	98
Figura 5.5 Enjuagado con agua potable.....	99
Figura 5.6 Secado en bastidor.....	99
Figura 5.7 Espuma flexible expandible de poliuretano aplicada en la muestra.....	101
Figura 5.8 Secado con espuma flexible .....	101
Figura 5.9 Pasta selladora de poliuretano .....	102
Figura 5.10 Relieve pasta selladora de poliuretano .....	103
Figura 5.11 Diagrama de Bloques - Método Mecánico.....	104
Figura 5.12 Diagrama de Bloques - Método Químico.....	104
Figura 5.13 Resultados - Derecho.....	105
Figura 5.14 Resultados - Reverso .....	105

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Encuesta.....	118
ANEXO 2: Otros resultados de la encuesta.....	119
ANEXO 3: Encuesta a productores .....	120



## RESUMEN EJECUTIVO

Nos encontramos en una época de cambios, en la que el diseño del producto no es el único factor importante o considerado por el consumidor, sino también la huella ecológica que deja su producción, uso y su desecho. La idea del estudio se inspiró, principalmente, en la creciente demanda de los consumidores por productos que tenga poco o nulo impacto negativo al medio ambiente.

El presente trabajo de investigación busca encontrar la posibilidad de crear un nuevo material textil que sea respetuoso con el medioambiente. Así es que este estudio propone una alternativa al cuero animal hecha a base de bagazo de caña de azúcar, al cual se decidió denominar Suther. Actualmente, existen textiles a base de otros materiales orgánicos, como el coco, piña, zetas, entre otros; sin embargo, el principal factor diferenciador que propone este estudio es que Suther es elaborado la merma de la industria azucarera.

A lo largo de este estudio se exploran distintos aspectos, empezando por la descripción del producto y potencial demanda. Se determina que Suther es un bien intermedio, el cual podría ser comercializado a confeccionadores de artículos de cuero u otros negocios afines. Se comprueba la posible aceptación del producto a través de encuestas, las cuales arrojan un interesante resultado: aproximadamente 60% de aprobación por parte del mercado objetivo, que son los confeccionadores de artículos de cuero. Estos valores ayudan a dar una idea del comportamiento del mercado después de la introducción inicial del producto y que podrá ser el punto de inicio para otras investigaciones, planes de negocio, etc. Ahondando más en el corazón de la investigación, se exploran los materiales existentes relacionados y se analiza su proceso de fabricación. Este análisis permite concluir e identificar el proceso de producción ideal (teórico) para Suther. La tecnología para cada una de estas etapas se describe a detalle en el capítulo 4: Ingeniería del proceso. Asimismo, se procede a explorar los aspectos ambientales que el proceso propuesto conlleva y se explican las acciones preventivas y/o mitigantes que se consideran para poder catalogar a Suther como un producto eco-amigable.

Finalmente, se pone a prueba el proceso teórico propuesto con un experimento a pequeña escala y así, se logra probar la factibilidad técnica para la fabricación de un sustituto del cuero a base de caña de azúcar. El material obtenido tras el experimento tiene una apariencia muy parecida al cuero, es flexible, resistente a la tracción y no se deforma.

Suther es un material innovador que pretende reemplazar el consumo de cuero animal. Es fácil afirmar que tras los años mejorará su aspecto y características a fin de competir con otros varios sustitutos del cuero animal que actualmente existen en el mercado.



## EXECUTIVE SUMMARY

We are in a time of changes in which the product design is no longer the main factor considered by the costumers, but also the ecological footprint that its process, use and disposal creates. The idea for this Project was inspired, mainly, by the recent growth in demand of products that have a low or no negative impact in the environment.

The present research project seeks to find the possibility of creating a new textile material that is respectful with the environment. On these lines, the present research paper proposes an alternative to leather made from sugar cane bagasse, which was called Suther. This research took into account current existing technologies from different parts of the world that use other organic materials, such as pineapple, fungi, coconut, and banana, among others. The key differentiator from these is that this research's proposal, Suther, is made of the waste of the sugar industry.

Across this research paper, different aspects are explored. From the product description, to the demand, to the different regions across the country on which the bagasse could be obtained. It was determined that this product will be an intermediate good, which will be commercialized to crafters and manufacturers of leather goods. A possible market acceptance is determined. Surveys were taken and they gave an interesting result: Suther has an initial acceptance level of 19% by the final consumer, and this number rises to 60% by the target market, which encompasses the crafters and manufacturers of leather goods. These numbers help give an idea of the market behavior after the product launch, and could serve as the starting point for future researches and business plans. Digging deeper into the heart of this investigation, already existing similar materials are explored, and their respective manufacturing processes are analyzed. This analysis helped conclude and identify the theoretical ideal manufacturing process for Suther. The technological aspects of these stages are described in chapter 4: Process Engineering. In addition, the environmental aspects of this proposed process are explored, as well as the preventive actions to mitigate the effects that are taken into consideration to be able to catalog Suther as an environmental-friendly product.

Lastly, an experiment is conducted in order to test the theoretical proposed process, and it succeeds in proving it is possible to create a substitute for leather made of sugar cane bagasse. The material obtained through this experiment looks like leather in terms of consistency, it is flexible, resists traction and does not lose its shape.

Suther is an innovative material that seeks to replace animal leather consumption. Over time it is expected that it will improve its appearance and characteristics over time in order to compete with other leather substitutes in the market.



# CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

## 1.1. Problemática

El 25 de agosto del 2016, Promperú organizó una actividad para presentar las 71 nuevas especies de plantas y 36 de animales que fueron descubiertas en el 2015, las cuales son consideradas por la ciencia como nuevas. Esta actividad tuvo como objetivo resaltar al Perú como un país megadiverso y consolidarlo como potencia biológica ("Descubren 150 nuevas especies de flora y fauna en el Perú", 2016). No hay nada más placentero para los peruanos que leer noticias de este tipo. Que el país tenga este reconocimiento llena a todo peruano de alegría y orgullo. Esta diversidad es un privilegio, el cual viene acompañado con una gran responsabilidad que cae sobre cada uno de los peruanos.

En todo el mundo, el incremento continuo de la población, la concentración en grandes centros urbanos, el consumo indiscriminado de recursos y el poco compromiso de la industria con su entorno, han colocado al planeta en una situación crítica. El daño hecho al medio ambiente es devastador e irreversible y lastimosamente las medidas que se toman al respecto son, en muchos casos, superficiales y tardías.

El futuro del planeta está en la sostenibilidad. Frente a este panorama, el Perú debe buscar ser el país con la mayor industria sostenible de Latinoamérica y a largo plazo, del mundo. Esto nos pondría como ejemplo para muchas otras naciones. Sería un gran mérito que uno de los países más diversos del mundo sea impulsor e inspiración para los demás en materia medio ambiental.

Actualmente, una de las industrias más controversiales y contaminantes es la del cuero. La industria reconoce como cuero a las pieles provenientes de animales que han pasado por un proceso de curtido. Actualmente es considerada por muchos como un lujo debido a sus elevados precios, es por eso que las alternativas más populares son la cuerina y otras imitaciones altamente contaminantes. La cuerina es un material sintético obtenido a partir de derivados del petróleo (PVC). Esta es una alternativa de menor costo, con mayor variedad de colores y mayor resistencia.

El proceso de fabricación de cuero y sus imitaciones actuales son sumamente contaminantes. Por un lado, la curtiembre del cuero conlleva cianuro, arsénico y otras

sustancias químicas no recomendables para la salud y por otro, el PVC contiene elevados niveles de plomo y no es reciclable.

Ante esta problemática, se propone una alternativa ecológica y sostenible que utiliza la merma de otras industrias, como la del azúcar y etanol, para la elaboración de un material similar al cuero. La materia prima será la fibra de caña de azúcar, ya que una vez procesada presenta propiedades de flexibilidad, resistencia y durabilidad. El cual denominaremos Suther a lo largo de este estudio. Este nombre proviene de la mezcla de las palabras inglesas “sugar” y “leather”, azúcar y cuero, respectivamente.

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar la posibilidad técnica de la fabricación del sustituto del cuero hecho a base de fibra de caña de azúcar en el Perú, considerando además la posible aceptación del nuevo material en el mercado local, aspectos de macrolocalización de una posible planta, análisis cualitativo de sus propiedades y los posibles impactos del proceso productivo en el ambiente.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Analizar la posible aceptación del mercado y demanda potencial que podría tener el cuero hecho a base de caña de azúcar.
- Evaluar la localización óptima de una posible planta de producción de Suther dentro del territorio peruano.
- Determinar la viabilidad de obtener la materia prima de la merma de la industria azucarera y analizar las propiedades de los diversos insumos empleados en la fabricación del material en investigación.
- Identificar el proceso productivo para la fabricación de Suther y verificar la disponibilidad técnica apropiada para el proceso.
- Identificar y medir los posibles impactos ambientales ocasionados por el proceso de producción propuesto y establecer medidas de contención.
- Concluir la viabilidad técnica del material que se pretende crear a través de una prueba de laboratorio.



### **1.3. Alcance de la investigación**

Se quiere investigar con este estudio tecnológico la viabilidad de desarrollar un nuevo material a base de fibras naturales en el Perú que tenga una apariencia muy similar al cuero animal.

En la literatura analizada se encuentran diversos métodos de elaboración de materiales similares al propuesto y en base a esto se desea crear un material textil que pueda reemplazar al cuero en sus aplicaciones. Además, en este estudio se desarrollarán los siguientes puntos de investigación, como el análisis de mercado para la determinación de la posible aceptación y demanda del producto, así como los factores de localización de una planta de fabricación y el análisis de diversas tecnologías existentes que permitirán ser la base para determinar la viabilidad tecnológica de la producción de Suther y proponer un método de fabricación innovador y amigable con el medio ambiente, analizando cómo este lo impactaría. Finalmente, es propicio mencionar que esta investigación pretende generar investigaciones posteriores sobre el mismo tema u otros afines.

Una gran limitante de esta investigación es su carácter teórico. Si bien es cierto el proceso propuesto es llevado a la práctica en pequeña escala, la formulación de Suther y las especificaciones técnicas de cada operación del proceso podrían llegar a su punto óptimo si el experimento se llevara a cabo numerosas veces en las máquinas industriales correspondientes, realizando los ajustes y pruebas de calidad necesarias hasta alcanzar un punto óptimo. Por este motivo, la investigación solo pretende demostrar que es factible desarrollar el producto, pero deja abierta la puerta a futuras investigaciones para optimizar la formulación de Suther. Otra limitante de la investigación fue el acceso parcial a cierta información por no ser tratarse de un modelo de negocio o haber constituido una empresa real, esto ocasiona un sesgo al momento de adquirir cierta data o información.

## **1.4. Justificación del tema**

### **1.4.1. Justificación Técnica**

Se espera que el presente estudio permita determinar si la elaboración del nuevo material es tecnológicamente factible en el Perú, ya que actualmente existen las maquinarias y tecnologías necesarias para la elaboración de telas similares, cueros y cuerinas, las cuales deberían ser similares a las utilizadas para la elaboración de Suther, por lo que se realizará una prueba de laboratorio que ayude a determinar si es técnicamente viable la fabricación de este producto.

### **1.4.2. Justificación Económica**

Se espera que el proyecto sea rentable ya que la materia prima se obtendrá de las mermas de la industria azucarera, lo cual abaratará los costos. Respecto a esto, se logró conseguir respuesta de Eli Huancaruna, miembro de la familia Huancaruna, dueños del grupo Perales Huancaruna SAC (Perhusa) dedicado a la fabricación y exportación de café y azúcar, siendo su marca más popular el café Altomayo. El alto funcionario y parcialmente dueño de la empresa mencionó que una parte del bagazo de su azucarera es utilizada como fuente de energía en el caldero de la misma fábrica.

Asimismo, mencionó que la parte restante de bagazo es designada para la venta a otras industrias, las cuales por lo general también adquieren el bagazo para ser utilizado como fuente de energía. El empresario mencionó que el mercado del bagazo es muy sensible y competitivo. En este sentido, dijo que el precio del bagazo es tan sensible, que normalmente lo venden a S/ 90 por tonelada (sin IGV), pero sabe que otras azucareras más pequeñas de la zona en ocasiones lo ofrecen por precios inferiores, siendo el más bajo S/ 35 por tonelada, puesto en fábrica. Dijo que se consigue ese precio siempre y cuando se pague con anticipación.

La enorme diferencia de precios radica en la calidad de este bagazo. Es decir, la brecha se da debido al alto porcentaje de humedad, consecuencia de la ineficiencia del proceso en la fábrica. Es decir, el bagazo más económico trae un porcentaje mucho mayor de humedad, por lo cual su nivel de rendimiento en el uso que se es significativamente menor.

### **1.4.3. Justificación Social**

Generará nuevos puestos de trabajo bajo condiciones adecuadas y bajo los marcos legales, aprovechará mermas, lo cual disminuirá el impacto ambiental. Asimismo, se tendrá cuidado de no desechar contaminantes, por lo que no se desecharán las mermas líquidas ni sólidas sin antes cerciorarse de que han sido debidamente tratados para no contaminar el medio ambiente. Por último, se cuidarán las emisiones de CO<sub>2</sub>.

### **1.5. Hipótesis de trabajo**

Es viable técnicamente la fabricación de un sustituto del cuero hecho a base de fibra de caña de azúcar en el Perú, tomando en cuenta factores como la posible aceptación del nuevo material en el mercado local, aspectos de macrolocalización de una posible planta, análisis cualitativo de sus propiedades y los posibles impactos de su proceso productivo en el ambiente.

### **1.6. Marco Referencial**

Para desarrollar correctamente esta investigación, se han seleccionado 3 estudios relacionados al tipo de investigación que nos ayudarán a entender la metodología de un estudio tecnológico. Estas tesis fueron encontradas en la biblioteca de la Universidad de Lima.

Ruiz Bernal, J. M. (1991). Estudio tecnológico del proceso de deshidratación de uva para pasas usando energía solar (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.

Esta investigación sobre el método de deshidratación de uva para pasas usando energía solar se asemeja a la presente investigación en el sentido de que es un método no convencional y poco difundido. Especialmente porque busca identificar los avances tecnológicos relacionados a la materia pues fue escrita en un momento en el que la energía solar no era una tecnología desarrollada en el país. Este es un escenario muy similar al trabajo de investigación presentado. Además, se coincide en la búsqueda de proveedores de insumos para los respectivos procesos de producción.

Murayama Konishi, H. D. (1991). Estudio tecnológico para la instalación de una planta productora de agar agar (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.

En este segundo trabajo de investigación tomado como referencia, se pudo apreciar el aprovechamiento de recursos que anteriormente la industria nacional no tomó en cuenta. Tal y como se plantea en el estudio tecnológico para la fabricación del sustituto del cuero hecho a base de fibra de caña de azúcar. Por esta razón, sirvió de guía para estructurar la investigación y sus secciones, además de plantear los puntos más relevantes a considerar.

Campos Cuenca, V. J. J. (2013). Análisis y mejora de procesos en una curtiembre ubicada en la ciudad de Trujillo (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). PUCP.

Esta tesis fue consultada principalmente porque trata sobre el material que el presente trabajo pretende reemplazar, el cuero. Esta tesis aportó información relevante en cuanto al mismo, también sirvió como guía para la primera parte de la presente tesis: Aspectos Generales. Por último, fue de bastante utilidad para entender sobre el cuero y las características adscritas a él.

## **1.7. Marco Conceptual**

A continuación, se explican los conceptos más importantes que giran en torno de la presente investigación, los cuales se mencionarán con frecuencia a lo largo del trabajo, y que son de suma importancia para entender exactamente de lo que se está hablando y la diferencia entre cada concepto.

- **Cuero**
  - Pellejo de los animales después de curtido y preparado para los diferentes usos a que se aplica en la industria (Real Academia Española, RAE, 2016).
  - Material proteico fibroso (colágeno) de la piel de animales, con flor o flor corregida que ha sido tratado químicamente con material curtiente para darle estabilidad hidrotérmica y mejorar sus características físicas (Decreto Supremo N° 004-2003-PRODUCE, 2003). La Superintendencia Nacional de Aduanas y de

Administración Tributaria (SUNAT) define claramente que no se puede denominar cuero cuando existen las siguientes situaciones:

a. Si los productos que, habiendo sido obtenidos de pieles de animales, pierden su estructura natural debido a un proceso mecánico o químico (fragmentación, molienda, pulverización u otros análogos), a pesar de que hayan sido reconstruidos luego.

b. Si el espesor del recubrimiento del cuero es igual o superior a 0.3 mm., o a un tercio del espesor del conjunto (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2005).

- **Cuerina**

Material sintético fino que se usa en el calzado de mala calidad y en muebles como sustituto del cuero (Real Academia Española, RAE, 2016).

- **Sintético**

Materiales homogéneos, obtenidos a partir de productos naturales o no, transformados por métodos físico o químicos (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2005)

- **Textil**

Material estructurado, mediante tejido o cualquier otro procedimiento a base de fibras naturales y/o sintéticas (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2005).

- **Fibras naturales (excepto algodón)**

Incluye al Lino, Yute, Cáñamo, Ramio, etc. (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2005).

- **Fibras sintéticas**

Fibras sintetizadas a partir de los subproductos del petróleo, como el Poliéster, la Poliamida (Nylon), el Poliuretano, etc. (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2005).

- **Orgánico**

Dicho de una sustancia: Que tiene como componente el carbono y que forma parte de los seres vivos (Real Academia Española, RAE, 2016).

- **Ecológico**

Se refiere a un producto que ha sido realizado u obtenido sin compuestos químicos que dañen el medio ambiente (Real Academia Española, RAE, 2016).

- **Sostenible**

Algo, en este caso un proceso, que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente (Real Academia Española, RAE, 2016).

- **Curtición**

Conjunto de operaciones fisicoquímicas que convierten a la piel en un material durable e imputrescible. Cabe resaltar que no pueden definirse como cueros curtidos, aquellos productos en cuya fabricación la estructura original de la piel se descompone en fibras, polvos u otros fragmentos por medio de procesos químicos o mecánicos y luego se procede a la reconstitución de esos fragmentos en láminas u otras formas.

- **Decorticación**

Extirpación de la corteza de una formación orgánica normal o patológica (Real Academia Española, RAE, 2016).

- **Resina**

Sustancia orgánica de consistencia pastosa, pegajosa, transparente o translúcida, que se solidifica en contacto con el aire; puede ser de origen vegetal u obtenerse artificialmente mediante reacciones de polimerización.



## **CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO**

### **2.1. Aspectos generales del estudio de mercado**

#### **2.1.1. Descripción del producto**

El sustituto del cuero hecho a base de fibra de caña de azúcar es un bien intermedio que reemplazaría al cuero animal y sintético que encontramos hoy en día en el mercado peruano. Este material tendrá casi la misma estética, resistencia y durabilidad que tiene el cuero animal. Además, debido a que su materia prima es de carácter vegetal y reciclado, el material es biodegradable y amigable con el medio ambiente. A lo largo del trabajo nos referiremos al material como Suther, nombre que proviene de la combinación de las palabras “sugar” y “leather”, las cuales traducidas del inglés significan “azúcar” y “cuero”, respectivamente.

En su nivel básico, Suther es un material intermedio que puede utilizarse como sustituto del cuero para la fabricación de bolsos y otros objetos.

En su nivel real, este material tiene una textura suave, flexible, moldeable y resistente. Estas características permiten que Suther sea usado en la industria de la moda, calzado y accesorios. Además, puede ser vendido en rollos en las dimensiones que el cliente lo solicite. Asimismo, puede ser teñido en una gran gama de colores. Y los aditivos empleados en su mayoría son de origen natural y con poco impacto ambiental.

Por último, el nivel aumentado de Suther se enfoca en el servicio pre y post-venta. El primero se refiere a la consultoría técnica y servicios de asesoramiento de calibración y preparación de maquinaria y procesos para trabajar adecuadamente con Suther. El segundo, a que se ofrece asesoramiento para el mejor manejo, confección y conservación del material.

#### **2.1.2. Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios**

Suther es un material que tiene propiedades similares a las del cuero y puede ser usado en las mismas aplicaciones, como confección de vestimenta, accesorios, zapatos, tapicería, entre otras opciones.



### **2.1.3. Bienes sustitutos y complementarios**

Los sustitutos de Suther son el cuero animal y la cuerina, productos que han estado en la industria de la moda por varios años y que también se emplean en tapicería.

Los bienes complementarios dependen de la categoría del producto, pero estos son accesorios como botones, hebillas, cierres, hilo, etc.

### **2.1.4. Determinación del área geográfica que abarcará el estudio de mercado**

El estudio de mercado abarcará todo el país, debido a que la data está publicada a nivel nacional.

### **2.1.5. Análisis del sector industrial**

#### **A) Rivalidad entre firmas establecidas en el mercado**

No existe rivalidad directa pues se trata de un nuevo material.

#### **B) Poder de negociación de los proveedores**

En cuanto a la materia prima principal, emplearemos el bagazo de la caña de azúcar. La caña de azúcar es extensamente cultivada en la costa de nuestro país, especialmente en el norte, y es principalmente usada en la industria azucarera y para la producción de etanol. Cabe resaltar que el bagazo de la caña es la merma de las dos industrias antes mencionadas.

Por otro lado, se espera que los insumos para la producción de este material estén disponibles en el mercado. Por lo tanto, el poder de negociación de los proveedores para la producción de este nuevo material es medio.

#### **C) Riesgo de ingreso de competidores potenciales**

A continuación, se detalla el análisis de cada una de las barreras:

- **Barreras legales:**

Gracias a la patente que se tramitará a través de Indecopi, tendremos un mercado protegido, por lo que las barreras legales impedirán que surjan empresas competidoras hasta que Suther esté consolidado en el mercado.

- **Barreras financieras:**

Debido a que el proceso posiblemente se pueda realizar de manera artesanal y la materia prima principal son desechos de otras industrias, no se espera que las barreras financieras representen un impedimento para el ingreso de competidores potenciales a pequeña escala.

- **Barreras tecnológicas:**

Una planta de producción puede ser muy automatizada, tener un ambiente ordenado y bien iluminado y producir grandes volúmenes, así como también podría darse el caso de una pequeña planta artesanal carente de tecnologías que incluso opere con procedimientos manuales y sin ningún software. El proceso de fabricación de Suther será un proceso limpio, con el menor impacto ambiental posible, por lo que sin grandes tecnologías solo se tendría la desventaja de tiempos de fabricación y uniformidad en el producto. Por lo tanto, las barreras tecnológicas no representan una barrera real para los posibles competidores.

- **Barreras de Recursos Humanos:**

Se necesitará de mano de obra calificada para las distintas etapas del proceso y para poder realizar las mejoras necesarias al mismo. Será indispensable contar con ingenieros calificados para el proceso y el control de calidad del producto, además del impacto ambiental y control de residuos y/o emisiones del proceso.

Por lo tanto, las barreras de recursos humanos sí representan una barrera para el ingreso de competidores potenciales al mercado.

#### - **Barreras ecológicas:**

Estas barreras contemplan el impacto ambiental causado por el proceso productivo. Un gran punto a favor para Suther es que su principal materia prima serán los residuos de las otras industrias, lo cual también representará una gran ventaja competitiva.

Además, se espera que el proceso productivo sea lo más ecológicamente limpio, disminuyendo así el uso de productos químicos. Esto también representará una ventaja para Suther, ya que nuestro material estará enfocado a un mercado que toma consciencia del medio ambiente y la salud.

Entonces, las barreras ecológicas sí representan una barrera, aunque no muy alta.

Luego de analizar cada una de las barreras, llegamos a la conclusión de que dado que se trata de un nuevo material, este será patentado por lo que el riesgo de ingreso de otros competidores con el mismo producto es nulo durante los años que dure la patente.

#### **D) Poder de negociación de compradores**

Se tratará de un producto intermedio, es decir, que servirá de insumo para producir otros bienes como carteras, accesorios, zapatos, tapicería, etc., por lo que inicialmente la distribución de Suther será a pocos compradores en grandes volúmenes y de acuerdo a las especificaciones que estos requieran, como el color del teñido, medidas, etc. Por esta razón, los compradores tendrán un poder de negociación alto.

#### **E) Amenaza de productos sustitutos**

Los productos sustitutos son innumerables, ya que abarcan toda la gama de productos “textiles” resistentes, tanto naturales como el cuero o sintéticos como la cuerina, además de las tecnologías ya desarrolladas que amenazan con reemplazar al cuero tradicional, como es el caso de Piñatex, material que aún se encuentra en proceso de investigación y de Xorel, un material que ya se utiliza en países más adelantados para paneles decorativos y algunos muebles rígidos.

Por esto, debemos enfocarnos en una fuerte estrategia de diferenciación para que el material pueda ingresar y consolidarse en el mercado. Dos aspectos claves para esta estrategia son el impacto ambiental y la creciente consciencia ecológica de los clientes.

Por lo tanto, concluimos que la amenaza de los productos sustitutos es de nivel medio, debido a que principalmente competimos con los métodos tradicionales que ya se encuentran arraigados en el mercado peruano.

## **2.2. Metodología a emplear en la investigación de mercado**

Para pronosticar la demanda en este capítulo se utilizaron diversas fuentes secundarias para obtener la información de la demanda histórica y competidores. Asimismo, se utilizaron fuentes primarias para conocer la opinión del mercado objetivo. El método cualitativo utilizado como fuente primaria fue la encuesta personal, en la que la mayoría de las preguntas fueron cerradas con opción múltiple (Anexo 1).

En cuanto a las fuentes secundarias se utilizaron las bases de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, el Ministerio de la Producción - PRODUCE, la Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria - SUNAT, el Instituto Nacional de Estadística y Censos de Argentina, bases de datos como Euromonitor y Veritrade, Tesis y otros estudios realizados anteriormente por otros investigadores. Asimismo, se utilizaron distintas técnicas estadísticas para realizar el pronóstico de la demanda, como la regresión y correlación con otras variables para poder estimar datos no publicados.

## **2.3. Demanda potencial**

Para determinar la demanda potencial se analizó el mercado de Brasil, uno de los más grandes productores mundiales de cuero.

### **2.3.1. Determinación de la demanda potencial en base a patrones de consumo similares**

Se obtuvo datos históricos sobre la población peruana, para ser relacionada con la producción brasileña en los puntos siguientes, tal como se aprecia en las siguientes tablas.

Tabla 2.1

Población Nacional

<b>Año</b>	<b>Población Nacional Peruana (Personas)</b>
2010	29 461 933
2011	29 797 694
2012	30 135 875
2013	30 475 144
2014	30 814 175
2015	31 151 643
2016	31 488 625

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016)

La demanda brasileña evaluada considera el total de los cueros bovinos como materia intermedia. No se tomaron en consideración los productos terminados de cuero, debido a que el producto propuesto en esta investigación es también un producto intermedio.

