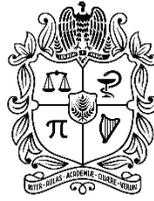


Fabricación de Cuero Wetblue



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Análisis comparativo de la contribución ambiental, económica y social, en los procesos de fabricación de cuero Wetblue (Ribera y Curtido) para tres estados productivos.
Comparative analysis of the environmental, economic and social contribution in the manufacturing processes of Wetblue leather (Ribera and Curtido) for three production states.

John Sebastián Pantoja Gamboa

Universidad Nacional de Colombia

30 septiembre de 2019

Nota

Tesis de Maestría, Director: Ing. MSc. Darío de Jesús Gallego Suarez, Codirector: Ing. MSc. José Ignacio Maya Guerra, Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Minas.

La correspondencia relacionada con este documento deberá ser enviada a jspantojag@unal.edu.co.

Fabricación de Cuero Wetblue

Análisis Comparativo de la Contribución ambiental, económica y social, de las variables implicadas en los procesos de Ribera y Curtido de las pieles con la compra del cuero Wetblue.

John Sebastián Pantoja Gamboa

Tesis de Maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Medio Ambiente y Desarrollo

Director:

Ing. MSc. Darío de Jesús Gallego Suarez

Codirector:

Ing. MSc. José Ignacio Maya Guerra

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas, Departamento de Geociencias y Medio Ambiente

Medellín, Colombia

2019

Dedicatoria

Siempre he pensado que nací en una hermosa familia, la cual me ha brindado todos los apoyos necesarios para ser la persona y el profesional que soy hoy. Así también a mi amada esposa quien es el amor y fortaleza de mi vida.

“Alguien activista no es quien dice que el río está sucio. Alguien activista es quien limpia el río” (Ross Perot).

“No te des la vuelta, observa lo que pasa a tu alrededor con el agua, los bosques, la contaminación del aire y ten los oídos atentos a los mensajes que nos manda la naturaleza. ¿Puedes oírlos?” (anónimo).

Agradecimientos

A mis padres John Fredy Pantoja y Reina Nancy Gamboa, por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente para llevar adelante esta maestría, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron. A mis hermanos Evelin Yuliana Pantoja y Jhonatan Santiago Pantoja que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y de lo que puedo llegar a ser. Deseo que en algún momento yo me convierta en esa fuerza que les permita avanzar en su vida.

A mi esposa Laura María Díaz, la amiga que encontré en el camino e iluminó mi vida, con su apoyo he alcanzado los objetivos de la mejor manera, a través de sus consejos, de su amor, y paciencia me ayudó a concluir esta meta.

De manera especial a los profesores Darío de Jesús Gallego y José Ignacio Maya, director y codirector de mi tesis, respectivamente, por haberme guiado, a lo largo de estos años, brindándome el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores por el bien de la humanidad.

A la profesora Patricia Jaramillo y al ingeniero Lucas Vanegas por su apoyo con la metodología AHP en la última parte de la investigación.

Y por supuesto a mi querida Universidad Nacional de Colombia y a todas las personas que estuvieron presentes, por permitirme concluir una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guía en el desarrollo de esta investigación.

Resumen

Esta investigación busca analizar el nivel de contribución social, económica y ambiental de los procesos de Ribera y Curtido en una empresa de cueros de Antioquia, frente a sus procesos previos de compra de cuero Wetblue. Para realizarlo, se caracterizaron los procesos de producción industrial, se describieron los parámetros cualitativos y cuantitativos claves de evaluación y finalmente se realizó un análisis comparativo de los procesos de fabricación. La empresa objeto de estudio desarrolló tres estados productivos para la obtención de cuero Wetblue, Estado productivo 0: Compra de cuero Wetblue (análisis del estado del mercado), Estado productivo 1: Producción con tecnología adquirida para la fabricación de cuero Wetblue (etapa inicial de adaptación) y Estado Productivo 2: Producción con tecnología adquirida (Etapa de madurez) para la fabricación del cuero Wetblue. El análisis se basó en un estudio de caso comparativo a partir de parámetros cualitativos y cuantitativos identificados como representativos para este proceso productivo, se realizó el paso de normalización y la aplicación de la metodología de análisis de proceso jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés). Se obtuvieron los resultados correlacionados para la obtención de la alternativa más sostenible, concluyendo que el proceso de mejoramiento para el caso de estudio beneficia satisfactoriamente e integralmente el mejoramiento para la obtención del cuero Wetblue.

Palabras clave: Sostenibilidad, Cuero Wetblue, AHP (Analytic Hierarchy Process) y Multicriterio.

Abstract

Comparative analysis of the environmental, economic and social contribution in the manufacturing processes of Wetblue leather (Ribera and Curtido) for three production states.

This research seeks to analyze the level of social, economic and environmental contribution of the Ribera and Curtido processes in a leather company in Antioquia, compared to its previous processes of purchase of Wetblue leather. To carry it out, the industrial production processes are characterized, the key qualitative and quantitative evaluation parameters are described and finally a comparative analysis of the manufacturing processes is performed. The company under study developed three productive states to obtain Wetblue leather, productive status 0: purchase of Wetblue leather (market state analysis), productive status 1: Production with technology acquired for the manufacture of Wetblue leather (initial stage of adaptation) and Productive State 2: Production with technology acquired (Stage of maturity) for the manufacture of Wetblue leather. The analysis is based on a comparative case study based on qualitative and quantitative parameters identified as representative for this production process, the normalization step is performed and the application of the hierarchical process analysis (AHP) methodology. The correlated results are obtained to obtain the most sustainable alternative, concluding that the improvement process for the case study satisfactorily and integrally beneficiaries the improvement for obtaining Wetblue leather.

Keywords: Sustainability, Leather Wetblue, AHP (Analytic Hierarchy Process) and Multicriteria.

Contenido

RESUMEN	VI
ABSTRACT	VI
INTRODUCCIÓN	1
1. ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.1. Planteamiento del problema	9
1.2. Justificación	13
1.3. Pregunta de investigación	14
1.3.1. Pregunta principal	14
1.3.2. Preguntas específicas	15
1.4. Hipótesis	15
1.5. Objetivos	16
1.5.1. General	16
1.5.2. Específicos	16
1.6. Marco teórico	16
1.6.1. Valoración de impactos	17
1.6.2. Análisis de procesos productivos (Caracterización)	18
1.6.3. Gestión del control	19
1.6.4. Gestión ambiental	21
1.6.5. Producción limpia (Sostenibilidad)	22
1.6.6. Responsabilidad Social	24
1.6.7. Imagen verde	24
1.7. Marco legal	25

Fabricación de Cuero Wetblue	IX
1.8. Estado del arte	28
1.9. Tipo de investigación y método	35
1.9.1. Tipo de enfoque y estudio	36
1.9.2. Objeto de estudio	37
1.9.3. Instrumentos de recolección y tratamiento de datos	37
2. LA INDUSTRIA DEL CURTIDO DE PIELES	44
3. CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS EN TRES ESTADOS PRODUCTIVOS PARA LA OBTENCIÓN DEL CUERO WETBLUE	47
3.1. Estado productivo 0: compra del cuero Wetblue	49
3.2. Estado productivo 1: Fabricación del cuero Wetblue (Fase de implementación)	53
3.3. Estado productivo 2: Fabricación del cuero Wetblue (Fase de madurez)	61
4. APLICACIÓN DE CRITERIOS Y PARÁMETROS DE VALORACIÓN A LOS TRES ESTADOS PRODUCTIVOS	63
4.1. Parámetros cualitativos	63
4.1.1. Aplicación de parámetros cualitativos	64
4.1.2. Cualificación	76
4.2. Parámetros cuantitativos	84
4.2.1. Aplicación de parámetros cuantitativos.	85
4.2.2. Cuantificación	89
4.3. Ajuste de significancia general de parámetros	96
4.3.1. Aplicación de ajuste de significancia	96
5. COMPARACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	99

Fabricación de Cuero Wetblue	X
5.1. Normalización de valores	99
5.2. Análisis comparativo AHP	102
5.2.1. Paso 1. Clúster y relaciones entre los elementos de red	103
5.2.2. Paso 2. Asignación de pesos de importancia/influencia	104
5.2.3. Paso 3. Construcción de matrices	106
5.2.4. Paso 4. Selección de la alternativa más sostenible	109
5.3. Análisis de resultados	110
5.4. Análisis de sensibilidad	114
CONCLUSIONES	118
RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFÍA	121
ANEXOS	137

Lista de figuras

<i>FIGURA 1.</i> DIAGRAMA DE FLUJO GENERALIZADO DEL PROCESO GLOBAL DE CURTIDO.	3
<i>FIGURA 2.</i> DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA, PRODUCTOS QUÍMICOS Y GENERACIÓN DE AGUA RESIDUAL Y RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS PROCESOS DE RIBERA, CURTIDO Y RECURTIDO.	4
<i>FIGURA 3.</i> LOS TRES ELEMENTOS DE LA SOSTENIBILIDAD Y LAS INTERRELACIONES ENTRE SUS COMPONENTES.	23
<i>FIGURA 4.</i> TEORÍA SOCIAL PARA SISTEMAS DE MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES.	30
<i>FIGURA 5.</i> COMPARACIÓN ENTRE (A) PROCESO JERÁRQUICO ANALÍTICO Y (B) PROCESO DE RED ANALÍTICA.	32
<i>FIGURA 6.</i> PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.	40
<i>FIGURA 7.</i> DIAGRAMA CRONOLÓGICO DE LOS ESTADOS PRODUCTIVOS PARA LA OBTENCIÓN DEL CUERO WETBLUE Y CUERO ACABADO EN UNA CURTIEMBRE ANTIOQUEÑA.	45
<i>FIGURA 8.</i> DIAGRAMA GENERAL DEL SUBPROCESO DE RIBERA.	48
<i>FIGURA 9.</i> DIAGRAMA GENERAL DEL SUBPROCESO DE CURTIDO.	49
<i>FIGURA 10.</i> DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UNA CURTIEMBRE DE ANTIOQUIA, ESTADO PRODUCTIVO 0 (<2015).	50
<i>FIGURA 11.</i> DIAGRAMA DE PROCESO PRODUCTIVO EN UNA CURTIEMBRE DE ANTIOQUIA, ESTADO PRODUCTIVO 1 (2015-2016).	54
<i>FIGURA 12.</i> DIAGRAMA DE PROCESOS PTAR 2015-2018.	58
<i>FIGURA 13.</i> ESTRUCTURA DEL MODELO AHP PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.	103

<i>FIGURA 14.</i> PESOS DE IMPORTANCIA ENTRE DISTINTOS CLÚSTER DE CRITERIOS ESCALA DE SAATY Y NORMALIZACIÓN CLÚSTER DE CRITERIOS.	105
<i>FIGURA 15.</i> PUNTAJE OBTENIDO DE LA SUPERMATRIZ LÍMITE PARA CADA INDICADOR.	108
<i>FIGURA 16.</i> PUNTAJES NORMALIZADOS PARA CADA ALTERNATIVA.	109
<i>FIGURA 17.</i> PUNTAJES NORMALIZADOS PARA CADA ALTERNATIVA (SENSIBILIDAD EN EL ESCENARIO 1).	115
<i>FIGURA 18.</i> PUNTAJES NORMALIZADOS PARA CADA ALTERNATIVA (SENSIBILIDAD EN EL ESCENARIO 2).	116
<i>FIGURA 19.</i> PUNTAJES NORMALIZADOS PARA CADA ALTERNATIVA (SENSIBILIDAD EN EL ESCENARIO 3).	117
<i>FIGURA 20.</i> DIAGRAMA DE PROCESO PRODUCTIVO EN UNA CURTIEMBRE ANTIOQUEÑA, ESTADO PRODUCTIVO 1 Y 2, OBTENCIÓN DE CARNAZAS Y CRUPONES.	137

Lista de tablas

<i>TABLA 1.</i> ÁREAS DE APLICACIÓN DE TEORÍA DE DECISIÓN MULTICRITERIO.	33
<i>TABLA 2.</i> PARÁMETROS AMBIENTALES APLICABLES A LA CURTIEMBRE CASO DE ESTUDIO.	77
<i>TABLA 3.</i> PARÁMETROS SOCIALES APLICABLES A LA CURTIEMBRE CASO DE ESTUDIO.	78
<i>TABLA 4.</i> PARÁMETROS ECONÓMICOS APLICABLES A LA CURTIEMBRE CASO DE ESTUDIO.	78
<i>TABLA 5.</i> EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS CUALITATIVOS EN EL ESTADO PRODUCTIVO 0 SEGÚN LOS CRITERIOS ECONÓMICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES.	81
<i>TABLA 6.</i> EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS CUALITATIVOS EN EL ESTADO PRODUCTIVO 1 SEGÚN LOS CRITERIOS ECONÓMICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES.	82
<i>TABLA 7.</i> EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS CUALITATIVOS EN EL ESTADO PRODUCTIVO 2 SEGÚN LOS CRITERIOS ECONÓMICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES.	84
<i>TABLA 8.</i> CONSUMO DE AGUA M ³ POR AÑO EN UNA CURTIEMBRE ANTIOQUEÑA.	90
<i>TABLA 9.</i> CONSUMO DE AGUA PROMEDIO EN LOS ESTADOS PRODUCTIVOS 1 Y 2.	90
<i>TABLA 10.</i> CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN KWh EN UNA CURTIEMBRE ANTIOQUEÑA.	93
<i>TABLA 11.</i> CÁLCULO DE DBO ₅ Y SST PARA LOS TRES ESTADOS PRODUCTIVOS.	95
<i>TABLA 12.</i> PRECIO DE VENTA DEL CUERO WETBLUE CON RESPECTO A UN DÍA DE SALARIO MÍNIMO LEGAL VIGENTE.	96
<i>TABLA 13.</i> PARÁMETROS AMBIENTALES CONSOLIDADOS Y EVALUACIÓN EN LOS ESTADOS PRODUCTIVOS.	97
<i>TABLA 14.</i> PARÁMETROS SOCIALES CONSOLIDADOS Y EVALUACIÓN EN LOS ESTADOS PRODUCTIVOS.	97

<i>TABLA 15.</i> PARÁMETROS ECONÓMICOS CONSOLIDADOS Y EVALUACIÓN EN LOS ESTADOS PRODUCTIVOS.	98
<i>TABLA 16.</i> ESCALA DE NORMALIZACIÓN PARÁMETROS CUALITATIVOS.	99
<i>TABLA 17.</i> NORMALIZACIÓN DE PARÁMETROS CON SUMARÍA IGUAL A 1.	102
<i>TABLA 18.</i> NORMALIZACIÓN DE PESOS DEL CLÚSTER DE PARÁMETROS SOCIALES CON RESPECTO AL CRITERIO SOCIAL.	105
<i>TABLA 19.</i> NORMALIZACIÓN DE PESOS DEL CLÚSTER DE PARÁMETROS AMBIENTALES CON RESPECTO AL CRITERIO AMBIENTAL.	106
<i>TABLA 20.</i> NORMALIZACIÓN DE PESOS DEL CLÚSTER DE PARÁMETROS ECONÓMICO CON RESPECTO AL CRITERIO ECONÓMICO.	106
<i>TABLA 21.</i> ANÁLISIS DE DIAGRAMA DE PARETO, PARÁMETROS CUALITATIVOS AMBIENTALES (NORMAS DE DESEMPEÑO).	139
<i>TABLA 22.</i> PARÁMETROS CUALITATIVOS AMBIENTALES (NORMAS DE DESEMPEÑO). DESCRIPCIÓN COLUMNAS.	140
<i>TABLA 23.</i> PARÁMETROS CUALITATIVOS AMBIENTALES (NORMAS DE DESEMPEÑO). DESCRIPCIÓN FILAS.	140
<i>TABLA 24.</i> ANÁLISIS DE DIAGRAMA DE PARETO, PARÁMETROS CUALITATIVOS SOCIALES (NORMAS DE DESEMPEÑO).	141
<i>TABLA 25.</i> PARÁMETROS CUALITATIVOS SOCIALES (NORMAS DE DESEMPEÑO). DESCRIPCIÓN COLUMNAS.	142
<i>TABLA 26.</i> PARÁMETROS CUALITATIVOS SOCIALES (NORMAS DE DESEMPEÑO). DESCRIPCIÓN FILAS.	143

<i>TABLA 27.</i> ANÁLISIS DE DIAGRAMA DE PARETO, PARÁMETROS CUALITATIVOS ECONÓMICOS (NORMAS DE DESEMPEÑO).	144
<i>TABLA 28.</i> PARÁMETROS CUALITATIVOS ECONÓMICOS (NORMAS DE DESEMPEÑO). DESCRIPCIÓN COLUMNAS.	145
<i>TABLA 29.</i> PARÁMETROS CUALITATIVOS ECONÓMICOS (NORMAS DE DESEMPEÑO). DESCRIPCIÓN FILAS.	146
<i>TABLA 30.</i> RESULTADOS ANÁLISIS PARÁMETROS CUALITATIVOS AMBIENTALES.	147
<i>TABLA 31.</i> RESULTADOS ANÁLISIS PARÁMETROS CUALITATIVOS SOCIALES.	149
<i>TABLA 32.</i> RESULTADOS ANÁLISIS PARÁMETROS CUALITATIVOS ECONÓMICOS.	150
<i>TABLA 33.</i> INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS CUALITATIVOS.	155
<i>TABLA 34.</i> CONSOLIDACIÓN DE EVALUACIÓN CUALITATIVA (MEDIANA) PARA LOS ESTADOS PRODUCTIVOS 0, 1 Y 2.	160
<i>TABLA 35.</i> CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL EN UNA CURTIEMBRE ANTIOQUEÑA.	161
<i>TABLA 36.</i> MÁQUINAS, TIEMPOS DE OPERACIÓN Y kWh DETERMINANTES DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	162
<i>TABLA 37.</i> GENERACIÓN DE CARNAZAS, RECORTES, ORILLO, GRASA Y LODOS 1.	163
<i>TABLA 38.</i> GENERACIÓN DE CARNAZAS, RECORTES, ORILLO, GRASA Y LODOS 2.	163
<i>TABLA 39.</i> GENERACIÓN DE CARNAZAS, RECORTES, ORILLO, GRASA Y LODOS 3.	163
<i>TABLA 40.</i> SUPERMATRIZ DE RELACIONES DE DEPENDENCIA.	164
<i>TABLA 41.</i> SUPERMATRIZ DE RELACIONES DE DEPENDENCIA. DESCRIPCIÓN COLUMNAS.	165
<i>TABLA 42.</i> SUPERMATRIZ DE RELACIONES DE DEPENDENCIA. DESCRIPCIÓN FILAS.	166
<i>TABLA 43.</i> SUPERMATRIZ DE CORRELACIONES (NO PONDERADO).	167
<i>TABLA 44.</i> SUPERMATRIZ DE CORRELACIONES (NO PONDERADO). DESCRIPCIÓN COLUMNAS.	168

<i>TABLA 45.</i> SUPERMATRIZ DE CORRELACIONES (NO PONDERADO). DESCRIPCIÓN FILAS.	169
<i>TABLA 46.</i> SUPERMATRIZ PONDERADA.	170
<i>TABLA 47.</i> SUPERMATRIZ PONDERADA. DESCRIPCIÓN COLUMNAS.	171
<i>TABLA 48.</i> SUPERMATRIZ PONDERADA. DESCRIPCIÓN FILAS.	172
<i>TABLA 49.</i> SUPERMATRIZ LÍMITE.	173
<i>TABLA 50.</i> SUPERMATRIZ LÍMITE. DESCRIPCIÓN COLUMNAS.	174
<i>TABLA 51.</i> SUPERMATRIZ LÍMITE. DESCRIPCIÓN FILAS.	175

Lista de símbolos y abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
$m^3 \text{ agua} / t_{phs}$	Metros cúbicos de agua por tonelada de piel húmeda-Salada		
m^3 / t_{ps}	Metros cúbicos por tonelada de piel Salada		
DBO_5	Demanda Biológica de Oxígeno al quinto día	$mg O_2/L$	
DBO_{20}	Demanda Biológica de Oxígeno al vigésimo día	$mg O_2/L$	
DQO	Demanda Química de Oxígeno	$mg O_2/L$	
Kg/t_{phs}	Kilogramos por tonelada de piel húmeda-salada		
n	Tamaño de la muestra para proporciones en poblaciones finitas		
N	Tamaño de la población		
Z	Puntuación Z para un nivel de confianza escogido		
e	Error esperado		
p	Proporción esperada		
q	1 - p		
Z'_{ij}	Resultado normalizado del parámetro		
Z_{ij}	Valor del parámetro a evaluar		
Z_{ij}^{max}	Valor máximo del parámetro a evaluar de los Estado Productivos		

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
Z_{ij}^{min}	Valor mínimo del parámetro a evaluar de los Estado Productivos		

Abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>PTAR</i>	Planta de tratamiento de aguas residuales
<i>IFC</i>	Corporación Financiera Internacional
<i>SST</i>	Sólidos Suspendidos Totales
<i>FAO</i>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<i>AHP</i>	Proceso de Análisis Jerárquico
<i>ANP</i>	Proceso de Análisis en Red
<i>Corpoantioquia</i>	Corporación Autónoma Regional de Antioquia

Lista de anexos

<i>ANEXO A.</i> DIAGRAMA DE PROCESOS EN LA PRODUCCIÓN DE CARNAZAS Y CRUPONES, ESTADOS PRODUCTIVOS 1 Y 2.....	137
<i>ANEXO B.</i> ANÁLISIS DE DIAGRAMA DE PARETO, PARÁMETROS CUALITATIVOS AMBIENTALES (NORMAS DE DESEMPEÑO).....	139
<i>ANEXO C.</i> ANÁLISIS DE DIAGRAMA DE PARETO, PARÁMETROS CUALITATIVOS SOCIALES (NORMAS DE DESEMPEÑO).....	141
<i>ANEXO D.</i> ANÁLISIS DE DIAGRAMA DE PARETO, PARÁMETROS CUALITATIVOS ECONÓMICOS (NORMAS DE DESEMPEÑO).....	144
<i>ANEXO E.</i> RESULTADOS ANÁLISIS PARÁMETROS CUALITATIVOS AMBIENTALES.....	147
<i>ANEXO F.</i> RESULTADOS ANÁLISIS PARÁMETROS CUALITATIVOS SOCIALES.....	149
<i>ANEXO G.</i> RESULTADOS ANÁLISIS PARÁMETROS CUALITATIVOS ECONÓMICOS.....	150
<i>ANEXO H.</i> INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS CUALITATIVOS.....	151
<i>ANEXO I.</i> ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA.....	156
<i>ANEXO J.</i> CONSOLIDACIÓN DE EVALUACIÓN CUALITATIVA (MEDIANA) PARA LOS ESTADOS PRODUCTIVOS 0, 1 Y 2.....	157
<i>ANEXO K.</i> CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL EN UNA CURTIEMBRE ANTIOQUEÑA.....	161
<i>ANEXO L.</i> MÁQUINAS, TIEMPOS DE OPERACIÓN Y K ^{WH} DETERMINANTES DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	162
<i>ANEXO M.</i> GENERACIÓN DE CARNAZAS, RECORTES, ORILLO, GRASA Y LODOS.....	163
<i>ANEXO N.</i> SUPERMATRIZ DE RELACIONES DE DEPENDENCIA.....	164
<i>ANEXO O.</i> SUPERMATRIZ DE CORRELACIONES (NO PONDERADO).....	167

ANEXO P. SUPERMATRIZ PONDERADA. 170

ANEXO Q. SUPERMATRIZ LÍMITE. 173

Introducción

Con la presión cada vez mayor para ser sostenible en la economía competitiva y cambiante de hoy, el mercado está más preocupado por la utilización prudente de los recursos escasos y la evaluación de la contribución integral de los procesos productivos en los aspectos sociales, ambientales y económicos. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) tiene definidos los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como una de las políticas principales para el impulso del planeta. Se mencionan objetivos como, “Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos” y “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”, como respuesta al constante cambio que experimenta el mundo entero en materias social y ambiental. Estas clases de políticas también han tenido un eco en sectores privados para la adopción e impulso de acuerdo a Álvarez (2016); y también según Aquim, Hansen y Gutterres, como viene ocurriendo en la industria de curtido de pieles dado su gran impacto ambiental en el consumo de recursos naturales y la emisión de residuos peligrosos (2019).