Tabla 2.2

Mercado Brasileiro

<b>Año</b>	<b>Importación (Tn)</b>	<b>Producción (Tn)</b>	<b>Exportación (Tn)</b>	<b>DIA (Tn)</b>
2015	50 42	1 410 436	1 362 045	53 433

Fuente: Guia Brasileiro du Couro (s.f.), Instituto Brasileiro de Geografia e Estadística (s.f.)  
Elaboración Propia

Con la información de la tabla anterior y habiendo calculado la demanda interna aparente de Brasil para el año 2015, se procede a calcular el consumo per cápita brasileiro de cuero. Para calcularlo se convierte la demanda interna aparente (DIA) de toneladas a kilogramos y luego se divide entre el número total de habitantes en el país en el 2015 reportado por las estadísticas del Banco Mundial, como se puede observar en la tabla 2.3.

Tabla 2.3  
Consumo per Cápita Brasil

<b>Año</b>	<b>DIA Brasil (Tn)</b>	<b>Población Brasil (Millones de personas)</b>	<b>Consumo per cápita Brasil (kg/persona)</b>
2015	53 433	206	0,26

Fuente: Instituto Brasileiro de Geografía e Estadística (s.f.), Banco Mundial (2017)  
Elaboración Propia

La importancia de calcular el consumo per cápita de Brasil radica en que ese dato permite calcular la demanda potencial del Perú. Para calcularla se multiplica el total de la población peruana en el año 2015, según lo reportado por el INEI, por el consumo per cápita brasilero. De esta manera, se busca estimar la demanda potencial que tendría el Perú si sus habitantes tuvieran el mismo patrón de consumo que los habitantes del país vecino.

Tabla 2.4  
Demanda potencial de Perú

<b>Año</b>	<b>Población de Perú (Personas)</b>	<b>Consumo per cápita Brasil (kg/persona)</b>	<b>Demanda Potencial (tn)</b>
2015	31 151 643	0,26	8 099

Fuente: Euromonitor (2016); Veritrade (2016); INEI (2016); Instituto Brasileiro de Geografía e Estadística (s.f.)  
Elaboración propia

Según el libro de Tecnología de la confección de la piel de María de Perinat, en el capítulo “Las relaciones entre el peso, superficie y el rendimiento en la producción de cuero”, un kilogramo de piel bovina acabada (1kg) tiene un espesor de 1,2 mm y un área de 1,5m<sup>2</sup>. (de Perinat, 1996)

Con esta información se puede obtener la siguiente equivalencia:

Tabla 2.5

Conversión de toneladas a metros cuadrados de cuero

Factor de conversión (m <sup>2</sup> /tn)	Demanda Potencial (tn)	Demanda Potencial (m <sup>2</sup> )
1 500	8 099	12 148 500

Fuente: de Perinat (1996)  
Elaboración propia

## 2.4. Determinación de la demanda de mercado en base a fuentes secundarias o primarias

Como se mencionó en el punto anterior, se utilizaron tanto fuentes primarias como secundarias. La mayor parte de la información se obtuvo de fuentes secundarias. Sin embargo, se ajustaron los datos a la opinión del mercado según lo obtenido en las encuestas realizadas. Una copia del ejemplar de estas encuestas se puede encontrar en el Anexo 1.

### 2.4.1. Demanda de la industria en base a data histórica

Para hallar la demanda histórica se utilizaron las siguientes partidas arancelarias:

Tabla 2.6

Partidas Arancelarias

41.03	Los demás cueros y pieles en bruto (frescos o salados, secos, encalados, piquelados o conservados de otro modo, pero sin curtir, apergaminar ni preparar de otra forma), incluso depilados o divididos, excepto los excluidos por las Notas 1 b)
4103300000	- De porcino
4103900000	- Los demás
41.05	Cueros y pieles de ovino depilados, preparados, excepto los de las partidas nos 41.08 ó 41.09. - Curtidos o recurtidos, pero sin otra preparación posterior, incluso divididos:
4105100000	- En estado húmedo (incluido el «wet-blue»)
4105300000	- En estado seco («crust»)
41.04	Cueros y pieles de bovino o de equino, depilados, preparados, excepto los de las partidas nos 41.08 ó 41.09.
4104490000	los demás

Fuente: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (2016)

### 2.4.1.1 Demanda Interna Aparente Histórica

La demanda interna aparente se halla de los datos de producción, importación, exportación y balance de inventarios del país, tal y como lo muestra la siguiente fórmula:

$$DIA = P + I - X \pm Dif. Inventarios$$

Tabla 2.7

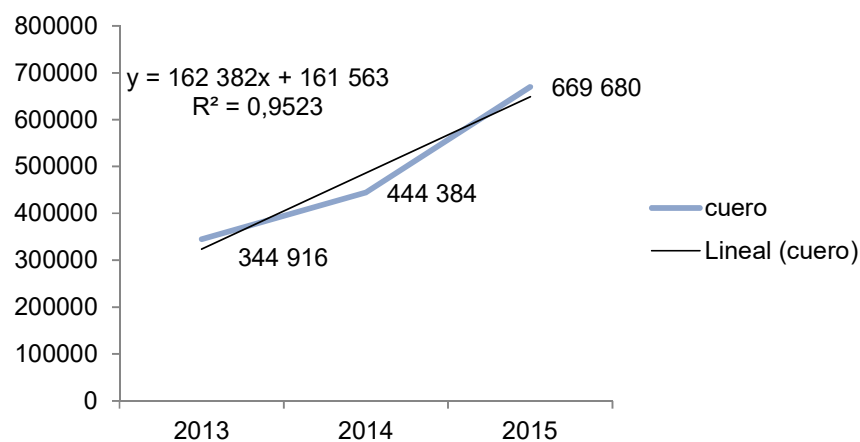
DIA Perú

	2013	2014	2015
<b>Producción (m2)</b>	934 789	804 317	869 553
<b>Importaciones (m2)</b>	21 074	152 107	114 992
<b>Exportaciones (m2)</b>	610 947	512 040	314 865
<b>DIA (m2)</b>	344 916	444 384	669 680

Fuente: Ministerio de la Producción (2017)

Se procedió a graficar una dispersión con los valores de la demanda interna aparente para determinar la línea de tendencia de la misma y poder luego calcular la demanda proyectada.

Figura 2.1  
Demanda Interna Aparente (m2)



Elaboración Propia



Finalmente, tras el análisis se determinó que la ecuación lineal arroja el mejor coeficiente de correlación. Con esta información se procedió a proyectar la DIA para los años siguientes hasta el 2022.

Tabla 2.8

Proyección de la DIA

Año	Demanda Proyectada (m2)
2016	811 091
2017	973 473
2018	1 135 855
2019	1 298 237
2020	1 460 619
2021	1 623 001
2022	1 785 383

Elaboración propia

#### 2.4.1.2 Diseño y aplicación de encuestas

Para conocer la opinión, intención e intensidad de compra del mercado se realizaron encuestas, las cuales permitieron determinar el nivel de aceptación de los consumidores finales ante productos elaborados con Suther. Los resultados se muestran en los siguientes puntos.

Para determinar el número de encuestas necesarias se aplicó la siguiente fórmula:

$$N = \frac{(P \times Q \times N \times Z^2)}{(e^2 \times N + P \times Q \times Z^2)}$$

Donde:

P=0,5

Q=0,5

Z=1,96

N=tamaño de la población (2016) = 31 488 625

E=0,05

Esta fórmula arrojó un resultado de 384 encuestas necesarias. Se aplicaron 43 encuestas físicas y 344 encuestas virtuales. Ambas contenían exactamente las mismas preguntas. Un ejemplar de la encuesta se encuentra en el anexo 1.

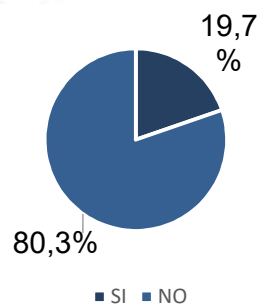
### 2.4.1.3 Resultados de la encuesta

Se aplicaron un total de 387 encuestas para poder determinar la intensidad e intención de compra, frecuencia, cantidad comprada y el rango de precios sobre los que se debería trabajar.

Los resultados de la encuesta 1 que se muestran a continuación, son la intención e intensidad de compra, los cuales sirven para determinar la posible demanda de la industria en el Perú. Los demás resultados se pueden encontrar en el Anexo 2 y serán de gran utilidad para la toma de otras decisiones.

Figura 2.2

Intención de compra

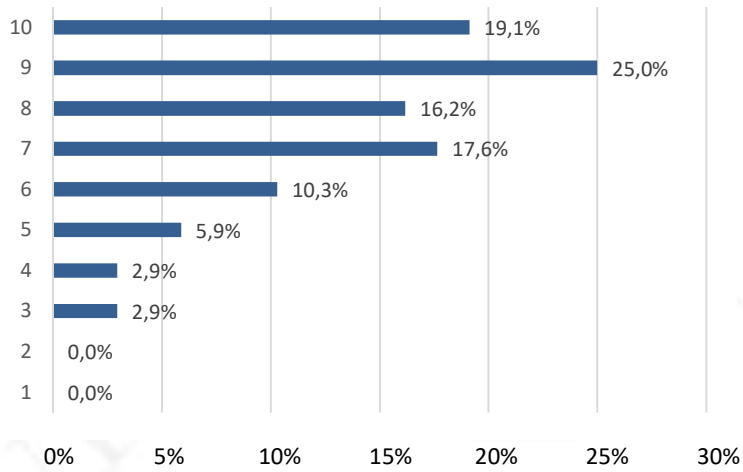


Elaboración Propia

Como se observa en el gráfico, la intención de compra es de 19.7%.

Figura 2.3

Intensidad de Compra



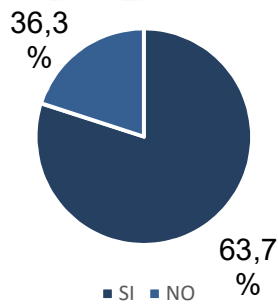
Elaboración Propia

Por lo tanto, el promedio de la intensidad de compra medido en una escala del 1 al 10 para este estudio fue de 7,8088 (78,09%).

Adicionalmente, como referencia, se realizó una segunda encuesta en la cual se consultó con empresas productoras vanguardistas del mercado local de confecciones de cuero. Se pudo recolectar las respuestas de cinco de las empresas consultadas. Las empresas fueron: corporación Colormoda S.A.C., Pimms y Lemonade, MD Leather Corp S.A.C, Inversiones Rubin's S.A.C. Una copia de la encuesta se encuentra en el Anexo 3. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Figura 2.4

Intención de compra

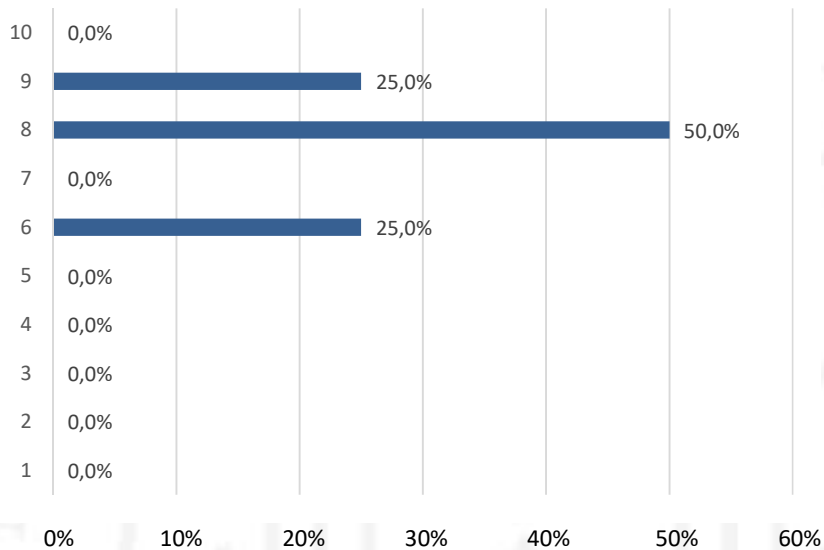


Elaboración Propia

Como se observa en el gráfico, la intención de compra de los productores es de 63,7%.

Figura 2.5

#### Intensidad de Compra



Elaboración Propia

El promedio de la intensidad de compra medido en una escala del 1 al 10 para este estudio fue de 7,75 (77,5%).

En ambos gráficos se puede observar que hay una discrepancia en el nivel de aceptación de Suther por parte del consumidor final y de las empresas que lo utilizarían como materia prima para confeccionar sus productos. Esta diferencia radica en que las empresas buscan mantenerse vanguardistas, sin embargo, muchas de las personas encuestadas no podían comparar realmente los materiales que utilizan en la actualidad con Suther para dar una respuesta certera, e indicaron que, si probaran el material y funcionara bien por un tiempo, sus respuestas posiblemente serían más favorables.

#### 2.4.1.4 Determinación de la demanda de la industria

La demanda de la industria se determinó considerando los factores desarrollados en los puntos anteriores, únicamente se consideran los datos de la encuesta uno. Tal y como se muestra en el siguiente cuadro. La demanda anual proyectada es la última columna.

Tabla 2.9

Demanda de la industria

Año	Demanda Proyectada (m2)	Intención (19.7%)	Intensidad (78.09%)	Demanda de la industria (m2)
2016	811 091	159 785	124 776	124 776
2017	973 473	191 774	149 756	149 756
2018	1 135 855	223 763	174 737	174 737
2019	1 298 237	255 753	199 717	199 717
2020	1 460 619	287 742	224 698	224 698
2021	1 623 001	319 731	249 678	249 678
2022	1 785 383	351 720	274 659	274 659

Fuentes: Veritrade (2016), INEI (2016), Instituto Nacional de Estadística y Censos Argentina (s.f.)  
Elaboración Propia

## 2.5. Análisis de la oferta

### 2.5.1. Empresas productoras, importadoras y comercializadoras

Alrededor del mundo existen otros materiales que han apostado por seguir estas tendencias ecológicas de reemplazo del cuero. Sin embargo, estas no se encuentran en el Perú y actualmente tienen precios inflados pues se encuentran aún en estado de investigación. Por lo tanto, todavía no existe oferta en el país.

## 2.6. Definición de la Estrategia de Comercialización

Se tratará de un bien intermedio, por lo que se vendería que vender a las empresas confeccionadoras, tanto grandes como mypes, las que abarcan la mayor parte del mercado.

### 2.6.1. Estrategia de precio

Según los resultados de la encuesta realizada (Anexo 2), el 47,8% de las personas no estarían dispuestas a pagar más por un producto hecho de Suther que por uno hecho de cuero, mientras que el 32,6% pagaría hasta 10% más por tratarse de un producto eco amigable. Sin embargo, de acuerdo a la encuesta dos, el 50% de los productores encuestados estaría dispuesto a pagar entre 15 y 20% más que el cuero sintético. Estas respuestas indican que, en cuanto a precios, una vez decidido el proceso de producción, el precio de Suther no debe superar el 10% en exceso el precio del cuero en el mercado.

Sin embargo, el precio sí podría ser más elevado que el de la cuerina, ya que se diferenciará por su proceso de producción más limpio y menor uso de productos químicos. Será muy importante en las estrategias de marketing hacer énfasis en estos aspectos de diferenciación.

En cuanto a la matriz de estrategia de precios de nuevos productos, el producto se encontrará en el cuadrante de alta calidad y alto precio, por lo que será una estrategia de precios de producto superior.

Respecto a la propuesta de valor, se ofrecerá un mayor beneficio por un precio similar, por lo que caería en la categoría de más por lo mismo.



## CAPÍTULO III: Localización de planta

En este capítulo se pretende encontrar la localización ideal dentro de Perú para desarrollar la industria de Suther.

Se toman en cuenta factores claves para el funcionamiento de una planta y así, evaluar que locación ofrece las mejores condiciones para el éxito de esta nueva industria.

### 3.1. Identificación y análisis detallado de los factores de localización

Se determinó que los factores más importantes a considerar serán: cercanía al mercado objetivo, disponibilidad de materia prima, disponibilidad de mano de obra, e infraestructura.

#### A) Cercanía al mercado objetivo

El mercado objetivo para el producto propuesto en esta investigación son empresas fabricantes y confeccionadoras de artículos de cuero del Perú. Según la información encontrada en la página web del INEI, la cantidad de Mypes dedicadas al cuero y calzados registradas en las municipalidades de todo el país ronda alrededor de 1769 empresas.

Tabla 3.1  
Número de Mypes dedicadas al cuero y calzados

Región	2014
Lambayeque	55
La Libertad	285
Áncash	16
Lima	541
Arequipa	300
<b>Total Nacional</b>	<b>1 769</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2014)

Cabe resaltar también, que actualmente la mayor parte de las empresas optan por procesar en sus mismas fábricas las pieles que utilizarán posteriormente para crear calzado, tapicería, accesorios y otros artículos.

Las provincias señaladas en el cuadro anterior constituyen aproximadamente el 67% de las empresas dedicadas a la industria del cuero en el Perú. Es así que estas serán consideradas en el análisis de los siguientes factores.

### B) Disponibilidad de materia prima

Es importante analizar en esta sección de la investigación cuáles son las regiones donde encontramos en mayor cantidad y con mayor facilidad nuestra materia prima principal.

El cultivo de caña de azúcar se concentra especialmente en la costa del Perú. Entre los años 2005 al 2012 se ha dado un crecimiento en el número de hectáreas utilizadas por este cultivo. Esto se debe a la mayor demanda de caña para el uso en la elaboración de derivados como: azúcar rubia y blanca, alcohol y etanol.

Tabla 3.2

Producción de caña de azúcar (tn)

Año	Lambayeque	La Libertad	Ancash	Lima	Arequipa	Total Anual
2005	1 274 400	2 888 892	512 587	1 545 207	82 979	6 304 065
2006	1 689 427	3 284 025	585 778	1 591 248	95 354	7 245 832
2007	2 111 538	3 760 283	613 892	1 681 884	116 090	8 283 687
2008	2 689 532	4 345 865	628 015	1 641 862	90 685	9 395 959
2009	2 982 819	4 807 415	519 197	1 560 444	67 069	9 936 944
2010	2 824 848	4 911 755	578 284	1 293 061	52 947	9 660 895
2011	2 748 163	4 977 202	663 722	1 445 758	50 091	9 884 936
2012	2 767 051	5 234 476	722 001	1 582 958	62 380	10 368 866
<b>Promedio Anual</b>	<b>2 385 972</b>	<b>4 276 239</b>	<b>602 935</b>	<b>1 542 803</b>	<b>77 199</b>	<b>8 885 148</b>

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (s.f.)

A pesar de esta información, es importante mencionar que la producción de caña de azúcar en los departamentos de La Libertad y Lambayeque representa aproximadamente el 80% de la producción nacional. Esto se debe a que los departamentos antes mencionados cuentan con grandes cantidades de hectáreas de este cultivo.

La mayor parte de la producción de caña de azúcar se destina a la industria azucarera, es decir que la mayor cantidad de bagazo de caña provendrá de las principales



empresas azucareras del país. Por lo cual, se consideró importante identificar las principales empresas azucareras del país y su ubicación.

En la tabla 3.3 se puede observar que la mayor parte de estas empresas se encuentran en los departamentos de La Libertad y Lambayeque. También se observa que algunas empresas azucareras encuentran dentro del departamento de Lima.

Tabla 3.3

Principales azucareras en el Perú

<b>Nombre conocido</b>	<b>Nombre de la Empresa</b>	<b>Ubicación</b>
Andahuasi	Empresa Agraria Azucarera Andahuasi	Lima (Huacho)
Cartavio	Empresa Agroindustrial Cartavio S.A	La Libertad (Ascope)
Casa Grande	Empresa Agroindustrial Casagrande S.A	La Libertad (Aiscope y Paján)
Cayalti	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A	Lambayeque (Chiclayo)
Chucarapi	Central Azucarera Chucarapi y Pampa Blanca	Arequipa (Islay)
El Ingenio	Empresa Agraria Azucarera El Ingenio S.A	Lima (Huacho)
Laredo	Empresa Agroindustrial Laredo S.A	La Libertad (Trujillo)
Paramonga	Empresa Agraria Azucarera Paramonga S.A	Lima (Barranca)
Pomalca	Empresa Agroindustrial Pomalca S.A	Lambayeque (Chiclayo y Lambayeque)
Pucalá	Empresa Agroindustrial Pucala S.A	Lambayeque (Chiclayo)
San Jacinto	Empresa Agraria Azucarera San Jacinto S.A	Ancash (Santa)
Tumán	Empresa Agroindustrial Tumán S.A	Lambayeque (Chiclayo)

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (2017)

A continuación, se puede observar la producción anual, en miles de toneladas, de las 5 principales empresas azucareras, así como su participación de mercado.

Tabla 3.4  
Producción anual de las principales azucareras

<b>Empresa</b>	<b>Producción anual (Miles de tn)</b>	<b>% de mercado</b>
Casa Grande	283	24,1%
Laredo	158	13,5%
Cartavio	133	11,3%
Paramonga	133	11,3%
Tumán	127	10,8%
Otros	340	29,0%

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (2014)

Nota: Los últimos datos publicados de producción corresponden al año 2013.

Como se puede apreciar en la tabla 3.5, Casa Grande es la mayor productora de azúcar en el país. Esta azucarera está ubicada en la provincia de Ascope, en la región La Libertad.

Otra industria que puede proveer gran cantidad de bagazo de caña es la del etanol y el alcohol. En el Perú actualmente no se elabora etanol combustible (alcohol anhidro), por lo que se descarta esta posibilidad.

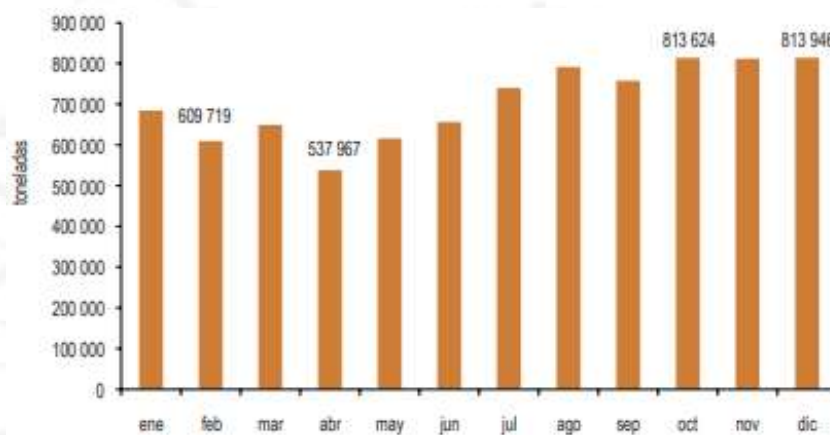
En nuestro país solo se produce:

- Alcohol etílico sin desnaturalizar, mayor a 80° GL.
- Alcohol etílico y aguardiente desnaturalizados de cualquier gradación.
- Alcohol etílico sin desnaturalizar menor a 80° GL.

La principal empresa exportadora de alcohol etílico, en territorio peruano, es Sucroalcolera del Chira S.A., con un 65,9 % de participación y 40.1 millones de dólares, ubicada en Piura ("ADEX: Se recupera exportación de alcohol etílico peruano", 2017). Otras compañías exportadoras en el rubro son Cartavio S.A.A., parte del Grupo Gloria con sede en La Libertad; Casagrande S.A.A., en La Libertad; Agrojibito Sociedad Anónima-A133grojibito S.A., también en La Libertad; Agroindustrial Laredo S.A.A., ubicada en La Libertad y la danesa CHR Hansen S.A. (Asociación de Exportadores, ADEX, 2017).

Por otro lado, respecto a la estacionalidad de la producción de caña de azúcar, el Ministerio de Agricultura y Riego reconoce que el Perú es un país privilegiado pues se puede producir caña de azúcar todo el año. Sin embargo, los niveles de producción no son uniformes durante los 12 meses. La estacionalidad de la caña de azúcar es bastante ligera. De acuerdo a un estudio realizado 7 años consecutivos por el Ministerio de Agricultura y Riego los meses de mayor producción son octubre, noviembre y diciembre, mientras que los meses de más baja producción son febrero y abril, tal como se puede observar en el gráfico a continuación.

Figura 3.1  
Estacionalidad de la caña de azúcar



Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (2014)

### C) Disponibilidad de mano de obra

La región donde se encuentre la planta debe contar con mano de obra debidamente calificada para el manejo y mantenimiento de las máquinas. Por esta razón, es indispensable que estos cuenten con educación secundaria completa y estudios técnicos básicos.

Tabla 3.5

Nivel de educación alcanzado de la población de 15 años y más años de edad con educación secundaria

AÑO	Lambayeque	La Libertad	Áncash	Lima	Arequipa
2015	46,9 %	38,2 %	43,5 %	50,2 %	44,4 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (s.f.)

Tabla 3.6

Instituciones del sistema educativo privado técnico productivo (Centros educativos)

AÑO	Lambayeque	La Libertad	Áncash	Lima	Arequipa
2015	29	70	28	343	152

Fuente: Ministerio de Educación (s.f.)

Tabla 3.7

Instituciones del sistema educativo público técnico productiva (Centros educativos)

AÑO	Lambayeque	La Libertad	Áncash	Lima	Arequipa
2015	24	54	39	138	35

Fuente: Ministerio de Educación (s.f.)

#### D) Infraestructura

Para escoger una locación óptima debemos considerar que el terreno a adquirir cumpla ciertos requisitos que nos faciliten antes y durante las operaciones.

Es ideal encontrar una locación que pertenezca a un parque industrial pues estos aportan infraestructura, seguridad, competitividad productiva y permiten articular economías de red y de escala (El Cronista, 2017).

Sin embargo, los parques industriales actualmente están en desarrollo. En agosto del 2013 el Congreso de la República publicó la Ley que promueve el desarrollo de PITE (Parques Industriales Tecno-ecológicos) con la cual se logrará la implementación de 7 locaciones. Estos parques estarán ubicados en las provincias de Cajamarca, Moquegua, Ayacucho, Junín, Piura, Tumbas, Lima y Callao.

A pesar de la existencia de esta Ley todavía no se cuenta con los PITE planificados, es por tal motivo que la variable a evaluar es el número de licencias de apertura dadas hacia el año 2014 en las regiones siguientes:

Tabla 3.8

Licencias de apertura de fábricas (Licencias)

Año	Lambayeque	La Libertad	Ancash	Lima	Arequipa	Total
2014	16	100	10	675	50	1 114

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (s.f.)

### 3.2. Identificación y descripción de las alternativas de localización

Como alternativas para la macro localización consideraremos las provincias de Lambayeque, La Libertad, Lima y Arequipa debido a que cumplen con varios de los criterios antes desarrollados como: cercanía al mercado objetivo, disponibilidad de materia prima y mano de obra, entre otros.

La provincia de Áncash no fue considerada como una alternativa de macrolocalización por no cumplir con varios de los criterios antes desarrollados.