El mercado de las pieles representa un porcentaje importante en la producción de bienes a nivel mundial, en el año 2015 según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016, pág. 11), el mercado mundial de pieles curtidas se encontraba en 14.298,7 millones de pies cuadrados para bovinos y 5.335,2 millones para ovino-caprino; de estos, la producción en Latinoamérica representa 3.764,3 y 176,9 millones de pies cuadrados para bovino y Ovino-Caprino respectivamente. Además, según esta misma organización, Colombia participa con 182 y 3,8 millones de pies cuadrados para bovino y Ovino-Caprino respectivamente (2016, págs. 62-65), se cita que las ventas a nivel mundial de cuero

alcanzan 22.285 millones de dólares anuales, equiparable a otros sectores de importancia como el café y el arroz (molido) que representan ventas de 25.007 y 21.491 respectivamente.

América, es por excelencia el primer exportador de cuero Wetblue y Acabado, y el primer importador de producto terminado (zapatos, prendas de vestir, marroquinería, entre otros.), con el 37% de las pieles brutas, y el 25% de pieles curtidas, siendo este un dato que ha cambiado poco en los últimos 10 años según el Conseil National du Cuir (2019). En pieles curtidas se encuentra que Brasil se destaca como el segundo mayor exportador con el 11,1%, Estados Unidos, en cuarta posición con el 5,1%, y Argentina, en sexta posición con el 4,1%, Colombia aparece agrupado entre el porcentaje restante, con poca relevancia. El destino de estas exportaciones americanas de pieles curtidas es principalmente: China, Italia, México y Vietnam. Por último y en contraste, el continente americano exporta muy pocos productos de cuero. Solo el 4% del calzado, el 2% de la marroquinería y el 1% de la vestimenta y accesorios de cuero que se exportan a todo el mundo provienen de las Américas, también afirmado por el Conseil National du Cuir (2019).

Sin embargo, pese a las contribuciones económicas, esta industria representa impactos negativos críticos en materia ambiental y social, ya que la generación de subproductos en varias etapas del proceso es toxica, cómo lo describe Lorber y otros (2007, pág. 65). En la figura 1 se establece el diagrama de procesos base para la fabricación de cuero Wetblue y Acabado.

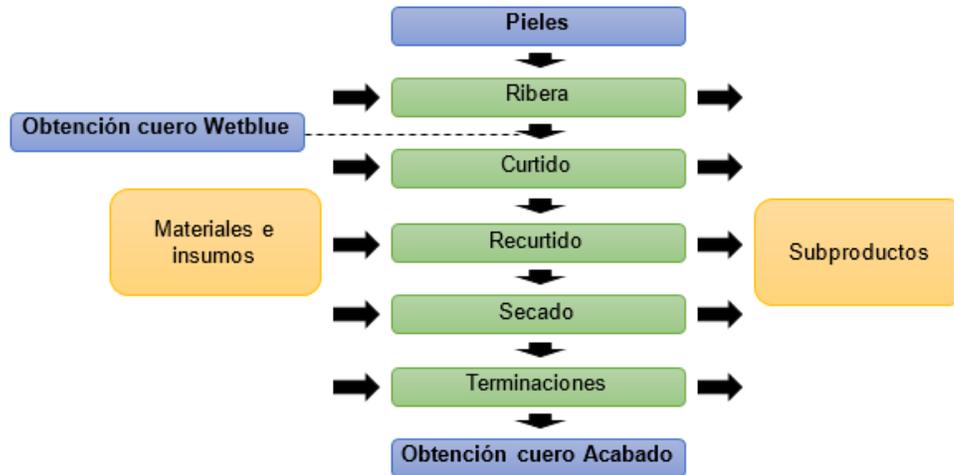


Figura 1. Diagrama de flujo generalizado del proceso global de curtido. Fuente: Lorber, K. 2007, pág. 65.

Al igual que en otras industrias se busca el mejoramiento de la producción a través de la investigación y adquisición de nuevas tecnologías que disminuyan el impacto ambiental. Como en el caso de la fabricación de papel en dónde se generan lodos residuales, se indagaron alternativas para no descartar estos desechos en los vertederos sino direccionarlos a otros usos como materiales estructurales en construcción o cerámica, consiguiendo así beneficios económicos, ambientales y sociales de acuerdo a R. G. de Azevedo y otros (2019). En esta investigación se determinan como críticos para la fabricación de cuero los procesos de Ribera y Curtido, que dan como finalidad el producto comercialmente denominado Wetblue, por dos puntos fundamentales: el primero, acorde al caso de estudio que se enfatiza en la implementación de estos dos subprocesos nuevos como parte de una integración en la producción del cuero Wetblue en la curtiembre de Antioquia, y segundo, por ser estas las etapas del proceso más contaminantes en consumo de materiales e insumos, y en consecuencia en las descargas de residuos como se evidencia en la figura 2, información respaldada por las investigaciones de Rivela (2007) y Śmiechowski y Lament (2017).

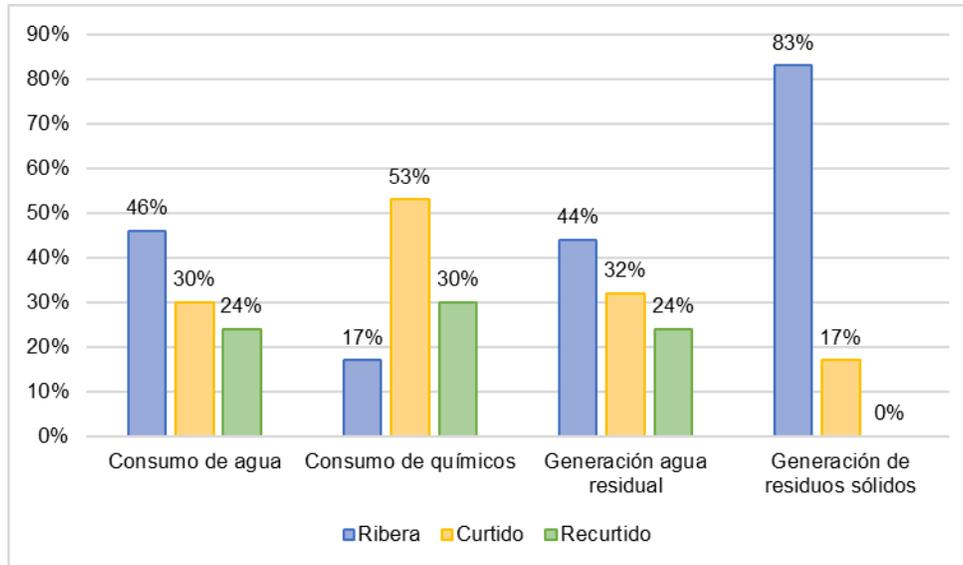


Figura 2. Distribución del consumo de agua, productos químicos y generación de agua residual y residuos sólidos en los procesos de Ribera, Curtido y Recurtido. Fuente: Rivera, et al., 2007, pág. 86.

Procesos como el Secado y la Terminación no se tienen en cuenta en esta gráfica ya que significan un bajo porcentaje de participación y representatividad, generando consumos de agua de 0,3 metros cúbicos sobre tonelada de piel húmeda salada ($m^3 \text{ agua}/t_{phs}$); 51 kilogramos sobre tonelada de piel húmeda salada (Kg/t_{phs}) para el consumo de químicos, además, los residuos sólidos en la última etapa rondan los 2 kilogramos sobre tonelada de piel húmeda salada (Kg/t_{phs}), los autores Rivela, Bornhardt, Lorber, Vidal, y Méndez argumentan que la generación de agua residual no aparece documentada por su baja participación (2007, págs. 87-88).

Se identifican los proceso de Ribera y Curtido como críticos para la obtención del cuero Wetblue, ya que el consumo de agua en general constituye entre $23 - 55 m^3/t_{phs}$, dependiendo de la tecnología usada; se observa como el 46% de ésta es consumida en la Ribera y un 30% en el Curtido, sumando entre los dos procesos el 76% del consumo de agua total. El consumo de químicos constituye $391 Kg/t_{phs}$, siendo crítico en el proceso de Curtido con el 53%, la Ribera constituye el 17%. La generación de agua residual está acorde con el consumo, esta se distribuye

entonces como el 44% para Ribera y el 32% para Curtido (cabe aclarar que se aumentan dados los flujos de insumos usados). Por último, la generación de residuos sólidos se establece con 273 Kg/ t_{phs} , generándose en Ribera el 83% y en Curtido el 17%. Los anteriores datos son tomados de curtiembres con sistemas de producción convencionales, como el mostrado por Lorber anteriormente.

La industria de las curtiembres deben cumplir con parámetros ambientales para evitar sanciones económicas, según Martínez y Romero (2018, pág. 117), “A nivel mundial, la industria de las curtiembres es una de las más contaminantes, y cada año se deben destinar enormes sumas de dinero para reparar, y en menor grado prevenir”. Es por ello que en nuestro país también se han establecido medidas de control industrial, a través de un camino legal de protección, por ejemplo, el Artículo 28 del Decreto 3930 del 2010 controla los límites para los residuos de vertimiento a fuentes hídricas, expide y fija los parámetros, la norma, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, sin embargo es responsabilidad de la Autoridad Nacional Ambiental y de las autoridades ambientales departamentales y locales, entre estas se encuentra Corantioquia, (la autoridad correspondiente en esta investigación) que es la que fija para la zona del departamento de Antioquia, el cumplimiento de la normativa de acuerdo al ministerio de ambiente (2018), y en derivación, la Resolución 0631 del 17 de marzo del 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, donde se “establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”, para la fabricación y manufactura de bienes, considerándose el proceso de curtido. Adicionalmente en cuanto a los residuos sólidos, aunque la legislatura es compleja de depurar, sobresale lo dispuesto en los Decretos 2981 de 2013 de la Presidencia de la República de Colombia “por el cual se reglamenta

el servicio público de aseo” y adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, control y actualización de los residuos sólidos, el Decreto 4741 de 2005 de la Presidencia de la República de Colombia “por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral” y la Resolución 1362 de 2007 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, sobre registro de generadores de residuos o desechos peligrosos según Corantioquia (2018).

En muchos casos, la comparación de procesos en la industria no siempre resulta con la obtención de variables directamente relacionadas, ya que pueden estar determinadas por diferentes momentos en el tiempo, como los cambios en los límites de aceptación de los procesos y productos, el grado en que impactan a una sociedad, la tolerancias ambientales, sociales y económicas y muchas otras con base a Falconí y Burbano (2004), y esto establece un problema cuando se implementan nuevos procesos productivos y se requiere la evaluación comparativa para determinar si se están realizando de una forma más eficiente.

Conforme a lo anterior, resumiendo la problemática de la empresa la cual radica en la implementación de procesos nuevos para la obtención de cuero Wetblue en el cual debido a la falta de previsión se generan impactos negativos, desestabilizando las condiciones de manejo y poniendo en riesgo la viabilidad del proceso de integración en la empresa, siendo necesaria la implementación de instrumentos para la evaluación de la contribución multicriterio. La investigación tiene como objetivos específicos: (i) Realizar la caracterización de los procesos de producción del cuero Wetblue, en los diferentes estados productivos: el modo 0 (compra del cuero Wetblue, antes del 2015) y los modos 1 y 2 (fabricación interna en la curtiembre del oeste antioqueño, 2015-2016 y 2017-2018 respectivamente), utilizando instrumentos de diagramación de procesos establecidos por e-Handbook of Statistical Methods (2012), (ii) Determinar los

Criterios y Parámetros cuantitativos y cualitativos claves, para la evaluación de la contribución al cuero Wetblue, teniendo en cuenta los diferentes estados productivos, a través de bibliografía relacionada para la identificación de indicadores representativos y no redundantes, de acuerdo a los lineamientos dados por la Corporación Financiera Internacional (2012), Lorber (2007, págs. 69-76) y Jaramillo (2019), y (iii) Comparar y analizar los Criterios y Parámetros cuantitativos y cualitativos antes definidos a través de la metodología AHP de utilización en modelos multicriterio creada por Saaty (2008), usando software especializado para su aplicación SuperDecisions creado por Creative Decisions Foundation (2019), en el marco de los tres estados productivos.

La metodología a desarrollar implica la búsqueda de datos en el caso de estudio, se incluye como Instrumentos de recolección de información de fuentes primarias y secundarias: la entrevista semiestructurada con base a Criterios y Parámetros establecidos, encuesta estructurada con representantes de diferentes campos académicos y profesionales y revisión bibliografía, con el fin de obtener una evaluación íntegra de los parámetros definidos cualitativos y cuantitativos, dentro de los criterios ambientales, sociales y económicos, en el marco de los diferentes estados productivos definidos antes. Por último, se apropió y elaboró un programa que permitiera analizar el resultado de la comparación de los Criterios y Parámetros en los tres estados productivos, utilizando para ello la metodología de Proceso Jerárquico Analítico (AHP, por sus siglas en inglés), creada por Saaty (2008), y finalmente se sacan las conclusiones y recomendaciones generales y específicas, concluyendo, que el principal aporte de esta investigación es la propuesta metodológica multicriterio para la articulación de los Criterios y Parámetros claves en la comparación de diferentes estados productivos, a través de la cual se encuentra la mejor contribución para la producción de cuero Wetblue y por lo tanto el mejor

estado productivo en material social, económica y ambiental explicando la situación de la empresa y dar pautas para la fabricación integral en una curtiembre de Antioquia.

1. Aspectos generales de la investigación

En este capítulo se presentan las características generales del planteamiento del problema referente a la evaluación de la contribución económica, social y ambiental para una curtiembre ubicada en el departamento de Antioquia. Además, se presenta la justificación del trabajo investigativo. Luego, se expone la pregunta de investigación que nace de la problemática definida y se dictan el objetivo general y los objetivos específicos, y se establece la metodología de investigación.

1.1. Planteamiento del problema

La gran mayoría de empresas direccionan su misión institucional en fabricar y vender la mayor cantidad de productos o servicios al menor precio; lo que muchas veces no se tiene en cuenta son los costos ocultos fuera del ámbito económico que pueden sesgar la apreciación que se tiene de un producto. Debido a lo anterior es inevitable que surjan preguntas como: ¿Por qué no ha sido posible incorporar criterios económicos, sociales y ambientales en los procesos de estudio altamente contaminantes como el curtido del cuero? ¿Cómo una empresa puede obtener ganancias, teniendo en cuenta estos criterios? ¿Es sensato analizar el grado de contribución de un producto en el marco de la sostenibilidad? A continuación, se mostrará el problema identificado para realizar esta investigación.

La comparación de procesos productivos en la industria no siempre tiene como resultado la obtención de variables directamente relacionadas, ya que pueden estar determinadas por diferentes momentos en tiempo, cambios en los límites de aceptación de los procesos y productos, el grado en que impactan a una sociedad, las tolerancias ambientales, sociales, económicas y muchas otras según los estudios de Falconí & Burbano (2004, pág. 14), incluso

dentro de una misma empresa; esto establece un problema cuando se implementan nuevos estándares productivos, como los predispuestos por la curtiembre en estudio, en la adopción de nuevos procesos como la Ribera y el Curtido para la fabricación de cuero Wetblue y la comparación con el proceso previo suplementario de la compra directa de dicho cuero. y debido a las falencias productivas que se perciben en la obtención del cuero, se requiere la evaluación comparativa para determinar si se están realizando las actividades de una forma eficiente dentro de un marco de sostenible.

En el sector agropecuario, específicamente en el sector ganadero, se desarrollan utilidades a subproductos para múltiples industrias, como se puede deducir a partir de la Mesa sectorial del cuero, calzado y marroquinería (2015, pág. 15), donde se establecen que los aprovechamientos derivados de la explotación ganadera en Colombia son en su mayoría “el hato ganadero, frigoríficos y mataderos, curtiembres, fabricación de calzado, manufacturas de cuero, distribución y comercialización de artículos de cuero”.

El subsector del curtido de cuero se ha convertido en un complejo proceso para generar un producto que sea resistente y perdurable en el tiempo; en estudios realizados al respecto como los de Martínez & Romero (2018, pág. 117) se argumenta que este subsector siempre ha estado marcado por el alto impacto en el deterioro del medio ambiente, sobre todo en Latinoamérica, ya que en esta industria existe gran demanda de energía y agua, el uso extendido de productos químicos en todas las etapas del proceso y la generación de residuos sólidos y vertimiento de aguas propias de sus procesos como de la materia prima e insumos utilizados en la conversión de la piel en cuero.

Debido a este alto impacto en la utilización de recurso las empresas buscan implementar nuevas estrategias que les permitan hacer los procesos más eficientes, realizando una integración

hacia los proveedores o los clientes con base en Naranjo y Ruiz (2015), por lo que diagnostica esto a diferentes circunstancias dadas por el benchmarking: desabastecimiento del mercado, imagen verde y oportunidades de negocio. Los nuevos procesos que se identifiquen requieren de la adaptación de nuevas tecnologías que en su mayoría son de avanzada; suponiendo la búsqueda de herramientas tecnológicas apropiadas y con ventajas competitivas para el sector.

En el caso de estudio realizado para esta investigación, la empresa de curtido de pieles ubicada en el departamento de Antioquía, se ha involucrado desde el año 2015 en la adaptación de una planta de curtido que suma los procesos de Ribera y Curtido a los ya establecidos en su producción normal de cuero Acabado (Recurtido, Secado y Acabado), respondiendo así a la coyuntura económica actual del sector dada por la implementación de exigencias legales como la Resolución 0631 del 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que plantea requerimientos específicos en cuanto a la generación de residuos sólidos peligrosos y de aguas residuales, es así como entonces las curtiembres están abarcando los nuevos procesos productivos de la cadena de valor, adentrándose en la apropiación integral del proceso productivo. En concordancia a casos semejantes como el de la Agencia Estadounidense de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) imponiendo estándares altos de control y obligando a las curtiembres a: cumplir los estándares, trasladar sus operaciones en húmedo a terceros o incluso a cerrar, referido por Rivera (2010, pág. 120).

En estos procesos se han visto involucradas una gran cantidad de nuevas variables ambientales, económicas y sociales, dónde la valoración de las contribuciones al producto terminado no se ha analizado de manera adecuada, dando paso a cuestionamientos como ¿Es mejor la contribución adicionada por estos nuevos procesos en comparación con el estado

productivo anterior?, o sea, ¿Es mejor la compra directa de las pieles procesadas en Ribera y Curtido (Wetblue)?

Entonces, se hace necesario analizar cuáles son los parámetros implicados en el proceso para determinar el grado de contribución en los Criterios y Parámetros establecidos, algunos cuantificables que se asocian generalmente con el criterio económico y ambiental, ya que afectan directamente al proceso productivo, como los residuos que se obtienen al final de la línea de tratamiento de lodos en la PTAR, los kilogramos de cuero por tonelada de piel producida salada, consumos de agua y de energía eléctrica necesaria para realizar la conversión de la piel en cuero Wetblue. Al igual que hay residuos que no se desechan, como las grasas, carnazas y recortes, ya que se tiene un aprovechamiento en su disposición y son usados en otras industrias como la alimenticia y fertilizantes.

Existen otras variables calificables, que se asocian con el criterio social, pues involucran los actores Empresa-Comunidad-Autoridad, esto “permite identificar características más profundas y descriptivas de las organizaciones” según Tabares, Anzo y Estrada (2014, pág. 317). Es así como la obtención de la nueva tecnología evidencia los diferentes problemas que implican la puesta en marcha de un proyecto: acumulación de lodos, sobreconsumo de químicos y agua, transferencia insuficiente de conocimiento y conflictos entre las partes interesadas.

Tomando el punto de visión empresa-país, para la evaluación de los criterios ambientales, económicos y sociales, y sus correspondientes parámetros cuantitativos y cualitativos, en la curtiembre se evidencia el desconocimiento del impacto y contribución generado con la construcción del proyecto, tanto con las personas al interior y exterior de la empresa, la comunidad y la autoridad ambiental, ¿en qué se beneficia? y ¿en qué afecta?, ¿en cómo la

integración en el uso de los recursos se ve influenciada positiva o negativamente con el entorno que la rodea?

Lo anterior pone en discusión la metodología para evaluar el grado de contribución ambiental, económica y social del nuevo modo productivo de cuero Wetblue en sus procesos de Ribera y Curtido, analizándolo cualitativa y cuantitativamente, y valorando así su sostenibilidad comparado con los datos históricos del proceso anterior.

1.2. Justificación

Este trabajo de investigación se encuentra enmarcado en la finalidad de determinar los aspectos que generan contribución económica (entendido como la conexión entre la protección ambiental y la obtención de ventajas competitivas), contribución social (desde el factor de corresponsabilidad social y generación de empleos de beneficio comunitario) y contribución ambiental (a favor de la protección y conservación del medio ambiente, corresponde a una oportunidad de generación de conocimiento de carácter científico) para procesos industriales de fabricación, en este caso específico de cuero Wetblue. Se aporta a la ciencia como instrumento de referencia para futuras investigaciones y posibles resoluciones a problemas ambientales. Como punto fundamental pretende demostrar que se puede desarrollar procesos industriales con enfoque de sostenibilidad que garanticen el abastecimiento de recursos naturales para futuras generaciones.

Se consolida una propuesta investigativa determinando una metodología para la valoración de aspectos integrales de contribución en los procesos críticos para la producción de cuero Wetblue y el análisis de resultados. Se utiliza ingeniería industrial como fuente y punto de partida, constituyéndose en una investigación que emerge desde la ciencia. Además, se trata

también de un avance introductorio de carácter investigativo para que ramas especializadas tengan un instrumento analítico que pueda considerarse como trasmisor de conocimiento metodológico investigativo. Este tipo de trabajos que proyectan comparaciones en el funcionamiento de los procesos puede llegar a convertirse en un detonante de cambio empresarial de producción y en un modelo ejemplarizante para la región, dándole mejoras que impactarán positivamente a la sociedad. La Curtiembre en caso de estudio, es una empresa fundada en la región Antioqueña, con apropiación y reconocimiento de sus habitantes.

Al hacer una proyección cuantitativa y cualitativa sobre la contribución en la producción se tendrán en cuenta aspectos de impacto social, económico y ambiental, consolidándose así en un estudio estructurado para la inversión y rendimiento de la producción. La Curtiembre, tendrá la posibilidad de contemplar y contar con ésta investigación como libre disposición de información, pues se trata de una oportunidad para reevaluar sus procesos y permitir que se proyecte con la adquisición de un rol más fuerte en el manejo de la gestión de los procesos de producción. Asimismo, este trabajo puede ser un punto de encuentro con otros sectores para la propuesta en el manejo de la gestión de los procesos productivos y para un análisis de metodologías implementadas.

1.3. Pregunta de investigación

1.3.1. Pregunta principal

¿Cuál es el nivel de contribución social, económica y ambiental de los procesos Ribera y Curtido en una empresa de cueros de Antioquia, frente a sus procesos previos de compra de

cuero Wetblue, considerando los instrumentos de gestión de control para la valoración de impactos?

1.3.2. Preguntas específicas

¿Cómo realizar la caracterización de los procesos de producción del cuero Wetblue, en los diferentes estados productivos: compra del cuero Wetblue y fabricación interna?

¿Cuáles deben ser los Criterios y Parámetros cuantitativos y cualitativos claves para la evaluación de la contribución en el cuero Wetblue, teniendo en cuenta los diferentes estados productivos?

¿Cómo realizar un análisis comparativo de los Criterios y Parámetros cuantitativos y cualitativos antes definidos y con ello determinar la alternativa más eficiente, en el marco de los tres estados productivos?

1.4. Hipótesis

El procesamiento de pieles en la industria tiene responsabilidades y obligaciones que pueden ser medidas mediante parámetros de valor: económico, social y ambiental, que se genera sobre los actores involucrados. Se analiza la utilización de un instrumento de valoración que permita verificar la realización del proceso ante las normativas correspondientes al sector industrial, planteando entonces que las empresas cuenten con una identificación de los diferentes Criterios y Parámetros implicados en la producción del cuero Wetblue, por lo tanto, podrían dar un mejor uso al análisis de la producción sostenible.

1.5. Objetivos

1.5.1. General

Analizar el nivel de contribución social, económica y ambiental de los procesos Ribera y Curtido en una empresa de cueros de Antioquia, frente a sus procesos previos de compra de cuero Wetblue, considerando los instrumentos de gestión de control para la valoración de impactos.

1.5.2. Específicos

Realizar la caracterización los procesos de producción del cuero Wetblue, en los diferentes estados productivos: compra del cuero Wetblue y fabricación interna de cuero Wetblue (Ribera y Curtido).

Determinar los Criterios y Parámetros cuantitativos y cualitativos claves para la evaluación de la contribución en la obtención del cuero Wetblue, teniendo en cuenta los diferentes estados productivos.

Comparar los Criterios y Parámetros cuantitativos y cualitativos antes definidos y determinar la alternativa más eficiente, en el marco integral de los tres estados productivos.