### 3.3. Determinación del modelo de evaluación a emplear

Para la elaboración del presente estudio, se consideró aplicar el Método de Ranking de factores. Este consiste en efectuar una evaluación las provincias preseleccionadas, en función a una ponderación de los factores de acuerdo a su importancia para cada caso específico. Para llegar a esta ponderación, este método semi-cualitativo sigue los siguientes pasos:

- Determinar los factores de localización más relevantes
- Analizar el nivel de importancia relativa de cada factor y asignarles una ponderación relativa mediante una tabla de enfrentamiento.
- Elegir las posibles localizaciones que cumplan con un nivel mínimo de desarrollo en los factores.
- Calificar las localizaciones según cada factor y elaborar la tabla de Ranking de Factores
- Calcular el puntaje total de cada localización y seleccionar la localidad de mayor puntaje

### 3.4. Evaluación y selección de la localización

#### 3.4.1. Evaluación y selección de la macrolocalización

Tabla 3.9

Tabla de enfrentamiento

Número	Factores	1	2	3	4	Conteo	Ponderación
1	Cercanía al mercado objetivo	x	1	1	1	3	0,375
2	Disponibilidad de materia prima	1	x	1	1	3	0,375
3	Disponibilidad de mano de obra	0	0	X	1	1	0,125
4	Infraestructura	0	0	1	x	1	0,125
						8	1

Elaboración propia

Se utilizará la siguiente escala de puntuación:

Tabla 3.10

Escala de Puntuación

Valor	Significado
10	Excelente
8	Muy bueno
6	Bueno
4	Regular
2	Deficiente

Elaboración propia

Tabla 3.11

Ranking de factores macro

Número	Factores	Ponderación	Lambayeque		La Libertad		Lima		Arequipa	
			Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
1	Cercanía al mercado objetivo	0,375	2	0,75	6	2,25	10	3,75	8	3
2	Disponibilidad de materia prima	0,375	8	3	10	3,75	6	2,25	4	1,5
3	Disponibilidad de mano de obra	0,125	4	0,5	6	0,75	10	1,25	8	1
4	Infraestructura	0,125	2	0,25	8	1	10	1,25	6	0,75
			<u>4,5</u>		<u>7,75</u>		<u>8,5</u>		<u>6,25</u>	

Elaboración propia

Lima es la opción que consiguió la mayor puntuación, con este resultado se concluye que es el departamento donde se debería localizar la planta.

### 3.4.2. Evaluación y selección de la microlocalización

Debido a que el departamento elegido fue Lima se procederá a evaluar la microlocalización de la planta tomando en cuenta diferentes factores, tales como disponibilidad de parques industriales, vías de transporte, costo de terrenos y seguridad.

#### A) Disponibilidad de parques industriales

Como se mencionó anteriormente, es importante que la zona donde se ubicará la planta cuente con suficientes zonas industriales y disponibilidad de terrenos, a fin de evitar cualquier perjuicio o malestar a la calidad de vida de las personas. Y además facilitar así los tramites de licencias por parte de las municipalidades.

Se consideró Lurín, Huachipa y Ancón, por ser 3 locaciones que están desarrollando nuevos parques industriales en las periferias de la ciudad de Lima.

Esta información se obtuvo de un recorte periodístico del diario El Comercio. Se muestra un extracto a continuación: “Al sur, en Chilca, están en construcción tres proyectos de inversión privada que suman más de 900 ha: Centro Industrial La Chutana, Indupark y Sector 62. Asimismo, al este de Lima, ya fueron vendidas más de 100 ha a cerca de 46 empresas industriales en la Ciudad Industrial Huachipa. Este complejo, de una extensión de 478 ha, está en su primera etapa de desarrollo a cargo de la empresa

Bryson Hills S.A. Por último, el Ministerio de la Producción (Produce) construirá, a inicios del próximo año, el Parque Industrial de Ancón en un terreno de 1,338 ha. El Produce ya terminó los estudios técnicos del proyecto y está formulando un plan maestro para presentarlo a Pro-Inversión. La oferta del espacio se orientará a empresas privadas nacionales e internacionales de diversas escalas, desde microempresas hasta grandes empresas tractoras. Según el Produce, este proyecto ayudará a mejorar la planificación, zonificación y reordenamiento de la ciudad.” (Neyra, 2015)

### **B) Vías de Transporte**

El producto propuesto en la investigación tendría como mercado objetivo diversas empresas del rubro de la confección y elaboración de zapatos, carteras, accesorios y tapizado. Por ello, se considera importante encontrar una ubicación para una posible planta cerca de la zona industrial de Lima, a fin de conseguir una reducción en los costos de distribución y transporte del producto final.

Se consideró además como referencia en la tabla de distancias la vía de Evitamiento, ya que al ser la conexión con la carretera Norte y Sur, permitiría conectarse con los potenciales clientes.

Tabla 3.12

Distancia desde la vía Evitamiento

<b>Alternativa</b>	<b>Distancia (Km)</b>
Lurín	29,2
Huachipa	17
Ancón	38

Fuente: Google Maps (2017)

### **C) Costo de terrenos**

Este es un factor muy importante, debido a que se cuenta con recursos económicos limitados y se debe encontrar la mejor opción con el menor costo.

“La escasez de terrenos industriales eleva los precios de estos, y con ello los costos de ampliación y/o instalación de nuevas industrias.” (Iberico y Vera Tudela, 2013)



Tabla 3.13

Tabla precios

Alternativa	Precio (\$/m <sup>2</sup> )
Lurín	200
Huachipa	195
Ancón	150

Fuente: Urbania (2016), Olx (2016), Clasificados (2016)

#### D) Seguridad

Tabla 3.14

Lurín

Información	Datos
Número de serenos	350
Población víctima de algún hecho delictivo (%)	37,1
Comisarias	2
Percepción de Inseguridad (%)	86,6

Fuente: Ministerio del Interior (s.f.)

Tabla 3.15

Huachipa (Distrito Lurigancho)

Información	Datos
Número de serenos	602
Población víctima de algún hecho delictivo (%)	37,3
Comisarias	4
Percepción de Inseguridad (%)	87,9

Fuente: Ministerio del Interior (s.f.)

Tabla 3.16

Ancón

Información	Datos
Número de serenos	28
Población víctima de algún hecho delictivo (%)	35
Comisarias	1
Percepción de Inseguridad (%)	86,6

Fuente: Ministerio del Interior (s.f.)

Tabla 3.17

Tabla de enfrentamiento

Num.	Factores	1	2	3	4	Conteo	Ponderación
1	Disponibilidad de parques Industriales	x	1	0	0	1	0,125
2	Vías Transporte	1	x	1	1	3	0,375
3	Costo terrenos	0	1	X	1	2	0,25
4	Seguridad	0	1	1	x	2	0,25
						8	1

Elaboración propia

Los puntajes usados fueron 2, 4, 6,8 y 10, siendo este último la mayor puntuación.

Tabla 3.18

Ranking de factores

Núm.	Factores	Pond. %	Lurín		Huachipa		Ancón	
			Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
1	Disponibilidad de parques industriales	0,125	6	0,75	10	1,25	4	0,5
2	Vías Transporte	0,375	6	2,25	8	3	6	2,25
3	Costo terrenos	0,25	8	2	6	1,5	10	2,5
4	Seguridad	0,25	8	2	8	2	6	1,5
			7		7,75		6,75	

Elaboración propia

De los resultados de la tabla de ranking de factores, se puede concluir que la locación más adecuada es Huachipa, en el distrito de Lurigancho.



## **CAPÍTULO IV: INGENIERÍA DEL PROCESO**

### **4.1. Materiales y tecnologías existentes relacionadas**

Como se mencionó en el primer capítulo, la preocupación por el medio ambiente ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a las evidentes consecuencias del consumo indiscriminado de recursos y mal manejo de los residuos, así como procesos productivos altamente contaminantes.

Es así como la tendencia actual es rediseñar los productos de uso común con el objetivo de reducir los impactos ambientales que producen. Algunas medidas ya han sido aplicadas a ciertos productos, por ejemplo, la prohibición de algunos agentes exfoliantes de BPA en productos cosméticos en Estados Unidos (National Conference of State Legislatures, 2015) y el uso de plásticos descartables en Francia (Redacción Multimedia, 2016).

Estas tendencias se ven reflejadas, además, en el comportamiento de los consumidores, los cuales están cada vez más dispuestos a pagar un precio adicional con tal que consumir productos que cuiden el medio ambiente. Cabe resaltar que esta tendencia de consumo sostenible es muy fuerte en Europa, mientras que en el Perú todavía está en crecimiento y se centra en un segmento reducido de la población. A pesar de esta situación, y que las leyes peruanas medioambientales no son tan fuertes, muchas empresas están adoptando prácticas sostenibles a fin de hacer más atractiva su marca y así, atraer más clientes. Especialmente las que se dedican a la exportación.

Esta corriente ha originado que se investiguen nuevos procesos de fabricación y alternativas industriales basadas en plantas o mermas de otros sectores, a fin de conseguir productos más sostenibles. Uno de los sectores que es parte de esta revolución es la industria textil, en los siguientes puntos trataremos sobre las diversas tecnologías existentes en el mercado actual.

#### **4.1.1. Tecnología de materiales de plátano**

Actualmente, muchas empresas están buscando productos innovadores y con un enfoque sostenible, es así que empresas como Offset Warehouse está trabajando con una ONG en

Nepal para desarrollar un nuevo tejido ecológico a base de tallos de la planta del plátano (McEachran, 2015).

Según una publicación del diario inglés The Guardian en marzo del 2015, en las Filipinas se ha empezado a producir un material textil a base del tallo del árbol plátano, el cual no ofrece gran flexibilidad, pero sí resistencia (McEachran, 2015).

Para obtener un kg de fibra se necesitan 37 kg de tallo de plátano y un árbol de plátano puede crecer en 9 meses. En 2012, el Instituto Filipino de Investigación Textil concluyó que las plantaciones de banano sólo en las Filipinas pueden generar más de 300 000 toneladas de fibra (McEachran, 2015).

Los usos que se le atribuyen a este textil son principalmente para ropa, específicamente para casacas, faldas y pantalones. Se dice que la tela es casi neutra en carbono y tiene una textura suave que se puede comparar al cáñamo y bambú, según menciona Charlie Ross, fundador de Offset Warehouse.

#### 4.1.2. Tecnología de materiales de coco

El coco es una fruta tropical muy usada para diversas industrias, desde la alimentación y bebidas hasta la belleza. No es sorpresa entonces que se empiece a darle uso a la corteza externa o casco del coco (Figura 4.1), que es la parte más grande de este fruto en volumen. Es así como algunas compañías de indumentaria para exteriores, como las conocidas The North Face y Tog 24, han empezado a incorporar estas resistentes fibras en sus prendas. Actualmente se encuentran en el mercado casacas fabricadas con una combinación de fibras de coco y poliéster, como la casaca Siren de Tog 24 (The Guardian, 2015).

Figura 4.1

Partes del coco



Fuente: Diario Libre, (2017)

#### **4.1.3. Tecnología de materiales de hongos**

Otra alternativa de tejido ecológico que ha aparecido en el mercado es Muskin, el cual es un material que se hace de esporas de hongos. Muskin tiene la misma textura y funciones que el cuero, con una textura muy parecida a la gamuza, pero con una mayor sensación de suavidad (Red Box, 2016). El material proviene de la *Ellipsoideus Phellinus*, una especie de gran hongo parásito que crece en la selva y ataca a los árboles en los bosques subtropicales. Este material se extrae de la parte superior de las setas, las cuales son especialmente cultivadas para esto. Según Grado Zero Espace, la empresa creadora, es muy fácil de producir las setas de manera sostenible y utiliza mucha menos agua y energía que la producción del cuero animal (Grado Zero Espace SRL, 2017).

Además, el material puede ser repelente al agua después de ser tratado con eco wax (proceso de impermeabilización). Su proceso de elaboración es muy parecido al cuero animal pero no usa químicos, esto lo hace no tóxico y recomendable para usarse en productos que tienen contacto con la piel, como correas de reloj, plantillas de zapatos y bolsos (Red Box, 2016).

Actualmente la comercialización del material es por muestras o pequeñas producciones de máximo 55 piezas (14-20 cm. x 25-30 cm x 0.5-1 cm) y el costo varía según la calidad entre 55 y 38 euros por pieza.

#### **4.1.4. Tecnología de materiales de piña**

La doctora Carmen Hinojosa, oriunda de España, por mucho tiempo investigó un material tradicional de las Filipinas hecho a base de hojas de piña. A raíz de esta investigación desarrolló un producto que promete ser sustituto del cuero, llamado Piñatex. Este es un material no tejido de fibras naturales que se comercializa actualmente en rollos de 155 cm de ancho y cuyo proceso de producción está diseñado contemplando un total de siete estándares de calidad, entre las cuales destacan la resistencia a la ruptura de las costuras, la resistencia al fuego provocado por cigarrillos y la flexibilidad (Ananas Anam, 2016).

El material, aunque ya existe, aún se encuentra siendo mejorado en los laboratorios de Ananas Anam. El precio actual al que se comercializan los pliegos de 2,4 m<sup>2</sup> con un espesor de 1,5 - 2 mm es de 18 libras esterlinas (23,54 USD aproximadamente), un precio inferior a los cueros más finos, el cual ronda alrededor de 40 dólares americanos por metro cuadrado.

Una ventaja de este material novedoso, que cada día gana más popularidad en el mercado internacional, es su ciclo de vida propuesto, según lo publicado. En resumen, este proceso inicia con la extracción de las hojas de piña, las que luego pasan por un proceso llamado decorticación. De este proceso se extrae biomasa como merma, la cual puede ser reutilizada como abono. En seguida pasa por un proceso de desgomado y luego se forma un velo o red con el proceso de producción del material textil no tejido. Una vez que los productos finales cumplen su ciclo de vida y son desechados, es posible que el producto pase por un proceso biológico para extraer la biomasa y nuevamente utilizarla como abono o para producir biogás (Ananas Anam, 2016). Este ciclo de vida hace al producto bastante atractivo para el mercado consciente del medioambiente.

En cuanto a sus propiedades técnicas, podemos observar las principales en la tabla siguiente:

Tabla 4.1

Propiedades Técnicas

Propiedad examinada	Método de prueba	Performance de Piñatex™ ORIGINAL
Resistencia a la ruptura EN	EN ISO 3377-2 ( 40 N)	EN ISO 3377-2 ( 40 N)
Resistencia a la Tracción	Test de laboratorio de Bonditex SA	380.67 N (deformación) 140.5 N (trama)
Ruptura de la costura	Laboratorio Bonditex SA	299.13 N (deformación) 144.17 N (trama)

Fuente: Ananas Anam (2016)  
Elaboración propia

Actualmente, este material es considerado por muchas marcas importantes como Puma, la cual ha realizado sus primeros prototipos con este material. U otras empresas de moda como: ROMBAUT, Vegemoda, Taikka, entre otras.

#### 4.1.5. Tecnología de materiales de caña de azúcar

La caña de azúcar es la materia prima que hemos elegido para desarrollar este trabajo de investigación tecnológica debido a las características de su fibra interna. La caña de azúcar además también ha sido atractiva para otras personas y empresas, las cuales ya se encuentran desarrollando productos a base a ella. Una de las empresas que ya trabaja con

caña de azúcar, es la empresa reconocida en el mundo del diseño de interiores Xorel. Actualmente, Biobased Xorel, como se conoce al material, es utilizado para los revestimientos de paredes y paneles.

Esta empresa dice que la ventaja de utilizar caña de azúcar es la reducción en emisiones CO<sub>2</sub>. Sin embargo, el material no está hecho en su totalidad de caña.

La versión más reciente de este material contiene entre 60% y 85% de caña. The Cradle to Cradle Institute dio a Biobased Xorel su Certificación de Oro, al igual que SCS Indoor Advantage (Carnegie, 2017). Estas dos instituciones evalúan y certifican el proceso de un producto en su espectro completo de fabricación, uso y eliminación del material, la reutilización de materiales, la energía renovable y la gestión del carbono, la administración del agua y la equidad social.

Biobased Xorel también recibió la nueva certificación FACTS. Las pruebas de sostenibilidad de FACTS indican que un textil ha sido evaluado por aspectos ambientales, económicos y sociales a lo largo de su ciclo de vida. Por otro lado, USDA certificó su contenido biobased entre 60-85% de composición orgánica (Carnegie, 2017).

Biobased Xorel se vende en dimensiones según el pedido del cliente y ha tenido una gran acogida en el mercado desde su introducción al mismo (Carnegie, 2017).

#### **4.1.6. Procesos similares aplicados a otros productos**

#### **4.1.7. Fabricación de Piñatex**

El componente principal de Piñatex es la fibra de hoja de piña (PALF por sus siglas en inglés), estas son extraídas de la planta Ananas Comosus, un tipo de árbol de piña. Estas hojas son decorticadas manualmente o usando métodos mecánicos, obteniendo de ellas aproximadamente entre 75-90% de celulosa, 2-5% lignina y 1.1% de ceniza (Ananas Anam, 2016).

Las superiores propiedades mecánicas de la fibra de hojas de piña se atribuyen a su alto contenido de celulosa y tiene un aspecto un poco sedoso. Las hojas son decorticadas, en este proceso las hojas son chancadas y golpeadas por una rueda rotatoria que está equipada con unos cuchillos no afilados. Esta operación permite que solo queden fibras, las cuales serán luego secadas, peinadas y guardadas. Los tamaños promedios de estas fibras son de entre 70 y 100 centímetros (Ananas Anam, 2016).



Para tener las fibras totalmente separadas se debe remover las gomas que se encuentran en ellas. Esto se puede lograr si se disuelve 2% hidróxido de sodio en agua destilada. Las fibras son tratadas por 30 minutos a una temperatura de 80°C preferiblemente (Ananas Anam, 2016). Posteriormente son lavadas y colocadas en una aspiradora vertical que tiene algunos químicos disueltos en agua. Esta solución acuosa consta de hidróxido de sodio y amoníaco. El remojo dura entre 2 y 6 horas dependiendo la cantidad de goma que ha sido retenida en las fibras. Se pueden agregar agentes suavizantes. Posteriormente, las fibras serán enjuagadas en agua y puestas a secar al sol. Para el material de Piñatex, el tamaño óptimo de la fibra debe estar entre 2-12 cm (Ananas Anam, 2016). Especialmente las fibras de 6 centímetros proveen buenas propiedades mecánicas en el material final. Cabe resaltar que las fibras pueden ser cortadas con cualquier maquina tradicional de corte.

Entre 80 – 100% en peso del material es fibra natural de piña y el resto (0-20% en peso) está hecho con un polímero fusible (<180°C) (Patente EUA N° 0149512, 2013). En el caso de Piñatex se utiliza el poliéster como aglutinante entre cada capa de material no tejido. Este proceso se logra con una máquina de colocación de aire. Este material consiste en múltiples capas de fibras y polímero fusible creando un tapete que tiene aproximadamente una resistencia a la tracción de 16 MPa (Patente EUA N° 0149512, 2013).

Luego de este proceso se pueden añadir pigmentos y resinas para hacer que su aspecto sea similar al del cuero.

Cabe mencionar que el trabajo de investigación de Piñatex se centra en el mejoramiento del proceso de desgomado, el cual cuenta actualmente con una patente y se explica a continuación.

## A) Desgomado enzimático

Se trabaja con un proceso enzimático cuya mejor formulación se pudo determinar gracias a diferentes pruebas:

Los mejores resultados se obtuvieron en las muestras B11 8 y B13 8 que fueron tratadas con biopectinasa y poligalacturonasa + hemicelulasa respectivamente. Estas fueron seleccionadas como las más óptimas por tener el tamaño de fibra más largo (B11 8 62 cm, B13 8 69 cm).

Tabla 4.2  
Resultados de las pruebas de medidas

Length measurements results			
Sample	Average length (cm)	Coefficient of variation (%)	Maximum length (cm)
Not treated	75	6.7	85
B11 8	62	22.2	80
B12 8	52	20.0	70
B13 8	69	15.2	90
B14 8	41	15.0	55
Conventional	41	32.2	70

Fuente: Patente EUA 2013/0149512 (2013)

A continuación, se mostrará las figuras donde se indican los materiales, las combinaciones enzimáticas, las pruebas y la optimización del proceso.

Tabla 4.3  
Descripción de materiales

Materials description			
Product	Composition	Activity (U/ml)	Supplier
Biopectinase M01	Polygalacturonase, pectinesterase, pectinic lyase and hemicellulase.	60 000	Biocon Española
Polygalacturonase	Pectinase	11 000 +/- 5%	Biocon Española
Xylanase	Hemicellulase	36 000 -5% + 10%	Biocon Española
Biosoft L	Cellulase	50 000	Biocon Española

Fuente: Patente EUA 2013/0149512 (2013)

Tabla 4.4  
Descripción de las combinaciones de enzimas

Enzymes combination description		
Reference	Enzyme combination	Description
E1	Biopectinase M01	Enzyme complex
E2	Biopectinase M01 + Biosoft L	Enzyme complex + cellulase
E3	Polygalacturonase	Pectinase
E4	Polygalacturonase + Xylanase	Pectinase + hemicellulase
E5	Polygalacturonase + Xylanase + Biosoft L	Pectinase + hemicellulase + cellulase

Fuente: Patente EUA 2013/0149512 (2013)

Tabla 4.5  
Formulación de los recubrimientos

Baths formulation							
Bath number	Enzyme reference	Enzyme concentration o.w.f. (*)	pH	Process temperature (° C.)	Process time (hours)	Sample reference (**)	Activity Polygalacturonase (U/ml)
Bath n° 1	E1	14.6% biopectinase	4.25	40	2, 4 and 6	B1 2, B1 4, B1 6	5.5
Bath n° 2	E1	36.7% biopectinase	4.25	40	2, 4 and 6	B2 2, B2 4, B2 6	13.8
Bath n° 3	E2	14.6% biopectinase + 1% cellulase	4.25	40	2, 4 and 6	B3 2, B3 4, B3 6	5.5
Bath n° 4	E2	36.7% biopectinase + 1% cellulase	4.25	40	2, 4 and 6	B4 2, B4 4, B4 6	13.8
Bath n° 5	E3	2% polygalacturonase	5	50	2, 4 and 6	B5 2, B5 4, B5 6	5.5
Bath n° 6	E3	5% polygalacturonase	5	50	2, 4 and 6	B6 2, B6 4, B6 6	13.8
Bath n° 7	E4	2% polygalacturonase + 1% xylanase	5	50	2, 4 and 6	B7 2, B7 4, B7 6	5.5
Bath n° 8	E4	5% polygalacturonase + 1% xylanase	5	50	2, 4 and 6	B8 2, B8 4, B8 6	13.8
Bath n° 9	E5	2% polygalacturonase + 1% xylanase + 1% cellulase	5	50	2, 4 and 6	B9 2, B9 4, B9 6	5.5
Bath n° 10	E5	5% polygalacturonase + 1% xylanase + 1% cellulase	5	50	2, 4 and 6	B10 2, B10 4, B10 6	13.8

Fuente: Patente EAU 2013/0149512 (2013)

### B) Optimización del proceso enzimático

La optimización consiste en ajustar las condiciones físicas a 45°C, la cual es una temperatura óptima para la actividad enzimática. Además, el proceso se incrementó de 6 a 8 horas y solo se consideraron las pruebas que tenían 5% de concentración enzimática, pues fueron estas las que tuvieron mejores resultados.

Tabla 4.6

Condiciones adecuadas para el ensayo

Conditions of the essay	
Essay atmosphere:	22° C. (20° C. ± 2° C.)-60% (65% ± 5% h.r.)
Number of measurements (for each sample):	between 100-300
Previous treatment:	Not applicable

Fuente: Patente US 2013/0149512 (2013)

Tabla 4.7

Formulación optimizada de los recubrimientos

Optimised baths formulation							
Bath number	Enzyme reference	Enzyme concentration (o.w.f)	Solution pH	Process temperature	Process time	Sample reference	Activity Polygalacturonase (U/ml)
Bath n° 11	E1	36.7% biopectinase	4.25	45° C.	8 hours	B11 8	16.5
Bath n° 12	E2	36.7% biopectinase + 1% cellulase	4.25	45° C.	8 hours	B12 8	16.5
Bath n° 13	E4	5% polygalacturonase + 1% hemicellulase	5	45° C.	8 hours	B13 8	16.5
Bath n° 14	ES	5% polygalacturonase + 1% hemicellulase + 1% cellulase	5	45° C.	8 hours	B14 8	16.5

Fuente: Patente US 2013/0149512 (2013)

#### 4.1.8. Fabricación de tela no tejida a base de bagazo

El proceso empieza con la preparación de la materia prima: el bagazo de caña. El bagazo es la parte de la caña que cuenta con el mayor porcentaje de celulosa en su composición. De acuerdo a la Real Academia Española, el bagazo es el residuo que queda luego de extraer el jugo de la caña de azúcar (Real Academia Española, RAE, 2016). Para mantener la calidad del producto se debe realizar primero un proceso de limpieza y purificación que, de acuerdo al grupo papero mundial SAPPI, consiste en pasar el bagazo por zarandas y un proceso de lavado simple con agua potable para poder extraer las impurezas como arenas o pequeñas piedras (SAPPI Group, 2012).

Para empezar con el proceso principal el bagazo limpio debe pasar por un proceso de desmedulado. Este consiste en separar la parte rica en fibra de la parte que no es apta para la fabricación de la tela ni otros procesos, llamada médula o meollo, para así mejorar

las propiedades de resistencia del producto final. Por otro lado, para no ser desperdiciada la médula puede quemarse para ser aprovechada como biomasa (Saldarriaga, 2013). Los alumnos de ingeniería electromecánica de la Universidad de Asunción explican que hay tres métodos para esta operación:

1. Desmedulado en seco: Consiste en un proceso mecánico en molinos desmeduladores (de rotor vertical de preferencia), los cuales se podrían categorizar como una especie de molinos de pequeños martillos juntos que separan ambas partes del bagazo. Se llama en seco porque se lleva a cabo con entre 15% y 20% de humedad del bagazo. Este método tiene una eficiencia baja de separación de las medulas. El resultado es de 30% a 50% de rendimiento (Delfín Britos Invernizzi y Ramírez, 2018). Si bien es cierto no es el más efectivo, es el más difundido en el mercado actualmente, especialmente en la industria del papel, principalmente debido a que ambas partes se separan casi automáticamente por caída libre en los desmeduladores verticales (Almazán del Olmo, Hernández Gutiérrez y Brizuela Herrada, 2016).

2. Desmedulado en húmedo: Se procesa con una humedad del 50%, que es el estado en el que se recibe el bagazo normalmente. Este desmedulado también se realiza en los desmeduladores, sean horizontales o verticales. En comparación con el método en seco, es bastante más eficiente, sin embargo, es más laborioso separar ambas partes antes de proceder a la siguiente operación del proceso (Delfín Britos Invernizzi y Ramírez, 2018).