1.6. Marco teórico

El desarrollo de un procedimiento integral que permita realizar un análisis de criterios ambientales, económicos y sociales que impacten a un sistema, pueden ser determinado por

varios instrumentos que están enmarcadas dentro de la valoración de impactos, para eso se deben tener en cuenta aspectos claves tomados desde la ingeniería para el funcionamiento organizacional. Se enmarcan así estudios como los de Melnyk, Sroufe y Calantone (2003) y Link (2006), donde se muestra una relación positiva y negativa para las distintas relaciones en los procesos productivos de gestión y desempeño y la respectiva valoración y comparación.

La construcción teórica pasa por momentos metodológicamente focalizados para el desarrollo funcional de la estructura de la investigación comparativa, donde se ponen en discusión diferentes puntos de vista, planteándose cuestiones enmarcadas en la valoración de impactos con enfoques de campos de grupos de interés, de responsabilidad social y desempeño financiero, continuando con un análisis de procesos productivos enfocados en la ciencia de la ingeniería para la calidad, el cliente y el mejoramiento continuo. Por último, se estudiará la producción limpia, la responsabilidad social empresarial y la imagen verde como herramienta de sostenibilidad ambiental y desarrollo competitivo.

1.6.1. Valoración de impactos

Mediante la valoración de impactos se justifica la adaptación y la necesidad de desarrollar estrategias empresariales que buscan la prevención y protección del daño al medio ambiente, autores como Plaza, De Burgos y Belmonte (2011, pág. 153), identifican que “la literatura contribuye de forma importante a explicar las razones internas y externas que justifican por qué las empresas adoptan prácticas de protección ambiental, así como el desarrollo de tipologías de estrategias ambientales, y el examen y evaluación de la unión entre las prácticas ambientales proactivas y el rendimiento económico”.

Surge la necesidad de adaptar un enfoque estratégico para evaluar el tema medioambiental, social y económico de las organizaciones. Según Lopes y Moneva (2011, pág. 134) dada “La creciente consciencia social en cuanto a los problemas socio-ambientales causa que actualmente sea bastante significativa la cantidad de empresas que incorporan en sus estrategias aspectos sociales y ambientales”, preocupándose así por la sostenibilidad en tres aspectos: por la propia sinergia de la existencia de empresas y sociedad, por el impulso de la sostenibilidad como competencia principal para obtención de ventajas competitivas y por mejorar la imagen. Al igual que autores como Sanint (2010) y Sanint, Carmona y Villegas (2010) refuerzan estas afirmaciones dada la importancia en proyectos de desarrollo y toma de decisiones.

1.6.2. Análisis de procesos productivos (caracterización)

Los planteamientos hechos por Harrington (1993), sientan las bases de la gestión por procesos, desde un punto de vista desde calidad, que busca permanentemente la eficacia y eficiencia de la organización, Satish y Nageshab (2018), destacan que enfocando “las actividades en las necesidades del cliente, a sus quejas o muestras de insatisfacción, teniendo en cuenta que si se planifican, depuran y controlan los procesos de trabajo, aumentará la capacidad de la organización y su rendimiento, pero, además, es necesario indagar con regularidad sobre la calidad que percibe el cliente y las posibilidades de mejorar el servicio que recibe”.

La caracterización es un procedimiento fundamental en esta investigación, ya que se necesita determinar a profundidad los procesos productivos que se desempeñan para la obtención del cuero Wetblue. Estudios como el de Gutiérrez y Almanza (2016), muestran cómo se analiza el grado de competitividad de diferentes empresas en la industria de las flores, a través de una

caracterización y medición de cada una de las dimensiones y variables, utilizando instrumentos de investigación como encuestas o revisiones bibliográficas. Para esta investigación, se evalúa necesariamente una exhaustiva caracterización de las curtiembres objeto de estudio, describiendo los procesos integrados según Rivela, Bornhardt, Lorber, Vidal y Méndez (2007, pág. 79), conociendo así los flujos de entrada y salida, parámetros fisicoquímicos, máquinas, procesos y la optimización de residuos generados en el proceso, para así realizar los análisis necesarios. La caracterización proporciona las directrices para el mapeo de los procesos productivos a evaluar.

1.6.3. Gestión del control

En las organizaciones empresariales dadas sus estructuras administrativas, se ha hecho necesario el empleo de conceptos claves para el control, en donde los procedimientos de gestión de control son instrumentos administrativos mediante los cuales una organización realiza monitoreo, seguimiento y evaluación a sus logros, en función de los objetivos y las metas estratégicas establecidas desde la gerencia, de acuerdo a Thambar, Brown y Sivabalan (2019, pág. 6). Los primeros sistemas de gestión de control vienen desde la antigüedad, cuando la Iglesia Católica y los ejércitos ejercían control funcional, a través de los conductos regulares y los niveles de reportes de la información. El concepto se introdujo a la administración desde las teorías de Taylor (1891), Fayol (1899) y Max Weber (1917) en lo afirmado por Serna (2001), de los cuales William Kelvin refuta “Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”, siendo instrumentos de medición de procesos claves para poder iniciar un sistema de evaluación a través de indicadores.

Los indicadores son una pieza clave al momento de medir y jerarquizar los procedimientos que se estén evaluando o se pretendan evaluar; dentro de cualquier tipo de

criterio ambiental, económico y social, existen ciertos énfasis como por ejemplo los planteados por Sangwan (2017, pág. 258), estableciendo que existen factores claves de rendimiento que funcionan para la medición de procesos cualitativos y cuantitativos, siendo estos: Coste operativo, Impacto ambiental, Demanda de mercado, Viabilidad técnica, Imagen verde, Recuperación de valor, Cuestiones de salud y seguridad y Oportunidades de generación de empleo.

Estos indicadores también se implementan para la recuperación de valor, ya que permiten medir de manera multilateral la importancia de la recuperación de un producto y la eficiencia con la que se haga con base a Sangwan (2017, pág. 260). Los indicadores se tendrán entonces que evaluar respondiendo a las siguientes preguntas planteadas por Mallar (2010, pág. 144): ¿Qué debemos medir? ¿Dónde es conveniente medir? ¿Cuándo hay que medir? ¿En qué momento o con qué frecuencia? ¿Quién debe medir? ¿Cómo se debe medir? ¿Cómo se van a difundir los resultados? ¿Quién y con qué frecuencia va a revisar y/o auditar el sistema de obtención de datos?

Para el sector industrial del curtido de pieles se hacen necesarios indicadores de corte cuantitativos y cualitativos, los cuales según Rivela (2007) y Campos (2007, págs. 142-143), se consideran: los sólidos en suspensión, pH, materia orgánica soluble (DQO y DBO), Nitrógeno, Sulfuro, sales y compuestos de cromo e indicadores cualitativos orientados a la ecología industrial enmarcada en la sostenibilidad, los cuales destacan Mortensen y Kørnøvn (2019, pág. 58), ejemplos de estas son la evaluación y gestión de los riesgos e impactos, trabajo y condiciones laborales, satisfacción de los actores involucrados, entre otros.

1.6.4. Gestión ambiental

Un punto concluyente de esta investigación es la gestión ambiental, según Plaza, De Burgos y Belmonte (2011, págs. 152-153), el enlace entre la protección ambiental y la obtención de ventajas competitivas se da en dos enfoques claves: el primero es la conexión entre el esfuerzo ambiental de las empresas y la obtención de beneficio o el impulso de ventajas competitivas definido por Aragón y Sharma (2014) y el segundo referido a la importancia de la reserva directiva en el desarrollo de medidas de protección ambiental por las empresas expresado según Lachman (1985).

La concepción de gestión ambiental es determinada por varios factores dentro y fuera de la organización empresarial. En la tesis de Plaza (2011) y en lo planteado en la norma ISO 14001, se dictamina que los directivos y mandos superiores deben tener disposición hacia la proactividad con el fin de desarrollar ventajas competitivas de creación de estrategias ambientales, y de combinación con actores de interés que conlleve a beneficios de la misma, ya que una mala gestión ambiental puede ocasionar repercusiones en diferentes niveles: los empleados pueden optar por laborar en empresas con adecuada gestión ambiental, los proveedores pueden verse forzados para no vender sus productos a empresas contaminantes y las comunidades y organizaciones pueden presionar para tener mayores garantías de que los procesos se realicen de manera responsable.

Sobresale entonces la importancia de la responsabilidad de la dirección, gestión de los recursos, prestación del servicio y medición, análisis y mejora, sobre todo en procesos tan críticos desde el punto ambiental como el curtido de pieles y la generación de desechos sólidos peligrosos: lodos contaminados de cromo, olores, conflictos de intereses, aguas residuales con

componentes de sulfuros, cloruros, pH alcalinos y ácidos, nitrógeno y cromo, siguiendo el enfoque de Campos, Mosquera y Méndez (2007, págs. 142-143).

1.6.5. Producción limpia (Sostenibilidad)

El programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente define el concepto de producción más limpia como “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia en general, y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente” (2003), generando mejoramiento ambiental, minimización de riesgos en la salud, el medio ambiente y disminución de desechos. En Colombia, se incluyó el concepto de consumo sostenible en el Plan Nacional de Mercados Verdes orientado en la nueva Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible (2010) en “cambiar los patrones insostenibles de producción y consumo por parte de los diferentes actores de la sociedad nacional, lo que contribuirá a reducir la contaminación, conservar los recursos, favorecer la integridad ambiental de los bienes y servicios y estimular el uso sostenible de la biodiversidad, como fuentes de competitividad empresarial y de la calidad de vida”.

La producción industrial se ha extendido hacia el uso de conceptos que permiten enfocar a la sustentabilidad económica. Lo anterior referido por Cervantes, Sosa y Robles (2009, pág. 66), destaca como “la prevención de la contaminación, reciclaje, minimización de residuos, producción más limpia o eco eficiencia, (...) se encuentran cimentados bajo los conceptos de simbiosis industrial y sinergia de subproductos” nacidos en la década de los 70, los cuales se enfocaban en que el flujo de los residuos resultantes se incorporara nuevamente al proceso productivo. Esta ha sido una forma de pensar tras la evidencia científica que dice que nuestro

mundo está cambiando y permite cambiar el chip hacia un desarrollo sostenible según Carrillo (2017, pág. 69), mostrado también en la figura 3.

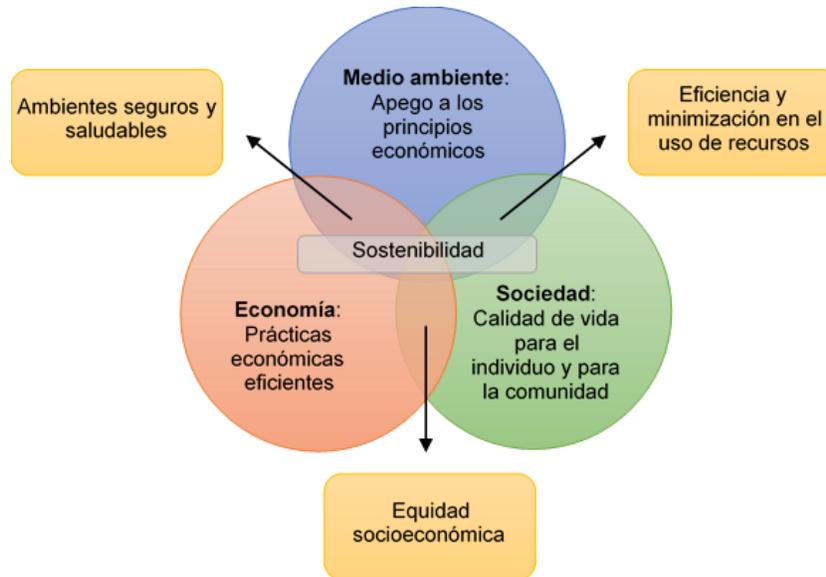


Figura 3. Los tres elementos de la sostenibilidad y las interrelaciones entre sus componentes. Fuente: Cervantes, et al., 2009, pág. 66.

Se deduce de la figura 3 que cada proceso industrial realiza una contribución económica, social y ambiental al producto, el cual va tomando forma a medida que se desarrolla y llega al final de la producción; este comportamiento es identificado según autores como Ballou (2004, pág. 24) como un “conjunto de actividades funcionales que se repiten a lo largo del canal de flujo del producto, mediante los cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor al consumidor”. De acuerdo a Polizzi (2018, pág. 27), la contribución generada por los diferentes criterios mencionados en la anterior figura, es tema de debate álgido entre los investigadores, ya que es sabido que la producción de cuero es criticada por la gran generación de aguas residuales y residuos sólidos, siendo el grado de contribución aportado difuso y solo se ha valorado en criterios económicos que se sopesan por el mercado actual por encima de los ambientales y sociales.

1.6.6. Responsabilidad Social

En el entorno industrial las empresas pueden desarrollar programas que permitan ser visibilizadas y conocidas por un público objetivo, con el fin de dar respuestas a las necesidades y requerimientos de sus procesos productivos existentes, autores como (Srividya, 2010, pág. 52) sugieren que “la adopción de actividades de recuperación de productos permite a la empresa exhibir responsabilidad social corporativa a través de conductas empresariales más limpias y ecológicas” y defienden esta posición argumentando sobre la importancia de la implementación de este concepto en una empresa, pues ayuda con las ganancias económicas y el fortalecimiento del compromiso ambiental. En concordancia, según Śmiechowski y Lament (2017), se demuestra como la responsabilidad social empresarial es clave para el desarrollo de las actividades en el sector del curtido de pieles, mostrando que ésta es una forma positiva de comunicación entre las partes interesadas a través de informes y el establecimiento de acciones, aunque éstas representen una carga organizativa y financiera adicional para las curtiembres.

1.6.7. Imagen verde

Finalmente se incorpora el concepto de imagen verde, según Kuo, Huangb y Zhangc (2002, pág. 244), “los objetivos del diseño de productos ecológicos son minimizar el uso de recursos no renovables, la gestión eficaz de recursos renovables y reducir el volumen de emisiones tóxicas”. En Colombia, desde el Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes, circunscrito desde el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el año 2002, se planteó el objetivo de consolidar la producción de bienes ambientales sostenibles. Este programa planteó, en uno de sus objetivos específicos, impulsar la demanda nacional de

productos verdes, que a su vez contribuiría a consolidar un propósito pedagógico de conciencia ecológica a nuevos consumidores.

Las curtiembres son claramente un factor muy crítico en cuanto a su exposición ante las autoridades y la sociedad, ya que los residuos sólidos y aguas contaminadas son altamente tóxicos y peligrosos para los organismos vivos debido al alto contenido de metales pesados, según Szuba y Lorenc-Plucińska (2018, pág. 1558), afirmación ejemplificada por el autor, ya que provee un estudio en un relleno de desechos de curtiembre, de cómo cultivos de álamos hechos en depósitos de residuos de curtiembres afectan su crecimiento, ante el cultivo de las mismas especies pero en un ambiente no intervenido.

En cuanto a Kong (2013), la industria del cuero genera una cantidad considerable de residuos ya que solo el 38% de la materia prima se convierte en cuero lo que afecta directamente a su percepción e imagen. Este sector industrial tiende a mejorar sus prácticas de producción, con el mejoramiento de tecnologías para el tratamiento de sólidos y aguas residuales, al igual que estudios como los de Moktadir (2018) lo demuestran, con la llamada fabricación sostenible y la economía circular, conceptos identificados en la curtiembre objeto de estudio.

1.7. Marco legal

El marco ambiental de Colombia se basa fundamentalmente en normas y leyes que en el transcurso del tiempo avanzan con base en necesidades que surgen de la evidente consecuencia de los conflictos que la implementación, promoción y desarrollo empresarial surgen. A continuación, se exponen algunas disposiciones legales importantes para este caso.

La Ley 99 de 1993 del Congreso de la República de Colombia, conocida como Ley General Ambiental de Colombia “por la cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente, se

reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA y se dictan otras disposiciones” (1993), en donde se dictan medidas sanitarias y se establecen las normas generales para preservar, restaurar y mejorar las condiciones de salud en base a cuestiones sanitarias y adopta medidas de regulación, legalización y control de residuos que afecten el medio ambiente. En este sentido la Ley 373 de 1997 del Congreso de la República de Colombia “por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua” promueve la creación regionalizada de proyectos en busca del uso eficiente y ahorro del agua por parte de instituciones y empresas que usan el sistema de acueducto, alcantarillado, y drenaje del agua, buscando la promoción de estrategias de reciclaje del líquido, así como también para evitar su contaminación.

Se han generado también decretos reglamentarios importantes como el Decreto 3930 del 2010, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, sobre el uso de agua y residuos líquidos, enmarca normas sobre la calidad del agua y los vertimientos, así como su autorización, criterios y métodos de análisis. El Decreto 838 del 2005, de la Presidencia de la República de Colombia, “por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones”. En éste, se establecen disposiciones específicas sobre lugares de disposición de basuras y establece que los ciudadanos y empresas curtidoras deben depositar los desechos que no son aprovechables de nuevo, minimizando la cantidad de desechos.

El Decreto 605 de 1996, de la Presidencia de la República de Colombia, “por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1992 en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo”; define todos los instrumentos que forman parte del sistema de recolección de residuos

sólidos para su disposición final dando claridad sobre lo que se puede desechar y que se puede reutilizar. Y en este sentido el Decreto 2981 de 2013, promulgado por el presidente de la República de Colombia, “por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo”; mediante el cual se pasa de una definición de servicio público de aseo a un parámetro de exigencia mediante los Programas de Prestación del Servicio y los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos; mediante este, se enfatiza en la garantía de la cobertura del servicio de aseo, planeando su prestación con base en el crecimiento poblacional y la producción de residuos. Además, enmarcado en sentidos de prevención se encuentra el Decreto 4741 de 2005, de la Presidencia de la República de Colombia, “por la cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente este decreto tiene como objeto prevenir la generación de residuos mediante un manejo adecuado.

La existencia de un marco normativo de regulación y protección ambiental también incluye resoluciones importantes para el país y para el sector de análisis; el Decreto 3930 del 2010, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y la Resolución 631 de 2015, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “por “por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”. También está, la Resolución 0754 de 2014, del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos” en donde se adopta una metodología, responsabilidades y acciones dirigidas a un manejo adecuado de los desechos. Por último, la Resolución 1362 del

2007, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, “por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generaciones o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27 y 28 del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005”, cuyo objeto obedece al establecimiento de requisitos y procedimientos para el registro con el fin de sistematizar información sobre la generación y manejo de residuos peligrosos originados por las actividades productivas empresariales.

Finalmente, dado a la reconversión de políticas del estado hacia el mejoramiento de procesos productivos de empresas, ésta curtiembre logra tener un beneficio en cuanto a la implementación de una estructura que planea mejorar el proceso productivo para la obtención de cuero a través de la Convocatoria 691 2014 de Colciencias, dónde se asigna los respectivos cupos de deducibilidad para que los contribuyentes del impuesto de renta que hagan dichas inversiones, puedan acceder a la deducción en renta, a través del artículo 158-1 de deducciones según Colciencias (2015).

1.8. Estado del arte

Se han realizado estudios parciales dónde se han hecho análisis que determinan indicadores cualitativos y cuantitativos para la comparación de procesos productivos con base en la contribución económica, ambiental y social de modelos de fabricación (como lo es la obtención in situ del cuero Wetblue contra la compra directa), en la industria de curtiembres. Estudios como los de Ikrama, Zhou, Shaha y Liuc (2019), comparan a empresas de diferentes sectores, entre ellos el de curtiembres, caracterizando los procesos productivos y evaluando diferentes indicadores a lo largo de los criterios sociales, económicos y ambientales; en su mayoría basado en las normas técnicas 14001 de la Organización Internacional de

Normalización, en la mejora de etiqueta ecológica, la producción sostenible y la gestión ambiental, articulando así la responsabilidad social corporativa y determinando las ventajas o desventajas de adoptar estos tipos de modelos. Al final se concluye que dichos sistemas productivos sí generan una mejora con respecto a empresas que no adoptan medidas de sostenibilidad corporativa (rentabilidad y mejora corporativa) de acuerdo a Svensson y otros (2018, pág. 197).

Según documentación de Del Río González (2009, pág. 863), se atribuye lo anterior a que “los procesos de monitoreo y evaluación se basan exclusivamente en enfoques cuantitativos que no se pueden establecer con precisión para la pequeña y mediana empresa” y como lo afirma Sanza, Siebel, Ahlers y Gupta (2016), la mayor parte de la industria de curtido en Colombia y Latinoamérica tiene una capacidad de monitoreo limitada, sin embargo, se han realizado estudios e investigaciones en las cuales se observa la implementación de los anteriores conceptos por separado y en casos de estudio diferentes a los del sector de curtiembres. Siendo consecuente con el anterior caso de Gutiérrez y Almanza (2016) y Restrepo (2017), la caracterización y la medición de parámetros.

Adicionalmente y complementando a Svensson, y otros (2018), la integración de criterios para la evaluación de la contribución viene sugerida por Aragón y Sharma (2014, pág. 38) y Álvarez (2014, pág. 38), donde se plantea la necesidad de obtener los criterios integrales, se resume en la siguiente figura.

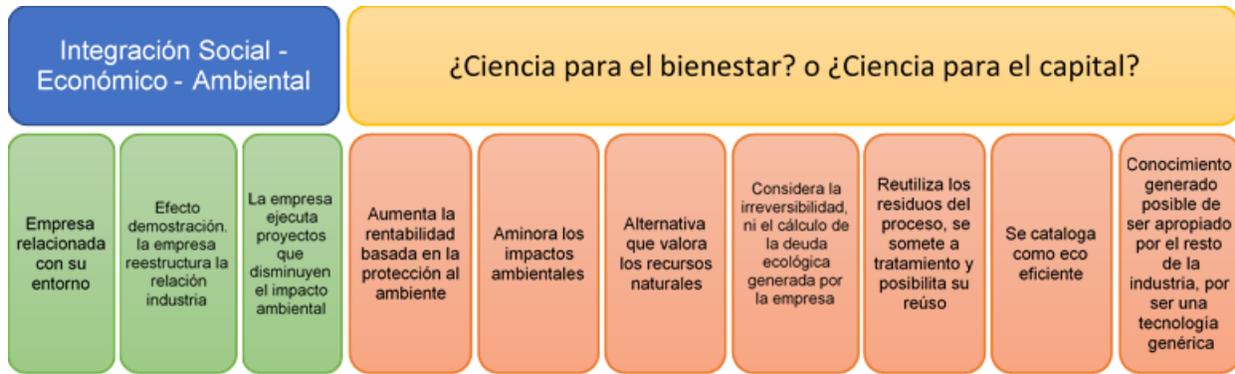


Figura 4. Teoría social para sistemas de monitoreo de variables ambientales. Fuente: Aragón, et al., 2014, pág. 38.

Se enmarcan los criterios sociales, económicos y ambientales, para la determinación del grado de contribución expresado hacia un proceso productivo, esto reafirmado en conceptos de logística en la cadena de suministro de Ballou (2004) y expresados en la figura anterior. Se muestra entonces cómo realizar los indicadores necesarios para medir los criterios, ya que estos pueden ser analizados con indicadores cualitativos o cuantitativos, las cuales de acuerdo a Sangwan (2017), los consolida en: en los costos operativos, impacto ambiental, demanda de mercado, viabilidad técnica, imagen verde, recuperación de valor, cuestiones de salud y seguridad y oportunidades de generación de empleo.

Acorde con lo anterior, los autores Rivela, Bornhardt, Lorber, Vidal y Méndez (2007, págs. 79-89), deducen que indicadores como el consumo de agua, consumo de productos químicos, generación de aguas residuales y residuos sólidos pueden ser analizados con variables cuantitativas, y según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016), el estudio de temas relacionados con el entorno social y ambiental se evaluarían mediante variables cualitativas articuladas a las normas de desempeño de la Corporación Financiera Internacional (2012), resumiendo en lo dicho por la Universitat Oberta de Catalunya (2019), como “un conjunto de conceptos utilizados por los grandes bancos internacionales. Esto implica que la consideración de criterios sociales y ambientales en la

financiación de proyectos, están basados en la responsabilidad y cumplen las normas establecidas por el Banco Mundial”.

Se genera la necesidad de realizar comparaciones para analizar el grado de contribución de cada parámetro en un estudio multicriterio, así se evalúa un concepto muy importante dentro de esta investigación y ya mencionado, la **SOSTENIBILIDAD**. Según autores como (Álvarez & Tagle (2014), en los últimos años la mayoría de las empresas se han trasladado hacia una estructura de producción ambiental con la cual se mejoren los procesos productivos reduciendo los costos, minimizando las huellas ambientales y estableciendo un perfil de empresa socialmente responsable que se imponga ante el mercado con una ventaja competitiva. No obstante, y como lo argumenta García (2008), esta idea de una producción sostenible no toma en cuenta los ciclos naturales y la reposición del capital natural para no perder la eficiencia operativa. Para estas comparaciones autores como Carrillo, Azamar y Cervantes (2017, pág. 70), plantean enfoques metodológicos que tomen en cuenta el entorno complejo de la producción industrial de cuero y plantean diversos análisis multicriterio, que innovan técnicas con el mejoramiento de tecnología y capacitación adecuada al personal operativo.

Finalmente, se plantea la escogencia de un modelo para la comparación, siguiendo la misma línea de análisis de los estudios de Ikrama, Zhou, Shaha y Liuc (2019), en los cuales se realiza una comparación integral con los criterios económicos, sociales y ambientales, mediante parámetros definidos en compañías de manufactura, para la comprobación de una hipótesis de sostenibilidad. Además, se evalúan los estudios de Cueva (2018), los cuales extraen modelos para la comparación integral a través de la teoría sugerida en la figura 5, asimilando un enfoque de proceso jerárquico analítico o proceso de red analítica (AHP o ANP respectivamente, por sus siglas en inglés), creados y demostrados por Saaty (2008, pág. 151).

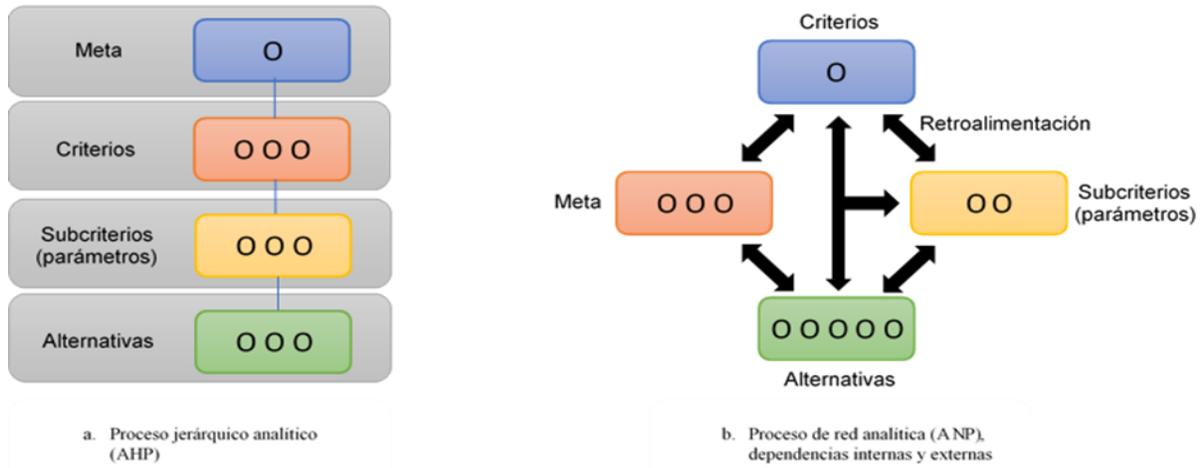


Figura 5. Comparación entre (a) proceso jerárquico analítico y (b) proceso de red analítica. Fuente: Saaty, 2008, pág. 151.

En la tabla 1 se muestra la importancia del uso de teoría de decisión multicriterio para investigaciones en temas ambientales, la cual corresponde al 13,49% según Mardani (2015). A lo largo del tiempo el uso de las metodologías de teoría de decisión multicriterio ha tenido un crecimiento muy significativo en diversos campos de actuación. Su incremento está relacionado directamente por el hecho de ser flexible y ajustable, logrando ser aplicados en diversas áreas de gestión y sectores industriales.

Áreas de aplicación	Números de artículos	Porcentaje (%)
Energía, medio ambiente y sostenibilidad	53	13,49%
Gestión de la cadena de suministro	23	5,85%
Materiales	21	5,34%
Gestión de calidad	12	3,05%
GIS	14	3,56%
Construcción y gestión de proyectos	18	4,58%
Gestión de riesgo y seguridad	14	3,56%
Sistema de manufactura	32	8,14%
Gestión de tecnología de información	25	6,36%

Investigaciones operativas y soft computing	109	27,74%
Gestión estratégica	8	2,04%
Gestión del conocimiento	5	1,27%
Gestión de la producción	18	4,58%
Gestión del turismo	11	2,80%
Otros campos	30	7,63%
Total	393	100%

Tabla 1. Áreas de aplicación de teoría de decisión multicriterio. Fuente: Mardani, et al., 2015.

Debido a que se trata un problema multiobjetivo y multicriterio se pueden utilizar diferentes metodologías de análisis para problemas discretos como lo son:

ELECTRE: el uso de este método “consiste en realizar comparaciones entre parejas de alternativas (posibles soluciones), para lo cual es necesario establecer criterios de evaluación. Dichas comparaciones se basan en la matriz de posibles soluciones en la que cada criterio”. A continuación, se pondera la importancia relativa de cada criterio en el conjunto, asumiendo claridad sobre el sentido de preferencia de los criterios en la matriz de posibles soluciones de acuerdo a Galarza, Torres, Méndez y Pérez (2011, pág. 180).

PROMETHEE (Preference Ranking Organization Methods for Enrichment Evaluation): este método de decisión multicriterio discreto, es atractivo pues cuenta con gran número de aplicaciones y ha adquirido aceptación, principalmente debido a que es fácilmente comprensible por el decisor y de sencilla aplicación explicado por Brans y Mareschal (1994) y Goumans y Lygerou (2000).

Determinando el grado de aceptación y “Dado que el conjunto de alternativas de decisión es finito. Las alternativas son comparadas por pares, es decir, se efectúan comparaciones binarias teniendo en cuenta las evaluaciones de cada una de ellas bajo el conjunto de criterios seleccionado” según Gutiérrez, Palomo y Fernández (2013). En cuanto a sus ventajas “permiten

trabajar con criterios cualitativos y cuantitativos al mismo tiempo, así como medidos en diferentes unidades. También, podrían incorporarse las preferencias del decisor mediante los pesos o ponderaciones, que indicarían la importancia relativa que le asigna a cada uno de los criterios” en base a los estudios de Gutiérrez, Palomo y Fernández (2013, pág. 253).

AHP (Analytic Hierarchy Process): Según Moreno (2002), las aplicaciones para el AHP (Proceso Analítico Jerárquico), “es una de las técnicas multicriterio con mayor implantación práctica en casi todos los ámbitos de la toma de decisiones. Sin entrar a estudiar con detalle cuáles son las causas que han motivado su gran aplicabilidad, mencionar que, entre éstas, cabe citar las mismas ideas que sugirieron su metodología, esto es: la flexibilidad de la técnica; la adecuación a numerosas situaciones reales referidas, fundamentalmente, a la selección multicriterio entre alternativas; su facilidad de uso; la posibilidad de aplicarla en decisión individual y en grupo, y, por último, la existencia de diferentes software para la aplicación”. Se establece los siguientes tópicos representativos de aplicación de la metodología AHP: sociedad, educación, economía y transporte, localización y asignación de recursos, decisiones empresariales, producción, aplicaciones ambientales, entre otras.

Con esta metodología se han realizado estudios en la industria del cuero utilizando estos instrumentos de análisis comparativo: mediante AHP (*Proceso Jerárquico Analítico*, por sus siglas en inglés), autores como Muktadir, Rahman, Rahman, Mithun y Kumar (2018), muestran que una vez identificados los parámetros cualitativos y cuantitativos, estos pueden guiar a una empresa a una planificación estratégica para crear una estructura empresarial sostenible. En cambio investigaciones llevadas a cabo por Guimarães y Salomon (2015), hacen uso de una metodología de comparación ANP (*Proceso de Red Analítica*, por sus siglas en inglés) con el cual se busca evaluar las relaciones de dependencia o la influencia existente, adecuado para el

hecho de permitir evaluaciones cualitativas y cuantitativas, así como para valorar las relaciones de dependencia en las interacciones de los elementos y / o componentes del modelo. Por último, se utilizan distintos software para su modelación, estando entre los más destacados Expertchoice, SuperDecisions y Scikit criteria estudiados por Jaramillo (2019).

Lo anterior detallaría en un estudio multilateral que permita tener instrumentos ambientales, económicos y sociales para llevar a cabo la comparación en entornos productivos para la obtención del cuero Wetblue, fomentando el desempeño sostenible en caso de que la hipótesis se acepte de acuerdo a los estudios de Falconí & Burbano (2004) y el Banco Mundial (2013, pág. 2).

1.9. Tipo de investigación y método

La metodología de investigación va a permitir la transición y desarrollo de habilidades prácticas para aplicar dentro de los procesos de análisis en el grado de contribución económica, social y ambiental, por medio de la evaluación de proyectos industriales, especialmente en el sector de la curtiembre. Esto se orienta en la inclusión de aspectos relevantes del caso, indagando su articulación integral con los demás factores, para la toma de decisiones con respecto al mejor tipo de producción del cuero Wetblue.

Para la investigación del análisis comparativo de la contribución económico, social y ambiental en los tres estados productivos del sector de curtiembre, se hace necesaria la recolección y análisis de datos cualitativos y cuantitativos, por lo que se plantea un **enfoque mixto** que permitiera establecer un modelo de análisis, integrando parámetros de los criterios anteriormente mencionados que pudieran incidir sobre el estado de producción en evaluación; con características inductivas, flexibles, interpretativas y emergentes. Este enfoque tiene un

método mixto con status dominante y de orden secuencial, donde se analiza y vincula datos cualitativos y cuantitativos que responden al planteamiento del problema contemplado. Para una perspectiva integradora, lo más conveniente es realizar un estudio de caso, esto asegurado por Yin (1994, pág. 53), quien argumenta que:

“Una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto de la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y su contexto no son claramente evidentes. (...) Una investigación de estudio de caso trata exitosamente con una situación técnicamente distintiva en la cual hay muchas más variables de interés que datos observacionales; y, como resultado, se basa en múltiples fuentes de evidencia, con datos que deben converger en un estilo de triangulación; y, también como resultado, se beneficia del desarrollo previo de proposiciones teóricas que guían la recolección y el análisis de datos.”

En cuanto a los elementos epistemológicos, en mención a la validez del conocimiento, se asumirá la vía deductiva, ya que se iniciará desde una realidad concreta, para más adelante comprender el objeto de estudio, y el plano metodológico, tendrá un carácter emergente construido en el proceso de investigación, dando oportunidad a distintas perspectivas, por medio del contacto directo con datos reales y la observación intensiva. Estos elementos permitirán una investigación holística e integral que se abre camino mediante la investigación cualitativa.

1.9.1. Tipo de enfoque y estudio

El tipo de enfoque será descriptivo, interpretativo y analítico, cuyo propósito será la comprensión y desarrollo analítico de variables por medio de un estudio de caso que tiene características particularistas, es deductiva, busca la confirmación de una hipótesis y permite el descubrimiento de nuevos significados.

1.9.2. Objeto de estudio

El universo objeto de estudio es una curtiembre ubicada en el departamento de Antioquia; que implementó procesos de Ribera y Curtido a su proceso de fabricación de cuero. Esta empresa desarrolló tres estados productivos para la obtención de cuero Wetblue, Estado productivo 0; compra de cuero Wetblue (análisis del estado del mercado), Estado productivo 1; Producción con tecnología adquirida para la fabricación de cuero Wetblue, Etapa 2: Producción con tecnología adquirida (estabilizada) para la fabricación del cuero Wetblue.

1.9.3. Instrumentos de recolección y tratamiento de datos

En esta investigación con enfoque mixto se dispuso de diversos instrumentos para analizar el objeto de estudio. Estos se refieren a procedimientos de recolección de información que tiene relación con el método de investigación que se está utilizando. A nivel técnico, los procedimientos planteados tienen características de flexibilidad, ser abiertos y adaptables.

Entre otros métodos para la evaluación cualitativa se encuentran:

En los estudios realizados por Śmiechowski y Lament (2017), se propone que variables cualitativas en curtiembres deben ser determinados desde informes de la Responsabilidad Social Corporativa que permitan establecer cuáles son las variables más potenciales en impacto social y ambiental, definiendo interrelaciones entre los informes. Esta propuesta fue realizada con curtiembres de Polonia, teniendo en cuenta “La considerable variabilidad de los estándares tecnológicos y de producto, los rangos y volúmenes de cuero fabricado, las regulaciones legales y los grados de su cumplimiento han obligado a ciertas simplificaciones del método”. Además, se tiene en cuenta la afectación de las variables pro-ecológicas, dentro de la metodología.

También se tiene en consideración la magnitud de la curtiembre a evaluar ya que empresas de gran envergadura con más de 50 empleados se comporta de diferente manera a las de menor tamaño, basa su criterio en un instrumento de comunicación entre las partes interesadas que permite identificar que parámetros son o no críticos dentro de un proceso de curtido, incluyendo el alto impacto social y ambiental.

Los informes se vuelven parte del proceso de las curtiembres siendo sin duda una parte fundamental de la transparencia de la información, que también incluye mecanismos de control y certificación. Estos temas se rigen por el Estándar de Información Social y Ambiental en la Industria Europea del Cuero / Curtido de acuerdo a Contance (2008-2010), según el cual los informes sociales y las declaraciones ambientales están diseñados para informar al negocio y a las comunidades asociadas sobre el compromiso social y ambiental, incluida la estrategia empresarial.

Los indicadores se discuten en tres grupos en base a Contance (2008-2010), uno primero sobre recursos humanos: plantilla, normas de empleo y causas del alta, estructura del personal por género, edad, nacionalidad y salarios; presencia de sindicatos y programas de formación deben ser especificados, el segundo acerca de cuestiones sociales: indicadores cualitativos (apoyo para códigos de conducta), certificados sociales, membresía de asociaciones de la industria u organizaciones de normalización, y por último, cuestiones ambientales: una descripción del ciclo de producción y su impacto en el medio ambiente, la designación de elementos de costos de considerable importancia para el medio ambiente, la descripción de proyectos de protección ambiental, el patrocinio de proyectos de investigación ambiental, certificados y auditorías, programas que sensibilizan al personal sobre el cuidado del medio ambiente natural.

Lo anterior estructurado en los principios de presentación de informes también indican estándares de referencia, a saber: ISO 9004 y ISO 14001 una vez obtenidos los informes se realiza una interdependencia entre la recepción de certificados y los formularios comerciales, el personal y el tiempo en el negocio, por último, en los informes se presentan indicadores claves para la evaluación, a los cuales se le puede aplicar acciones pro sociales y pro ecológicas de una empresa asociada con el desarrollo sostenible y la responsabilidad social corporativa, sin duda, ayudan a limitar el riesgo y la incertidumbre y contrarrestan la asimetría de la información.

Se utilizarán fuentes primarias y secundarias de recolección de información, descritas a continuación de acuerdo con parámetros cuantitativos y cualitativos:

a. Revisión bibliográfica. son fuentes documentales que corresponden a textos teóricos e investigativos, normas y jurisprudencia, de carácter primario (originales, que transmiten información directa), secundarios (brindan descripciones de documentos primarios) y terciarios (donde se sintetizan documentos primarios y secundarios), además de considerar la consulta de expertos nacionales e internacionales que permite guiar hacia estudios relevantes de investigación.

b. Caracterización de procesos. Es un conjunto de acciones mutuamente relacionadas y que generan valor. Las cuales convierten elementos de entrada en bienes, con lo cual se está determinando los procesos que le permiten cumplir la función que se está evaluando y secuenciar e interaccionar dichos procesos. Algunos procesos industriales y las aplicaciones de la agroindustria presentan objetivos de producción perfectamente uniformizados, pero que parten de componentes de estructura y composición variables según e-Handbook of Statistical Methods (2012).

c. Definición de parámetros. A través de diferentes fuentes bibliográficas en el sector del curtido de pieles, se definen los pasos para identificar los parámetros cuantitativos representativos a utilizar en esta investigación con base a Lorber (2007, pág. 344).

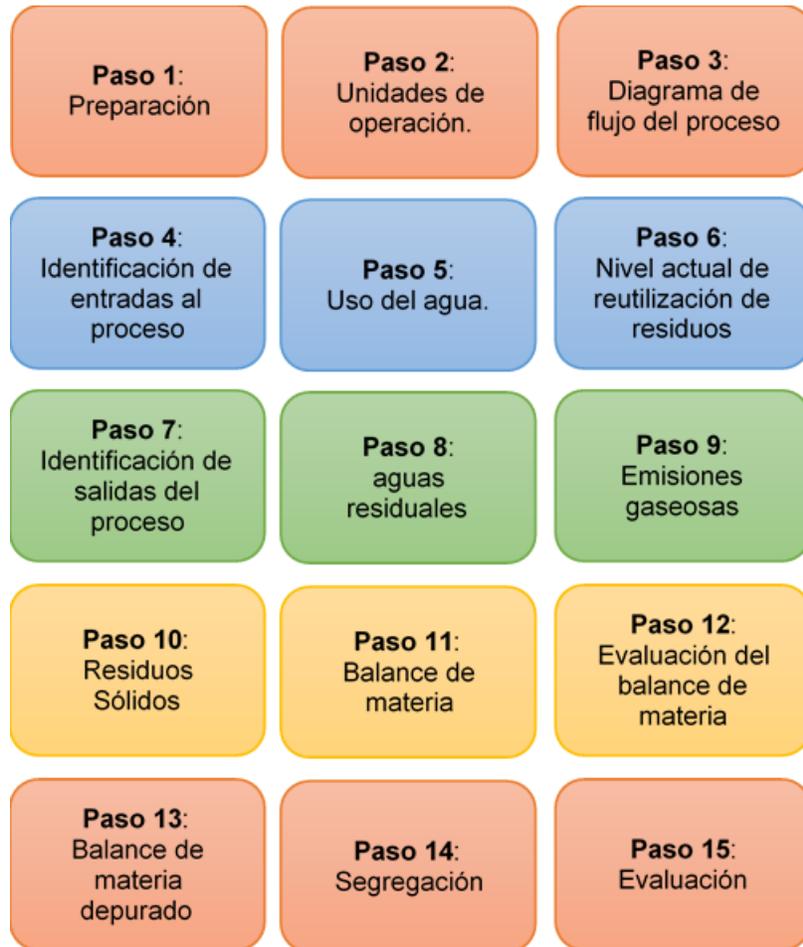


Figura 6. Propuesta para el análisis de la prevención de la contaminación.
 Autor: Lorber. K, 2007, pág. 344.

Con lo establecido por la Corporación Financiera Internacional (2012), se definen los parámetros cualitativos consolidados bajo el concepto de Normas de Desempeño, las cuales son “una serie de parámetros definidos específicamente para la identificación de riesgos ambientales y sociales en la financiación de proyectos. Establecen la necesidad de profundizar en aspectos técnicos, sociales, ambientales y de salud y seguridad en el trabajo de cada proyecto, con el fin

de diseñar programas de gestión orientados al control, prevención, mitigación, compensación y restauración de los riesgos e impactos ambientales y sociales implícitos” referido por Restrepo (2017). Estas tienen amplio alcance en términos de evaluación y validación, con rango de aplicación en aspectos financieros, productivos, ambientales, sociales, culturales y éticos. Se definen ocho normas que se deben respetar dentro de todo el ciclo de un proyecto, siguiendo el enfoque de la Corporación Financiera Internacional (2012) y Restrepo (2017):

- Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales. Describe e insta la importancia de una evaluación constituida de los impactos, riesgos y oportunidades sociales y ambientales de las actividades. Apoyada en la divulgación de los requisitos y la consulta con las comunidades en las cuestiones que las afecten y el manejo por parte del impulsador en el desempeño ambiental y social del proyecto.
- Trabajo y condiciones laborales. Se muestra de acuerdo en que el crecimiento económico (creación de empleo y la generación de ingresos) debe ser acompañado por la protección de los derechos elementales, debido a que, para una empresa, su activo más importante son las personas, de allí que la relación entre directivos y empleados deba ser siempre la mejor para la sostenibilidad de la empresa. Promueve entonces el trato justo, la no segregación y la equidad de oportunidades entre los empleados.
- Eficiencia del uso de los recursos y prevención de la contaminación. Establece que al aumentar las actividades económicas se suelen generar mayores niveles de contaminación del aire, el agua y la tierra, consumiéndose recursos finitos y no renovables, poniendo en riesgo a las futuras generaciones a nivel local, regional y mundial. Describe un enfoque en la eficiencia de los recursos y la prevención de la contaminación, en sincronía a las tecnologías y prácticas de punta.

- Salud y seguridad de la comunidad. Aduce que las actividades, los equipos y la infraestructura de un proyecto pueden aumentar las posibilidades de que la comunidad se encuentre expuesta a diferentes riesgos. Un proyecto debe minimizar los riesgos a la salud y seguridad de las partes interesadas, en especial con grupos vulnerables.
- Adquisición de tierras y reasentamiento involuntario. Describe que la adquisición de tierras por un proyecto puede tener impactos adversos sobre las comunidades cercanas. Debe sortearse el reasentamiento. No obstante, cuando las opciones son limitadas, debe mitigarse y aplicarse diligentemente medidas adecuadas para disminuir los impactos desfavorables sobre las comunidades.
- Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de los recursos naturales vivos. Reconoce que la protección y la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de los servicios eco sistémicos y el manejo sostenible de los recursos naturales vivos son fundamentales para el desarrollo sostenible.
- Pueblos indígenas. Deben protegerse a los grupos sociales con identidades diferentes de las de los grupos dominantes en las sociedades nacionales, suelen hallarse entre los segmentos más vulnerables y marginados de la población.
- Patrimonio cultural. Reconoce la importancia del patrimonio cultural para las generaciones actuales y futuras. Proteger el patrimonio cultural de los impactos adversos del proyecto.

Finalmente, Se tomará en cuenta los anteriores parámetros para su aplicación en los estados productivos. Lo anterior enmarcado en la teoría de análisis de proyectos y toma de decisiones propuesta por Sanint (2010) y Sanint, Carmona y Villegas (2010).

d. Encuesta. Con preguntas diseñadas para dar respuesta a problemas en términos descriptivos y de relación de parámetros con las normas de desempeño. La muestra representativa es calculada por medio de los estudios en poblaciones finitas expuesto por Singh y Masuku (2004).

e. Instrumento de ordenamiento de prioridades. Se analiza la importancia de los parámetros realizando un filtro primario con diagrama de Pareto según Sales (2017) y a través de la eliminación de los no redundantes y significantes hasta llegar a la cantidad de 7 ± 2 expuesto en el número mágico referido por Miller (1956), Peña (2002) y Jaramillo (2019).

f. Entrevista. Con preguntas semi-estructuradas, con las cuales se podrá llegar a un alto grado de familiarización, tratando de cosechar apreciaciones subjetivas y objetivas de las personas entrevistadas.

g. Grabaciones. Son medios de apoyo con las que se puede construir de forma holística e inteligible la realidad.

h. Entrevista a personas expertas en el tema.

i. Software. Un instrumento para la comparación Multicriterio de parámetros cualitativos y cuantitativos basado en las investigaciones de Saaty (2008), Vanegas (2019) y Cueva (2018) usando el software SuperDecisions 3.0, siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1. Clúster y relaciones entre los elementos de red

Paso 2. Asignación de pesos de importancia

Paso 3. Construcción de matrices

Paso 4. Selección de la alternativa más **sostenible**

Y de manera complementaria, para la asociación de relaciones entre criterios se utiliza la metodología de comparación directa propuesto por Sheng-Li, Xiao-Yue, Hu-Chen y Ping (2018).

2. La industria del curtido de pieles

En este capítulo se busca realizar una descripción general de la curtiembre en estudio, la implementación de tecnología realizada y el avance cronológico de los procesos productivos para la obtención del cuero Wetblue. Definiendo que el cuero Acabado es usado principalmente para las industrias de calzado, bolsos, marroquinería, cinturones, tapicería, entre otros, mientras que el cuero Wetblue es generalmente comercializado como producto en proceso, se destina para que los clientes realicen las etapas de terminación de acuerdo a sus necesidades.

La industria del cuero cuenta con diferentes etapas en el proceso productivo, mediante las cuales las pieles de diferentes animales, principalmente bovina, son convertidas en cuero acabado. Cada etapa del proceso efectúa sus objetivos para aumentar el grado de procesamiento de la piel, demandando materias primas (agua, químicos, energía eléctrica, entre otros.) y generando residuos con un elevado número de contaminantes, en cantidades variables y significativas, dependiendo esencialmente de la materia prima, proceso de manufactura y producto final de acuerdo a Vidal y Méndez (2007).