3. Desmedulado en suspensión: Este método retira no solo la médula, sino también las impurezas o polvo restante, por lo que muchas veces se utiliza como un segundo desmedulado. Se realiza en los mismos desmeduladores, pero con el bagazo al 80% a 90% de humedad (Delfín Britos Invernizzi y Ramírez, 2018).

A continuación, la fibra obtenida pasa por un proceso de pulpado que tiene por finalidad remover la lignina, la cual las mantiene unidas. Este puede ser químico o mecánico. El pulpado mecánico consiste en romper las fibras por medios mecánicos, ya sea por molido o cortado (U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1989).

Esta operación es bastante más económica que otros métodos y además, tiene la ventaja de que su rendimiento puede llegar hasta el 90%, casi el doble que el del pulpado químico (U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1989).

En el pulpado químico, comúnmente conocido como cocción o proceso a la soda, la fibra ingresa a un digestor en el cual se mezcla soda cáustica con vapor a alta presión

y temperatura (170 a 175 grados centígrados (Horst Kruger, Schwartzkopff, Reitter, Hopner y Muhlig, 1981)). Por lo general se agregan sulfatos (método Kraft) o sulfitos para eliminar las bacterias y para remover la lignina de las fibras (Horst Kruger, Schwartzkopff, Reitter, Hopner y Muhlig, 1981). Este método es considerado como el más limpio de los procesos de pulpado (Saldarriaga, 2013). Sus principales desventajas son el elevado precio y bajo rendimiento en comparación con el pulpado mecánico (U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1989). Sin embargo, da una pulpa de mejor calidad y resistencia, apto para la fabricación de papeles más finos.

Después del pulpado se procede al lavado. En el caso del pulpado químico se pasa por tres etapas de lavado para poder extraer los excedentes de los reactivos utilizados. Las aguas residuales del proceso de lavado se denominan licor negro débil (Delfín Britos Invernizzi y Ramírez, 2018) y debe ser enviado al sistema de tratamiento de aguas de la empresa antes de ser desechado, tanto por un tema ético como legal.

Después de este lavado, la pulpa debe pasar nuevamente por un proceso de purificación o depuración, en el que se retiran las arenas o cualquier material extraño que pudiese haber entrado en contacto con ella (Delfín Britos Invernizzi y Ramírez, 2018). Sea cual sea el método elegido, una vez terminado, se pasa la materia obtenida por un secador para extraer la humedad.

A continuación, las fibras secas pasan a una máquina llamada carda para ser mezcladas y transformadas en lo que se conoce como velo (Ramos Chavez y Tasayco Francia, 2013). El nombre de esta máquina viene de su principal herramienta: una especie de cepillo con púas de alambre usado en la industria textil para limpiar y separar unas fibras de otras (Real Academia Española, RAE, 2016). De esta manera, en la carda se terminan de retirar las impurezas y se separan las fibras. En esta misma máquina las fibras sueltas se van ordenando de manera paralela. El resultado de este paralelismo es lo que se denomina como velo de bagazo.

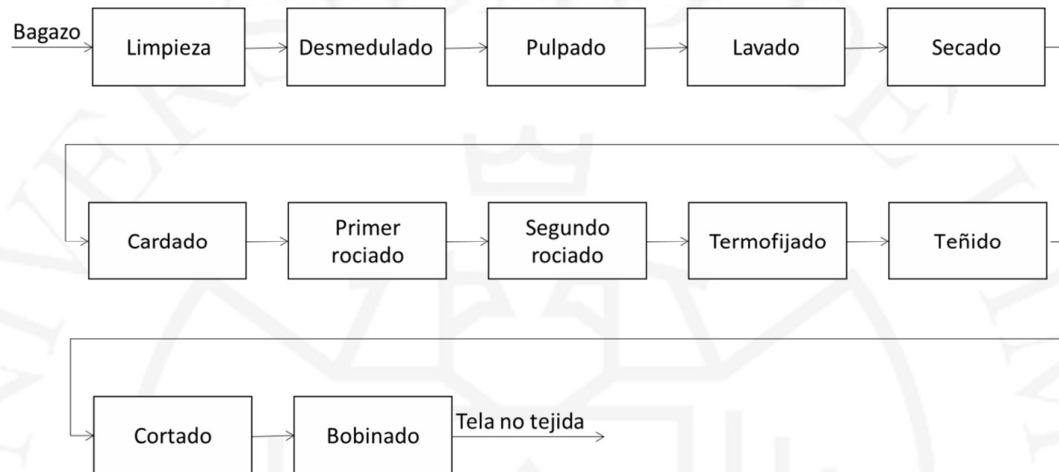
Luego, el velo pasa por una cámara en la que se rocían resinas, que son los aditivos que le darán las características como flexibilidad y resistencia. Dependiendo del fabricante, estas resinas pueden variar. Actualmente las más populares son las de poliéster y las de polipropileno. Al terminar esta etapa, se pasa nuevamente por rociadores en los que se le agrega otra capa de resina, la cual dependerá de que característica se le quiera dar. Inmediatamente después se pasa por una máquina comúnmente denominada

termofijador, para fijar las resinas a la tela, al aplicar calor, se funde con las fibras del material. Finalmente queda una tela no tejida de bagazo de caña, lista para pasar a un proceso de tintura y posterior bobinado para su almacenamiento y comercialización.

A continuación, se resume el proceso en un diagrama de bloques:

Figura 4.2

Diagrama de bloques del proceso de fabricación de tela a base de bagazo



Elaboración propia

#### 4.1.9. Fabricación de cuero sintético

El cuero sintético es un material que intenta imitar el cuero animal, tanto en apariencia como en su uso. Este material nació de la necesidad de abaratar los costos de producción del cuero y así poder llegar a un mercado más amplio. En la actualidad, existen dos métodos bastante difundidos de elaboración de cuero sintético en el mercado: el PVC o vinilo, también conocido como cuerina; y el poliuretano, conocido como cuero vegano. A continuación, se exploran ambas opciones.

#### 4.1.9.1 PVC

El cuero sintético de vinilo se empezó a fabricar alrededor de 1910, inicialmente comercializado por la empresa DuPont bajo el nombre de Fabrikoid. Era conocido como “cuero artificial”. Nació de la necesidad encontrar un sustituto del cuero animal a bajo costo. Su uso fue principalmente para equipaje, tapas de libros y algunos zapatos. En 1920 fue el material más popular en la industria de los interiores de automóviles (DuPont, 2017). A pesar de haber sido un material muy popular, en la actualidad se debate su capacidad de ser reciclado y el riesgo al que están expuestos los operarios en las fábricas donde se produce.

El vinilo es un material termoplástico hecho de 57% de cloro derivado del cloruro de sodio, o sal común, y 43% de carbono y 43% de etileno, derivado del petróleo o gas natural (Recovinyl, 2015).

Según un documental de Discovery Brasil publicado en el 2014, el proceso de fabricación de cuero sintético de PVC empieza con una mezcla de un plastificante a base de petróleo, un estabilizador de luz ultravioleta, para hacerlo resistente a los rayos solares y una solución retardante de llamas. A esta mezcla se le puede agregar otros aditivos para darle al material diferentes características.

Por otro lado, se mezcla vinilo en polvo con agua y los tintes necesarios para lograr el color deseado. En seguida, ambas mezclas se combinan y se vierten uniformemente sobre un papel siliconado. Para esto, se debe mantener agitando la mezcla mientras se vierte con unos rodillos para asegurar que sea uniforme. Esta primera capa debe ser delgada. El vinilo líquido se endurece sobre el papel debido al calor emitido por el horno de rodillos.

Luego, se utiliza una segunda capa de vinilo con un agente de espesamiento o espuma, que es lo que le da forma y textura similar al cuero. Se añade esta segunda capa en la máquina de revestimiento. A continuación, se mete a un horno con rodillos. El calor activa el agente de espesamiento, lo cual provoca que el agente de espesamiento de la segunda capa se expanda, el vinilo se endurezca y la mezcla se adhiera a la primera capa.



A continuación, se coloca una tela sobre el vinilo, utilizando rodillos. Esta tela servirá como una especie de columna o esqueleto para el cuero sintético. Luego, el papel se retira y se revela la primera capa de vinilo.

Por último, se añade una resina como revestimiento del material formado, con el fin de aumentar la durabilidad del mismo, principalmente al desgaste por frotación.

#### **4.1.9.2 Poliuretano**

El poliuretano nació en los laboratorios químicos de IG Farben en 1937, creado por Friedrich Bayer. El material empezó a utilizarse como reemplazo del caucho durante la Segunda Guerra Mundial y fue recién en 1950 cuando empresas químicas como DuPont empezaron a incorporarlo en sus productos de cuero sintético. En la actualidad, es preferido por ofrecer un producto con mayor suavidad, flexibilidad y ser menos contaminante que el vinilo.

El poliuretano es un polímero sintético derivado del petróleo que se obtiene de la reacción de un polioliol y un disocianato.

Para fabricar cuero sintético a base de poliuretano, primero se debe tener una tela, sea tejida o no tejida. Esta será la base del cuero sintético. A continuación, se debe colocar una capa de una solución poco espumosa de poliuretano sobre la tela. Seguidamente se debe meter a un horno a 100 grados centígrados para eliminar la humedad y lograr que la tela y el poliuretano se adhieran (Taiwan Trade, 2017). Luego, se debe preparar una solución de resina de poliuretano que contenga entre 14 y 20 % en peso poliuretano, 5 a 10% dióxido de silicio, 3 a 8% de cera, tintes en la proporción necesaria para lograr el color deseado, y 62 a 78% de un solvente que contenga dimetilformaldehído, metiletilcetona y tolueno (Patente EUA N° 0094737, 2002). A esta mezcla también se le puede agregar un retardante de llamas. Después se debe colocar una capa de esta mezcla sobre la tela impregnada con la solución poco espumosa de poliuretano. Esta segunda capa debe ser más delgada, casi como una lámina. Inmediatamente después, se debe colocar una capa de cera de cadena lineal de hidrocarburos larga, como lo es la parafina, utilizada para hacer velas, en estado sólido y proceder a fundirlo con un proceso térmico entre 110 y 140 grados centígrados (Taiwan Trade, 2017), con la finalidad de que se fundan. Simultáneamente se debe ir curando para remover el solvente y que se conviertan en un solo material. Una vez terminado, se

puede imprimir diseños o prensar el material para darle una textura (Double Elephant, 2017).

## **4.2. Materiales**

### **4.2.1. Materia Prima**

La producción de fibras naturales no es suficiente para satisfacer las necesidades textiles de la creciente población mundial. Por lo tanto, la investigación textil está explorando recursos naturales alternativos para producir fibras. Aunque normalmente es conocida por su uso nutricional, la caña de azúcar también se puede utilizar para la producción textil debido a su alto contenido de fibra.

La caña de azúcar es originaria de la India, fue desde ahí que llegó a España hacia el siglo IX y posteriormente en el siglo XV se estableció en América.

Básicamente, la caña de azúcar es un tallo macizo poco flexible de aproximadamente 4 – 6 cm de diámetro y entre 2 – 5 metros de altura, que no cuenta con ramificaciones. Aproximadamente el 14% representa la sacarosa (materia prima para el azúcar), 40 kg/tn de melaza (materia prima para el ron) y 150 kg/tn de bagazo o fibra (Infoagro, 2016).

El bagazo de caña es un subproducto de la fabricación de azúcar, alcohol y etanol. El tallo de caña se tritura en ingenios azucareros y molinos de alcohol, generando el 30% de los residuos que quedan después del chancado. Dependiendo del año y del volumen de producción, el excedente de bagazo se utiliza principalmente para alimentar animales o como biomasa.

El bagazo proviene de diferentes partes del tallo de la caña que comprende la corteza externa aplastada con la médula interna. Contiene 45% de fibra, la cual se compone de 45% de celulosa, 33% de hemicelulosas y 20% de lignina

Cuando el bagazo sale del molino posee las siguientes características:

- Humedad (50%)
- Sólidos solubles (5%)
- Sólidos insolubles o fibra cruda (45%)

Además, su composición química es la siguiente:

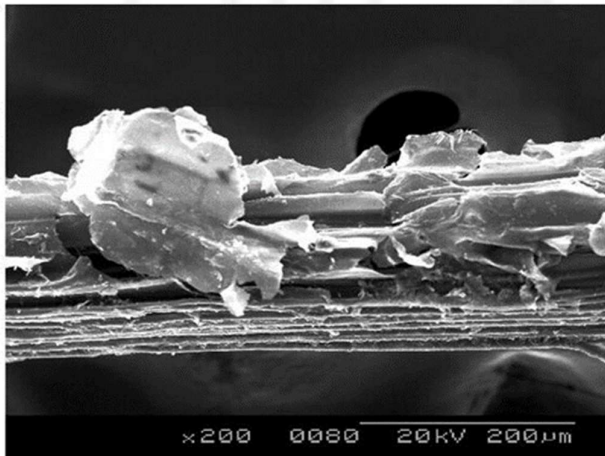
- Carbono: 47 %
- Hidrógeno: 6,5 %
- Oxígeno: 44 %
- Cenizas: 2,5 %

El bagazo consta de dos partes fundamentales:

- La fibra: es relativamente larga, derivadas principalmente de la corteza y otros haces de fibra del interior del tallo. La longitud media de las fibras del bagazo es de 1 a 4 milímetros y su ancho varía entre 0,01 y 0,04 milímetros (EcuRed, 2016).
- La médula o meollo: Se deriva del parénquima, parte de la planta donde se almacena el jugo que contiene el azúcar (EcuRed, 2016).

Figura 4.3

Vista longitudinal de una partícula de bagazo de caña de azúcar cruda



Fuente: Hindawi, (2016)

En el Perú se cultivan principalmente 18 variedades de azúcar. No hay diferencias significativas entre estas variedades en la composición química y la estructura morfológica de los componentes básicos (Estas variedades difieren en características como brotamiento, formación de macollo y crecimiento. Por lo tanto, en para efectos de esta investigación la variedad de caña de azúcar es indistinta y no es determinante.

Además, como parte de esta investigación, se tomaron unas muestras de caña de azúcar de aproximadamente 5 centímetros de diámetro por un espesor de 4 cm, con la finalidad de saber qué porcentaje (en peso), aproximadamente, representa el bagazo de la caña de azúcar en muestras sin casco exterior. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 4.8

Resultados de los ensayos propios

<b>Muestra</b>	<b>Peso (gr)</b>	<b>Líquido (ml)</b>	<b>Peso bagazo (gr)</b>
1	21	6,68	20
2	14	4,15	11
3	20	10,53	19
4	16	15,1	14
5	14	12,3	12
6	18	12,45	15

Elaboración propia

Concluyendo así, que aproximadamente el 87,55% representa bagazo de las muestras tomadas. Este cálculo nos muestra que el porcentaje que representa el bagazo difiere según la condición/estado de la materia prima; es decir, si la materia prima incluye o no el casco exterior de la caña de azúcar. Es importante también considerar que estos valores varían según la calidad y edad de la caña de azúcar.

Un estudio realizado por el Laboratorio de Física y Mecánica Textil de la Universidad de Haute Alsace, Francia (2013), evaluó las propiedades físicas y mecánicas de las fibras de bagazo de caña de azúcar. Considerando las siguientes variables a medir: densidad lineal, finura, propiedades de tracción y rigidez a la flexión. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- La finura de las fibras varió de 8 a 80 tex
- La longitud varió de 19 a 62 mm
- La tenacidad varió de 7 a 25 cN / tex\*

(\*) La tenacidad es generalmente aplicada a la resistencia a la tracción de fibras individuales y se expresa en centinewton por tex (cN/tex).

El estudio muestra que los valores de tenacidad de las fibras tratadas eran bastante bajos (7-22 cN/tex) en comparación con los de otras fibras naturales como el yute (25-53 cN/tex), el lino (24-70 cN/tex), o agave (10-28 cN/tex). Por otro lado, los valores observados de los alargamientos de ruptura de las fibras de bagazo son similares a los de las fibras naturales mencionadas. Por tal motivo, es recomendable usar la fibra de caña de azúcar en la elaboración de telas no tejidas.

En cuanto a la disponibilidad de la materia prima en el Perú, se evaluó la producción de caña de azúcar reportada por el Ministerio de Agricultura, y el porcentaje en peso de la caña que representa el bagazo. Además, se consideró que el 70% del bagazo de las azucareras se reutiliza en las mismas plantas como fuente de energía en los calderos, dejando el 30% del bagazo disponible para venta. Se evaluó la producción reportada de los años 2012 al 2016.

Como se puede apreciar en la tabla 4.9, existiría una oferta de más de 800 000 toneladas anuales de bagazo en el mercado peruano, incluso en los años en los que el fenómeno del niño pudiera afectar la producción normal de la caña.

Tabla 4.9  
Disponibilidad de bagazo en el Perú

Año	Producción de caña de azúcar (tn)	Bagazo estimado (tn)	Disponibilidad de bagazo (tn)
2012	10 368 866	2 903 282	870 985
2013	10 992 240	3 077 827	923 348
2014	11 389 617	3 189 093	956 728
2015	10 211 856	2 859 320	857 796
2016	9 832 526	2 753 107	825 932

Nota: Las cifras para el 2016 son preeliminares. Para este cálculo se consideró que el bagazo representa el 28% en peso de la caña de azúcar (considerando el casco externo), dato obtenido de Research Gate/Universidad Tecnológica de la Habana (2003).

Fuente: Minagri (2017)

#### 4.2.1.1. Factibilidad de obtener el bagazo de otras industrias

Como se mencionó anteriormente, se tuvo comunicación con Eli Huancaruna, miembro de la familia Huancaruna, dueños del grupo Perales Huancaruna SAC (Perhusa) dedicado a la fabricación y exportación de café y azúcar, siendo su marca más popular

el café Altomayo. El alto funcionario y parcialmente dueño de la empresa mencionó que una parte del bagazo de su azucarera es utilizada como fuente de energía en el caldero de la misma fábrica. Asimismo, mencionó que la parte restante de bagazo es designada para la venta a otras industrias, las cuales por lo general también adquieren el bagazo para ser utilizado como fuente de energía. El empresario mencionó que el mercado del bagazo es muy sensible y competitivo. En este sentido, afirmo que el precio del bagazo es tan sensible, que normalmente lo venden a S/ 90 por tonelada (sin IGV) pero sabe que otras azucareras más pequeñas de la zona en ocasiones lo ofrecen por precios inferiores, siendo el más bajo S/ 35 por tonelada (puesto en fábrica). Menciono que se puede conseguir ese precio siempre y cuando se pague con anticipación.

La enorme diferencia de precios radica en la calidad de este bagazo. Es decir, la brecha se da debido al alto porcentaje de humedad, consecuencia de la ineficiencia del proceso en la fábrica.

#### **4.2.2. Elección de fibras sintéticas a utilizar**

La fibra sintética es una fibra textil que puede usarse para fabricar textiles tejidos y no tejidos. El término "no tejido" se hizo popular hace más de medio siglo cuando se consideraban los materiales no tejidos como sustitutos a bajo costo de los textiles tradicionales. Sin embargo, hoy en día, la tecnología de tela no tejida es el método más moderno utilizado en la rama de la industria textil.

El polipropileno y el poliéster son consideradas las principales opciones de fibras sintéticas para telas no tejidas.

A continuación, se investigarán estos materiales, sus ventajas y desventajas.

##### **4.2.2.1. Polipropileno**

El polipropileno se ha establecido como una fibra industrial muy útil. Sin embargo, no ha tenido un impacto muy significativo en el sector de la indumentaria, principalmente debido a su bloqueo hidrofóbico de la coloración y su baja resistencia al calor (<130°).

Los materiales no tejidos de polipropileno se utilizan cada vez más como telas filtrantes para la filtración húmeda en las industrias química y farmacéutica. Las aplicaciones industriales también incluyen desechables médicos y quirúrgicos.

Debido a que el polipropileno no es tan resistente a la radiación UV y la exposición prolongada a la luz solar intensa puede causar decoloración o deformación de la tela, no se considera la fibra sintética ideal para la fabricación de Suther.

#### **4.2.2.2. Poliéster**

El poliéster (con fórmula química:  $C_{10}H_8O_4$ ) es una resina termoestable, que ofrece una buena resistencia a la humedad, a varios productos químicos y no se rompe con mucha facilidad.

Esta es la razón por la cual es una de las preferidas para la fabricación de fibras y telas no tejidas, especialmente porque se mezclan bastante bien con fibras naturales, y el recubrimiento de otros materiales. Como lo menciona el blog Fibras Sintéticas y Naturales: "...las propiedades de las telas de poliéster incluyen costos muy económicos, mucha resistencia y resiliencia, poco peso, hidrofobia (se siente seco o la humedad no se siente al tocarla) y tiene un punto de fusión inusualmente elevado" (Fibras sintéticas y especiales, 2013).

"Además, aguanta las tinturas, los solventes y la mayoría de los químicos; repele las manchas; no se encoge ni se estira; se seca rápidamente; resiste las arrugas, el moho y las abrasiones; retiene los pliegues y es fácil de lavar." (Mtz, 2013).

Si bien es cierto no todos los poliésteres tienen exactamente las mismas propiedades, sus propiedades generales son similares. En la industria textil el poliéster más conocido es el PET, el cual es utilizado para crear hilos de alta resistencia e impermeabilidad. En la actualidad, su uso más conocido es en la fabricación de botellas plásticas.

Debido al enfoque ambientalista de esta investigación, se procedió a investigar la factibilidad de usar fibra de poliéster PET a partir del reciclaje de las botellas del mismo material. Según la información publicada por el diario Gestión, solo en Lima y Callao se desechan 430 toneladas de botellas PET al día ("1200 toneladas de botellas plásticas son recicladas mensualmente en el Perú", 2016). Se pudo corroborar su viabilidad tecnológica a partir de la investigación Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster

publicada en la revista de Ingeniería Industrial de la Universidad de Lima (Mansilla Pérez y Ruiz Ruiz, 2009).

Por otro lado, es importante confirmar la disponibilidad de este material en el mercado peruano. Gexim SAC, localizada en el distrito de Ate, Lima, es la única empresa que se dedica a la fabricación de fibra de poliéster a partir del reciclaje de botellas PET en el país.

Finalmente, se concluyó que la fibra de poliéster obtenida del reciclaje de botellas PET es la mejor opción para la fabricación de Suther, pues le brinda las características necesarias para su aplicación.

#### **4.2.3. Elección del polímero a utilizar**

El cuero sintético está compuesto por una tela que es recubierta por una o más capas de un polímero. Este polímero flexible es el que le brinda la apariencia similar al cuero animal y, además, las características de elasticidad y resistencia al uso al material. A continuación, se tomará en cuenta los dos materiales más usados para la fabricación del cuero sintético y se elegirá el más adecuado para la elaboración de Suther.

##### **4.2.3.1. PVC**

El Policloruro de Vinilo (PVC) se forma a través de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo. Esta resina termoplástica permite obtener tanto productos rígidos como flexibles (Tecnología de los Plásticos, 2014).

En cuanto a sus propiedades químicas, presenta una alta resistencia a los ácidos; es un buen aislante eléctrico y casi no absorbe agua. Asimismo, como se menciona en el blog especializado Esittex (2013), cuenta con las siguientes propiedades físicas: una extensibilidad de hasta 120%; la capacidad de teñirse con colorantes de acetantrasol y naftol; un punto de fusión de 135 a 139 grados Centígrados; y finalmente, la capacidad de que no se inflama, sino que se derrite en la llama y por lo general tiende a carbonizarse y formar hollín (párr. 4).

El PVC tiene alta resistencia a la abrasión y baja densidad (1,4 g/cm<sup>3</sup>), así como buena resistencia mecánica (Tecnología de los Plásticos, 2014).



Los productos fabricados con esta resina son fáciles de limpiar y no requieren tratamientos de cuidado, a diferencia del cuero animal. Sin embargo, si se calienta, pierde el color. Por lo que no es recomendable usarlo en productos que puedan estar expuestos al sol por mucho tiempo. Asimismo, tiende a resquebrajarse y pelarse con el uso. El vinil es más recomendable para productos que necesitan ser impermeables.

La preocupación actual respecto al uso del PVC para la fabricación de cuero sintético radica en el potencial daño que genera en la salud de los operarios en las fábricas al estar en contacto con este y aspirarlo. Estudios recientes informan que la constante aspiración de este material (puesto que se utiliza en forma de polvo, como se menciona en el punto 4.1.9.1.) causa cáncer al pulmón y al hígado y problemas en el sistema nervioso central, según lo informa la Agencia de Sustancias Tóxicas y Registros de Enfermedades de Estados Unidos (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2006).

Por estas razones de salud y porque contiene plomo en su composición, cada vez más empresas están optando por otras alternativas en el mercado.

#### **4.2.3.2. Poliuretano**

El poliuretano es un polímero que se clasifica por su estructura química, según su comportamiento frente a la temperatura. Entre estas clasificaciones se encuentra el poliuretano termoplástico (Fibras sintéticas y especiales, 2013). En cuanto a su obtención, el poliuretano:

Se obtiene por polimerización de determinados compuestos que contienen el grupo isocianato ( $\text{N}=\text{C}=\text{O}$ ). Los poliuretanos son resinas que van desde las formas duras y aptas para recubrimientos resistentes hasta cauchos sintéticos resistentes a la abrasión y espumas flexibles. Asimismo, la obtención de los poliuretanos se basa en la reactividad del enlace doble del grupo isocianato que adiciona fácilmente compuestos con hidrógenos activos en reacciones de condensación.” (Fibras sintéticas y especiales, 2013)

Se caracteriza por ser altamente resistente al desgaste y la abrasión (Fibras sintéticas y especiales, 2013). Es por esta razón que se le conoce como el plástico de ingeniería y ha ganado gran popularidad en diferentes industrias, como la industria textil, especialmente para la fabricación de lycra y otros.

Por otro lado, en cuanto a sus principales propiedades están su alta resistencia a los solventes químicos, flexibilidad (puede volver a su forma original luego de ser contorneado), tenacidad, alta resistencia a la tracción y desgarre (puede deformarse hasta el doble de su longitud original antes de quebrarse), resistencia a grasas, oxígeno, ozono, aceites y absorción de agua.

Otras características a tener en cuenta son:

- A) Es sensible al agua a 90°C
- B) Reblandece a 115 °C
- C) Su punto de fusión es a 225 °C

Actualmente la resina de poliuretano es la más popular en la fabricación de cueros sintéticos, debido a las propiedades que le aporta a la tela no tejida. De hecho, en el 2002, Jih-Shih Lee presentó una aplicación para patentar una resina de poliuretano diseñada específicamente para este propósito en los Estados Unidos. El número de patente es el US20020094737A1. Esta resina contiene entre 14 y 20 % en peso de poliuretano, 5 a 10% en peso de dióxido de silicón, 3 a 8% de cera y 62 a 78% de un solvente.

Considerando las ventajas y desventajas presentadas anteriormente de los materiales evaluados, se concluyó que el PVC y el PU tienen características distintas, por lo que según el propósito del material final se prefiere uno sobre el otro.

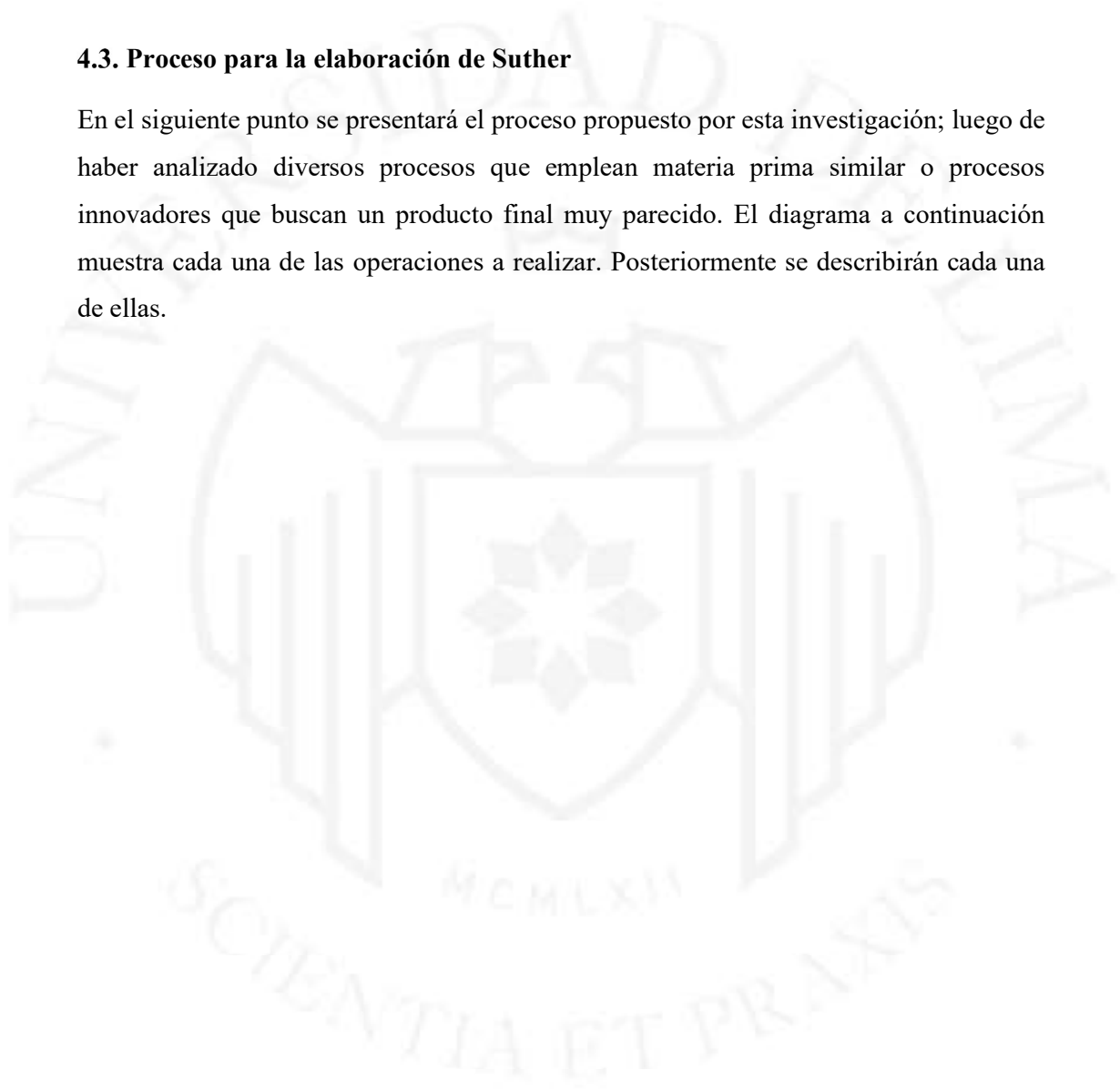
Como se puede observar, el poliuretano tiene mejor resistencia al desgaste, no se pela ni se resquebraja con el uso. También permite fabricar un cuero sintético más flexible y con mejores propiedades de tracción. Por último, el poliuretano es más amigable con el medio ambiente y no se conocen tantos riesgos para la salud de los operarios en contacto con él. El PVC ha perdido popularidad en los últimos años debido al tiempo que puede tardar en degradarse (más de 100 años) y está relacionado con el cáncer debido a su contenido de plomo. Enfermedades a los pulmones, especialmente para las personas que entran en contacto constantemente con el PVC en polvo. Es conocido como uno de los plásticos más contaminantes del mundo actual. Por todas estas razones, después del análisis, se decidió utilizar el poliuretano.

La cantidad de proveedores de resina de poliuretano (PU) en el país es bastante limitada. Si bien es cierto hay una gran cantidad de empresas que venden espuma de poliuretano, son muy pocas las que venden los insumos u otras de sus composiciones. Se encontraron las siguientes empresas: Quinn del Perú, Aisla Perú, Requisa (Resinas y

Químicos S.A.C.) y Mathiesen. Quinn del Perú aparenta ser la empresa más grande dedicada a la industria del cuero sintético y sus insumos. Esta empresa en Ate y cuenta con una sede en Arequipa. Debido a esta limitante, se recomienda importar la resina directamente de un proveedor extranjero. Se pudo encontrar numerosos proveedores en China y México.

#### **4.3. Proceso para la elaboración de Suther**

En el siguiente punto se presentará el proceso propuesto por esta investigación; luego de haber analizado diversos procesos que emplean materia prima similar o procesos innovadores que buscan un producto final muy parecido. El diagrama a continuación muestra cada una de las operaciones a realizar. Posteriormente se describirán cada una de ellas.

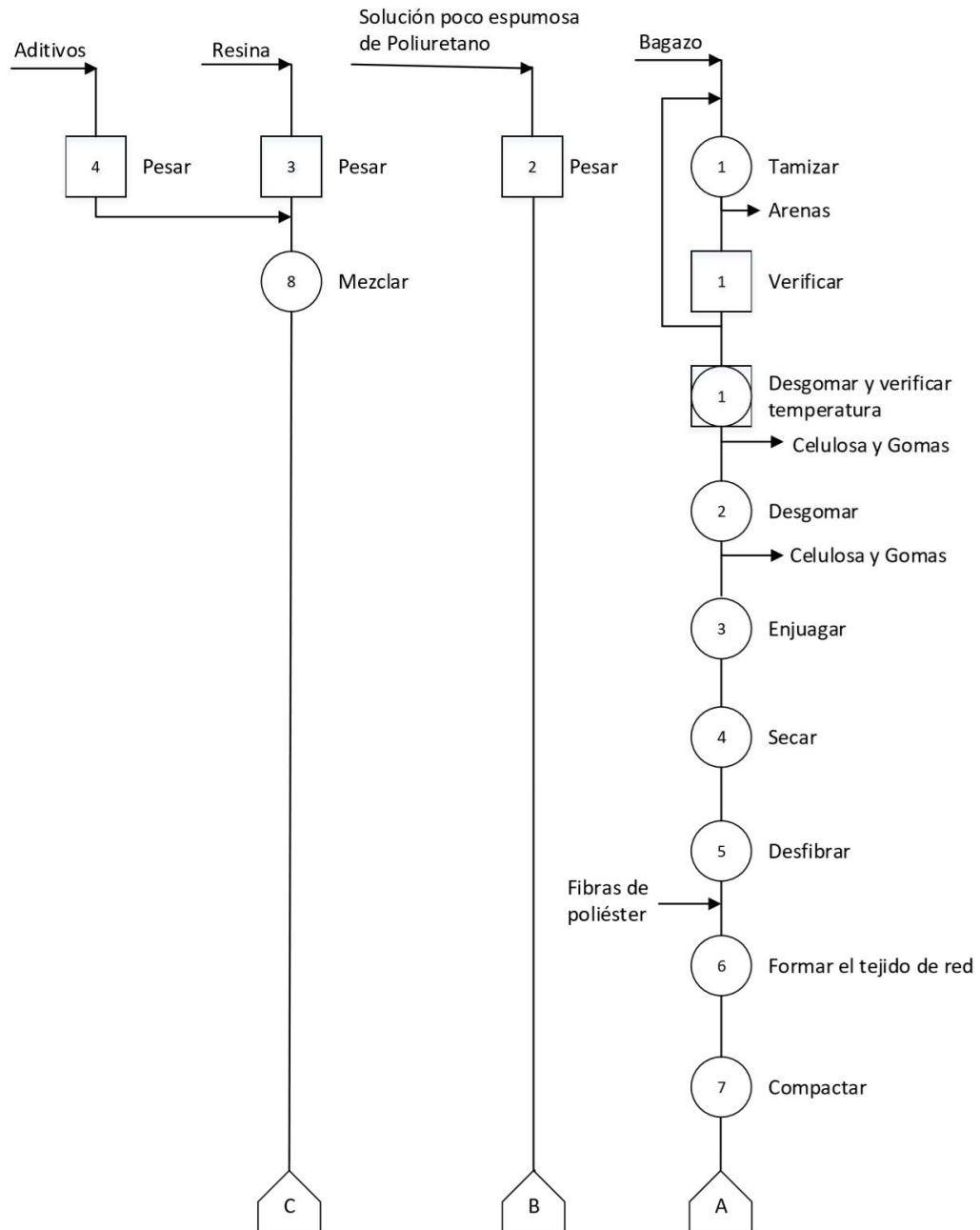


### 4.3.1. Diagrama de operaciones del proceso para la elaboración de Suther

Figura 4.4

DOP Sustituto de cuero a base de bagazo de caña de azúcar

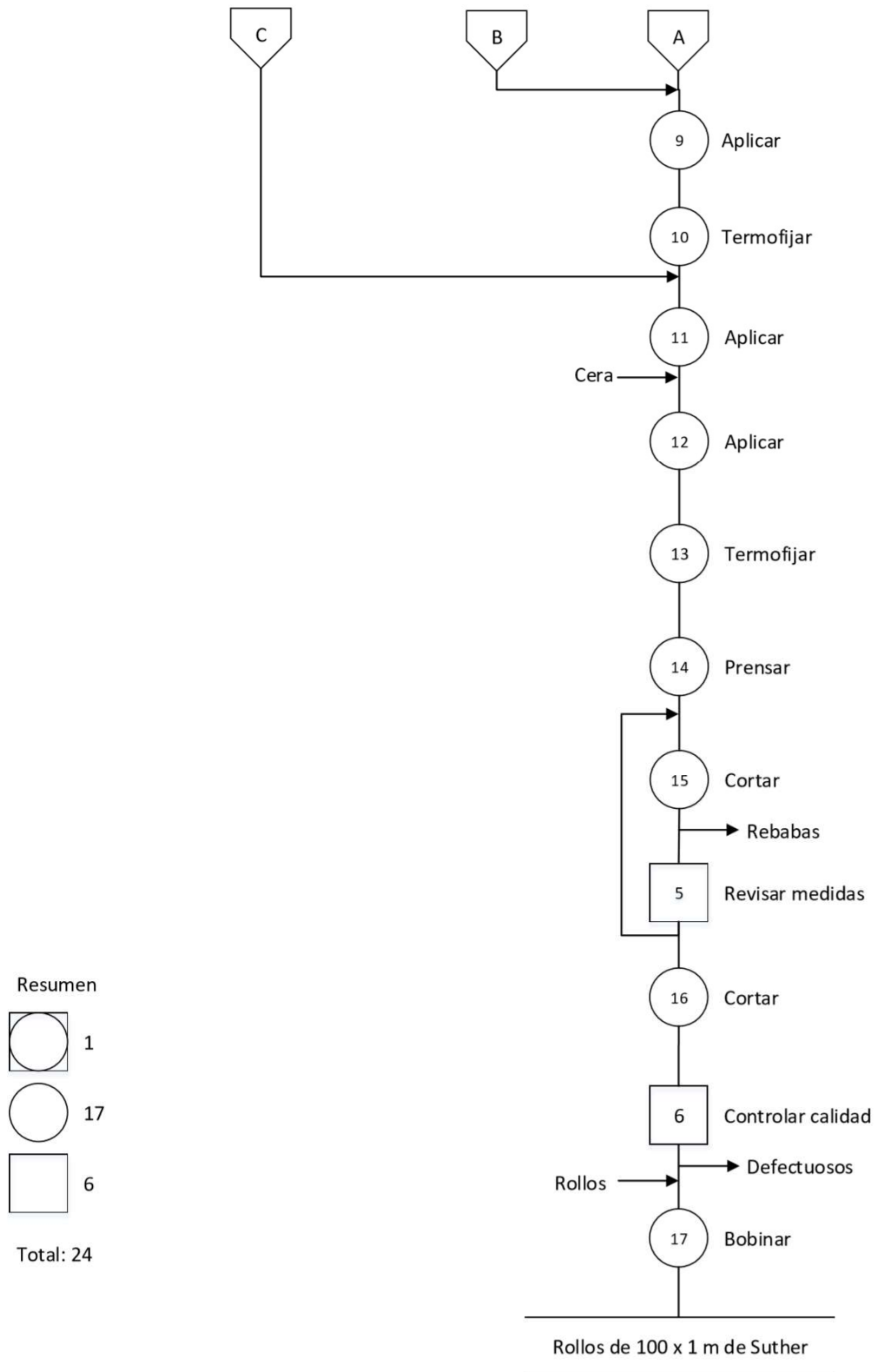
Diagrama de Operaciones del Proceso para la producción del sustituto de cuero a base de bagazo de caña de azúcar, en rollos de 100x1:0



Elaboración Propia

Figura 4.5

Sustituto de cuero a base de bagazo de caña de azúcar - Parte II



Elaboración propia

### 4.3.2. Descripción del proceso

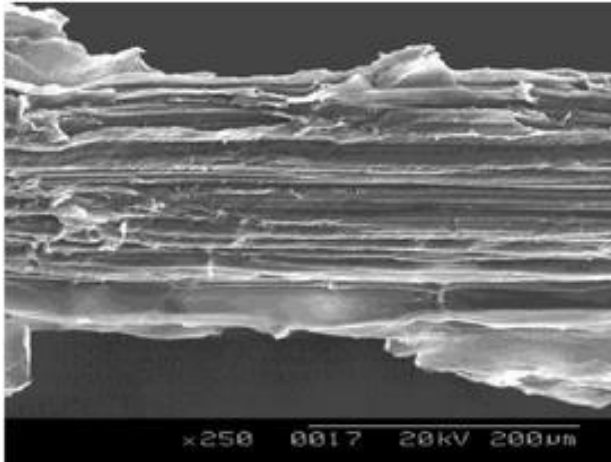
El proceso inicia con el tamizado del bagazo. Esta operación es importante ya que, al obtener el bagazo de la merma de la industria azucarera o la industria del etanol, este puede contener partículas de tierra y pequeñas piedras que podrían estropear la calidad del producto. Además, podrían malograr las máquinas de procesamiento de la fibra. El tamizado consiste en separar las partículas grandes, en este caso el bagazo, de las partículas más pequeñas, que son las pequeñas piedras y cumulos tierra que podría traer la materia prima. En caso se encuentren partículas a simple inspección, se deberá realizar un reproceso (EAM Corporation, 2016).

A continuación, se procede a realizar el primer enjuagado, como parte del proceso de desgomado. Esta operación consiste en tratar el bagazo libre de partículas extrañas en hidróxido de sodio al 2% diluido en agua destilada por un tiempo no menor a 30 minutos. También es posible realizar esta operación de manera mecánica, como se mencionó en puntos anteriores. De acuerdo a lo revisado en la patente de Piñatex, para el desgomado químico se recomienda que la temperatura de la solución sea de 80 grados Celsius (Ananas Anam, 2016). En seguida, las fibras son lavadas con otra solución de hidróxido de sodio al 2% y amoniaco para retirar los restos de la celulosa o goma que pudieran quedar. En el proceso propuesto se considera que la solución usada en el primer desgomado puede ser reutilizada en el segundo desgomado, el cual se mezclará con el amoniaco para retirar la celulosa en un mayor porcentaje.

Ananas Anam, fabricante de Piñatex, sugiere un tiempo de remojo de entre 2 y 6 horas para este segundo desgomado (Ananas Anam, 2016). Ambos desgomados son importantes porque permiten separar la fibra de la parte conocida como goma o celulosa. Asimismo, debido a que se trata con NaOH se debe tener cuidado con el tipo de tanque que se utilizará. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) colombiano recomienda utilizar un tanque de acero dulce (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Colombia)). A continuación, se muestra gráficamente el efecto de esta operación en las fibras de bagazo, con el fin de entender su importancia:

Figura 4.6

Fibras de bagazo de caña de azúcar tratadas



Fuente: Hindawi, (2016)

Una vez terminadas ambas operaciones de desgomado, se procede a enjuagar las fibras con agua. Inmediatamente después, las fibras pasan por una inspección visual para verificar que estén limpias antes de ser secadas al aire libre (EAM Corporation, 2016).

Después, empieza el proceso llamado airlaid, en inglés, que se traduce como proceso con flujo de aire, según la página web No Tejidos (Ambrosio, 2013). Es un método utilizado en todo el mundo desde hace unos años para la fabricación de telas no tejidas y está compuesto de tres partes u operaciones, las cuales se describen a continuación:

- Desfibrado

El bagazo desgomado, ya seco, se transporta en una faja y pasa por un rodillo de alta compresión que tiene como función acomodar las fibras para el siguiente paso. Seguidamente, la fibra entra a un molino de martillos pequeño que gira a alta velocidad con el objetivo de separar el material e ir peinando las fibras sueltas. A continuación, estas fibras son transportadas al sistema de tejido de red (web formation en inglés).

- Formación del tejido de red

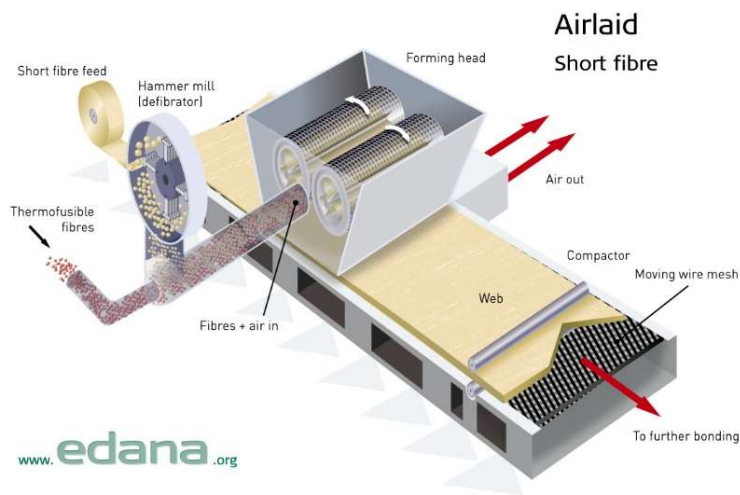
Las fibras obtenidas de la operación anterior son mezcladas con la fibra sintética escogida para el proceso, fibra de poliéster PET, y van siendo depositadas en los rodillos de la máquina a airlaid con la inyección de aire de caliente. Lo cual permite además que el poliéster y la fibra se vuelvan un velo o red, ya que el polímero va aglutinado debido

al calor. La red o velo es compactada por medio de rodillos y según el espesor deseado, se puede tener varios pliegues.

La figura 4.10, a continuación, ilustran el proceso de airlaid:

Figura 4.7

#### Airlaid



Fuente: Edana, (2016)

Después de ser compactado con las fibras, el velo o red se somete a otro proceso térmico en el que a través del calor se funde el polímero con las fibras y se convierten en un nuevo material, una tela no tejida (EAM Corporation, 2016).

A continuación, se debe colocar una capa de una solución poco espumosa de poliuretano sobre la tela. Seguidamente se debe meter a un horno a 100 grados centígrados para eliminar la humedad y lograr que la tela y el poliuretano se adhieran (Taiwan Trade, 2017). Luego, se debe preparar una solución de resina de poliuretano que contenga entre 14 y 20 % en peso poliuretano, 5 a 10% dióxido de silicio, 3 a 8% de cera, tintes en la proporción necesaria para lograr el color deseado, y 62 a 78% de un solvente que contenga dimetilformaldehído, metiletilcetona y tolueno (Patente EUA N° 0094737, 2002). A esta mezcla también se le puede agregar un retardante de llamas. Después se debe colocar una capa de esta mezcla sobre la tela impregnada con la solución poco espumosa de poliuretano. Esta segunda capa debe ser más delgada, casi como una lámina. Inmediatamente después, se debe colocar una capa de cera de cadena lineal de hidrocarburos larga, como lo es la parafina, utilizada para hacer velas, en estado sólido



y proceder a fundirlo con un proceso térmico entre 110 y 140 grados centígrados (Taiwan Trade, 2017), con la finalidad de que se fundan.

A continuación, se pasa por una prensa. El objetivo de esta operación es que mientras el material aún se encuentre un poco caliente, a consecuencia del proceso anterior, se pueda aplicar un diseño o textura que le una apariencia similar al cuero animal, finalmente se termina de enfriar en la prensa y el espesor va quedando uniforme.

El material pasa por una máquina cortadora para asegurar que las medidas de ancho sean las correctas, de 1 metro aproximadamente. Después, pasa por otra que se encarga del corte longitudinal, según especificaciones del cliente.

Por último, para facilitar el almacenado y transporte el material será enrollado en bobinas y esta será su presentación final. De aquí, el producto pasa al almacén a espera de ser entregado al cliente.

#### **4.3.3. Control de Calidad**

Dentro de los conceptos que abarca la calidad, consideramos importante categorizarlo dentro del alcance de la idoneidad y la aptitud del producto.

La idoneidad consiste en el aseguramiento de los beneficios para el usuario, como ejemplo: utilidad, diseño, ciclo de vida, etc. Mientras que la aptitud permite clasificar la calidad dentro de categorías como: la calidad del diseño, del proceso y del trabajo (Rivas, 2007).

Según estos conceptos, tratados a detalle en el libro Ergonomía en el diseño y la producción industrial, entendemos que estos atributos del producto permiten la competitividad del material, así como contrastarla con las exigencias de las normas y, además, actuar sobre la diferencia.

Empezando por el aspecto macro, es importante contar la certificación de calidad ISO 9001, pues permite asegurar la precisión de los procesos, fortalecer la imagen de la industria y reputación de el nuevo material y así permitir que Suther se posicione en el mercado (Certificado ISO 9001, 2017).

En una sociedad cada vez más preocupada y motivada por el cuidado medioambiental, cada vez hay más organizaciones interesadas en alcanzar y demostrar un sólido desempeño ambiental. Es así que la industria de Suther se debe comprometer a

control de los impactos de sus actividades, productos y servicios sobre el medio ambiente. Por estas razones es importante contar la certificación ISO 14001.

Ambas certificaciones se pueden obtener por diversas empresas certificadoras que se encuentran en el mercado como la SGS en el Perú (Certificado ISO 14001, 2017).

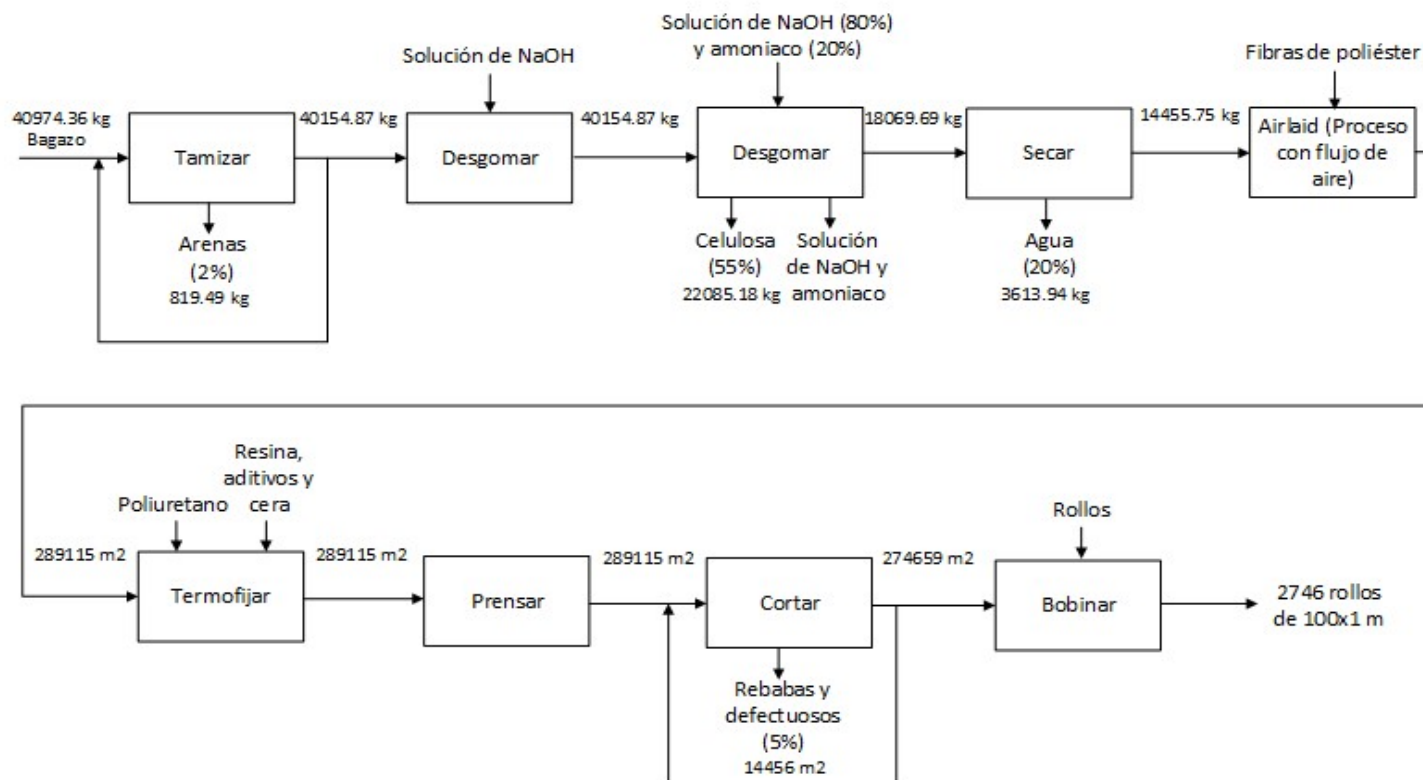
Para asegurar la calidad del material, se hará inspección dentro del proceso de producción que controlen las variables más relevantes. Específicamente en la operación de desgomado se debe controlar la temperatura para que esta se encuentre a 80 grados centígrados y así poder garantizar la efectividad del proceso. Por otro lado, en el bobinado se realizará una inspección visual del material, la que garantizará la satisfacción total de nuestros clientes respecto al aspecto de Suther.