Los residuos se pueden generar en estado sólido, gaseoso o líquido, siendo los desechos líquidos y sólidos los de mayor relevancia. Todos ellos requieren algún grado de tratamiento para disminuir el impacto que generarían al ecosistema. “Por ejemplo, los efluentes generados durante el proceso de curtiembre contienen elevadas concentraciones de agentes químicos tóxicos como cromo y sulfuro, así como elevada carga orgánica, sólidos suspendidos y gases contenidos en los residuos líquidos que abandonan las distintas etapas del proceso” siguiendo el enfoque de Vidal y Méndez (2007). A su vez, muchos de los residuos sólidos salidos de la etapa de curtido contienen cromo, por lo que su gestión debe ser muy vigilada. Lo anterior implica que para cumplir con la legislación ambiental en los lugares de curtido, “la industria tiene que mejorar sus

sistemas productivos introduciendo sistemas de gestión de residuos en sus procesos con adecuados programas de producción limpia e instalación de las tecnologías apropiadas para el tratamiento de los mismos” en cuanto a García (2008).

La legislación respecto a las sustancias tóxicas y peligrosas ha tenido un gran desarrollo en los países latinoamericanos, en estos últimos años las empresas han tenido que realizar grandes esfuerzos para cumplir con las nuevas reclamaciones impuestas. Aplicando regulaciones como control de sustancias peligrosas; combinaciones de insumos que afecten a la salud y seguridad del trabajador y sustancias que puedan afectar a la regulación de emisiones en el aire y el agua que se destacan en los estudios de Pinto (2019).

Se analiza una empresa de curtido antioqueña que decide innovar su proceso productivo para la implementación de los procesos de Ribera y Curtido a partir del año 2015, con lo cual inicia un proceso de integración para la producción del cuero Wetblue. Estableciendo que antes de esta producción in situ, la empresa compraba el cuero Wetblue a terceros.



Figura 7. Diagrama cronológico de los estados productivos para la obtención del Cuero Wetblue y Cuero Acabado en una curtiembre antioqueña. Fuente: Propia.

En el figura 7 se muestran los procesos generales para la obtención de cuero Acabado como lo son Ribera, Curtido, Recurtido, Secado y Terminaciones basados en Lorber y otros (2007, pág. 65). Se identifican en la parte superior los tres Estados Productivos, los procesos implicados y los años en que se lleva a cabo la producción. El Estado Productivo 0 consiste los procesos de Recurtido, Secado y Terminación los cuales se realizaban antes del año 2015, y se lleva a cabo la compra del cuero Wetblue a diversos proveedores. Por otra parte, y como respuesta a las exigencias políticas y acceso a los mercados del primer mundo de empresas que producen cuero en países en vías de desarrollo, se han encaminado a que cada vez con mayor necesidad se deban implementar conceptos de producción limpia, imagen verde y sistemas de gestión ambiental. Es así que la empresa decide implementar el llamado Estado Productivo 1 a partir del año 2015 hasta 2016, con la adquisición de una planta de curtido de alta tecnología que le permite adicionar a la cadena de producción los procesos de Ribera y Curtido. Por último, la concerniente etapa de madurez y curva de aprendizaje dentro de la empresa, conservando los mismos procesos de producción, el Estado Producto 2, desde el año 2017 hasta el año 2018. Con esta contextualización se pretende encaminar en el siguiente capítulo a la caracterización detallada del proceso de fabricación del cuero Wetblue es cada estado productivo y definidos los alcances técnicos de esta investigación.

3. Caracterización de los procesos en tres Estados Productivos para la obtención del cuero Wetblue

En el siguiente capítulo se detallarán los diferentes estados productivos definidos anteriormente, a través de diagramas de procesos que permitirán contextualizar a profundidad los modos productivos que se han implementado en la curtiembre. De acuerdo con el caso de estudio y la metodología propuesta, la aplicación de una caracterización descriptiva sigue los siguientes ítems basados en e-Handbook of Statistical Methods (2012):

- Identificar las entradas y salidas clave de un proceso.
- Recopilar datos sobre su comportamiento en todo el rango de operación.
- Estimar el comportamiento en estado estable en condiciones óptimas de operación.
- Y construir modelos que describan las relaciones de los parámetros a lo largo del rango operativo.

Empleando los cuatro puntos anteriores, en el primer paso de selección se identifican todas las posibles entradas y salidas significativas del proceso para la obtención del cuero Wetblue, realizando una serie de experimentos para obtener las entradas y salidas clave; el segundo paso es el mapeo del comportamiento de las salidas clave en sus intervalos operativos estimados; y, por último, se verifica el proceso en condiciones normales y validando la estabilidad del proceso. Se enfatiza que acorde los objetivos de esta investigación, la caracterización se llevará a cabo hasta la obtención del cuero Wetblue.

- Procesos estándar para la obtención del cuero Wetblue

La comprensión de los procesos que se pretende analizar en esta investigación procede de la descripción de las etapas de Ribera y Curtido en diferentes estados productivos. En general el proceso productivo consiste en la transformación de la materia prima desde la piel de animal a

cuero procesado según los estudios de Rivela, Bornhardt, Lorber, Vidal, & Méndez (2007, pág. 79). Las pieles, luego de ser recepcionadas y limpiadas de grasas, carnazas y pelos, son sometidas a la acción de diferentes agentes químicos que interaccionan con las fibras de colágeno para obtener un cuero estable y durable. Para esta descripción se seguirán utilizando las operaciones y procesos para la producción del cuero acabado agrupadas generalmente en Ribera, Curtido, Recurtido, Secado y Terminado en cuanto a Lorber (2007) y Leguizamón (2018):

En primer lugar, está el proceso de Ribera que se diagrama en la figura 8, en donde una vez retirada la sal y restos de suciedad adheridos en la piel (Remojo), se quita el pelo (Pelambre/Encalado), acondicionando la piel para su posterior curtido; Después se procede a quitar las grasas y la carnaza de las pieles hinchadas (Descarne) y la piel se parte para ser transformada en el proceso de curtido (Dividido), referido por Lorber y otros (2007, pág. 66).



Figura 8. Diagrama General del Subproceso de Ribera. Fuente: Lorber, et al., 2007, pág. 66.

Por último, en segundo lugar, conforme al diagrama de la figura 9, la etapa de Curtido incluye procesos como: el Desencalado, donde se retira la cal remanente de los procesos de

Ribera, reduciendo el pH y para proceder al Curtido de las pieles y obtener el cuero Wetblue básico. Más adelante en la etapa de Desaguado, el agua se retira de la piel en estado Wetblue mediante acción mecánica y, por último, se enrasan las pieles según Lorber y otros (2007, pág. 67).



Figura 9. Diagrama general del Subproceso de Curtido. Fuente: Lorber, et al., 2007, pág. 67.

A continuación, se realiza el diagrama de procesos para cada uno de los tres estados productivos en la obtención de cuero Wetblue planteados en esta investigación.

3.1. Estado productivo 0: compra del cuero Wetblue

El primer punto de análisis, llamado para esta investigación el Estado 0, define cómo se realiza el proceso productivo mediante la compra directa del cuero Wetblue. Dentro de la curtiembre analizada este se ubica de primero en la línea cronológica, comprendido en el periodo

inmediatamente anterior al 2015, cuándo el cuero Wetblue necesario para la producción de cuero acabado se compraba a proveedores externos. Es de aclarar que, aunque la curtiembre no realiza los procesos de Ribera y Curtido, para efectos de esta investigación, se tomarán en cuenta los estándares de producción de los proveedores y bibliografía relacionada con el tema en Latinoamérica, identificando así los procesos claves para la fabricación del cuero Wetblue.

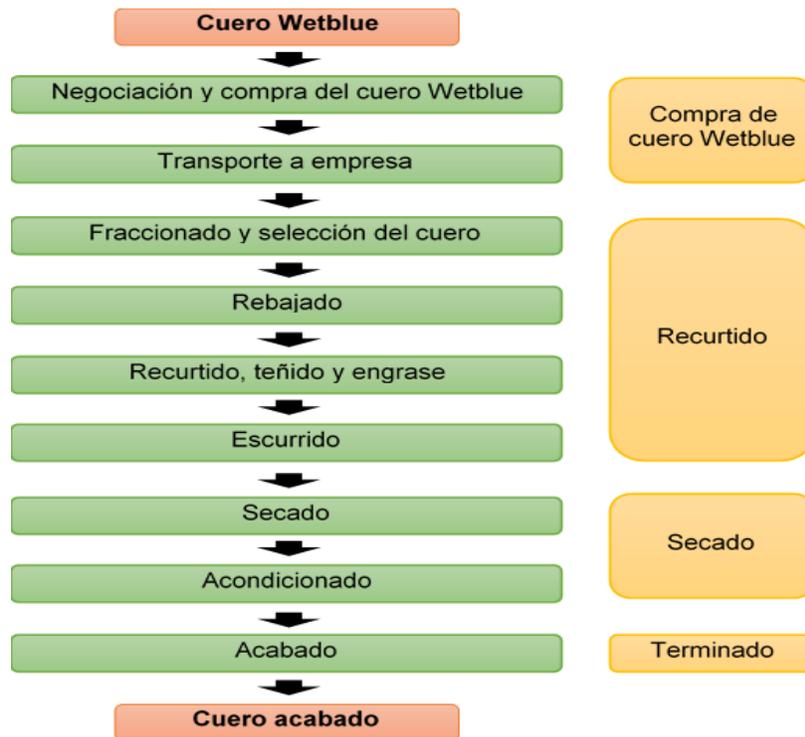


Figura 10. Diagrama del proceso productivo en una curtiembre de Antioquia, Estado Productivo 0 (<2015). Fuente: Propia

En la figura 10 se diagrama el Estado Productivo 0 en la curtiembre antioqueña, como primera consideración, se evidencia que este procedimiento omite todas las etapas de Ribera, Curtido y zona húmeda, además que las implicaciones con la generación de residuos sólidos y vertimientos de agua contaminada por la empresa, reemplazándolos por la compra del cuero Wetblue y el transporte hacia la empresa.

Para el proceso de compra y negociación del cuero Wetblue, el área de Compras, la cual es encargada del suministro de la materia prima necesaria en el proceso productivo, se encarga de hacer la negociación y de establecer los términos y condiciones para la llegada del cuero Wetblue a la empresa, teniendo proveedores del cuero Wetblue regionales y nacionales que garantizarían el abastecimiento necesario de la producción. Adicionalmente, las áreas de gestión ambiental y jurídica se encargan de verificar que todas las normas se cumplieran ante la ley, específicamente el Decreto 1594 de 1984, de la presidencia de la República de Colombia, cabe aclarar que para periodos anteriores a 2015 las normativas eran mucho más laxas en cuanto al direccionamiento de los límites de vertimientos, lo cual significa que el control efectuado varia con respecto a la nueva normativa estipulada a partir del 2015.

Una vez realizado el proceso de recepción, el cuero Wetblue ingresa a la etapa de Recurtido, dónde se le dan propiedades de estructura, grasas, pigmentación y acabados concernientes a cada uno de los requerimientos que haya deseado el diseño de producto final en cuanto a Lofrano, Meriç, Emel y Orhon (2013). Mostrado por el grupo de investigaciones ambientales UPB (2015-2016), expresado en que“el Recurtido del cuero Wetblue, consiste en operaciones de Neutralización (a fin de elevar el pH del cuero a un valor inicial apto para realizar las operaciones posteriores), a fin de darle más cuerpo y, en algunos casos, más resistencia al cuero, incluyendo características de manejabilidad, suavidad y uniformidad en las propiedades físicas del cuero, Teñido (para darle la tonalidad y uniformizar el color de un lote de cueros) y Engrasado (para restituir el contenido graso del cuero, que le confiere ciertas características físicas al producto acabado, como su flexibilidad)”.

Posteriormente el cuero se transporta al proceso de Secado, donde se obtiene un cuero acondicionado en humedad para su siguiente etapa, la de Acabado, realizándose procedimientos

específicos como grabados, folias, ceras, tejidos, entre otros, estos últimos procesos son esencialmente de superficie. “Con los acabados se le confiere al cuero el aspecto final, que en algunos casos mejora la presentación y la selección, pero en otros, prima la resistencia al uso, como en los cueros para tapicería automotriz o calzado. Se proporciona al cuero protección contra daños mecánicos, la humedad y la suciedad, así como el efecto de moda deseado: brillo, mate bicolor, entre otros. Durante la etapa de acabado también se igualan las tinturas y se puede reconstruir la superficie” según Lorber (2007) y el grupo de investigaciones ambientales UPB (2015-2016).

Procesos de Ribera y Curtido para el mercado latinoamericano

Para los procesos de Ribera y Curtido en la mayoría de curtiembres nacionales y latinoamericanas existe una normalización para la fabricación del cuero Wetblue, en esta investigación se utiliza información de referencia de curtiembres proveedores de cuero Wetblue nacionales y reforzada a través de información bibliográfica de curtiembres latinoamericanas.

Se establece a partir de las figuras 8 y 9 el método estándar para la caracterización del proceso de obtención de cuero Wetblue, se identifican procesos de compra y recepción de pieles 90% saladas y 10% frescas, además, en el proceso de Ribera se identifican las operaciones anteriormente descritas de Remojo, Predescarne, Pelambre/encalado, Descarne y Dividido, se adicionan observaciones puntuales ya que en ciertas curtiembres se presentan desviaciones con respecto a esta estructura, el dividido se puede realizar en el estado Wetblue (después de curtirlo) o etapas como el descarne antes de la etapa de Pelambre. En otras curtiembres el Descarne en la cual el cuero está tradicionalmente con sulfuro y cal, luego los residuos son hervidos en unas ollas grandes para extraer el sebo y poderlo así reutilizar. Además, puede presentarse que en el

Pelambre se utilice un ataque químico considerable que desintegra el pelo y adicionalmente afecte la piel, reduciendo la calidad del cuero acabado, lo cual cambia la cantidad de residuos producidos y sus características, siguiendo el enfoque de Rivela, Bornhardt, Lorber, Vidal y Méndez (2007).

Finalmente, el Curtido se identifica con las etapas también de Desencalado, Piquelado/Curtido, Dasaguado, Dividido y Enrasado. Al igual que en la etapa de Ribera, existen variantes siendo la más común la realización del Dividido en la sección de Ribera en lugar de efectuarse en el Enrasado del Wetblue según Rivela (2007).

3.2. Estado productivo 1: Fabricación del cuero Wetblue (Fase de implementación)

El segundo punto de análisis es el Estado Productivo 1, describe los procesos de la curtiembre antioqueña tras haber adquirido una tecnología extranjera. Habiendo realizado estudios de pre factibilidad que garantizarían una eficiencia productiva y adaptada a las exigencias de la normativa cambiante para la producción de cuero. Se realiza su construcción y puesta en marcha a partir de la segunda mitad del año 2015 con la etapa de Curtido y el transcurso del 2016 para la Ribera, en la figura 11 se muestra el nuevo diagrama de procesos. Adicionalmente, se integra un proceso complementario para tratamiento de aguas residuales (PTAR), su descripción se realiza al finalizar esta sección.

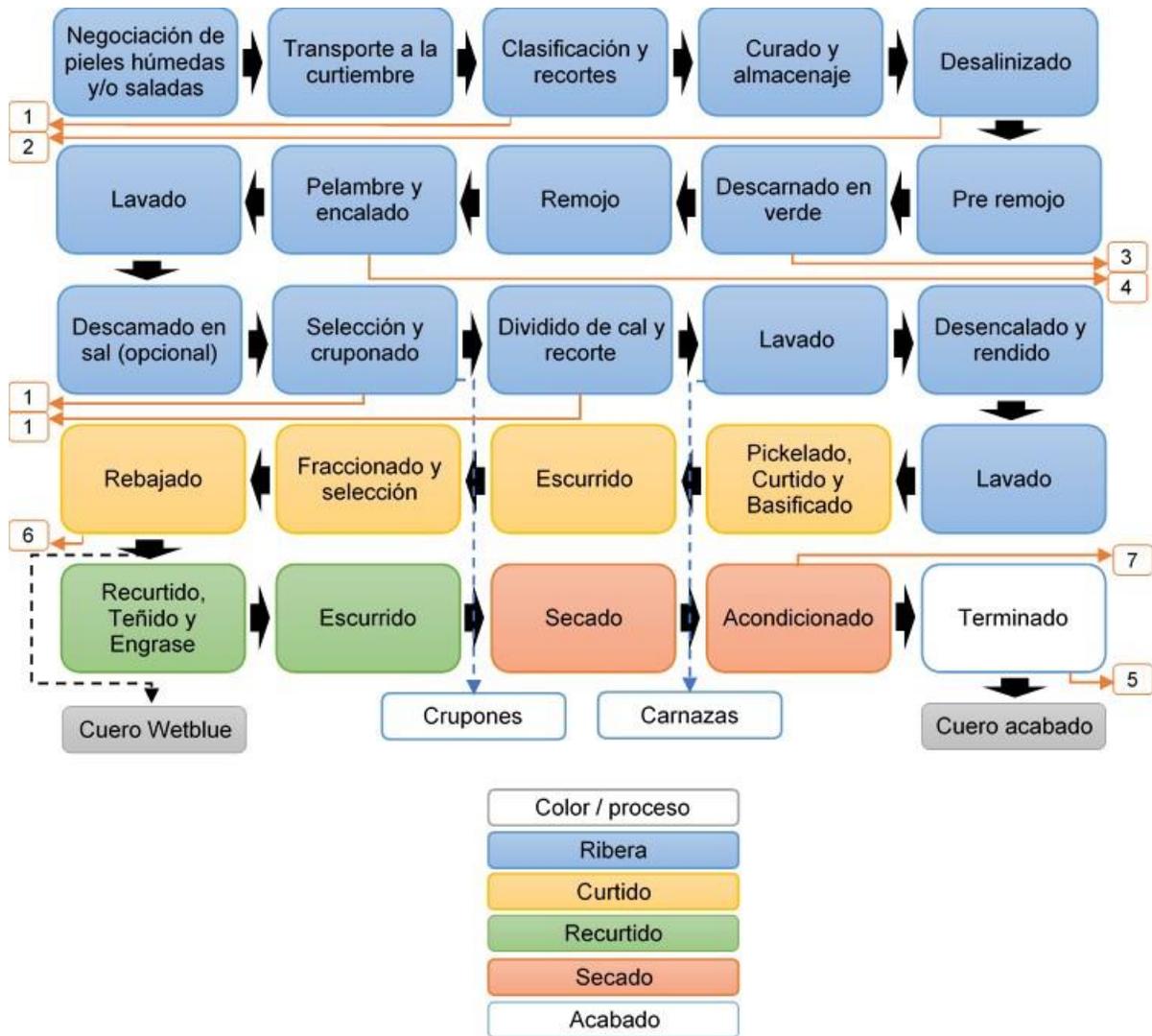


Figura 11. Diagrama de proceso productivo en una curtiembre de Antioquia, Estado Productivo 1 (2015-2016). Fuente: Propia

La figura 11 destaca un claro aumento de las operaciones para obtener el cuero Wetblue en la empresa, para realizar esta integración, la empresa tuvo que construir una estructura adicional a sus instalaciones existentes bajo los requerimientos impuestos por el abastecedor de tecnología de curtido. La puesta en marcha de esta integración se realizó paulatinamente, empezando con el curtido del cuero a inicios del año 2015 y luego con la Ribera a comienzos del año 2016. Por lo cual que para inicios de este proceso no se encuentra especificada

completamente la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). A continuación, se describen los pasos para la obtención de cuero Wetblue y Acabado en el Estado productivo 1:

- **Compra de pieles**

El proceso inicia en los puntos de sacrificio de animales, dónde las pieles se conservan con el método de salación húmeda o dependiendo de la cercanía geográfica el envío directo a la curtiembre de pieles frescas. La compra y negociación de pieles determina una nueva área para esta labor con respecto al Estado Productivo 0, redistribuyendo la responsabilidad de la compra a una nueva área de Abastecimiento, la cual es encargada del suministro de la materia prima necesaria en el proceso de creación de cuero Wetblue, abastecido directamente de los mataderos ubicados en la región o comprados en zonas como el norte u oriente colombiano. Esta nueva área de carácter logístico se encarga de hacer la negociación y de establecer los términos y condiciones para la llegada de las pieles a la curtiembre.

- **Ribera**

Antes de iniciar el proceso de Ribera, a las pieles entrantes se les realiza una clasificación para retirar partes indeseadas como colas, ubres y hocicos, las cuales son posteriormente vendidas a empresas del sector alimenticio, “La Ribera alcanza aquellas operaciones y procesos que permiten la eliminación del pelo de la piel. Es la etapa que presenta el mayor consumo de agua y su efluente presenta un elevado pH” según el Grupo de investigaciones ambientales UPB (2015-2016). En las primeras etapas de Remojo se utiliza agua para eliminar sal, sangre y otras impurezas propias de la obtención de la piel, además también se usan bactericidas y tensoactivos para reducir la descomposición. A continuación, se realiza el Descarnado en verde la cual separa el tejido subcutáneo (endodermis) que tiene una constitución de proteínas y grasas de la piel con

pelo (epidermis). Lo anterior garantiza una operación más limpia que en procesos tradicionales basado en Ruiz, Medardo, Mantilla y López (2016).

Luego de un Remojo, se realiza la operación de Descarnado mediante cuchillas de gran diámetro que se adaptan al grueso de la piel, para después realizarse el proceso de Pelambre y encalado, las cuales consisten en un ataque químico para eliminar el pelo de la epidermis, ya que solo la dermis tiene el potencial de convertirse en cuero Wetblue. Estos químicos hacen un ataque selectivo para el folículo piloso liberando el pelo sin desintegrarlo. Así se termina con lo que comercialmente se llama Pelambre, obteniendo la piel en tripa y se procede a la segunda etapa de la Ribera con la Selección y Cruponado, en el cual se deja la piel preparada para el proceso de curtido, las pieles se clasifican y se cortan de acuerdo con su fin y calidad. Después se realiza el Dividido en cal y recorte, que comprende los recortes en los extremos para eliminar desperfectos, y el dividido que hace una separación mediante chuchillo sinfín de la flor y la carnaza, comprendiendo la flor como de mejor calidad para obtener el cuero Acabado siguiendo el enfoque de Grupo de investigaciones ambientales UPB (2015-2016) y Ruiz, Medardo, Mantilla y López (2016).

Por último se tiene las operaciones de Desencalado y Rendido, dado un previo lavado en agua, tensoactivos y desengrasantes, que consiste en la eliminación de la cal y productos alcalinos del interior de la piel utilizando ácidos orgánicos e inorgánicos, sales de amonio y bisulfito de sodio que solubilizan del hidróxido de calcio absorbido por la piel, transformándolo en sales solubles, comprobado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (2018). El Rendido o Purga enzimática, consiste en la eliminación de impurezas que no son parte del material que se curte (colágeno) mediante enzimas.

- Curtido

El objetivo de esta etapa es la estabilización irreversible de la perecedera sustancia piel. Durante esta etapa los vertimientos generados son en general de PH entre 4 y 6, el consumo de agua es menor que en la Ribera, al final se obtiene el cuero comercialmente denominado **Wetblue**. El curtido inicia con el Piquelado dónde se adicionan ácidos y sales que interrumpen las reacciones enzimáticas del proceso anterior (Rendido), se elimina la cal combinada con el colágeno y se prepara para el curtido según Ruiz, Medardo, Mantilla y López (2016).

La operación de curtido expresa la principal razón por la cual una piel se puede estabilizar en un material perdurable en el tiempo con sales de cromo en Bombos de curtido, se adquieren propiedades como reducir el hinchamiento del mismo, aumentar resistencia, bajar su densidad, reducir la deformabilidad, aumentar la porosidad, destacado por BASF (2018), obteniéndose el cuero Wetblue, después se realiza la operación mecánica del escurrido por un sistema de rodillos donde se extrae el exceso de agua de los espacios intersticiales del cuero. Luego se Fracciona y Selecciona según su calidad espesor y daños en superficie y por último se realiza la operación mecánica de Rebajado, la cual estandariza el espesor del cuero dependiendo los direccionamientos finales de calibre según el Grupo de investigaciones ambientales UPB (2015-2016) y a Ruiz, Medardo, Mantilla y López (2016).

Al final de esta etapa se obtiene un cuero Wetblue, llamado así por el característico color azulado que aportan las sales de cromo, este continuaría con el proceso de Recurtido.

- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Por último, en la figura 12 se muestra el diagrama de procesos de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), se destacan la división en la entrada de los residuos. Este es un

modelo de PTAR importado, dónde se observan cuatro líneas de tratamiento que son: Ribera, Curtido, Tratamiento de aguas general y Lodos. Se destaca que su concepción fue idealizada para que no se mezclen los efluentes sino hasta el final del proceso.