Finalmente, se someten muestras de cada rollo a una serie de pruebas, como una prueba de resistencia, de elasticidad y una prueba de fuego. Para la prueba de resistencia y elasticidad se cuelga un peso en una muestra de Suther y al estirarse se utiliza el medidor electrónico universal para evaluar su elasticidad y resistencia. Para la prueba de fuego, se utiliza otra muestra de Suther y se le prende fuego, la muestra debe autoextinguirse en menos de 2 minutos. Estas cualidades a evaluarse ayudarán a ofrecer un producto de calidad que pueda posicionarse en el mercado y competir con otros productos similares a Suther.

### 4.3.4. Balance de materia

Figura 4.8

Balance de materia



Para el balance de materia presentado se tomó como punto de partida la demanda proyectada al año 2022. Se fue retrocediendo por cada operación hasta llegar al inicio del proceso con el bagazo. Se calculó que se necesitaría un total de 40 974,36 kg para poder producir 2 746 rollos de Suther de 100 x 1 m, demanda proyectada al 2022. De acuerdo con la disponibilidad de bagazo presentada anteriormente en el subcapítulo de materia prima, se puede concluir que sí existe más que suficiente bagazo en el mercado peruano para poder producir Suther en estas cantidades.

A continuación, se muestran los cálculos realizados y las variables usadas, según corresponda.

### **Desgomado 1:**

Considerando aproximadamente 1 litro de solución por cada kilogramo de bagazo a ser procesado en la operación de desgomado.

Tabla 4.8  
Desgomado 1

<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>
Solución NaOH	40 200 litros

Elaboración propia

### **Desgomado 2:**

La proporción de la solución usada en el segundo desgomado es 80% Solución NaOH, 20% Amoniac liquido.

Tabla 4.9  
Desgomado 2

<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>
Solución NaOH	32 160 litros
Amoniac liquido	8 040 litros
<b>Total</b>	<b>40 200 litros</b>

Elaboración propia

### **Airlaid:**

La proporción de fibras de bagazo y fibras de poliéster debe ser de 80% y 20%, respectivamente, por lo tanto, para los 14 455,75 kg de bagazo que ingresan, se debe complementar con 3 613,94 kg de fibras de poliéster.

Tabla 4.10  
Airlaid

Insumo	Cantidad (kg)
Fibras de poliéster	3 613,94

Elaboración propia

#### **Termofijado:**

El peso promedio del cuero sintético por m<sup>2</sup> es de 720 gr/m<sup>2</sup> y aproximadamente el 55% del peso representa el revestimiento de poliuretano, resina y otros. La proporción de la mezcla aplicada en la operación de termofijado es 67% poliuretano, 28% resina y aditivos, y aproximadamente 5% de cera.

Tabla 4.11  
Termofijado

Insumo	Cantidad (kg)
Poliuretano	76 708
Resina + Aditivos	32 057,07
Cera	5 724,47
Total	114 489,54

Elaboración propia

#### **4.3.5. Maquinaria requerida**

Cumpliendo los objetivos de esta investigación, es importante determinar la tecnología necesaria para el proceso. Determinar la maquinaria correcta permite agilizar la producción y que esta se realice a escala industrial.

A continuación, se muestran 2 tablas, la primera determinar el tipo de equipo a ser utilizado y la segunda detalla la maquinaria a ser empleada en el proceso productivo de Suther:

Tabla 4.12  
Maquinarias, equipos y utensilios necesarios

<b>Operación</b>		<b>Maquinaria, equipos y utensilios</b>
	Tamizado	Tamiz/Criba
	Desgomado 1	Tanque de acero
	Desgomado 2	Tanque de acero
	Secado	Mesas o anaqueles
Airlaid	Desfibrado	Airlaid o maquina de cardado
	Formación del tejido de red	
	Formación de la red o velo	
	Pesado	Balanza
	Mezclado	Tanque de mezclado
	Termofijado	Termofijadora
	Prensado	Prensa
	Cortado (ancho)	Cortadora
	Cortado (largo)	Cortadora
	Bobinado	Bobinadora



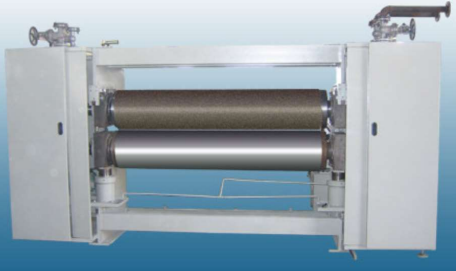

Elaboración propia

Tabla 4.13  
Especificaciones de la maquinaria

Equipo	Especificaciones		Foto
Tamizadora o criba vibrante	Capacidad	500 kg/h	 <p>Fuente: Tarnos (2017)</p>
	Dimensiones	0,9 x 1,8m	
	Fabricante	Syntron (España)	
	Potencia	2 900 W	
	Precio	\$ 29 000	
Tanque de acero con control de temperatura	Capacidad	500 litros	 <p>Fuente: MMG Maquinaria (2017)</p>
	Dimensiones	170 x 90 cm	
	Fabricante	MMG Maquinaria (España)	
	Potencia	5 HP	
	Precio	\$ 500	
Tanque de acero inoxidable con agitador y control de temperatura	Capacidad	500 litros	 <p>Fuente: MMG Maquinaria (2017)</p>
	Dimensiones	170 x 90 cm	
	Fabricante	MMG Maquinaria (España)	
	Potencia	5 HP	
	Precio	\$ 650	
Airlaid o máquina de cardado	Capacidad	1 000 kg/hr	 <p>Fuente: TTT Services (2017)</p>
	Dimensiones	180 x 250 cm	
	Fabricante	Technology Transfer Service, Inc. (USA)	
	Potencia	1 200 a 2 500 rpm	
	Precio	\$ 120 000	

Nota: Todas las dimensiones se encuentran en el formato: Largo x Ancho x Alto y en metros

Tabla 4.14  
Especificaciones de la maquinaria - Parte II

Equipo	Especificaciones		Foto
Tanque Mezclado	Capacidad	500 kg/hr	 <p>Fuente: Pulvex (2017)</p>
	Dimensiones	1 x 0,8 x 1,2	
	Fabricante	Pulvex (Mexico)	
	Potencia	0,33 HP	
	Precio	\$500	
Termofijador (considera que debe tener revestimiento y rociado)	Capacidad	1800 m/hr	 <p>Fuente: Aigle (2017)</p>
	Dimensiones	1,8 x 1,6	
	Fabricante	Rollmac (Italia)	
	Potencia	60 kW	
	Precio	\$ 97 000	
Prensa	Capacidad	1 000 m/h	 <p>Fuente: Nonwoven machine (2017)</p>
	Dimensiones	13 x 11 x 3	
	Fabricante	Zhuoqi Machinery (China)	
	Potencia	15 kW	
	Precio	\$ 27 000	
Cortadora y bobinadora	Capacidad:	2800 m/hr	 <p>Fuente: Rexel (2017)</p>
	Dimensiones:	2,8 x 1,3 x 1,9	
	Fabricante:	Rxel (Polonia)	
	Potencia	0,65 kW	
	Precio:	\$6 500	

Nota: Todas las dimensiones se encuentran en el formato: Largo x Ancho x Alto y en metros



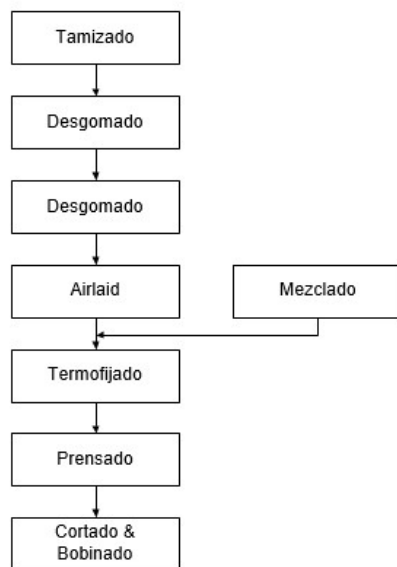
#### 4.3.6. Balance de energía

El balance de energía aplicado al proceso de producción de Suther permite determinar los requerimientos energéticos de la industria.

Con el siguiente análisis se pudo determinar el total de kW requerido para la producción de Suther al año 2022, considerando las máquinas elegidas en el punto anterior.

Figura 4.9

Resumen de operaciones



Elaboración propia

Para determinar el número de horas que las máquinas están funcionando se usó la capacidad de cada equipo por la cantidad de material que se debe procesar según se determinó en el balance de materia. Esta información se puede observar en la columna 2 de la Tabla 4.11 Balance de Energía.

Paso siguiente se pasó a transformar las potencias de todas las máquinas a Watts para luego poder determinar el consumo de energía. Se considerará  $1\text{HP}=745,7\text{ W}$  y para hacer la conversión de rpm a Watts de la máquina de Airlaid consideramos los siguientes valores:  $\text{torque}=10\text{N.M}$ ,  $\text{rpm}=2000$  y la fórmula de conversión  $[\text{Torque (N.m)} = 9,5488 \times \text{Potencia (kW)} / \text{Velocidad (RPM)}]$ , permitió determinar la potencia necesaria de los

equipos en Watts como unidad uniforme. Esta información se puede observar en la columna 3 de la Tabla 4.15 Balance de Energía.

Con estos valores se pudo determinar el consumo de energía en Watts de cada uno de los equipos involucrados en el proceso de fabricación de Suther y esta información figura en la columna 4 de la tabla presentada a continuación.

Tabla 4.15  
Balance de Energía

<b>Máquina</b>	<b>Horas</b>	<b>Watts</b>	<b>Horas x Watts</b>
Tamizadora/criba	81,95	2 900	237 655
Tanque de acero con control de temperatura	81,95	3 728,5	305 550,6
Tanque de acero con agitador	81,95	3 728,5	305 550,6
Airlaid	14,45	2 094,4	30 264,1
Tanque de acero con paletas	228,98	246,1	56 352,0
Termofijadora	160,6	60 000	9 636 000
Prensa	289,12	15 000	4 336 800
Cortadora continua	103,26	650	6 7119
<b>Total</b>			14 975 291,21 W      14 975,3 kW

Elaboración propia

#### 4.3.7. Impactos Ambientales

La mayoría de los procesos productivos generan un impacto, ya sea por el ruido que genera, los gases que emite, la cantidad de energía que consume o de manera indirecta por la forma como se obtienen los recursos empleados en este. Si bien es cierto la industria de Suther busca ser más amigable con el medio ambiente que el cuero y los sustitutos de este. El carácter industrial del proceso hace inevitable que genere un impacto en el medio ambiente. De acuerdo con el proceso propuesto en este trabajo de investigación, se logró identificar posibles aspectos e impactos ambientales que se deben tener en consideración en las operaciones de tamizado, desgomado, formación del tejido de red, aplicación de la cera, cortado y control de calidad. A continuación, se explica a mayor detalle cada uno de los posibles impactos ambientales identificados en las operaciones mencionadas en un análisis cualitativo inicial del proceso.

Primero se tiene el tamizado, el cual extrae las arenas, tierra u otras partículas extrañas que pudiera traer el bagazo. Es importante asegurarse que estas arenas sean desechadas apropiadamente. Para esto, en el Perú existen empresas que ofrecen servicios de recojo de basura, desmonte y agregados, los cuales recogen estos desechos de las fábricas en volquetes y se encargan de desecharlos de acuerdo con las regulaciones del MINSA (Ministerio de Salud). Para asegurarse que las arenas serán desechadas correctamente, es recomendable siempre trabajar con empresas formales y serias, aunque el precio pueda ser un poco más elevado.

En la operación de desgomado preocupan las aguas residuales del proceso, que permiten dejar las fibras limpias y listas para ser convertidas en Suther. Estas aguas contienen celulosa, hidróxido de sodio y amoníaco. En cuanto a estos desechos, se debe tener en cuenta la regulación para “desagües cuyas características físicas y químicas difieran de los de tipo doméstico” (Sedapal, s.f.), es decir, los valores máximos admisibles (VMA) contenidos en el Decreto Supremo D. S. N° 021-2009 – VIVIENDA. Para esto, se deben poner los filtros, trampas y medidores necesarios en el recorrido del agua antes que llegue al punto de muestreo establecido por Sedapal.

Durante la formación del tejido de red, se identificó como potencial impacto al medio ambiente el uso de fibras de poliéster, material petroquímico. Es posible reducir el impacto de utilizar un material petroquímico como las fibras de poliéster, si se asegura que el 100% de estas provengan de la industria del reciclaje. Como se señalan los profesores Mansilla Pérez y Ruiz Ruiz (2009), es posible obtener fibra de poliéster del reciclaje de las botellas PET (p. 123). De esta manera, se reduce el impacto ambiental ya que no se generaría mayor cantidad de plástico de la que ya existe en el planeta.

En la operación de aplicado de la cera, el impacto ambiental identificado está relacionado con su origen y la manera en que se desecha. Asimismo, en las operaciones de cortado y control de calidad, se debe tener especial cuidado con las rebabas y defectuosos, tratando siempre de reutilizar o reinsertar en el proceso todo aquello que se pueda recuperar, para lograr tener el mínimo nivel de desperdicio, tanto por temas ecológicos, como de productividad.

Por último, en cuanto al producto, la mayor pregunta es qué pasa con Suther una vez que el usuario decide que desechar el producto. Idealmente, y como aspiración al

futuro, se podría recuperar el poliuretano de la tela para que este pueda degradarse con diversas técnicas.

Sobre esto se detalla más información en el siguiente subcapítulo, ciclo de vida del producto.

La siguiente muestra el análisis cualitativo de los impactos identificables durante el proceso de producción y en la degradación o desecho de los materiales utilizados.

Tabla 4.16  
Impactos ambientales de materiales

Material	Uso	Degradación
Bagazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genera arenas.</li> <li>• Genera aguas residuales con celulosa, hidróxido de sodio y amoníaco al ser desgomado.</li> <li>• Inflamable en caso de incendio.</li> <li>• No afecta la salud ni a la comunidad cercana.</li> </ul>	El bagazo se degrada naturalmente, no requiere procesos adicionales.
Poliuretano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe utilizarse mascarillas y buena ventilación para evitar contaminación en las vías respiratorias de los empleados.</li> <li>• Leve riesgo de explosión por vapores en caso de incendio.</li> </ul>	Es posible degradar el poliuretano utilizando la familia de hongos Pestalotiopsis Microspora o la enzima polyurethanase aislada. Requiere un proceso adicional para ser degradado. Esta tecnología aún no está disponible en el país.
Poliéster	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe utilizarse mascarillas y buena ventilación para evitar contaminación en las vías respiratorias de los empleados en el termofijado.</li> <li>• Inflamable en caso de incendio.</li> </ul>	Una vez aislado, es un material reciclable. Es posible separar las fibras, pero la tecnología para separar y reusar las fibras en nuevos tejidos aún está en desarrollo en países europeos.
Resina y aditivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inflamable en caso de incendio.</li> <li>• Toxicidad potencial a la salud por bioacumulación de aditivos retardantes de llamas. Se recomienda uso de guantes y mascarillas para los empleados en contacto.</li> <li>• Retardante de llamas puede ser emitido al medio ambiente durante su uso.</li> </ul>	Los retardantes de llamas no se degradan naturalmente, sin embargo, se desaconseja la incineración, ya que produce emisión de dioxinas y furanos. Se recomienda llevar a centros especializados donde controlen los elementos volátiles producidos en la degradación térmica.
Cera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inflamable en caso de incendio.</li> </ul>	Por procesos térmicos.
Rollos y papel kraft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No afecta la salud ni a la comunidad cercana.</li> <li>• No presenta ningún riesgo de grandes accidentes.</li> </ul>	Ambos son 100% reciclables. Existen diversas entidades en el país que se encargan de este proceso.

Elaboración propia

Más allá de la identificación y medidas de contingencia para los impactos ambientales descrita en los párrafos anteriores, se realizó una matriz de identificación de aspectos ambientales con el fin de determinar qué impactos ambientales directamente relacionados al proceso. Esto sirve para asegurar que se tomen las acciones preventivas respectivas para cuidar el medio ambiente, así como evitar multas o sanciones por parte de diversas autoridades.

La matriz arrojó resultados similares a los identificados previamente: celulosa, NaOH y amoniaco residual, agua residual y ruidos. A continuación, se muestra la matriz.

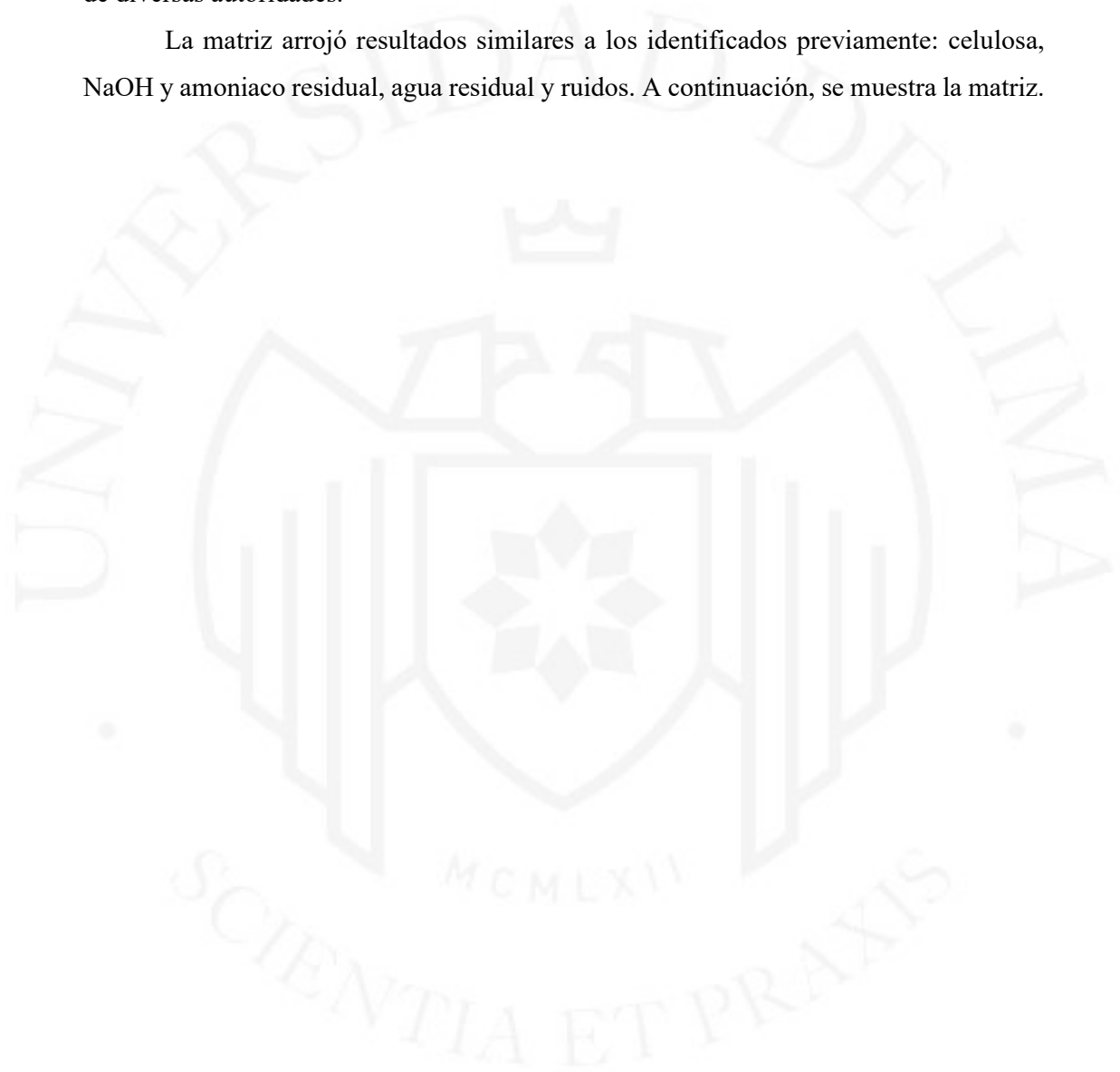


Tabla 4.17

Identificación de impactos ambientales

Operación	EQUIPO O ELEMENTO	IMPACTOS AMBIENTALES	Condición			Generación		Clase		Análisis de Significancia			
			Normal	Anormal	Emergencia	Directa	Indirecta	Adverso	Benéfico	SEVERIDAD	FREQ.	VALORACIÓN	Significancia
Tamizar	Tamizadora	Potencial residuo	X			X	X	X		1	1	1	NO SIGNIFICATIVO
Desgomar/Aplicar	Tanque	Potencial residuo	X			X	X	X		1	1	1	NO SIGNIFICATIVO
Desgomar y verificar temperatura	Termómetro	Potencial residuo	X			X	X	X		1	1	1	NO SIGNIFICATIVO
Desgomar/Enjuagar/Airlaid/Aplicar	Recipientes	Potencial residuo	X			X	X	X		1	2	2	NO SIGNIFICATIVO
Enjuagar	Bastidores	Potencial residuo	X			X	X	X		1	2	2	NO SIGNIFICATIVO
Secar	Bandejas	Potencial residuo	X			X	X	X		1	1	1	NO SIGNIFICATIVO
Secar/Control de calidad	Mesa	Potencial residuo	X			X	X	X		1	1	1	NO SIGNIFICATIVO
Airlaid	Máquina de airlaid	Potencial residuo	X			X	X	X		1	1	1	NO SIGNIFICATIVO
Aplicar	Máquina de revestimiento	Potencial residuo	X			X	X	X		2	1	2	NO SIGNIFICATIVO
Termofijar	Termofijadora	Potencial residuo	X			X	X	X		2	1	2	NO SIGNIFICATIVO
Mezclar	Mezcladora	Potencial residuo	X			X	X	X		1	1	1	NO SIGNIFICATIVO
Aplicar	Máquina de revestimiento	Potencial residuo	X			X	X	X		2	1	2	NO SIGNIFICATIVO
Aplicar	Rociadora	Potencial residuo	X			X	X	X		2	1	2	NO SIGNIFICATIVO
Prensar	Prensa	Potencial residuo	X			X	X	X		2	1	2	NO SIGNIFICATIVO
Cortar	Cortadora	Potencial residuo	X			X	X	X		2	1	2	NO SIGNIFICATIVO
Bobinar	Bobinadora	Potencial residuo	X			X	X	X		1	1	1	NO SIGNIFICATIVO
Tamizar/Airlaid/Aplicar/Termofijar/Mezclar/Prensar/Cortar/Bobinar	Energía eléctrica	Uso de recursos renovable	X			X	X	X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO
Desgomar/Enjuagar	Agua	Uso de recursos no renovable	X			X	X	X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO
Airlaid	Fibras de poliéster	Uso de recursos no renovables	X			X	X	X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO

Elaboración propia

Tabla 4.18

Identificación de aspectos ambientales

Operación	EQUIPO O ELEMENTO	IMPACTOS AMBIENTALES	Condición			Generación		Clase		Análisis de Significancia			
			Normal	Anormal	Emergencia	Directa	Indirecta	Adverso	Benéfico	SEVERIDAD	FREQ.	VALORACIÓN	Significancia
Aplicar	Solución de poliuretano	Uso de recursos renovable	X			X	X	X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO
Aplicar	Insumos (resina/aditivos)	Uso de recursos no renovables	X			X	X	X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO
Aplicar	Cera	Uso de recursos no renovables	X			X	X	X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO
Bobinar	Rollos	Uso de recursos no renovables	X			X	X	X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO
Tamizar	Arenas	Contaminación del suelo	X	X		X		X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO
Tamizar	Vibración	Contaminación del aire / Afectación a la salud	X	X		X		X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO
Tamizar/Airlaid	Ruido	Contaminación del aire / Afectación a la salud	X	X		X		X		2	4	8	SIGNIFICATIVO
Desgomar y verificar temperatura	Celulosa y gomas	Contaminación del agua	X	X		X		X		2	4	8	SIGNIFICATIVO
Desgomar	NaOH y Amoniaco residual	Contaminación del agua	X	X		X		X		2	3	6	SIGNIFICATIVO
Enjuagar	Agua residual	Contaminación del agua	X	X		X		X		2	4	8	SIGNIFICATIVO
Airlaid	Fibras de poliéster residuales	Contaminación del suelo	X	X		X		X		1	3	3	NO SIGNIFICATIVO
Airlaid/Termofijar	Calor	Contaminación del aire / Afectación a la salud	X	X		X		X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO
Aplicar	Solución de poliuretano residual	Contaminación del suelo/agua	X	X		X		X		1	3	3	NO SIGNIFICATIVO
Termofijar	Vapores	Contaminación del aire / Afectación a la salud	X	X		X		X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO
Aplicar	Insumos (resina/aditivos) residuales	Contaminación del suelo	X	X		X		X		1	3	3	NO SIGNIFICATIVO
Aplicar	Cera residual	Contaminación del suelo	X	X		X		X		1	3	3	NO SIGNIFICATIVO
Termofijar	Vapores	Contaminación del aire / Afectación a la salud	X	X		X		X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO
Cortar	Rebabas	Contaminación del suelo	X	X		X		X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO
Control de calidad	Producto no conforme	Contaminación del suelo	X	X		X		X		1	4	4	NO SIGNIFICATIVO

Elaboración propia

Para complementar la metodología usada, a continuación, se presenta un análisis de la huella de carbono generada por el proceso de producción de Suther.

El concepto de huella de carbono (HC) va más allá de la medición única del CO<sub>2</sub> emitido, ya que se tienen en cuenta todos los gases de efecto invernadero (GEI) que contribuyen al calentamiento global, para después convertir los resultados individuales de cada gas a equivalentes de CO<sub>2</sub> (Gobierno Vasco, 2018).

El consumo de energía eléctrica en el proceso productivo de Suther tiene un equivalente a 6 439,4 kg de CO<sub>2</sub> al año. (Factor de conversión: 0,43 kg CO<sub>2</sub>eq/kWh x Consumo: 14 975,3 kW). (Gestión en Recursos Naturales, 2018)

Por otro lado, considerando los impactos significativos indicados en la metodología anterior se puede afirmar que no hay emisiones directas de GEI. Sin embargo, las medidas de contención o tratamiento si generarían adicionalmente al proceso un equivalente a 2 060 kg de carbono al año.

- **Ruido**

Se considera que las medidas de contención de ruido no generarían huella de carbono. Ya que bastaría el uso de paneles antiruido u otros métodos aislante o uso de protección personal para los operarios de una planta productora de Suther.

- **Tratamiento de aguas**

Las emisiones dependen de la cantidad de desechos orgánicos generados y de un factor de emisión que caracteriza la proporción en la que estos desechos generan CH<sub>4</sub> (Metano, un gas GEI, 25 kg CO<sub>2</sub>eq/kg CH<sub>4</sub>). Alrededor del mundo el tratamiento de las aguas residuales de las industrias genera al menos 1 700 ton CO<sub>2</sub>eq y 802 g CO<sub>2</sub>eq/m<sup>3</sup>, (Doorn y Towprayoon, 2006) siendo los principales contribuyentes el consumo de gas natural (50%) y la electricidad (26%). Si se asocia la cantidad de aguas residuales generadas del proceso de Suther (40 200 litros) por el factor de conversión promedio se obtiene que se generaría aproximadamente 32 kg de CO<sub>2</sub>. (40,2 m<sup>3</sup> x 802 g CO<sub>2</sub>eq/m<sup>3</sup>) (Delgado, Poussade y Aguiló, 2005).