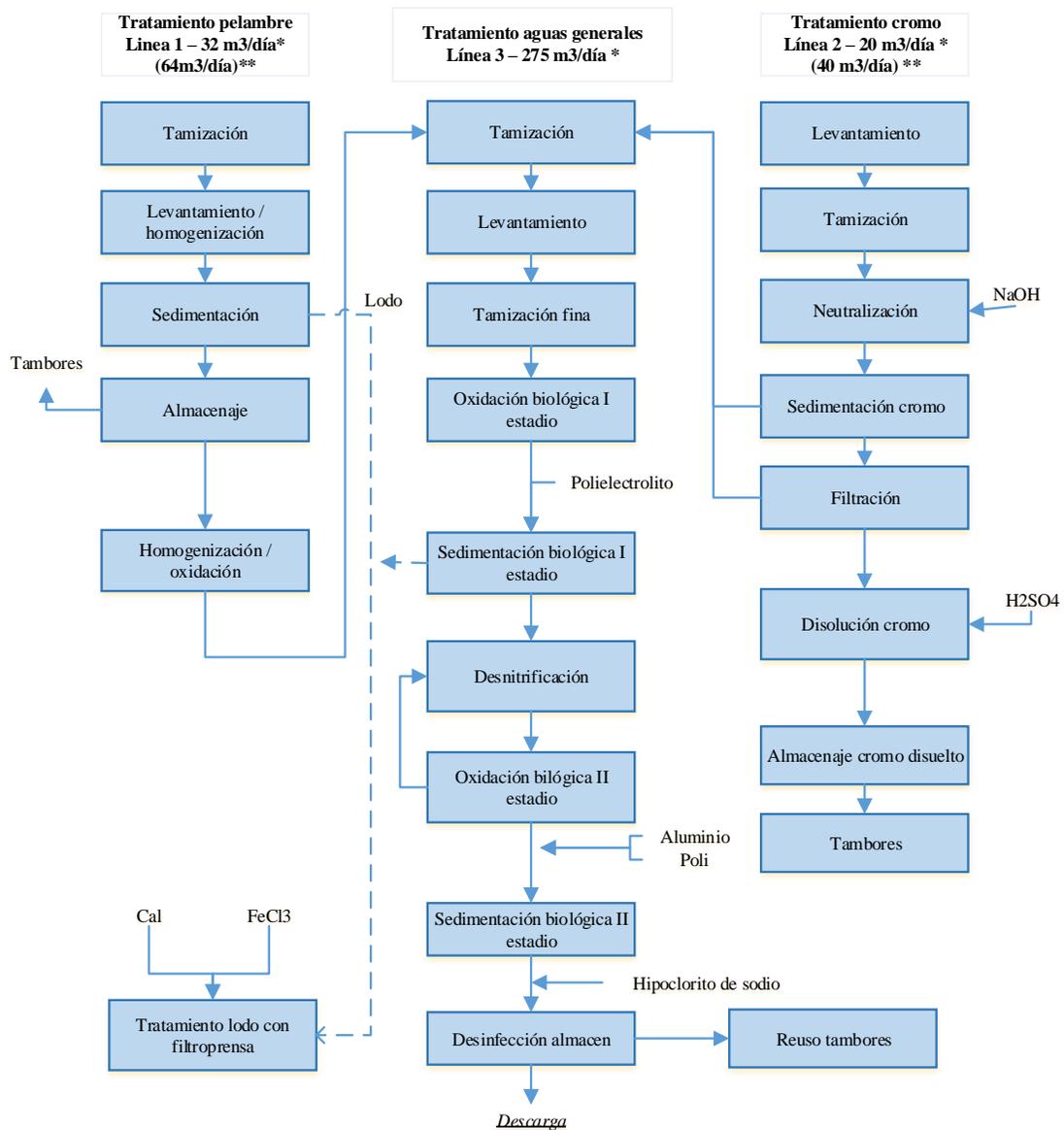


Figura 12. Diagrama de procesos PTAR 2015-2018. Fuente: Grupo de Investigaciones ambientales UPB, 2016, Pág. 88.

Esta planta cuenta con cuatro procesos de tratamiento, los cuales se describen a continuación:

- **Planta Tratamiento Ribera**

Los desechos provenientes del área de Ribera, también conocida como Pelambre en esta industria, ingresan por esta línea, las características de estos residuos son su concentrado olor (una de las principales oposiciones a esta industria), produce un gas altamente tóxico y corrosivo (puede causar malestares, desmayos e incluso la muerte en elevadas concentraciones), su pH es alcalino.

Generalmente los residuos se tamizan, llegando a un tanque de levantamiento y se mezcla con agitadores verticales para homogeneizar. Después se pasa al proceso de sedimentación donde se clarifica (esta agua se puede volver a usar en el proceso de Ribera pero no siempre es así ya que no se garantiza la pureza del agua reutilizada), el efluente que no es usado se realiza una oxidación de Sulfuros (sulfuros a sulfatos) donde se elimina los malos olores y suprimiendo la toxicidad, una vez acabada la etapa pasa a la planta de tratamiento general de aguas residuales.

- **Planta de tratamiento Cromo**

Es de conocimiento que “la curtición es la transformación de la piel en cuero, esta transformación está dada por una estabilización de la proteína, lograda mediante el tratamiento de la piel en tripa con un agente curtiente que, por lo menos en parte, se combine irreversiblemente con el colágeno” según el Grupo de investigaciones ambientales UPB (2015-2016).

El cromo tiene diversos estados de oxidación, siendo el trivalente (III) encontrado en estado natural en bajas cantidades, pero nocivo en cantidades altas y el hexavalente (VI) tóxico, estos son los más comunes en la industria según Benitez (2011). Es necesario tener en

consideración que, dadas ciertas condiciones ambientales, el cromo trivalente puede pasar a su estado hexavalente. De aquí la necesidad imperiosa de controlar su concentración en los efluentes industriales, tal como se ve reflejado en la nueva normatividad nacional de vertimientos, resolución 0631 de 2015.

El Proceso inicia en un tanque de levantamiento, después se tamiza finamente para eliminación de sólidos, luego es conducido a los tanques de neutralización, en donde se dosifica soda cáustica (NaOH) o carbonato de sodio (Na₂CO₃). Y transformar el sulfato de cromo a la forma de hidrato (Cr(OH)₃), la cual es una sal insoluble de color azul. Se pasa a un tanque de sedimentación para precipitar el lodo con cromo, se separa el agua que es llevada a la línea de tratamiento de aguas residuales generales mientras que el lodo con cromo generalmente puede ser reutilizado adicionando ácido sulfúrico y volverlo al proceso, aunque este procedimiento no ha sido posible realizarlo en la curtiembre.

- **Planta de tratamiento de aguas residuales generales**

Esta planta recepción los efluentes de las anteriores líneas, aquí se aplican procesos de tipo de fase microbiológico y físico-químico, con lo cual se busca un alto grado de depuración, descargando un vertimiento cuyo impacto sobre el medio ambiente sea mínimo.

Inicia con un proceso de tamización para separación de sólidos, se pasa después a un estadio de oxidación biológica 1 donde las bacterias se alimentan de los contaminantes presentes en el agua transformándolos en lodo luego el efluente se pasa a tanques de sedimentación, después se inicia el proceso de desnitrificación donde los nitratos (NO₃) son transformados en nitritos (NO₂) y finalmente en nitrógeno libre (N₂) acabando la degradación del nitrógeno total en el Grupo de Investigaciones Ambientales (2016).

Luego pasa al estadio de oxidación biológica 2 donde se realiza el mismo procedimiento anteriormente descrito, en busca de una mayor pureza, y facilitando la transformación de lodos, pasa así entonces a otro proceso de sedimentación donde se espera un efecto floculante mayor para realizar el vertimiento aguas abajo

- Planta de tratamiento de lodos

En esta planta de tratamiento se recolectan los lodos procedentes de la sedimentación biológica de estadio 1 y 2, en el tanque de recolección se suministra aire mientras es mezclado. Se procede luego al tratamiento químico, consistente en la aplicación de cal y cloruro férrico para garantizar la deshidratación durante la operación del filtro prensa. El lodo es enviado a un filtro prensa donde se almacena para restarle humedad y disponerlos como residuos Sólidos, los cuales deben ser eliminados por una empresa especializada.

Por último, la caracterización de esta planta de tratamiento es de aplicación para los estados productivos 1 y 2, ya que los procesos anteriormente descritos no cambian entre este intervalo de tiempo.

3.3. Estado productivo 2: Fabricación del cuero Wetblue (Fase de madurez)

El tercer estado productivo, llamado para esta investigación el Estado productivo 2, describe el proceso tras haber adquirido una tecnología importada y haber transcurrido un tiempo de curva de aprendizaje para el asentamiento del conocimiento necesario para la fabricación del cuero Wetblue. Este estado comprende el periodo de tiempo entre los años 2017 y 2018. La estructura general del proceso de Ribera y Curtido se mantiene igual que en la figura 11. Igualmente la descripción de la PTAR es la misma que la diagramada en la figura 12. dada la

similitud y aplicación con el estado productivo 2. Sus cambios más notables se representan en la eficiencia de las siguientes operaciones:

- Liderazgo en el manejo de los procesos de Ribera y Curtido.
- Cambio de personal para el tratamiento de aguas en la PTAR, por personal idóneo en el tema sanitario.
- Nuevos convenios para el manejo de subproductos (caranza y grasa) y residuos sólidos (lodos).
- Redistribución de las funciones de la alta dirección administrativa y de producción.
- Experticia en el desarrollo y control de las actividades asignadas al personal.
- Mejoramiento de la comunicación a través de formatos de mayor eficiencia.

4. Aplicación de Criterios y Parámetros de valoración a los tres estados productivos

El presente trabajo de investigación procura realizar un análisis comparativo que dé cuenta de manera integral del mejor estado productivo para la obtención del cuero Wetblue. El logro de dicho fin se obtiene determinando Criterios y Parámetros de evaluación que cumplan con este propósito. Adicional a lo anterior, también se tiene en cuenta que la comparación de la totalidad de los parámetros implicados en la producción del cuero Wetblue resultaría en una inversión de recursos alta e ineficiente, debido a esto se direcciona un análisis focalizado en lo verdaderamente representativo.

Definidos los criterios a aplicar por parte de los estudios integrales de **sostenibilidad**, explicado a lo concerniente con los aspectos social, económico y ambiental, se procede a determinar el punto de partida para identificar los parámetros cuantitativos y cualitativos para análisis comparativo según Sanint (2010), Sanint, Carmona y Villegas (2010) y Lorber (2007, pág. 344), para el empleo de información característica entrante y saliente en la industria de las curtiembres.

4.1. Parámetros cualitativos

Orientar conceptos claves a través de evaluaciones como las propuestas por la Corporación Financiera Internacional (2012), permitirá la identificación de los parámetros cualitativos necesarios para el presente estudio, integrando todos los actores involucrados en el sistema productivo del cuero Wetblue. Los parámetros observados marcan la manera en cómo se evaluará el proyecto, pero se hace necesario la aplicación de una depuración para garantizar la representatividad de los indicadores dentro de la investigación. El proceso según la metodología estipulada se describe a continuación.

La investigación requiere de conceptos que permitan un alto grado de validez para el análisis de datos, buscando simplicidad dentro de aquello que podría ser complejo de analizar, cuando una cantidad de datos grande, no permiten hacer un estudio adecuado de lo investigado por Jaramillo (2019) y Falconí y Burbano (2004), por lo cual esta investigación simplifica las variables a no más de 9 por criterio para la comparación en el capítulo 5. En la sección 4.1.1 se determinarán los parámetros cualitativos característicos para la producción del cuero Wetblue y en la sección 4.1.2 se cualificarán.

4.1.1. Aplicación de parámetros cualitativos

Teniendo en cuenta estudios realizados por Restrepo (2017), permite definir los parámetros cualitativos que se presentan en los diferentes criterios, estos son los dispuestos por el IFC para el sector financiero, debido a esto es necesario realizar una depuración de los parámetros sugeridos. Según el autor Restrepo (2017), aduce que “para la validación del cumplimiento de cada uno, es necesario analizar la documentación suministrada por el sistema a evaluar y utilizar fuentes oficiales de información que determinen que las partes de la empresa cumplen satisfactoriamente con sus compromisos”, siendo así el carácter para la recolección de los datos de este trabajo investigativo. A continuación, se describe el contexto de los parámetros más representativos según su criterio identificados por esta investigación basados en la Corporación Financiera Internacional (2012).

4.1.1.1. Criterio Económico

- Impacto en la salud y seguridad en el lugar de trabajo: Hace énfasis al potencial de afectación que las curtiembres pueden tener sobre la salud, ya sea mental o física, de las

diferentes personas que tengan relación con ellas, como los empleados, usuarios o comunidades aledañas donde se encuentran ubicadas. En este se expone que las curtiembres son un sistema crítico de afectaciones a la salud y seguridad en el trabajo, sobre todo en los procesos evaluados en esta investigación, como lo son la Ribera y el Curtido, usando en los procesos productivos cloruros, sulfuros y cromo de acuerdo a Martínez y Romero (2018, pág. 122), además este parámetro es evaluado como lo sugiere Restrepo (2017), en lo concerniente a los riesgos laborales en el sector.

- Desarrollo de actividades humanas consideradas forzosas y establecimiento de trabajo infantil: Pretende de manera asociativa a la ley, definir ambientes laborales que permitan que cada uno de los involucrados en los procesos de las curtiembres tengan cargas físicas que eliminen riesgos laborales innecesarios y que aquellos que estén laborando se encuentren vinculados dentro de las normativas laborales establecidas en Colombia y las demás que al respecto se dicten de manera internacional como la definida por la Organización de las Naciones Unidas (2002).

- Oportunidades en la promoción, contratación, formación y crecimiento profesional de empleados: Este parámetro permite visualizar la capacidad que tiene una curtiembre de aportar al desarrollo de sus empleados, visto esto como el crecimiento profesional basado en las necesidades personales. Todas las empresas dentro de sus políticas deberían tener procesos para la competitividad igualitaria, sobre todo industrias contaminantes como las curtiembres y sobre todo con las comunidades circundantes, lo cual afianza la relación empresa-comunidad de acuerdo al Grupo de investigaciones ambientales UPB (2015-2016).

- Discriminación en la libre expresión del pensamiento y la personalidad; discriminación: Se tiene como el nivel en que los diferentes actores participes de las curtiembres,

tanto internos como externos a ellas, son influenciados sin perjuicios al entorno laboral y profesional, siendo potencializado por valores éticos y tomando en cuenta las condiciones, capacidades, dones y atributos que apliquen a cada actividad particular. Aspecto general en las empresas, donde se debe respetar la libertad de pensamiento de todos los colaboradores, lo describe Salanova (2016), como “los trabajadores, mayoritariamente, prestan sus servicios en empresas ideológicamente neutrales, es decir, en empresas que no son ideológicas o de tendencia, lo cual no significa, sin embargo, que en las mismas deba regir un principio de neutralización de las convicciones éticas y religiosas de los trabajadores, puesto que éstos, en el ejercicio de su derecho de libertad de conciencia, tienen reconocido el derecho a manifestar públicamente sus convicciones y a vivir conforme a las mismas en todos los aspectos de su vida, también el laboral”.

- Almacenamiento, manipulación, uso y transporte de materiales peligrosos: Es aquella que se refiere a sustancias potencialmente dañinas utilizadas en el proceso productivo por las curtiembres y que afectan a su entorno. Entendiendo el proceso productivo de Ribera y curtido dentro de la curtiembre, y al alto manejo de sustancias consideradas perjudiciales para la salud humana, este parámetro se considera de alto riesgo, siendo clave la correcta protección personal y la determinación de procesos específicos para el manejo de productos peligrosos con base a Márquez y Bezama (2007, pág. 389).

- Prevención de respuestas ante emergencias: Al tener altos riesgos, se hace necesario la prevención por parte de las curtiembre, sido activas y proactivas, teniendo claras políticas de protección y estando atento a emergencias ambientales y sociales derivadas de su operación o elaboración de cueros, estando expuesta la industria del curtido de pieles para los subprocesos evaluados, las emisiones de ruido, exposición a material particulado, gases y

vapores, incendios y explosiones, riesgo eléctrico, riesgo físico, riesgo psicosocial, riesgo biológico, riesgo químico y accidentes por tráfico vehicular referido por Śmiechowski y Lament (2017, pág. 994).

- Posición favorable de la autoridad ambiental: Refiriéndose a la obligatoriedad legal que tiene un proyecto, obra o actividad, de obtener una autorización previa por parte de la autoridad ambiental para su construcción, operación y mantenimiento durante su vida útil. Enfatizando en las curtiembres se especifica en la resolución 0631 del 17 de marzo del 2015, para efectos de la subregión en la que se centra esta investigación de Antioquia.
- Posición favorable de otras autoridades: Está sujeta al cumplimiento de aquellas normas legales relativas a las curtiembres, distintas a las relacionadas con lo social y el medio ambiente. Se evalúa el trato hacia otras autoridades de carácter civil que estén afectadas por el desarrollo de la actividad económica del curtido.
- Certificaciones ambientales: Permite evaluar la posibilidad de que una curtiembre obtenga certificaciones externas que determinen la adecuada implementación de un sistema de gestión dentro de sus procesos operativos y de gestión. Certificados como los de calidad afianzados en la norma ISO 9001 o ambientales como ISO 14001.
- Comunicación, divulgación y consulta previa: Buscando informar a su entorno, acerca de posibles riesgos que afecten la calidad de vida o el entorno, por circunstancias propias de la producción en una curtiembre, es necesario u obligatorio, que se comunique las etapas o procesos que podrían generar dichas afectaciones. Aunque generalmente los proyectos de curtiembre son conscientes de la criticidad de la operación y construyen sus operaciones en las afueras o sitios alejados de las poblaciones, debido a la explosión demográfica se ven absorbidos dentro de sitios urbanos con el pasar del tiempo estipulado por Corantioquia (2019), también se

analiza el aspecto legal dado por la Ley 99 de 1993 a adelantar procesos de participación de las poblaciones o comunidades afectadas en los estudios de impacto ambiental, en virtud del derecho colectivo al ambiente sano.

- Informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades: Es obligatorio compartir con las entidades correspondientes la información concerniente los reportes de gestión y cumplimiento ambiental y social. Lo anterior apegado a la resolución 0631 del 17 de marzo del 2015 y hacia otras autoridades que según la ubicación de la curtiembre.

- Pago de seguridad social a empleados: La ley obliga a que las curtiembres, como cualquier empresa en Colombia, entreguen todos los pagos legales a que tienen derecho los trabajadores, como lo son la seguridad social, la pensión, ARL entre otros.

4.1.1.2. Criterio social

- Pérdida o afectación de monumentos y patrimonio arqueológico: Es la capacidad que tiene un proyecto o actividad de destruir total o parcialmente los hallazgos arqueológicos de pueblos o comunidades ancestrales, paleontológicas o prehistóricas. En el caso de las curtiembres esta afectación solo se concentra en la construcción de la planta de curtiembre, las cuales generalmente deben hacerse a las afueras o sitios alejados de la comunidad, al contrario de sectores como el minero donde la afectación en el área intervenida es mucho más grande, se procura preservar referentes simbólicos en los elementos arqueológicos y también a la dar la posibilidad de conocer, recuperar y reconstruir su historia social cuyo valor se ve reducido cuando se le desplaza de su contexto en cuanto a Carvajal y Gonzalez (2003, pág. 29).

- Calidad y disponibilidad del agua para la comunidad: Es la capacidad que tiene un proyecto o actividad de disminuir o limitar los requerimientos mínimos básicos de disponibilidad

de agua para actividades domésticas o económicas. Se determina el impacto sobre los diferentes actores dado a que la cantidad demandada de agua por esta industria es alta, y entra en conflicto con la necesitada por las comunidades por lo que una producción limpia debe estar en consonancia con el apoyo de soluciones más integrales y sostenibles que pueden potencialmente reducir los costos económicos, sociales y ambientales de la gestión del agua” según Van Berkel y Bouma (1999).

- Afectaciones a la salud pública: Es la capacidad que tiene un proyecto o actividad de generar controversia, inconformidad u oposición, en otros términos, conflictos socioambientales. Las curtiembres son un claro punto crítico de este factor, debido a la relación de comunidad, autoridades y empresa para la generación de residuos sólidos peligrosos, vertimientos de aguas y generación de olores de acuerdo al Grupo de investigaciones ambientales UPB (2015-2016).

- Afectación de la dinámica social y cultural predominante: Es la capacidad que tiene un proyecto o actividad de incidir negativamente en el comportamiento ordinario de una población en situaciones cotidianas y especiales. Hay que detallar que el cambio no siempre recae en una afectación, debido a que pueden garantizar una mejora en las condiciones sociales, estabilidad laboral y mejoramiento de la calidad de vida, este parámetro se toma en cuenta con base a la comunidad cercana en sus actividades. “La producción más limpia, es una estrategia ambiental preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia general y reducir los riesgos asociados para las personas y el medio ambiente” según Sanza, Siebel, Ahlers y Gupta (2016, pág. 964) y además puede impactar positiva o negativamente a los actores.

- Desplazamiento forzoso de personas y familias: Se refiere a la capacidad que tiene un proyecto o actividad de incidir en la movilización temporal o permanente de personas que habitan o permanecen dentro del área de influencia. Aunque su impacto es grande, este parámetro incide levemente sobre la evaluación de la investigación, ya que los procesos de curtiembre no son de impacto territorial extensivo como lo demuestran los diagramas de proceso explicados anteriormente y como lo demuestra Lorber y otros (2007, págs. 65-67).

- Seguridad en el tráfico: Es la capacidad que tiene un proyecto de afectar la movilidad de las personas debido a actividades de transporte de materias primas, materiales, insumos o personas. En las curtiembres, se enfoca en la llegada de materias primas, con pieles húmedas y saladas al proceso de Ribera, el tráfico al interior de las curtiembres cuando estas utilizan montacargas o cualquier otro tipo de transporte vehicular y las normas para su evaluación. Se debe aplicar medidas de prevención de accidentes ocasionados por la movilización y transporte de personas, máquinas y demás bienes destacado por Restrepo (2017).

En la vida cotidiana se habla de moral y de ética para referirse al universo de valores, actitudes, principios y normas; ambas categorías se refieren a un tipo de saber orientador que forjan el carácter, imaginarios, creencias, calificativos y afirmaciones socialmente aceptadas y compartidas. Para la realización de la evaluación de parámetros con base en estándares éticos es necesario referirse a la concepción de los términos: Jiménez, entiende por ética a la reflexión del propio modelo de vida- acciones, comportamientos, actos – en donde la razón tiene un papel importante en la toma de decisiones para comprender, justificar y argumentar,... y la moral es definida como las acciones de los sujetos, en la relación con los otros (2016, pág. 111), así, los estándares morales están constituidos por valores éticos y son aplicables en base a principios de

situación contextual y deberes sociales y comunitarios. Los criterios éticos en que se basa la evaluación de parámetros varían con base a:

- **Confiabilidad:** involucra a los actores con la honestidad consiente basado en principios y valores personales y corporativos.
- **Responsabilidad:** se trata del cumplimiento de las actividades que los individuos y actores deben realizar con conciencia de reparación y aceptación de errores.
- **Priorización:** Tomar acciones correctivas en la prevención al daño innecesario; busca minimizar riesgos, aunque implique la destinación de esfuerzos económicos adicionales.
- **Procurar por la representación de los efectos remotos:** Consideración de efectos en el tiempo y magnitud sobre el medio ambiente y la sociedad.
- **Apelación a un sentimiento apropiado a lo representado:** La toma de medidas necesarias para prevenir el daño ocasionado por un proyecto en donde se incluya los potenciales daños ambientales y sociales, así como también sus externalidades.

Según Restrepo (2017), criterios analizados sobre la responsabilidad social empresarial, se representan en base con lo estipulado por la Corporación Financiera Internacional (2012): Contribuyendo a la seguridad alimentaria y la nutrición de las comunidades cercanas, además, “ayudar al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza, fomentar la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres, potenciar la participación y el empoderamiento de los jóvenes, respetar la tenencia de la tierra, la pesca, los bosques y el acceso al agua, conservar y ordenar de forma sostenible los recursos naturales, aumentar la resiliencia y reducir el riesgo de catástrofe, respetar el patrimonio cultural y los conocimientos tradicionales y respaldar la diversidad y la innovación, promover sistemas agrícolas y alimentarios inocuos y saludables, incorporar estructuras de gobernanza, procesos y mecanismos

de reclamación inclusivos y transparentes, evaluar y abordar las repercusiones y promover la rendición de cuentas” descrita por la Fundación de Estudios Rurales (2018).

Adicionalmente, Restrepo (2017) propone parámetros que implican de la siguiente manera al sector de la curtiembre, dado su aspecto de producción industrial: atención de solicitudes, quejas, peticiones y reclamos de grupos de interés, compensaciones socioeconómicas: Se refiere al desarrollo de compensaciones materiales adicionales a las requeridas por las autoridades, y que se desprenden de actos administrativos legales. evaluación de la vulnerabilidad cultural.

4.1.1.3. Criterio ambiental

- Contaminación de las fuentes hídricas: Se refiere a la probabilidad que tiene el proyecto o actividad de contaminar las fuentes hídricas con vertimiento de aguas residuales o sustancias sólidas contaminantes. Según los argumentos de Benitez (2011, pág. 28), se puede apreciar el impacto de la contaminación cuando:

“Se muestra que el proceso industrial de las curtiembres genera impactos negativos sobre el ambiente en general y en particular sobre el recurso hídrico que es reservorio de desechos orgánicos y químicos que afectan fuertemente la calidad del agua (...) el sector de curtiembres aporta el 10% de los SST, que se vierten a las aguas superficiales en Colombia; se han encontrado valores alarmantes de cromo en los sedimentos del río Bogotá (>37.3 mg/K) en las estaciones de Villapinzón y Tocancipá por la tradicional actividad de curtiembres en los municipios de Villapinzón y Chocontá. Razones más que suficientes para la búsqueda de soluciones que permitan disminuir y evitar el deterioro del medio ambiente y de la calidad de

vida de los seres humanos, considerando que es necesario un equilibrio entre la productividad y la conservación del medio ambiente”.

- Generación de aguas residuales: Se refiere a la concentración de contaminantes presentes en el efluente de un proceso productivo y tratamiento previo a la descarga y que pueden alterar las condiciones físicas y químicas de la fuente receptora. Se valida la tenencia de una PTAR para el tratamiento de los insumos tratados en el proceso, claramente identificados en la industria de la curtiembre, como lo son los cloruros, Sulfuros y Cromo para la Ribera y el Curtido acorde a lo especificado por Benitez (2011, págs. 27-28) y en consonancia del parámetro anterior.

- Reducción de caudales por aumento en el consumo de agua del área: Se refiere a la cantidad de agua que requiere un proceso o actividad para satisfacer su producción y que pueda poner en perjuicio la cantidad dentro del ecosistema y/o los servicios eco sistémicos. En el sector de curtido según Agudelo y Gutiérrez (2007, pág. 242) “el consumo de agua en un proceso de curtiembre, tiene como objetivo la alimentación de los fulones durante el ciclo completo, el cual puede dividirse en dos grandes etapas: pelambre (Ribera) y curtido. La fuente de abastecimiento, es por lo general una quebrada, agua de pozo o en el medio local, directamente del río”, siendo esta un parámetro crítico de evaluación daba la importancia de este recurso.

- Impacto sobre cuencas mediante programas importantes de modificación: Se refiere a la necesidad de un proyecto o actividad, de alterar el cauce natural de un ecosistema lótico, con el fin de reorientar sus aguas para su proceso productivo. En la industria de la curtiembre el grado de consumo de agua es abundante, llevando así un promedio de consumo de hasta $55 \text{ m}^3/t_{phs}$, según Rivela (2007, pág. 87), lo que pone en un gran grado de presión de la necesidad de una fuente hídrica cercana, ya sea subterránea o superficial y la Corporación

Financiera Internacional (2012) “se refiere ante este aspecto como imitar la duración y el ritmo de las actividades que se realizan dentro del cauce con el fin de evitar periodos críticos para los ciclos biológicos de la fauna y la flora”.

- Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes: Se refiere a la capacidad que tiene un proyecto o actividad de generar residuos sólidos ordinarios, especiales y peligrosos y que tengan la probabilidad de ser dispuestos en puntos y áreas inadecuadas sin los mecanismos técnicos necesarios. Esto acorde a la resolución 0631 del 17 de marzo del 2015, siendo un parámetro importante por la generación de residuos sólidos como Carnazas, recortes de piel y en mayor importancia lodos contaminados con cromo, sulfuros y cloruros y el control que se tenga de ellos.

- Emisiones de ruido: Se refiere a la capacidad que tiene un proyecto o una actividad de generar una presión sonora lo suficientemente significativa sin contar con las medidas técnicas adecuadas de mitigación, que pueda llegar a alterar las condiciones normales de un área específica, afectando, entre otros aspectos, la fauna doméstica y silvestre. La Corporación Financiera Internacional (2012) recomienda que se apliquen medidas de mitigación y prevención del ruido cuando el impacto del ruido previsto o medido de las instalaciones u operaciones de un proyecto supere el nivel de ruido aplicable en el punto más sensible de recepción. En este aspecto las curtiembres no presentan mayores inconvenientes hacia los actores externos (comunidad aledaña) y se enfoca en el grado de protección al personal dentro del proceso productivo.

- Contaminación del aire: Se refiere a la capacidad que tiene un proyecto o actividad de emitir contaminantes a la atmósfera, previo o posterior a un proceso de control de emisiones afectando la calidad del aire y los procesos que de este dependan, entre ellos, la salud

humana y su vulnerabilidad según ubicación. En las Curtiembres el mayor generador de olores es el proceso de Ribera debido a su alta concentración de materia orgánica y al uso de diferentes químicos para su tratamiento según el Grupo de investigaciones ambientales UPB (2015-2016, pág. 32).

- Afectación y extinción de la fauna y flora silvestres y Alteración y fragmentación del hábitat: Se refiere a la capacidad que tiene el proyecto o actividad de alterar significativamente las condiciones bióticas de un área específica, afectando la supervivencia de las especies endémicas y migrantes. Teniendo en cuenta conceptos como los aportados por Restrepo (2017), se refiere a la preservación del recurso genético en un objetivo de importancia estratégica. Es posible preservar especies animales y vegetales mediante su relocalización en hábitats cercanos, evitando un deterioro de la diversidad biológica de la zona.

- Alteración geomorfológica del suelo y paisajismo: Es la capacidad que tiene un proyecto o actividad de alterar la continuidad y homogeneidad paisajística de un área, perturbando su entorno natural y su concepción como elemento del ecosistema. La afectación en este indicador es más evidente con procesos de modificación extensiva fuera de la industria localizada; Quintero-Gallego, Quintero-Angel y Vila (2018, pág. 1290) lo indican por: causas próximas; actividades humanas o acciones inmediatas a nivel local originadas por el uso previsto de la tierra e impactan directamente las coberturas de la tierra y Motores subyacentes del cambio; procesos sociales fundamentales que sustentan las causas inmediatas y operan a nivel local o tienen un impacto indirecto desde el nivel nacional o global.

Generación de procesos erosivos: Es la capacidad que tiene un proyecto o actividad de alterar las condiciones del suelo de tal manera que se inicien o magnifiquen procesos erosivos que deriven en la modificación de la estructura del suelo, en cuanto a composición y calidad

fisicoquímica y biológica. El uso de sales de cromo, clave para el proceso de curtido del cuero, representa el mayor riesgo de contaminación, según Binia, Maleci y Romanina (2008), cuando el cromo se acumula en grandes cantidades en los sedimentos de la fuente hídrica que se utiliza como desagüe, esta situación puede presentar afectación, a la salud humana, la flora y fauna, alterando los ciclos naturales biológicos.

4.1.2. Cualificación

Teniendo en cuenta los conceptos para los parámetros cualitativos según las normas de desempeño antes descritas, se procede al primer paso para la depuración de los parámetros que mejor se adaptan al sector de curtido de pieles. Se realiza un análisis según diagrama de Pareto para identificar los indicadores que puedan tener mejor representatividad para el objetivo propuesto en esta investigación acorde a Sales (2017). La aplicación de este paso metodológico se puede observar en los anexos: Ambientales (Anexo B), Sociales (Anexo C) y Económicos (anexo D). Luego, se identifican los parámetros que representan el 80% del problema según Sales (2017), en los anexos: ambiental (Anexo E), social (Anexo F) y económico (Anexo G), identificando así los idóneos para la realización de la encuesta. Y, por último, se consolidan los datos obtenidos. A continuación, se muestran en las tablas 2, 3 y 4 con los parámetros resultado del análisis de Pareto.

- Parámetros Ambientales

PARÁMETROS
Generación de aguas residuales
Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes
Manejo y uso de sustancias toxicas en condiciones líquidas, sólidas o gaseosas
Reducción de caudales por aumento en el consumo de agua del área

Contaminación de las fuentes hídricas
Afectación de la estructura y fertilidad natural de los suelos
Impacto sobre cuencas mediante programas importantes de modificación
Alteración de la regeneración natural
Los servicios ecosistémicos se ven afectados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad
Contaminación del aire
Alteración y fragmentación del hábitat
Alteración geomorfológica del suelo y paisajismo
Producción o uso comercial de agroquímicos
Generación de procesos erosivos

Tabla 2. Parámetros ambientales aplicables a la curtiembre caso de estudio. Fuente: Propia.

▪ Parámetros Sociales.

PARÁMETROS
Impacto sobre las minorías étnicas y los conocimientos tradicionales
Conflicto con comunidad e instituciones
Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)
Afectaciones a la salud pública
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio
Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del área de influencia
Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario
Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos
La actuación de la partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) presenta conflicto de interés
Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo
Las actividades del proceso productivo de Ribera y Curtido conservan de forma sostenible los recursos naturales
Contribuye al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza
Calidad y disponibilidad del agua para la comunidad
Responsabilidad civil por daños a bienes de terceros.
Al finalizar la actividad productiva, se facilita la resiliencia y se reduce el riesgo de catástrofe
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es transparente
Incorpora planes o programas de prevención y respuesta ante emergencias
Promueve la rendición de cuentas y compensaciones socioeconómicas
Afectación de la dinámica social y cultural predominante
Evalúa y aborda los agravios
Establece la atención de solicitudes, quejas, peticiones y reclamos de grupos de interés

La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) está orientada al cumplimiento de promesas
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es confiable
Incorpora estructuras de gobernanza, procesos y mecanismos de reclamación inclusivos y transparentes
La actuación de las partes es íntegra

Tabla 3. Parámetros Sociales aplicables a la curtiembre caso de estudio. Fuente: Propia.

- Parámetros Económicos.

PARÁMETROS
Cuenta con certificaciones ambientales
Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades
Posición favorable de la autoridad ambiental
Posición favorable de otras autoridades
Riesgo químico
Posible responsabilidad frente a una acción popular o de grupo por daños al medio ambiente.
Impacto en la salud y seguridad en el lugar de trabajo
Presencia del usuario financiero en el Registro Único de Infractores Ambientales – RUIA
Pago de seguridad social a empleados
Exposición a material particulado, gases y vapores
Desarrollo de actividades humanas consideradas forzosas
Riesgo biológico
Riesgo físico
Incendios y explosiones
Estrés térmico
Accidentes por tráfico vehicular

Tabla 4. Parámetros Económicos aplicables a la curtiembre caso de estudio. Fuente: Propia.

Con la información anterior se realiza el diseño del instrumento de recolección de información, utilizando la encuesta estructurada, articulado los campos de información según lo estipulado por Restrepo (2017) y las normas de desempeño de la Corporación Financiera Internacional (2012). El instrumento de recolección de datos se puede apreciar en el (Anexo H).

Para determinar el número de encuestas a realizar se siguen los lineamientos de Singh y Masuku (2004), usado regularmente para poblaciones finitas, descrito en la ecuación 1.

$$= \frac{Z^2 N p q}{(N - 1) e^2 + p q Z^2} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

n = tamaño de la muestra para proporciones en poblaciones finitas

N = tamaño de la población

Z = puntuación Z para un nivel de confianza escogido

e = error esperado

p = proporción esperada

q = 1 - p

Para establecer la muestra de obtención de datos, se aplica la Ecuación 1. En este caso, se utilizaron datos del número de empleados utilizados en promedio por las curtiembres para los procesos de Ribera y Curtido, calculado en 20 según el Grupo de investigaciones Ambientales UPB (2015-2016). Adicionalmente, se determina: un nivel de confiabilidad del 95%, con un valor de Z calculado en tablas de 1,96, un e de un 5% y con un valor de p del 5%.

La muestra representativa da como resultado la realización de 15 encuestas, estas se aplican a las personas empleadas en las corporaciones de control ambiental (Corantioquia), a personas empleadas en el sector del curtido de pieles externas (activas o inactivas) y a personas empleadas en la curtiembre objeto de estudio. Pero debido a las restricciones en el acceso a los diferentes datos, para la investigación se realizaron 11 encuestas/entrevistas, los datos que puedan hacer falta se refuerzan con fuentes bibliográficas.

Finalmente, se realiza la consolidación de los datos encuestados evaluando la mediana para según los lineamientos de la Corporación Financiera internacional (Restrepo, 2017). El consolidado se muestra a continuación en las tablas 5, 6 y 7.

Parámetros cualitativos Estado productivo 0	Evaluación normas de desempeño (Mediana)
AMBIENTALES	
Afectación de la estructura y fertilidad natural de los suelos	NC
Alteración de la regeneración natural	CCSM
Alteración geomorfológica del suelo y paisajismo	NC
Alteración y fragmentación del hábitat	C
Contaminación de las fuentes hídricas	C
Contaminación del aire	NC
Generación de aguas residuales	CCP
Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes	CCSM
Impacto sobre cuencas mediante programas importantes de modificación	C
Los servicios eco sistémicos se ven afectados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad	NC
Manejo y uso de sustancias tóxicas en condiciones líquidas, sólidas o gaseosas	CCSM
Producción o uso comercial de agroquímicos	NC
Reducción de caudales por aumento en el consumo de agua del área	CCP
ECONÓMICOS	
Accidentes por tráfico vehicular	NC
Cuenta con certificaciones ambientales	C
Desarrollo de actividades humanas consideradas forzosas	NC
Estrés térmico	NC
Exposición a material particulado, gases y vapores	CCSM
Impacto en la salud y seguridad en el lugar de trabajo	NC
Incendios y explosiones	CCSM
Pago de seguridad social a empleados	NC
Posible responsabilidad frente a una acción popular o de grupo por daños al medio ambiente.	CCSM
Posición favorable de la autoridad ambiental	CCP
Posición favorable de otras autoridades	CCSM
Presencia del usuario financiero en el Registro Único de Infractores Ambientales – RUIA	C
Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades	CCP
Riesgo biológico	CCSM
Riesgo físico	CCP
Riesgo químico	CCP
SOCIALES	
Afectación de la dinámica social y cultural predominante	NC
Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del área de influencia	CCP
Afectaciones a la salud pública	CCSM
Al finalizar la actividad productiva, se facilita la resiliencia y se reduce el riesgo de catástrofe	NC
Calidad y disponibilidad del agua para la comunidad	NC
Conflicto con comunidad e instituciones	CCSM

Contribuye al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza	CCSM
Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos	C
Establece la atención de solicitudes, quejas, peticiones y reclamos de grupos de interés	CCSM
Evalúa y aborda los agravios	C
Incorpora estructuras de gobernanza, procesos y mecanismos de reclamación inclusivos y transparentes	CCP
Incorpora planes o programas de prevención y respuesta ante emergencias	NC
La actuación de la partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) presenta conflicto de interés	CCP
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es confiable	CCSM
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es transparente	CCSM
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) está orientada al cumplimiento de promesas	CCP
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio	CCSM
La actuación de las partes es íntegra	C
Las actividades del proceso productivo de Ribera y Curtido conservan de forma sostenible los recursos naturales	CCSM
Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario	C
Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)	CCSM
Promueve la rendición de cuentas y compensaciones socioeconómicas	NC
Responsabilidad civil por daños a bienes de terceros.	NC
Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo	CCSM

C: Conforme

NC: No conforme

CCP: Conforme con condiciones puntuales

CCSM: Conforme con condiciones para seguimiento y monitoreo

Tabla 5. Evaluación de los parámetros cualitativos en el estado productivo 0 según los criterios económicos, ambientales y sociales. Fuente: Propia.

Parámetros cualitativos Estado productivo 1	Evaluación normas de desempeño (Mediana)
AMBIENTALES	
Afectación de la estructura y fertilidad natural de los suelos	C
Alteración de la regeneración natural	C
Alteración geomorfológica del suelo y paisajismo	CCP
Alteración y fragmentación del hábitat	C
Contaminación de las fuentes hídricas	CCP
Contaminación del aire	C
Generación de aguas residuales	CCSM
Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes	CCP
Impacto sobre cuencas mediante programas importantes de modificación	C
Los servicios ecosistémicos se ven afectados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad	CCP
Manejo y uso de sustancias tóxicas en condiciones líquidas, sólidas o gaseosas	CCP
Producción o uso comercial de agroquímicos	C
Reducción de caudales por aumento en el consumo de agua del área	C
ECONÓMICOS	
Accidentes por tráfico vehicular	C
Cuenta con certificaciones ambientales	C
Desarrollo de actividades humanas consideradas forzosas	C
Estrés térmico	C

Exposición a material particulado, gases y vapores	CCP
Impacto en la salud y seguridad en el lugar de trabajo	C
Incendios y explosiones	C
Pago de seguridad social a empleados	C
Posible responsabilidad frente a una acción popular o de grupo por daños al medio ambiente.	C
Posición favorable de la autoridad ambiental	C
Posición favorable de otras autoridades	C
Presencia del usuario financiero en el Registro Único de Infractores Ambientales – RUIA	C
Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades	C
Riesgo biológico	C
Riesgo físico	CCP
Riesgo químico	CCP
SOCIALES	
Afectación de la dinámica social y cultural predominante	C
Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del área de influencia	CCP
Afectaciones a la salud pública	C
Al finalizar la actividad productiva, se facilita la resiliencia y se reduce el riesgo de catástrofe	CCP
Calidad y disponibilidad del agua para la comunidad	C
Conflicto con comunidad e instituciones	CCP
Contribuye al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza	C
Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos	CCP
Establece la atención de solicitudes, quejas, peticiones y reclamos de grupos de interés	CCP
Evalúa y aborda los agravios	C
Incorpora estructuras de gobernanza, procesos y mecanismos de reclamación inclusivos y transparentes	C
Incorpora planes o programas de prevención y respuesta ante emergencias	C
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) presenta conflicto de interés	C
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es confiable	CCP
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es transparente	C
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) está orientada al cumplimiento de promesas	C
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio	C
La actuación de las partes es íntegra	C
Las actividades del proceso productivo de Ribera y Curtido conservan de forma sostenible los recursos naturales	C
Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario	C
Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)	CCP
Promueve la rendición de cuentas y compensaciones socioeconómicas	C
Responsabilidad civil por daños a bienes de terceros.	C
Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo	C

C: Conforme

CCP: Conforme con condiciones puntuales

CCSM: Conforme con condiciones para seguimiento y monitoreo

Tabla 6. Evaluación de los parámetros cualitativos en el estado productivo 1 según los criterios económicos, ambientales y sociales. Fuente: Propia.

Parámetros cualitativos Estado productivo 2	Evaluación normas de desempeño (Mediana)
AMBIENTALES	
Afectación de la estructura y fertilidad natural de los suelos	C

Alteración de la regeneración natural	C
Alteración geomorfológica del suelo y paisajismo	C
Alteración y fragmentación del hábitat	C
Contaminación de las fuentes hídricas	C
Contaminación del aire	C
Generación de aguas residuales	C
Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes	CCP
Impacto sobre cuencas mediante programas importantes de modificación	C
Los servicios ecosistémicos se ven afectados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad	CCP
Manejo y uso de sustancias tóxicas en condiciones líquidas, sólidas o gaseosas	C
Producción o uso comercial de agroquímicos	C
Reducción de caudales por aumento en el consumo de agua del área	C
ECONÓMICOS	
Accidentes por tráfico vehicular	C
Cuenta con certificaciones ambientales	C
Desarrollo de actividades humanas consideradas forzosas	C
Estrés térmico	C
Exposición a material particulado, gases y vapores	CCP
Impacto en la salud y seguridad en el lugar de trabajo	C
Incendios y explosiones	C
Pago de seguridad social a empleados	C
Posible responsabilidad frente a una acción popular o de grupo por daños al medio ambiente.	C
Posición favorable de la autoridad ambiental	C
Posición favorable de otras autoridades	CCP
Presencia del usuario financiero en el Registro Único de Infractores Ambientales – RUIA	C
Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades	C
Riesgo biológico	C
Riesgo físico	C
Riesgo químico	CCP
SOCIALES	
Afectación de la dinámica social y cultural predominante	C
Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del área de influencia	C
Afectaciones a la salud pública	C
Al finalizar la actividad productiva, se facilita la resiliencia y se reduce el riesgo de catástrofe	C
Calidad y disponibilidad del agua para la comunidad	C
Conflicto con comunidad e instituciones	C
Contribuye al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza	C
Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos	CCP
Establece la atención de solicitudes, quejas, peticiones y reclamos de grupos de interés	C
Evalúa y aborda los agravios	C
Incorpora estructuras de gobernanza, procesos y mecanismos de reclamación inclusivos y transparentes	C
Incorpora planes o programas de prevención y respuesta ante emergencias	C
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) presenta conflicto de interés	C
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es confiable	CCP
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es transparente	CCP
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) está orientada al cumplimiento de promesas	C
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio	C
La actuación de las partes es íntegra	C
Las actividades del proceso productivo de Ribera y Curtido conservan de forma sostenible los recursos naturales	C

Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario	C
Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)	CCP
Promueve la rendición de cuentas y compensaciones socioeconómicas	C
Responsabilidad civil por daños a bienes de terceros.	C
Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo	C

C: Conforme

CCP: Conforme con condiciones puntuales

Tabla 7. Evaluación de los parámetros cualitativos en el estado productivo 2 según los criterios económicos, ambientales y sociales. Fuente: Propia.

Con base en lo anterior, se procederá a consolidar los datos cualitativos con los cuantitativos en el numeral 4.3. usando el ajuste de significancia general.

4.2. Parámetros cuantitativos

Para la identificación de los parámetros cuantitativos se utilizaron dos tipos de fuentes de investigación: la primera evaluada del uso del instrumento de recolección de datos mediante entrevista semiestructurada, aplicada junto a la encuesta estructurada (Anexo I) y la segunda a través de bibliografía relacionada con indicadores que midan los procesos implicados en el curtido de las pieles, específicamente los subprocesos de Ribera y Curtido. Para garantizar la representatividad de la información se analiza los flujos de materia en las industrias del curtido siguiendo los pasos expuestos en la figura 6, considerando tanto el ingreso de materia prima como en la deposición o vertimiento de residuos, según los estudios de Lorber (2007, págs. 69-76) y Rivela (2007, págs. 81-89). En la sección 4.2.1 se determinarán los parámetros cuantitativos característicos para la producción del cuero Wetblue y en la sección 4.2.2 se cuantificarán.

4.2.1. Aplicación de parámetros cuantitativos.

4.2.1.1. Consumo de Agua

Uno de los parámetros más críticos en esta industria, ya que según Lorber (2007, pág. 69) “el proceso de transformación de las pieles en cuero se caracteriza por su excesivo consumo de agua”, adicionalmente se realizan comparativas con la industria del curtido Europeo (desarrollado) y Latinoamericano (en desarrollo) con altas diferencias de consumo relacionadas con el uso de la tecnología. Se Establece la Indicador de medición en metros cúbicos por tonelada de piel húmeda salada ($m^3 \text{ agua}/t_{phs}$). El consumo de agua valorado se calcula en las etapas de Ribera y Curtido, y en el tratamiento de los efluentes de estos subprocesos como lo es la PTAR. Además se estima que existe una gran diferencia entre el funcionamiento de las curtiembre en general, ligado al tipo de tecnología y a las condiciones de trabajo según Rivela (2007, pág. 87).

4.2.1.2. Consumo de químicos

Los productos químicos consumidos en los procesos de curtido son muchos, según Dixit, Yadav, Dwivedi y Das (2015) y verificado en los estudios de Lofrano, Meriç, Emel y Orhon (2013), “el proceso de curtido de cuero, es decir, el proceso de tratamiento de pieles de animales para producir cuero, implica el uso de aproximadamente 300 productos químicos, incluidos ácidos, álcalis, metales pesados, especialmente cromo, hierro, cadmio y plomo, así como sulfuros, solventes, Taninos, surfactantes y colorantes”, para esta investigación los más representativos por su peligrosidad, cantidad y costo en los procesos de Ribera y Curtido son:

Sulfuro de sodio: su principal función es la eliminación de la epidermis y el pelo de las pieles tratadas según Ecosmart Limited (2009), este parámetro se medirá con base al porcentaje de uso sobre un lote de producción (lote de producción en curtiembres = 9,9 Toneladas/piel).

Cal Hidratada: también involucrada en la eliminación de la epidermis y el pelo de las pieles tratadas, se utiliza para la posterior etapa de descarnado, siendo también muy importante en la etapa de encalado para la eliminación de pelo según Ecosmart Limited (2009), este parámetro se medirá con base al porcentaje de uso sobre un lote de producción (lote de producción = 9,9 Toneladas/piel).