- **Transporte de residuos**

Principalmente relacionado al uso de vehículos a gasolina, los cuales generan aproximadamente 203 g/km. Se considera que en promedio un vehículo recorre 10 mil kilómetros anuales, lo cual significaría 2030 kg de CO<sub>2</sub> (Green House Gas Protocol, 2017).

#### **4.3.8. Ciclo de vida**

La industria del cuero a base de caña de azúcar propuesta busca aplicar a su ciclo de vida el concepto de la economía circular o “cradle to cradle”. La economía circular es un sistema que busca el aprovechamiento y reutilización de los recursos y que estos finalmente puedan volver a la naturaleza sin causar daños medioambientales.

A través de todo el ciclo de vida de Suther se promueve un flujo cíclico para la extracción, transformación, uso y recuperación de los materiales, ya que su base se apoya en el principio de las 3Rs (Reducir, Reusar y Reciclar). A continuación, se describe cada etapa del ciclo de vida del producto propuesto, con el fin de explicar la aplicación de la economía circular y sus fundamentos.

##### **Obtención de la materia prima:**

Suther usa como materia prima el bagazo de caña de azúcar, principalmente obtenido de la merma de otras industrias. El subproducto de la caña se quema en las calderas y produce vapor. Sin embargo, con Suther se propone darle un nuevo valor al bagazo de caña y además pretende reemplazar el consumo del cuero animal, ya sea por el hecho ético, por respeto a los seres vivos, o por la contaminación que el proceso de curtido produce. Cabe recordar que este última causa el mayor impacto medioambiental de la industria del cuero, ya que este proceso deja como residuos: sal de cromo, sal común, sulfuros, estiércol, sangre, pelo, pedazos de piel y de carne. Además, el agua que sale del proceso de curtido arrastra hidróxido, cal, sulfuro, ácidos orgánicos sales de amonio, entre otros, a diferencia del bagazo.

##### **Manufactura:**

Durante todo el ciclo de producción pretende reducir al máximo su impacto ambiental usando otros materiales reciclados y reducir al máximo posible el uso de aditivos altamente contaminantes.

Uno de los materiales usados para crear Suther es poliéster. Se propone que esta fibra sintética sea obtenida a partir de botellas PET recicladas. El poliéster es un material que al ser reciclado no pierde sus principales características como su resistencia y flexibilidad, y esta industria existe actualmente en el Perú.

Adicionalmente, durante el proceso de producción se considera la reutilización de las aguas y un bajo consumo eléctrico.

Finalmente, todas las mermas industriales serán tratadas con la finalidad de reducir su posible impacto ambiental y respetar los límites normativos vigentes del país.

### **Comercialización y utilización:**

Suther es un bien intermedio que podrá ser comercializado en diferentes presentaciones, diseños y medidas. Todas estas características son customizables por el cliente.

La presentación final será en rollos que usarán tubos de cartón de 120 cm de largo por 8,5 cm de diámetro y con un espesor de 5 mm. El diámetro y el espesor del tubo pueden cambiar dependiendo de la cantidad de metros de tela que irán enrollados. Al momento del transporte los rollos serán envueltos en papel reciclado Kraft, lo cual permitirá evitar el roce y daño del material.

### **Fin de vida:**

Una vez que el consumidor final decide que es tiempo de desechar su producto hecho a base de Suther, existe la posibilidad de transformar Suther a través de procesos tecnológicos y biológicos, en biogás y materiales que puedan ser reutilizados en la industria.

Durante la investigación se logró encontrar que en el mundo existe la tecnología necesaria para separar el poliuretano de la tela no tejida. En un proyecto liderado por Richard Dräger, de la empresa Wietek GmbH, la cual se dedica a desarrollar tecnologías innovadoras para recuperar plásticos, Dräger y su equipo lograron encontrar un proceso que permite recuperar el poliuretano termoplástico utilizado como recubrimientos para telas no tejidas y otros materiales. La empresa Wietek estima que con esta tecnología se puede lograr reprocesar el 90-96% de ambos materiales; es decir, permite reutilizar el poliuretano recuperado en otras aplicaciones y al mismo tiempo recuperar la tela no tejida. Esta última también puede reciclarse ya sea desfibrándose (separando las fibras

naturales de la sintética), lo cual permitirá reutilizar o vender el poliéster como subproducto (Europa, s.f.). No se hallaron datos de que este proceso se lleve a cabo en Sudamérica aún.

Teniendo en cuenta que la tecnología actualmente existe, se abre paso a la posibilidad de aplicar estas tecnologías al proceso. A continuación, se presentan opciones que pueden ser aplicadas al proceso con la finalidad de reutilizar recursos o degradarlos sin afectar el entorno.

Actualmente muchas empresas del sector textil industrial eligen la fabricación de sus tejidos con poliéster reciclado, ya que es un material que no pierde ninguna de sus principales características cuando es reciclado. Asimismo, una vez recuperado el poliuretano es posible degradarlo. Un grupo de alumnos investigadores de la Universidad de Yale en Estados Unidos descubrió una familia de hongos que puede degradar materiales termoplásticos, específicamente poliuretano (De La Bastide, 2017). Además, actualmente, alumnos provenientes de otras prestigiosas universidades alrededor del mundo se encuentran investigando más a fondo el hongo más efectivo para realizar este proceso de degradación. Este hongo fue descubierto en el bosque nacional Yasumi, en Ecuador, se llama *Pestalotiopsis Microspora* y es capaz de utilizar el poliuretano como única fuente de carbón para alimentarse (De La Bastide, 2017). Tras sus investigaciones, han podido identificar la enzima que descompone el plástico, la cual ha sido llamada “polyurethanase” por los investigadores en inglés, y aislarla. La enzima polyurethanase es capaz de descomponer el poliuretano (PUR) por sí misma, separada del hongo (De La Bastide, 2017). Se espera que con esta enzima sea capaz de degradar también el poliuretano (PU), ya que este es más ligero que el PUR. Es así que la aplicación de estas tecnologías al final del ciclo de vida de Suther permitirían que su impacto ambiental sea mínimo.

Completando el ciclo de vida de esta manera, Suther se puede justificar como un producto ecoamigable que se preocupa por lograr una economía circular.

A continuación, se muestra un diagrama que resume gráficamente todo lo expuesto anteriormente.

Figura 4.10  
Ciclo de vida



Elaboración propia

La siguiente tabla detalla el ciclo de vida por cada material utilizado en la producción de Suther:

Tabla 4.19

Ciclo de vida de los materiales

Material	Obtención	Uso	Degradación
Bagazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merma de otras industrias</li> <li>• Se obtiene de fuentes responsables</li> <li>• Cierra el ciclo para otras industrias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformación para utilizar las fibras</li> <li>• La celulosa y las fibras son separadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La celulosa pasa a ser parte de las residuales que se deben tratar</li> <li>• El bagazo se degrada naturalmente una vez separado de los otros componentes</li> <li>• Alternativamente, una vez separado puede utilizarse como biomasa</li> </ul>

Poliuretano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material petroquímico, fabricado</li> <li>• Importación de proveedores que cuenten con certificación ISO 14001</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistente al desgaste y la abrasión</li> <li>• Alta resistencia a la tracción y desgarre, grasas y absorción de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es posible degradarlo utilizando la familia de hongos Pestalotiopsis Microspora o la enzima polyurethanase aislada.</li> <li>• Puede ser reciclado y vendido para otras aplicaciones.</li> </ul>
Poliéster	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material petroquímico, fabricado</li> <li>• Compra del reciclaje de botellas PET en el Perú</li> <li>• Cierra el ciclo para otras industrias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la humedad, grasas y productos químicos</li> <li>• No se rompe con mucha facilidad</li> <li>• Mantiene color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un material reciclable, pero debe separarse primero de la mezcla. La tecnología para esto aún está en desarrollo en países europeos.</li> <li>• Sin ningún tratamiento tarda en degradarse 500 años.</li> </ul>
Resina y aditivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales fabricados</li> <li>• Compra de proveedores que cuenten con certificación ISO 14001 y que muestren matrices de impactos ambientales y las acciones tomadas para mitigarlos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la resistencia a la humedad y grasas del producto, así como retardar o mitigar que se prenda en fuego</li> <li>• Puede perder efectividad con el tiempo, se debate si con el tiempo se libera al ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se degradan naturalmente</li> <li>• Deben ser tratados en centros especiales</li> <li>• Inevitable con el tiempo se liberen en el ambiente. Debe ejecutarse un buen plan de desechos.</li> </ul>
Cera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material fabricado</li> <li>• Compra de proveedores que cuenten con certificación ISO 14001</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la resistencia a la humedad del producto y protege el color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede separarse y desintegrarse por procesos térmicos</li> <li>• Debe ser tratada en centros especializados</li> </ul>
Rollos y papel kraft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compra de proveedores que utilicen al menos 40% de pulpa reciclada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sirve para proteger el producto durante el transporte</li> <li>• Deshechado por el usuario final, con poco impacto al ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% reciclables</li> </ul>

Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior, con la excepción de los aditivos retardantes de llamas, todos los materiales manejados adecuadamente a lo largo de su ciclo de vida pueden ser responsables con el medio ambiente. Esto gracias a que son obteniéndose de fuentes responsables y mitigando su impacto al momento de su desecho. Es posible reciclar la gran mayoría de los materiales usado para fabricar Suther, lo cual convierte a este material en un producto eco-amigable que idealmente puede tener un ciclo de vida completamente circular.

#### 4.4. Estimación de la inversión

Considerando la maquinaria presentada en el punto 4.3.5 Maquinaria Requerida, se calculó la siguiente inversión tecnológica para la producción de Suther. Esta inversión estimada podrá ser ajustada posteriormente dependiendo de la procedencia de la tecnología y los costos adheridos al transporte de esta e instalación, según corresponda.

Tabla 4.20  
Estimación de la inversión

Item	Costo
Tamiz/criba vibrante	\$ 29 000
Tanque de Acero Dulce	\$500
Tanque de Acero Inoxidable con agitador	\$ 650
Airlaid	\$ 120 000
Tanque Mezclado	\$ 500
Termofijadora	\$97 000
Prensa	\$ 27 000
Cortadora y bobinadora	\$ 6 500
	<hr/>
	\$ 281 150

Elaboración propia

#### 4.5. Análisis Beneficio/Costo

Para el análisis beneficio/costo se evaluó el costo de los insumos para la producción de Suther que contempla la materia prima, poliuretano, fibras de poliéster y otros aditivos versus el costo promedio de producción de cuero vacuno curtido.

##### 4.5.1. Costo de fabricación de Suther

Teniendo en cuenta toda la información presentada, se procedió a calcular el costo de los diversos materiales que se emplean para fabricar 2746 rollos de 100 x 1 m de Suther, como se puede ver a continuación en la tabla 4.19.

Tabla 4.21 Costos de insumos

Insumos	Costo		Cantidad		Costo Total (S/)
Bagazo	107	S//tn	40,97	tn	4 384,32
Solución de NaOH	4,95	S//l	72 360	l	358 182
Amoniaco líquido	18	S//l	8 040	l	144 720
Fibras de poliéster	2,48	S//kg	3 614	kg	8 944,65
Poliuretano	4,75	S//kg	76 708	kg	364 363
Resina y aditivos	5,1	S//kg	32 057,07	kg	163 491,06
Cera	1,8	S//kg	5 724,47	kg	10 304,05
<b>Costo total (S/)</b>					<b>1 054 389,08</b>

Elaboración propia

Por lo tanto, los materiales para fabricar 2746 rollos de 100 x 1 m de Suther costaría aproximadamente S/ 1 054 389,08. Lo que significa un costo promedio por m<sup>2</sup> de S/ 3 839 de Suther.

#### 4.5.2. Costo de fabricación de cuero vacuno curtido

El costo de fabricación de cuero tiende a la variación debido a factores externos que afectan a la industria y afectan principalmente al costo del cuero crudo. Sin embargo, actualmente el costo promedio de producción del cuero fresco de novillos y vacas gordas es aproximadamente 0,36 USD/kg o 1,20 soles/kg, al cambio actual. (Instituto Nacional de Carnes, 2018)

Una unidad de cuero vacuno pesa aproximadamente entre 8 y 10 kg que equivale a 32 pies cuadrados de superficie, es decir 0,093 m<sup>2</sup> (Universidad de Buenos Aires - Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, s.f.). Por lo que el costo final del cuero vacuno por m<sup>2</sup> es de 116 soles.

### 4.5.3. Comparativo

Tabla 4.22

Comparativo

Material	Beneficios
Suther	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menor precio</li><li>• Color y textura se pueden customizar</li><li>• Mayor impermeabilidad</li><li>• Fácil limpieza</li><li>• Retiene más calor</li><li>• Es más fuerte, más resistente al desgaste</li><li>• Ofrece mayor elasticidad</li></ul>
Cuero vacuno curtido	<ul style="list-style-type: none"><li>• Durabilidad</li><li>• Material de lujo</li><li>• Mejor ventilación si entra en contacto con la piel</li><li>• Suavidad al tacto</li><li>• Buen olor característico</li><li>• Mantiene temperatura, se enfría más rápido</li></ul>

Elaboración propia.

Finalmente se puede concluir que el costo de fabricación de Suther es mucho menor al de cuero vacuno, lo que permitirá posicionar a este nuevo material fácilmente en el mercado. Por otro lado, los costos de producción son menos susceptibles comparado con el del cuero vacuno debido al origen/obtención de las materias primas.



## **CAPÍTULO V: EXPERIMENTO Y RESULTADOS**

La hipótesis planteada en el punto 1.5 afirma que es viable técnicamente la fabricación de un sustituto del cuero hecho a base de fibra de caña de azúcar en el Perú. En el capítulo anterior se explica el proceso de producción propuesto. En este capítulo del estudio tecnológico se presentan y estudian los resultados obtenidos del experimento realizado.

### **5.1. Diseño del experimento**

Con este experimento se buscó replicar el proceso propuesto y descrito en el capítulo anterior de la manera más parecida posible, teniendo en cuenta las limitaciones de los investigadores.

El experimento constó de tres etapas. El propósito de la primera etapa del experimento fue preparar la fibra de caña de azúcar, ya sea por una operación mecánica o química. Ambos métodos tienen como finalidad remover la lignina y la celulosa, y así conseguir la fibra tratada y lista para la elaboración de la tela no tejida. La segunda etapa del experimento consistió en la elaboración de la tela no tejida. Y finalmente, la última etapa fue la aplicación del polímero flexible a fin de conseguir una tela con un aspecto similar al cuero.

En los puntos siguientes se detalla el experimento.

### **5.2. Experimento**

#### **5.2.1. Obtención de la fibra**

El objetivo de esta primera fase fue obtener las fibras del bagazo de caña de azúcar. Para esto se realizaron dos pruebas distintas: una utilizando el método mecánico y la otra, el método químico.

##### **5.2.1.1 Método mecánico**

Para este método se procedió primero a preparar la fibra. Esta primera etapa de preparación consistió en lavar el bagazo de la caña de azúcar utilizando agua potable, con la finalidad de retirar las impurezas. Este primer lavado se realizó colocando el

bagazo bajo el flujo de agua en el caño de la cocina, frotando con los dedos y tratando de extraer la melaza.

A continuación, se procedió a utilizar un rodillo de madera para quitar de manera más efectiva el agua excedente y el resto de jugos. Seguidamente, se procedió a realizar el segundo lavado para retirar las gomas naturales de bagazo, con la finalidad de obtener las fibras más puras y limpias posibles.

Una vez terminados los lavados, se procedió a escurrir el agua del bagazo utilizando un colador de cocina de plástico (Figura 5.1). A continuación, se cortó el bagazo limpio con un cuchillo de cocina en trozos pequeños de aproximadamente 15 mm de longitud, simulando la operación realizada por un molino de martillos. Luego, se colocó agua y el bagazo en una olla tapada y se dejó hervir por un tiempo de una hora a una temperatura promedio entre 80°C y 100°C. Esta operación simula la operación de desgomado en un nivel básico, considerando las limitaciones. Después de transcurrida la hora establecida, se enjuagó por última vez el bagazo recién hervido.

Figura 5.1  
Enjuagado del bagazo



Elaboración propia

El paso siguiente es el desgomado mecánico. En el experimento se colocó 100 ml de agua y 300 gr del bagazo en una licuadora a una potencia de 600 Watts, quedando una mezcla pastosa con fibras de caña de azúcar de aproximadamente 9 mm de longitud. Se retiró el exceso de agua con un colador de metal, se exprimió el bagazo con una tela, con la finalidad de absorber la humedad restante. Con el fin de optimizar el secado de la tela no tejida, se armó un bastidor con una tela poco porosa y uniforme, sobre la cual se colocó la mezcla para su secado. De esta manera, se consiguió una mejor ventilación de

ella y así, un mejor y más parejo secado. Se dejó el bastidor con la mezcla, al aire libre a una temperatura promedio de 25 grados centígrados hasta que estuvo completamente seco.

Figura 5.2

Secado de fibras



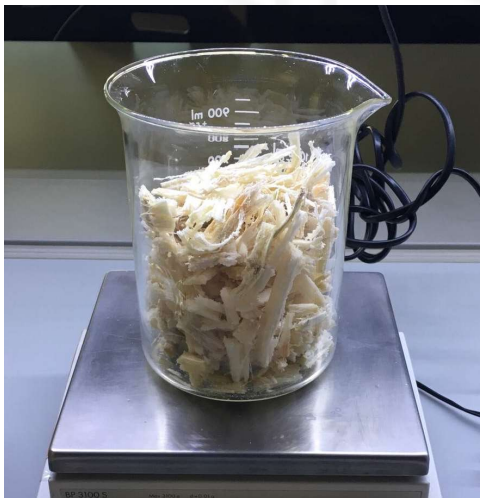
Elaboración propia

### 5.2.1.2 Método químico

Primero, el bagazo se lavó con agua potable para retirar cualquier partícula extraña presente en la muestra. Además, con un cuchillo, se cortó el tamaño del bagazo a 15 mm.

Figura 5.3

Pesado



Elaboración propia

Para este método, se procede a realizar el primer enjuagado, como parte del proceso de desgomado o desmedulado. Esta operación consiste en tratar el bagazo libre de partículas extrañas en hidróxido de sodio al 2% diluido en agua destilada por un tiempo no menor a 30 minutos. Para la elaboración de esta disolución, se utilizó 100 ml de una solución de hidróxido de sodio al 20% y agua destilada en un matraz de base redonda de 1 litro (Se utilizó la fórmula  $V_i \times C_i = V_f \times C_f$  para elaborar la disolución al 2% de NaOH).

De acuerdo con lo revisado en la patente de Piñatex, se recomienda que la temperatura de esta solución sea de 80 grados Celsius (Ananas Anam, 2016). Por lo tanto, esta disolución se colocó en vaso precipitado y se procedió a hervirlo hasta llegar la temperatura ideal (se controló con un termómetro). Una vez en ese punto, se trasladó el vaso precipitado a un hot plate regulado a entre 70°C y 80°C. En ese momento, se agrega la fibra en la solución caliente. Se puede notar que la fibra toma un color amarillizo (Figura 5.4) como parte de la reacción con la disolución de NaOH. Al transcurrir los 30 minutos, se procedió a enjuagar la fibra con agua potable.

Figura 5.4

Tratamiento de fibras



Elaboración Propia

En seguida, las fibras son sumergidas con otra solución de hidróxido de sodio al 2% y 3ml de amoníaco para retirar los restos de la celulosa o goma que pudieran quedar.

El tiempo sugerido de remojo es de entre 2 y 6 horas para este segundo desgomado (Ananas Anam, 2016). La muestra estuvo sumergida en esta solución por 6 horas, luego se enjuagó nuevamente con abundante agua y se dejó reposar.

Figura 5.5

Enjuagado con agua potable



Elaboración Propia

Las fibras fueron colocadas en un bastidor al aire libre por aproximadamente 7 horas (temperatura ambiental: 21°C aprox). Finalmente, se obtuvo la fibra tratada.

Figura 5.6

Secado en bastidor



Elaboración Propia

### **5.2.2. Formación de la tela no tejida**

Al finalizar la etapa de obtención de la fibra, sea por método mecánico o químico, se obtuvo la fibra seca de caña de azúcar. Esta fibra se debe mezclar con una fibra sintética, de acuerdo con lo descrito en el proceso propuesto de Suther.

Para esta etapa del experimento, se usó fibra de poliéster al 100%, la cual es comúnmente usada para relleno de cojines u otros.

Ambas fibras fueron peinadas y mezcladas entre sí en una proporción aproximada de 55 y 45 por ciento. Paso siguiente, se extendió este conglomerado de fibra en una capa casi homogénea y delgada, evitando dejar huecos o aberturas.

Para simular el proceso de air-laid/colocación por aire, se empleó una plancha a 230 grados centígrados y se intentó aplicar calor uniformemente al velo constituido por la fibra de poliéster y caña de azúcar.

Durante esta operación, se pudo apreciar que el velo fue reduciendo poco a poco su espesor y se fue volviendo más uniforme y sin hueco ni aberturas pronunciadas. Finalmente, se recortaron los bordes para conseguir una muestra rectangular de la tela no tejida de caña de azúcar.

### **5.2.3. Aplicación del polímero termoestable**

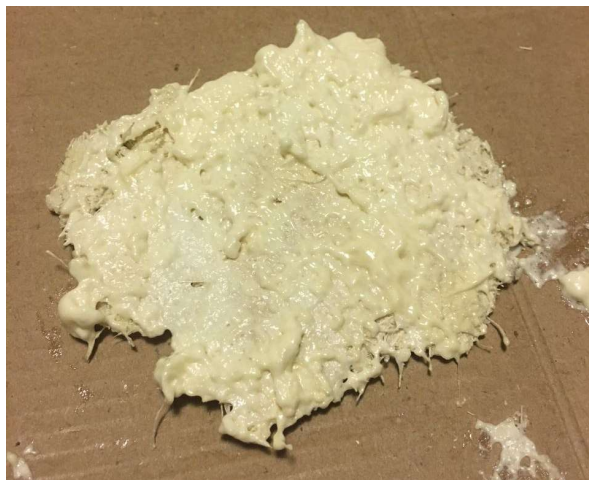
Debido a las restricciones para conseguir la solución espumante de poliuretano sugerida por el proceso puesto del capítulo 4.3.2. y la falta del equipo necesario para elaborarlo, se consideró conveniente utilizar un spray de espuma flexible expandible de poliuretano de uso doméstico, de la marca Soudal, en color neutro beige.

Este material se aplicó con cuidado y en suficiente cantidad para cubrir una capa de aproximadamente 1.5 - 2 mm sobre la tela no tejida elaborada en la etapa anterior. Se intentó uniformizar, simulando el uso de aplicadores, con una pequeña paleta semi rígida. Se logra así que el material se encuentre aplicado en toda la muestra de tela no tejida. Finalmente, al cabo de 15 minutos, se pudo observar que el material está semi seco.



Figura 5.7

Espuma flexible expandible de poliuretano aplicada en la muestra



Elaboración propia

Con la espuma de poliuretano semi seca, se aplanó cuidadosamente el material sobre la tela no tejida de bagazo. Con este paso, se consiguió que el material aplicado sea uniforme y cubra toda el área de la muestra.

Figura 5.8

Secado con espuma flexible



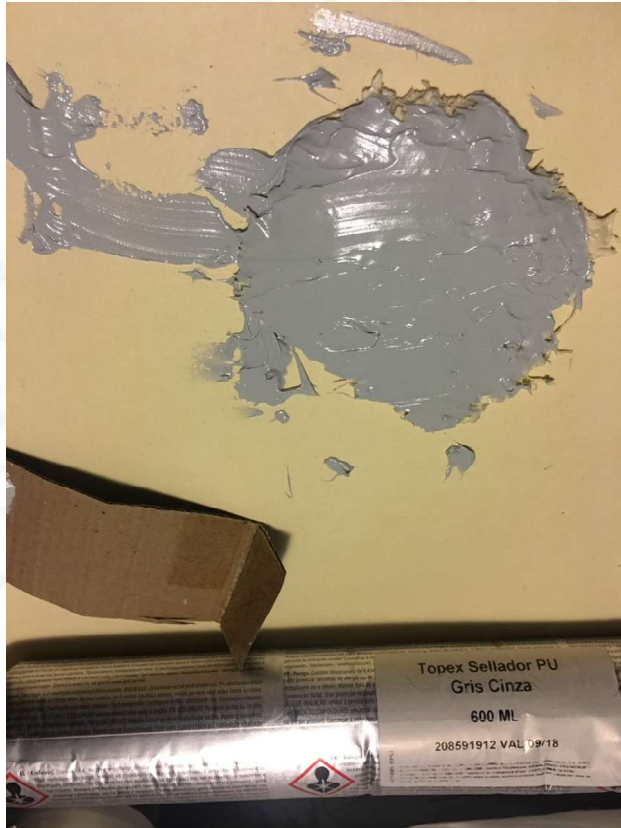
Elaboración propia

Para la segunda capa de poliuretano, se utilizó una pasta selladora de poliuretano color Gris Cinza, de la marca TOPEX.

Este material se aplicó con cuidado y esparciendo por toda el área de la muestra. Se utilizó otro aplicador para uniformizar la cantidad de material y se dejó secar por 40 minutos. Si se desea se puede añadir un diseño en esta capa de poliuretano, como se puede observar en las siguientes imágenes.

Figura 5.9

Pasta selladora de poliuretano



Elaboración propia



Figura 5.10

Relieve pasta selladora de poliuretano



Elaboración propia

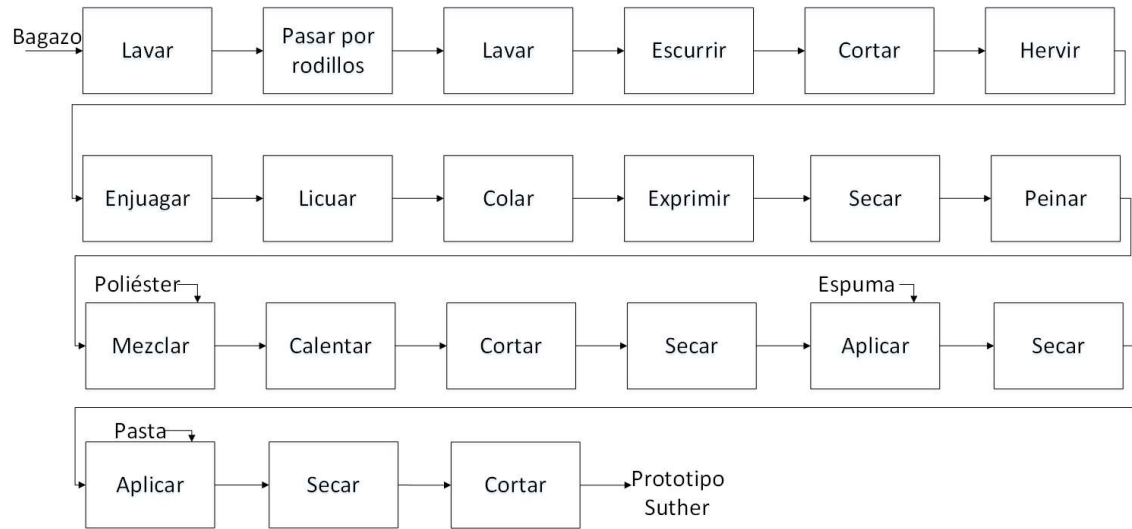
Una vez seco, se recortaron los bordes con excedente de material y se pudo observar que la muestra tiene una textura muy similar al cuero. Asimismo, se puede obtener con diferentes texturas/diseños.

### **5.3. Diagrama de Bloques del Proceso**

El diagrama de bloques para el experimento, con las operaciones simplificadas propuestas, se presenta a continuación:

Figura 5.11

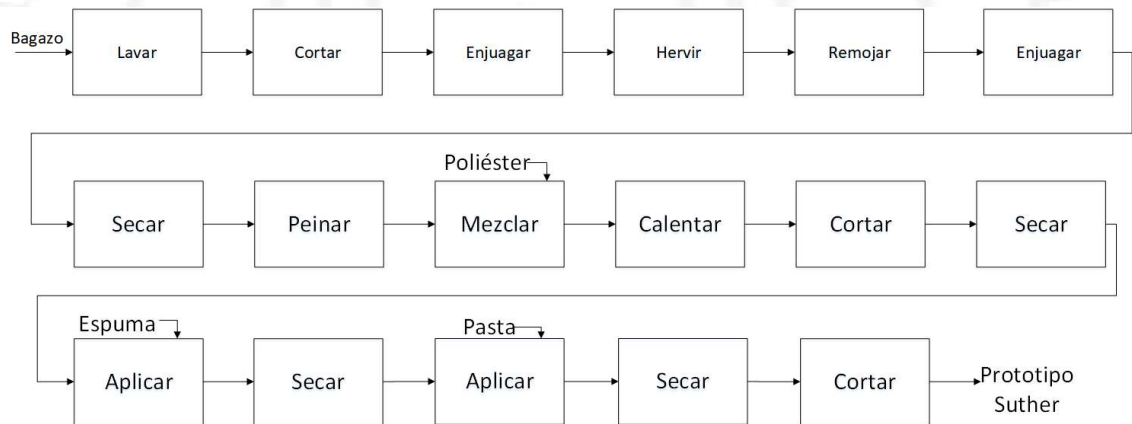
Diagrama de Bloques - Método Mecánico



Elaboración Propia

Figura 5.12

Diagrama de Bloques - Método Químico



Elaboración Propia

#### 5.4. Resultados

Después de haber realizado el experimento presentado, se pudo obtener un producto bastante similar al planteado teóricamente, Suther. Se obtuvo un material flexible de grosor considerable, que aparentemente podría utilizarse como reemplazo del cuero en algunas aplicaciones. A continuación, se muestran dos fotos del producto obtenido del experimento:

Figura 5.13  
Resultados - Derecho



Elaboración propia

Figura 5.14  
Resultados - Reverso



Elaboración propia

## CONCLUSIONES

Tras la elaboración de esta investigación, se pudo concluir lo siguiente:

- Es factible, desde el punto de vista técnico, la fabricación de un sustituto de cuero a base de fibra de caña de azúcar en el Perú.
- Es posible reemplazar el cuero animal con un material más eco-amigable proveniente de fibras naturales como la caña de azúcar.
- Se pudo identificar un nicho de mercado para un material tan innovador como lo es Suther. Las personas encuestadas resaltan sus propiedades y el origen de sus materiales.
- La industria azucarera tiene como merma la materia prima necesaria para la elaboración de Suther y actualmente hay disponibilidad suficiente para poder satisfacer el requerimiento según la cantidad de m<sup>2</sup> identificados al 2022.
- Es posible aumentar la sostenibilidad/sustentabilidad del proceso asociada a las fibras sintéticas, si se utiliza fibras de poliéster a partir de botellas PET recicladas.
- Dentro del territorio peruano se pudo identificar una localización ideal para la implementación de una planta productora de Suther. La mejor ubicación sería en Huachipa.
- Dentro del proceso de fabricación de Suther, la disponibilidad de la resina y la fibra sintética son la mayor limitante para crear el material. Su uso es indispensable si se quiere conseguir las propiedades características del cuero. Actualmente en el Perú, se tienen pocos proveedores para estos materiales, lo cual puede aumentar el poder de negociación de los proveedores y elevar los costos.
- Es posible que al final del ciclo de vida de Suther un porcentaje del producto desechado se pueda usar como biomasa y el otro pueda ser reciclado.
- El método químico empleado en el desgomado es una opción que se pueda aplicar en el proceso industrial a gran escala, esto debido a que representa un costo adicional en el proceso. El método mecánico es más efectivo y dar mejores resultados en la fibra, si se hace a pequeña escala.
- El proceso propuesto no genera grandes impactos ambientales. Se puede considerar el producto como eco-amigable, por la mitigación de los impactos ambientales durante el proceso y su ciclo de vida.

## RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las recomendaciones identificadas:

- Para mejorar el rendimiento de las operaciones para la fabricación de Suther, se recomienda hacer más pruebas a pequeña y gran escala, con el fin de hacer las mejoras necesarias y ajustes relativos a la maquinaria, entre otros. De tal manera que su introducción al mercado y producción sea más exitosa.
- Se recomienda hacer pruebas de laboratorio para determinar la composición óptima de fibras de caña de azúcar y poliéster para Suther. De tal manera que se pueda ofrecer a futuro diferentes opciones composiciones, según el requerimiento y la aplicación del cliente.
- Se recomienda buscar asociación con diversos institutos de investigación que permitan ampliar el alcance de este estudio tecnológico. Los puntos que se debería evaluar a futuro son las medidas de mantenimiento del material, presentación de una patente, elaboración de un plan de negocio, entre otros.
- Se recomienda contactar a empresas dedicadas a la fabricación de artículos de cuero, a fin de mantener alianzas estratégicas y así permitir que prueben el material, pudiendo sugerir mejoras y/o transmitir preocupaciones. Especialmente relacionadas a la calibración de la maquinaria, con la que cuentan en sus fábricas o sus proveedores.
- Se considera necesario seguir el tema de investigación y apoyarse en otras literaturas u investigaciones conforme vayan siendo publicadas en el tiempo. Se abre paso a que otras investigaciones complementen el presente estudio.

## REFERENCIAS

- 1200 toneladas de botellas plásticas son recicladas mensualmente en el Perú. (21 de Noviembre de 2016). *Gestión*. Obtenido de <http://gestion.pe/tendencias/1200-toneladas-botellas-plasticas-son-recicladas-mensualmente-peru-2175193>
- ADEX: Se recupera exportación de alcohol etílico peruano. (2017). *Andina Agencia Peruana de Noticias*. Obtenido de <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-adex-se-recupera-exportacion-alcohol-etilico-peruano-651597.aspx>
- Descubren 150 nuevas especies de flora y fauna en el Perú. (21 de Setiembre de 2016). *El Comercio*. Obtenido de [https://elcomercio.pe/peru/descubren-150-nuevas-especies-flora-fauna-peru-261667-noticia/?fbclid=IwAR0TAow\\_YNL8V8hOrpxX-Bpty3NF3JcEfJ9HbELmFyvKPhQqaScL3gBECX8](https://elcomercio.pe/peru/descubren-150-nuevas-especies-flora-fauna-peru-261667-noticia/?fbclid=IwAR0TAow_YNL8V8hOrpxX-Bpty3NF3JcEfJ9HbELmFyvKPhQqaScL3gBECX8)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2006). *Toxic Substances Portal*. Obtenido de <https://www.atsdr.cdc.gov/PHS/PHS.asp?id=280&tid=51>
- Aigle. (2017). *Transfer Coating Line*. Obtenido de <https://www.aigle.it/en/direct-coating-line/>
- Almazán del Olmo, Hernández Gutiérrez y Brizuela Herrada. (2016). *El bagazo de la caña de azúcar*. Obtenido de [http://karin.fq.uh.cu/acc/2016/CIENCIAS\\_TECNICAS/032/New/Documentacion/C3%B3n/Parte%20V/Parte%20V.pdf](http://karin.fq.uh.cu/acc/2016/CIENCIAS_TECNICAS/032/New/Documentacion/C3%B3n/Parte%20V/Parte%20V.pdf)
- Ambrosio, M. (2013). *No Tejidos*. Obtenido de <http://notejidos.blogspot.pe/>
- Ananas Anam. (2016). *Piñatex*. Obtenido de <http://www.ananas-anam.com/pinatex/>
- Asociación de Exportadores, ADEX. (2017). *Boletín Perú Exporta. Edición 251*. Obtenido de <http://www.adexperu.org.pe/boletin/boletin-peru-exporta-edicion-251/>
- Campos Cuenca, V. (2013). *Análisis y mejora de procesos en una curtiembre ubicada en la ciudad de Trujillo (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial)*. PUCP. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4898/CAMPOS>

Carnegie. (2017). *Sweet Sustainability. Biobased Xorel*. Obtenido de [https://carnegiefabrics.com/xorel/biobased\\_xorel/](https://carnegiefabrics.com/xorel/biobased_xorel/)

*Certificado ISO 14001*. (2017). Obtenido de [http://www.certificadoiso9001.com/curso/certificado-iso-14001-2004\\_i\\_103/](http://www.certificadoiso9001.com/curso/certificado-iso-14001-2004_i_103/)

*Certificado ISO 9001*. (2017). Obtenido de [http://www.certificadoiso9001.com/curso/certificado-calidad-iso-9001-certificacion-iso9001-de-calidad\\_i\\_102/](http://www.certificadoiso9001.com/curso/certificado-calidad-iso-9001-certificacion-iso9001-de-calidad_i_102/)

Choy y Chang. (2014). *Medidas macroprudenciales aplicadas en el Perú*. Lima: Banco Central de Reserva del Perú. Obtenido de <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2014/documento-de-trabajo-07-2014.pdf>

Color ABC. (13 de Abril de 2013). *¿Fécula y almidón es lo mismo?* Obtenido de <http://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/gastronomia/fecula-y-almidon-es-lo-mismo-557386.html>

De La Bastide, D. (18 de Septiembre de 2017). *Interesting Engineering*. Obtenido de [https://interestingengineering.com/scientists-have-found-a-fungus-that-feasts-on-plastic?xing\\_share=news](https://interestingengineering.com/scientists-have-found-a-fungus-that-feasts-on-plastic?xing_share=news)

de Perinat, M. (1996). *Tecnología de la confección en piel*. España: EDYM Formación Profesional.

*Decreto Supremo N° 004-2003-PRODUCE*. (2003). Obtenido de <http://www.aduanet.gob.pe/novedades/aduanas/comunicados/2004/co040209DS.htm>

Delfín Britos Invernizzi y Ramírez. (2018). *Proyecto de una planta de papel a partir del bagazo de caña*. Obtenido de <http://www.ing.una.py/biblioteca/resumen-tecnico-tfg-1.doc>

Delgado, Poussade y Aguiló. (2005). *Huella de Carbono de la Regeneración de Agua*.

- Doorn y Towprayoon. (2006). Tratamiento y eliminación de aguas residuales.
- Double Elephant. (2017). *Cuero sintético de PU*. Obtenido de <http://www.sxleather-sx.com/2-pu-synthetic-leather/175134/>
- DuPont. (2017). *Productos*. Obtenido de [http://www2.dupont.com/Phoenix\\_Heritage/en\\_US/1910\\_detail.html](http://www2.dupont.com/Phoenix_Heritage/en_US/1910_detail.html)
- EAM Corporation. (2016). *Novathin*. Obtenido de [http://www.novathin.com/news/TheAirlaidManufacturingProcess\\_2\\_.pdf](http://www.novathin.com/news/TheAirlaidManufacturingProcess_2_.pdf)
- EcuRed. (2016). *Bagazo de caña*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Bagazo\\_de\\_ca%C3%B1a](https://www.ecured.cu/Bagazo_de_ca%C3%B1a)
- El Cronista. (2017). *Las ventajas de instalarse en un parque industrial*. Obtenido de <https://www.cronista.com/general/Las-ventajas-de-instalarse-en-un-parque-industrial--19000201-0113.html>
- Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid. (s.f.). *Escuela de Ingenierías Industriales*. Obtenido de <https://www.eii.uva.es/~organica/quimica2/material/polimeros.doc>
- Esittex. (2013). *Fibras sintéticas*. Obtenido de <http://esittex.blogspot.com/2013/05/polivinilicos.html>
- Europa. (s.f.). *Recycle PVC/TPU coated textile*. Obtenido de [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n\\_proj\\_id=872&docType=pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=872&docType=pdf)
- Fanguero y Hong. (2014). *Preparation of Cellulosic Fibers from Sugarcane for Textile Use*. Obtenido de <https://www.hindawi.com/journals/cpis/2013/651787/>
- Fibras sintéticas y especiales. (Mayo de 2013). *Fibras sintéticas y especiales*. Obtenido de <http://todosobrelasfibrassinteticas.blogspot.com/2013/05/poliuretano-pu.html>
- Gestión en Recursos Naturales. (2018). Obtenido de Gestión en Recursos Naturales: <https://www.grn.cl/huella-de-carbono/calculo-de-la-huella-de-carbono.html>



- Gobierno del Perú. (2017). *Ministerio de Educación - MINEDU*. Obtenido de <https://www.gob.pe/minedu>
- Gobierno Vasco. (2018). *Análisis de ciclo de vida y huella de carbono*. Obtenido de [http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2012/10/PUB-2009-033-f-C-001\\_analisis-ACV-y-huella-de-carbonoV2CAST.pdf](http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2012/10/PUB-2009-033-f-C-001_analisis-ACV-y-huella-de-carbonoV2CAST.pdf)
- Grado Zero Espace SRL. (Agosto de 2017). *Muskin*. Obtenido de <http://www.gradozero.eu/gzenew/index.php?pg=muskin&lang=en>
- Green House Gas Protocol. (2017). *Calculation Tools*. Obtenido de [https://ghgprotocol.org/calculation-tools#sector\\_specific\\_tools\\_id](https://ghgprotocol.org/calculation-tools#sector_specific_tools_id)
- Guia Brasileiro do Couro. (2017). *Brazilian Leather Guide*. Obtenido de <http://www.guiabrasileirodocouro.com.br/>
- Hijosa, R. G.-A. (2013). *Estados Unidos Patente n° 0149512*.
- Horst Kruger, Schwartzkopff, Reitter, Hopner y Muhlig. (Abril de 1981). *Production of paper pulp from sugar mill bagasse patent*. Obtenido de <https://www.google.com/patents/US4260452>
- Iberico y Vera Tudela. (2013). *Banco Central de Reserva del Perú*. Obtenido de <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Moneda/moneda-157/moneda-157-02.pdf>
- Infoagro. (2016). *El cultivo de la caña de azúcar*. Obtenido de [http://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_cana\\_azucar.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp)
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estadística. (s.f.). *IBGE*. Obtenido de <https://www.ibge.gov.br/>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Colombia). (s.f.). *IDEAM*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018903/Links/Guia17.pdf>

- Instituto Nacional de Carnes. (2018). *Precio del cuero*. Obtenido de <https://www.inac.uy/innovaportal/file/1308/1/precio-cuero.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). *INEI - Series Nacionales*. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/>
- Jih-Shih Lee, T. (2002). *Estados Unidos Patente n° 0094737*.
- Mansilla Pérez y Ruiz Ruiz. (2009). Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster. *Ingeniería Industrial*, 123-137.
- McEachran, R. (3 de Marzo de 2015). *The Guardian*. Obtenido de <https://www.theguardian.com/sustainable-business/sustainable-fashion-blog/2015/mar/03/wearable-pineapple-banana-fruit-fashion-material>
- Michel, Bachelier, Drean y Harzallah. (2013). *Preparation of Cellulosic Fibers from Sugarcane for Textile Use*. Obtenido de <https://www.hindawi.com/archive/2013/651787/>
- Ministerio de Agricultura. (2018). *MINAGRI*. Obtenido de [http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/La%20Industria%20Azucarera%202004-2011\\_0.pdf](http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/La%20Industria%20Azucarera%202004-2011_0.pdf)
- Mitchell Faux Leathers. (07 de Abril de 2014). *What is Faux Leathers*. Obtenido de <http://mitchellfauleathers.com/Default/ViewPoint/Read/faux-leather-viewpoint/2014/04/07/what-is-faux-leather>
- MMG Maquinaria. (2017). *Fusora cuece cremas en acero inoxidable con agitador y cuadro eléctrico 500 litros*. Obtenido de <http://www.mmgmaquinaria.com/productoprint.php?id=627>
- Mtz, D. (Febrero de 2013). *Fibras Sintéticas y Especiales*. Obtenido de <http://fibras2tm22.blogspot.pe/2013/02/>
- Murayama Konishi, H. D. (1991). *Estudio tecnológico para la instalación de una planta productora de agar agar (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial)*. Universidad de Lima.

National Conference of State Legislatures. (Febrero de 2015). *NSCL* . Obtenido de <http://www.ncsl.org/research/environment-and-natural-resources/policy-update-on-state-restrictions-on-bisphenol-a.aspx>

Neyra, M. (20 de Diciembre de 2015). *Cinco proyectos para crear parques industriales en la periferia*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/lima/cinco-proyectos-crear-parques-industriales-periferia-254681>

Norma. (1 de Junio de 2016). *Papel de caña de azúcar*. Obtenido de <http://www.norma.com/noticia/item/924-los-ganadores-del-concurso-papel-cana-de-azucar>

Pulvex Mexico. (2017). *Mezcladora doble cono*. Obtenido de <http://pulvex.mx/maquinaria/mezcladoras/doble-cono/>

Ramos Chavez y Tasayco Francia. (enero de 2013). *Formación de tela no tejida a partir del bagazo de caña de azúcar*. Obtenido de <https://prezi.com/eeobyi9tcnro/formacion-de-tela-no-tejida-a-partir-del-bagazo-de-cana-de-azucar/>

Real Academia Española, RAE. (2016). *Diccionario de la lengua española. Definición de cuero*. 23.<sup>a</sup> edición. Obtenido de <http://dle.rae.es/>

Real Academia Española, RAE. (2016). *Diccionario de la lengua española. Definición de decorticación*. 23.<sup>a</sup> edición. Obtenido de <http://dle.rae.es/>

Real Academia Española, RAE. (2016). *Diccionario de la lengua española. Definición de ecológico*. 23.<sup>a</sup> edición. Obtenido de <http://dle.rae.es/>

Real Academia Española, RAE. (2016). *Diccionario de la lengua española. Definición de orgánico*. 23.<sup>a</sup> edición. Obtenido de <http://dle.rae.es/>

Real Academia Española, RAE. (2016). *Diccionario de la lengua española. Definición de sostenible*. 23.<sup>a</sup> edición. Obtenido de <http://dle.rae.es/>

Recovinyl. (2015). *Stimulating and encouraging the use of recycled PVC*. Obtenido de <http://www.recovinyl.com/>

- Red Box. (29 de Junio de 2016). *La nueva alternativa al cuero*. Obtenido de <http://www.redboxinnovation.com/inspire/2016/06/29/muskin-la-nueva-alternativa-al-cuero/>
- Redacción Multimedia. (20 de Septiembre de 2016). *Francia es el primer país en prohibir el uso de vasos y platos descartables*. Obtenido de <http://diariocorreo.pe/mundo/francia-es-el-primer-pais-en-prohibir-el-uso-de-vasos-y-platos-descartables-699481/>
- Rexel. (2017). *Rebobinadora*. Obtenido de <https://rexelpoland.com/es/produkt/rebobinadora-con-filete-de-corte-ctrl-200>
- Rivas, R. R. (2007). *Ergonomía en el diseño y la producción industrial*.
- Ruiz Bernal, J. M. (1991). *Estudio tecnológico del proceso de deshidratación de uva para pasas usando energía solar (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial)*. Universidad de Lima.
- Saldarriaga, J. (2013). *Fabricación de papel de caña de azúcar*. Obtenido de <https://prezi.com/l7tyjs9dh8jz/fabricacion-de-papel-de-cana-de-azucar/>
- SAPPI Group. (marzo de 2012). *The paper making process*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=E4C3X26dxbM>
- Sedapal. (s.f.). *Recomendaciones*. Obtenido de <http://www.sedapal.com.pe/recomendaciones>
- Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2005). *SUNAT*. Obtenido de <http://www.sunat.gob.pe/>
- Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). *SUNAT*. Obtenido de <http://www.sunat.gob.pe/legislacion/aduanera/valoracionadua/descripcionesMinimas/DMPartida4202.pdf>
- Taiwan Trade. (2017). *Cuero sintético*. Obtenido de <http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=025&fdname=RUBBER+%26+PLASTICS&pagename=Planta+de+produccion+de+cuero+sintetico+de+poliuretano>

Tarnos. (2017). *Tamizadores*. Obtenido de <https://www.tarnos.com/wp-content/uploads/2017/11/Tamizadores-vibrantes.pdf>

Tecnología de los Plásticos. (2014). *Tecnología de los Plásticos*. Obtenido de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/>

TT Services. (2017). *Web forming equipment*. Obtenido de <http://tt-services-usa.com/web-forming-equipment/>

U.S. Congress, Office of Technology Assessment. (Mayo de 1989). *Technologies for Reducing Dioxin in the Manufacture of Bleached Wood Pulp*. Obtenido de <https://www.princeton.edu/~ota/disk1/1989/8931/893104.PDF>

Universidad de Buenos Aires - Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. (s.f.). *Aspectos del cuero*. Obtenido de <http://cursos.fadu.uba.ar/apuntes/Tecnicas%20Indumentarias%20II/unidad%20N%20%BA%206/Aspectos%20del%20cuero.doc>

ZHUOQUI Machinery Manufacturing Co. (2017). *Products*. Obtenido de [http://www.nonwovenmachine.com/en\\_product.html?bclass=393&id=453](http://www.nonwovenmachine.com/en_product.html?bclass=393&id=453)

## BIBLIOGRAFÍA

Choy, M., y Chang, G. (2014). *Medidas macroprudenciales aplicadas en el Perú*. Lima: Banco Central de Reserva del Perú. Recuperado de <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2014/documento-de-trabajo-07-2014.pdf>

Color ABC. (13 de Abril de 2013). *Color ABC*. Recuperado de <http://www.abc.com.py/edicion-impresas/suplementos/gastronomia/fecula-y-almidon-es-lo-mismo-557386.html>

Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid. (s.f.). *Escuela de Ingenierías Industriales*. Recuperado de <https://www.eii.uva.es/~organica/quimica2/material/polimeros.doc>

Michel, D., Bachelier, B., Drean, J.-Y., y Harzallah, O. (2013). *Preparation of Cellulosic Fibers from Sugarcane for Textile Use*. Recuperado de <https://www.hindawi.com/archive/2013/651787/>

Mitchell Faux Leathers. (07 de Abril de 2014). *Mitchell Faux Leathers*. Recuperado de <http://mitchellfauleathers.com/Default/ViewPoint/Read/faux-leather-viewpoint/2014/04/07/what-is-faux-leather>



**ANEXOS**

# ANEXO 1: Encuesta

Sección 1 de 2



## Suther

Suther es un material innovador, que reemplaza al cuero y cuerina, pero ofrece la misma durabilidad y Resistencia, sin ser perjudicial para el medio ambiente ni tu salud, ya que esta hecho en base a fibra de caña de azúcar.

Habiendo leído la breve descripción de nuestro producto, ¿Usted compraría carteras, zapatos o billeteras hechas de este producto? Si su respuesta es negativa, este es el fin de la encuesta \*

- SI
- NO

¡Gracias por confiar en nosotros! Ya que su respuesta a la pregunta: "¿Usted compraría el producto descrito?" fue positiva, por favor señale en una escala del 1 al 10 su intención de compra siendo 1 muy poco probable y 10 definitivamente \*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Muy poco probable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Definitivamente

Al tratarse de un producto ecoamigable, ¿cuanto mas estaria dispuesto(a) a pagar por productos hechos con Suther, en comparacion con sus competidores de cuero y cuerina?

- 25-30%
- 20-25%
- 15-20%
- 10-15%
- 5-10%
- No estaria dispuesto a pagar mas

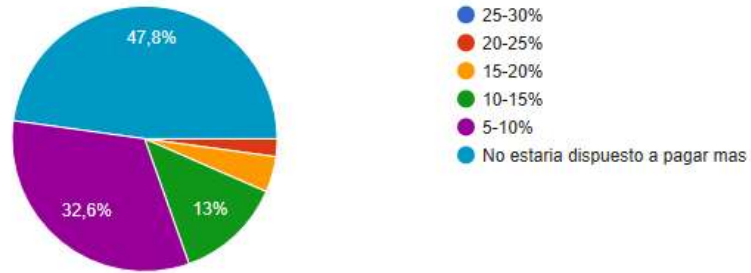
Gracias por su tiempo



## ANEXO 2: Otros resultados de la encuesta

Al tratarse de un producto ecoamigable, ¿cuanto mas estaria dispuesto(a) a pagar por productos hechos con Suther, en comparacion con sus competidores de cuero y cuerina?

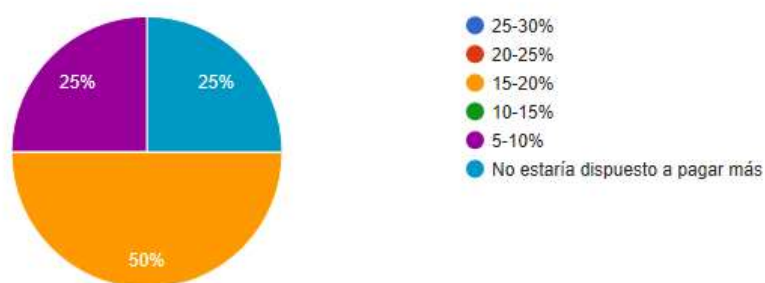
46 respuestas



### ANEXO 3: Encuesta a productores

¿Estaría usted dispuesto(a) a pagar más por Suther, en comparación con el precio del cuero animal y cuero sintético?

4 respuestas



Por favor, ingrese el nombre de la empresa al que pertenece

4 respuestas

corporación Colormoda sac
Pimms & lemonade
MD LEATHER CORP S.A.C.
Inversiones Rubin's S.A.C.