Cromo: Comprende las operaciones que preparan la piel para ser curtida y transformada en cuero según Pinedo (2012) o detalladamente como lo anuncia el Grupo de investigaciones ambientales UPB (2015-2016, pág. 50).

Los procesos realizados en esta etapa son la principal razón por la cual el cuero se conserve, ya que se adicionan químicos que llevan a una estabilización irreversible de las sustancias en la piel que son sensibles a putrefacción. Además, debido al entrecruzamiento de las cadenas de colágeno fomentado por agentes curtientes, el cuero adquiere propiedades como: reducir el hinchamiento del mismo, aumentar resistencia, bajar su densidad, reducir la deformación, aumentar la porosidad.

Este parámetro se medirá con base al porcentaje de uso sobre un lote de producción (lote de producción = 9,9 Toneladas/piel).

4.2.1.3. *Energía eléctrica*

El consumo de energía eléctrica es muy común en todo el proceso productivo, siendo su mayor aporte a este consumo la rotación de los bombos de pelambre y curtido (Luca & Puccini,

2019). En este estudio se evaluará el consumo de energía por tonelada de piel producida húmeda salada (kW/t_{phs}).

4.2.1.4. Aguas Residuales

Este parámetro es directamente proporcional al consumo de agua; ya que son los vertimientos que se realizan al final del proceso productivo de Ribera, Curtido y una vez tratados en la PTAR. Dada la importancia de las implicaciones legales para el vertimiento de aguas residuales con respecto a la Resolución 631 de 2015 y los análisis realizados por las corporaciones autónomas regionales (CAR) para evaluar y definir la Tasa Retributiva aplicada a la empresa que corresponda. Se estudiarán los parámetros con los que se calcula dicha tasa, determinados a partir de los Sólidos Suspendedos Totales (SST), en miligramos por litro (mg/L) y la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), indica la cantidad de oxígeno disuelto en miligramos por litro que se requiere durante un tiempo determinado para la degradación biológica de las sustancias orgánicas contenidas en el agua residual $mg O_2/L$.

4.2.1.5. Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos

En las diferentes plantas de curtido de pieles, en el proceso de Ribera generan subproductos como Carnazas, Recortes y lodos en los procesos de purificación, la particularidad de esta clase de residuos es que pueden ser reutilizados en otros sectores industriales o ser desechados por su peligrosidad. A continuación, se determinan los residuos sólidos más representativos:

Grasas: un subproducto con aprovechamiento del 100% en industrias de fertilización. Son generadas en el proceso de Ribera, esta grasa se retira de la piel como parte indeseada antes

de la salación, generalmente este residuo es almacenado y vendido a industrias como la de abonos. Este proceso se realiza en el predescarnado en verde donde la grasa es el principal subproducto, este parámetro se registrará en kilogramos de grasa por piel *Kg grasa/Piel*.

Carnazas y Recortes: este otro tipo de subproductos al igual que el anterior es aprovechable para industrias como la gelatina y múltiples industrias de alimentos según Rivela (2007), también son obtenidas en el proceso de Ribera. este parámetro se registrará en kilogramos de carnaza-recortes por piel *Kg Car – Rec/Piel*.

Lodos: son residuos peligrosos y difíciles de reutilizar, ya que necesitan procesos adicionales para su purificación de elementos tóxicos como el cromo, la mayoría de curtiembres deben realizar pagos para la deposición de estos residuos a terceros. Debido a la complejidad que representan, se los considera un indicador importante para evaluar el grado de eficiencia de una curtiembre con base a Rivela, Bornhardt, Lorber, Vidal y Méndez (2007). Este parámetro se registrará en kilogramos de lodo por piel *Kg Lodo/Piel*.

4.2.1.6. Producción de pieles curtidas (Wetblue)

En un parámetro de importancia económica, se determina en cuanto a la cantidad de pieles producidas al final del subproceso de curtido por bombo/fulón. Sin embargo, es de aclarar que las cifras también van de la mano de las tecnologías de las cuales se tenga disponibilidad.

Este parámetro se registrará en toneladas por bombo $\frac{\text{Toneladas}}{\text{Bombo}}$.

4.2.1.7. Costo del cuero Wetblue

Un parámetro de vital importancia para este estudio es la evaluación integral de los estados productivos antes descritos, para ello es adecuado según los autores, determinar el precio de venta para evaluar la competitividad del mercado coyuntural. Para la valorización, debido a las escalas de tiempo en las cuales se limita la investigación, se procura tener una base estándar con la cual se garanticen unas comparaciones adecuadas, para ello se determina el costo promedio del cuero Wetblue en cada estado productivo y se lo divide en base a un día de Salario Mínimo legal Mensual Vigente, según corresponda.

4.2.1.8. Aprovechamiento del cuero

Un factor clave para la medición de la eficiencia de un proceso es su aprovechamiento entre la materia prima que ingresa al proceso y el producto final. Según Lorber (2007, pág. 76), esto determina aspectos determinantes para la calidad física y química del cuero Wetblue. Este parámetro se valida porcentualmente.

Por último, se aplica la metodología de investigación para la obtención de los parámetros cuantitativos necesarios para esta investigación mencionados anteriormente. En la siguiente sección se establecerán los valores correspondientes a cada estado productivo.

4.2.2. Cuantificación

4.2.2.1. Consumo de agua

El consumo de agua se realiza mediante la determinación de estudio de casos de acuerdo al estado productivo evaluado:

▪ Estado Productivo 0 (<2015): se evalúan los datos de bibliografía asociada a las curtiembres en Colombia y Latinoamérica, algunos encuestados dentro de los parámetros cuantitativos, han trabajado en otras curtiembres, de Antioquia, Atlántico y el norte del Valle del Cauca, determinan el consumo promedio de agua en $1 \text{ m}^3/\text{dm}^2$ de piel curtida (Wetblue), mientras que la bibliografía asociada según Lorber (2007, pág. 348) establece el consumo de agua en un promedio de $60 \text{ m}^3/t_{phs}$.

A continuación, se muestran los consumos extraídos de la curtiembre antioqueña para los estados productivos 1 y 2:

Consumo total de agua (m3/año)	
2017	10.300
2018	12.100

Tabla 8. Consumo de agua m3 por año en una curtiembre antioqueña.
Fuente: Propia.

Se toma en cuenta el agua consumida anualmente por la curtiembre mostrado en la tabla 8 y se reparte entre los porcentajes estimados para los procesos de Ribera, Curtido y PTAR, 53,8 % según Lorber (2007), se divide para la producción de toneladas de cuero Wetblue anual y se obtiene así el consumo de agua en metros cúbicos por tonelada de piel húmeda salada. Lo anterior expresado en la tabla 9.

Estado Productivo	Agua consumida anual Ribera, curtido PTAR (m3/año)	Producción de cuero Wetblue anual (piel/año)	Producción de cuero Wetblue anual (toneladas/año)	Consumo de agua (m3/tphs)
Estado productivo 1	66.698	60.000	1.020	65,39
Estado productivo 2	78.354	144.000	2.448	32,01

Tabla 9. Consumo de agua promedio en los Estados productivos 1 y 2. Fuente: Propia.

- Estado Productivo 1 (2015-2016): debido a la naturaleza de este estado, se analizan los datos de consumo de agua para los subprocesos de Ribera y Curtido, en la curtiembre de Antioquia, para el periodo de años entre 2015 y 2016, obteniendo así un consumo de $0,65 \text{ m}^3/\text{dm}^2$ de piel curtida, argumento reforzado por el Grupo de investigaciones Ambientales UPB (2015-2016). Convirtiendo a un promedio de $65,39 \text{ m}^3/t_{phs}$.
- Estado Productivo 2 (2017-2018): Al igual en el Estado Productivo 1 (2015-2016), se analiza el consumo de agua para los subprocesos de Ribera y Curtido, en la curtiembre de Antioquia, para el periodo de años entre 2017 y 2018, se evalúan los medidores de entrada de agua, se analizan los consumos por máquinas, tiempos de producción y utilización y como el consumo no está segmentado, se determina los porcentajes de utilización de los subprocesos según Lorber (2007, pág. 78) y Rivela (2007, pág. 87). Se obtiene un promedio de $32,007 \text{ m}^3/t_{phs}$.

4.2.2.2. Consumo de químicos: Sulfuro de Sodio, Cal hidratada y Cromo

Para este parámetro se determina como peso de lote estándar de producción 9,9 toneladas, el cual es usado para los porcentajes de utilización del consumo de químicos. Cabe anotar que esta información es de difícil acceso ya que las formulaciones son secretos industriales celosamente guardados.

- Estado Productivo 0 (<2015): se evalúan los datos de bibliografía asociada a las curtiembres en Colombia y Latinoamérica y algunos encuestados dentro de los parámetros cuantitativos, los cuales han trabajado en otras curtiembres, de Antioquia, Atlántico y el norte del Valle del Cauca, determinan el consumo promedio:

Sulfuro de sodio (Pelambre): se estima en 1,5 % sobre el peso del lote

Cal (Pelambre): se estima en el 4% sobre el peso del lote

Sales de Cromo (Curtido): se estima en el 6,5% sobre el peso del lote

- Estado Productivo 1 (2015-2016): debido a la naturaleza de este estado, se analizan los datos de consumo de agua para los subprocesos de Ribera y Curtido, en la curtiembre de Antioquia, para el periodo de años entre 2015 y 2016, obteniendo así un consumo:

Sulfuro de sodio (Pelambre): se estima en 0,7% sobre el peso del lote

Cal (Pelambre): se estima en 3,5% sobre el peso del lote

Sales de Cromo: se estima en 4,5% sobre el peso del lote

- Estado Productivo 2 (2017-2018): Al igual en el Estado Productivo 1 (2015-2016), se analiza el consumo de agua para los subprocesos de Ribera y Curtido, en la curtiembre de Antioquia, para el periodo de años entre 2017 y 2018, se investigan los procesos indagando en las personas a cargo:

Sulfuro de sodio (Pelambre): se estima en 0,3% sobre el peso del lote

Cal (Pelambre): se estima en 3,5% sobre el peso del lote

Sales de Cromo: se estima en 4,5% sobre el peso del lote

4.2.2.3. Consumo de energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica se realiza mediante la determinación de los datos en la curtiembre analizada y de acuerdo al estado productivo evaluado, se investiga y establece con los consumos anuales y las máquinas involucradas en el proceso de producción del cuero Wetblue, Anexos K y L, respectivamente:

Estado productivo	Consumo de energía (kW/mes)	Producción de cuero mensual (t/mes)	(kW/tphs)
Estado productivo 0	208.636,20	594.000	0,35

Estado productivo 1	30.702,20	9.000	3,41
Estado productivo 2	79.394,40	216.000	0,37

Tabla 10. Consumo de energía eléctrica en kWh en una curtiembre antioqueña. Fuente: Propia.

- Estado Productivo 0 (<2015): se analiza bibliografía existente para el análisis de curtiembres consideradas convencionales, se establecen las máquinas básicas para la producción del cuero Wetblue (Luca & Puccini, 2019) en una curtiembre convencional, en la que se establece un consumo de energía es de $0,35 \text{ kW}/t_{phs}$.
- Estado Productivo 1 (2015-2016): debido a la naturaleza de este estado, se analizan los datos de consumo de agua para los subprocesos de Ribera y Curtido, en la curtiembre de Antioquia, para el periodo de años entre 2015 y 2016, se observan los medidores de energía, en conjunto con las máquinas involucradas en el proceso (Anexo K y L), de lo cual se identifican, para la Ribera: una máquina Divididora, dos máquinas descarnadoras, cuatro Bombos de pelambre y en el Curtido: una máquina Escurridora, cuatro Bombos de curtido, dos máquinas de rebajado y una compactadora. La planta tuvo un comportamiento de consumo energético eléctrico según la tabla 9 de $3,41 \text{ kW}/t_{phs}$.
- Estado Productivo 2 (2017-2018): Al igual que el Estado Productivo 1, se siguen utilizando las mismas máquinas, pero su utilización se aumentó debido al incremento en la producción y a la curva de aprendizaje del proceso. La planta tuvo un comportamiento de consumo energético eléctrico según la tabla 9 de $0,37 \text{ kW}/t_{phs}$.

4.2.2.4. *Generación de residuos Sólidos peligrosos y no peligrosos: Grasas, Carnazas y Recortes y Lodos*

La generación de residuos sólidos se establece entre peligrosos y no peligrosos, se realiza mediante la determinación de estudio de caso de acuerdo al estado productivo evaluado (Anexo M).

- Estado Productivo 0 (<2015): se evalúan los datos de bibliografía asociada a las curtiembres en Colombia y Latinoamérica, también de algunos entrevistados que tienen experiencia en otras curtiembres, de Antioquia, Atlántico y el norte del Valle del Cauca, y también en lo estipulado Lorber (2007, págs. 73-74) y Muñoz e Hidalgo (2007, pág. 133):

Grasas, Carnazas y recortes: se estima en una generación promedio de 7,83 *kg grasa/Piel*

Lodos: se estima una generación promedio de 7,05 *Kg lodo/Piel*

- Estado Productivo 1 (2015-2016): debido a la naturaleza de este estado, se analizan los datos de generación de residuos sólidos para los subprocesos de Ribera, Curtido y PTAR, en la curtiembre de Antioquia, para el periodo de años entre 2015 y 2016,, argumento reforzado por Grupo de investigaciones ambientales UPB (2015-2016):

Grasas, Carnazas y recortes: se estima en una generación promedio de 25,08 *kg grasa/Piel*

Lodos: se estima una generación promedio de 2,69 *Kg lodo/Piel*

- Estado Productivo 2 (2017-2018): Al igual en el Estado Productivo 1 (2015-2016), se analiza el consumo de agua para los subprocesos de Ribera y Curtido, en la curtiembre de Antioquia, para el periodo de años entre 2017 y 2018, se investigan los procesos indagando en las personas a cargo:

Grasas, Carnazas y recortes: se estima en una generación promedio de 21,43 *kg grasa/Piel*

Lodos: se estima una generación promedio de 7,37 Kg lodo/Piel

4.2.2.5. Eficiencia en la producción

La eficiencia en el proceso productivo se toma con base en las producciones promedio de cada uno de los estados productivos y el balance entre la materia prima entrante (Piel Salada) y el producto terminado (cuero Wetblue)

- Estado Productivo 0 (<2015): eficiencia de 0,49 (Lorber, y otros, 2007, págs. 73-74).
- Estado Productivo 1 (2015-2016): eficiencia de 0,3.
- Estado Productivo 2 (2017-2018): eficiencia de 0,6.

4.2.2.6. Sólidos suspendidos totales y DBO5

Para la determinación de la tasa retributiva, llevada a cabo por las corporaciones regionales, se determina a través de la medición de las aguas residuales: sólidos suspendidos totales y a la demanda biológica de oxígeno.

Parámetro	Estado productivo 0	Estado productivo 1	Estado productivo 2
DBO 5 (mg O2/L)	120	16,92	36,69
SST (mg O2/L)	309	18,5	69,84

Tabla 11. Cálculo de DBO5 y SST para los tres estados productivos. Fuente: Propia.

4.2.2.7. Costo de producción cuero Wetblue

Cómo se consideró anteriormente, se calcula costo respectivo del cuero Wetblue en cada estado productivo con respecto a un día de salario mínimo legal vigente colombiano.

Parámetro	Estado productivo 0	Estado productivo 1	Estado productivo 2
-----------	---------------------	---------------------	---------------------

Costo dm2 cuero Wetblue respecto a 1 día salario mínimo	0,018	0,014	0,008
---	-------	-------	-------

Tabla 12. Precio de venta del cuero Wetblue con respecto a un día de salario mínimo legal vigente. Fuente: Propia.

Con base en lo anterior, se procederá a consolidar los datos cualitativos con los cuantitativos en el numeral 4.3 usando el ajuste de significancia general.

4.3. Ajuste de significancia general de parámetros

Debido a la complejidad para la realización de un análisis comparativo multicriterio y sus respectivos resultados, es necesario ajustes de los parámetros ya determinados debido a algunas limitaciones en nuestra capacidad para el procesamiento de la información de acuerdo los estudios de Miller (1956), Peña (2002, pág. 15) y Jaramillo (2019), siguiendo las direccionamientos expuestos como:

- Significativo
- No redundantes

Con los conocimientos adquiridos en el proceso de investigación se procede a realizar la consolidación según los anteriores conceptos con 9 parámetros por criterio, obteniendo las deducciones mostradas en la sección 4.3.1.

4.3.1. Aplicación de ajuste de significancia

A continuación, se especifican en las tablas 13, 14 y 15 el ajuste de significancia aplicado a los criterios económicos, sociales y ambientales. Además, se consolidan la evaluación de los parámetros según el estado productivo analizado.

PARÁMETROS	Estado productivo 0	Estado productivo 1	Estado productivo 2
------------	---------------------	---------------------	---------------------

Parámetros Cualitativos			
Generación de aguas residuales	CCP	CCSM	C
Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes	CCSM	CCP	CCP
Parámetros Cuantitativos			
Consumo de agua (m ³ /t phs)	60	65,39033826	32,00740667
Sulfuro de sodio en Pelambre (% sobre el peso del lote)	1,5	0,7	0,3
Cromo en Curtido (% sobre el peso del lote)	6,5	4,5	4,5
Grasas, Carnaza y recortes (Kg/piel)	7,83	25,8	21,43
Lodo (Kg/piel)	7,05	2,69	7,37
SST (mg/L)	309	18,5	69,84
DBO 5 (mg o ₂ /L)	120	16,92	36,69

C: Conforme

NC: No conforme

CCP: Conforme con condiciones puntuales

CCSM: Conforme con condiciones para seguimiento y monitoreo

Tabla 13. Parámetros ambientales consolidados y evaluación en los estados productivos. Fuente: Propia.

PARÁMETROS	Estado productivo 0	Estado productivo 1	Estado productivo 2
Parámetros Cualitativos			
Conflicto con comunidad e instituciones	CCSM	CCP	C
Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)	CCSM	CCP	CCP
Afectaciones a la salud pública	CCSM	C	C
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio	CCSM	C	C
Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del área de influencia	CCP	CCP	C
Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario	C	C	C
Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos	CCP	C	C
La actuación de la partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) presenta conflicto de interés	CCP	C	C
Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo	CCSM	C	C

C: Conforme

NC: No conforme

CCP: Conforme con condiciones puntuales

CCSM: Conforme con condiciones para seguimiento y monitoreo

Tabla 14. Parámetros sociales consolidados y evaluación en los estados productivos. Fuente: Propia.

PARÁMETROS	Estado productivo 0	Estado productivo 1	Estado productivo 2
Parámetros Cualitativos			
Cuenta con certificaciones ambientales	C	C	C

Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades	CCP	C	C
Posición favorable de la autoridad ambiental	CCP	C	C
Posición favorable de otras autoridades	CCSM	C	CCP
Riesgo químico	CCP	CCP	CCP
Parámetros Cuantitativos			
Capacidad de Producción por lote (toneladas/bombo)	5,1	10,2	10,2
Uso de la energía eléctrica (kW/tphs)	0,35	3,41	0,37
Costo dm2 cuero Wetblue (con base en 1 día salario mínimo)	0,018	0,014	0,008
Aprovechamiento	0,485	0,3	0,6

C: Conforme

CCP: Conforme con condiciones puntuales

CCSM: Conforme con condiciones para seguimiento y monitoreo

Tabla 15. Parámetros económicos consolidados y evaluación en los estados productivos. Fuente: Propia.

En este capítulo se determinaron los parámetros representativos, no redundantes y significativos de la investigación, con base a estos datos, en el siguiente capítulo se realizará un análisis comparativo a través de la teoría de modelos multicriterio para la obtención del Estado Productivo con mejor desempeño.

5. Comparación y Análisis de Resultados

En el capítulo anterior se definieron los parámetros representativos para la realización del análisis comparativo. Se presenta una metodología en la que se integra la selección, evaluación y el desarrollo del mejor estado productivo en una curtiembre. Se basa en el método AHP (Analytic Hierarchy Process), uno de los instrumentos más operados en la teoría de decisión multicriterio, por su eficacia en la toma de decisión, además que permite obtener un análisis profundo de las alternativas planteadas. Adicionalmente, tiene la finalidad de ayudar a los altos mandos directivos a la toma de decisiones estratégicas frente a los proyectos y analizar si los mismos están orientados al funcionamiento de la empresa. A continuación, se realiza la normalización de parámetros, la aplicación de la técnica multicriterio AHP a través del software SuperDecisions y la selección de la alternativa.

5.1. Normalización de valores

Como primera medida, se realiza un proceso de normalización de parámetros según lo propuesto por Jaramillo (2019), para realizar la comparación directa de los parámetros cualitativos y cuantitativos de los tres criterios ambiental, económico y social. En la Tabla 17 se muestran los resultados de este proceso en general. Para la normalización de los parámetros cualitativos se establece una escala de acuerdo a la evaluación según las normas de desempeño, la cual se observa en la tabla 16.

Escala cualitativa	Valor
No conforme	0
Conforme con condiciones para seguimiento y monitoreo	33,33
Conforme con condiciones puntuales	66,66
Conforme	100

Tabla 16. Escala de normalización parámetros cualitativos. Fuente: Propia.

Antes de la aplicación de la fórmula de normalización, se busca que todos los parámetros se direccionen para maximización. Debido a esto, los parámetros que indiquen minimización deben ser multiplicados por -1. Esta operación se realiza para que todos los datos de entrada al software sean consistentes con el objetivo de comparación de la mejor alternativa.

Se procede así a la aplicación de la ecuación 2 para la normalización de datos, para los parámetros cualitativos se toma en cuenta la escala diseñada en la tabla 17 siguiendo el enfoque de Peña (2002) y Jaramillo (2019). Para finalizar el proceso de normalización se realizan las divisiones para que la sumatoria de cada parámetro sea 1.

$$Z'_{ij} = 100 \times \frac{Z_{ij} - Z_i^{min}}{Z_{ij}^{max} - Z_i^{min}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Z'_{ij} = Resultado normalizado del parámetro

Z_{ij} = Valor del parámetro a evaluar

Z_{ij}^{max} = Valor máximo del parámetro a evaluar de los Estado Productivos

Z_i^{min} = Valor mínimo del parámetro a evaluar de los Estado Productivos

PARÁMETRO / ASPECTO	Estado productivo 0 (E.P.0)	Estado productivo 1 (E.P.1)	Estado productivo 2 (E.P.2)	Parámetro menor	Parámetro mayor	Normalización Suma 1		
Ambiental	Estado productivo 0	Estado productivo 1	Estado productivo 2	Parámetro menor	Parámetro mayor	Normalización		
<i>Parámetros Cualitativos</i>						<i>E.P. 0</i>	<i>E.P. 1</i>	<i>E.P. 2</i>
Generación de aguas residuales	CCP	CCSM	C	NC	C	0,33	0,17	0,5
Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes	CCSM	CCP	CCP	NC	C	0,2	0,4	0,4
<i>Parámetros Cuantitativos</i>						<i>E.P. 0</i>	<i>E.P. 1</i>	<i>E.P. 2</i>
Consumo de agua (m3/t phs)	-60,00	-65,39	-32,01	-65,39	-32,01	0,14	0	0,86
Sulfuro de sodio en Pelambre (% sobre el peso del lote) toneladas	-0,15	-0,07	-0,03	-0,15	-0,03	0	0,4	0,6
Cromo en Curtido (% sobre el peso del lote) toneladas	-0,64	-0,45	-0,45	-0,64	-0,45	0	0,5	0,5
Grasas, Carnaza y recortes (kg/piel)	-7,83	-25,80	-21,43	-25,80	-7,83	0,8	0	0,2
Lodo (kg/piel)	-7,05	-2,69	-7,37	-7,37	-2,69	0,06	0,94	0
SST (mg/L)	-309,00	-18,50	-69,84	-309,00	-18,50	0	0,55	0,45
DBO 5 (mg o2/L)	-120,00	-16,92	-36,69	-120,00	-16,92	0	0,55	0,45
Social	Estado productivo 0	Estado productivo 1	Estado productivo 2	Parámetro menor	Parámetro mayor	Normalización		
<i>Parámetros Cualitativos</i>						<i>E.P. 0</i>	<i>E.P. 1</i>	<i>E.P. 2</i>
Conflicto con comunidad e instituciones	CCSM	CCP	C	NC	C	0,17	0,33	0,5
Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)	CCSM	CCP	CCP	NC	C	0,2	0,4	0,4
Afectaciones a la salud pública	CCSM	C	C	NC	C	0,14	0,43	0,43
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio	CCSM	C	C	NC	C	0,14	0,43	0,43
Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del área de influencia	CCP	CCP	C	NC	C	0,29	0,29	0,43
Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario	C	C	C	NC	C	0,33	0,33	0,33
Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos	CCP	C	C	NC	C	0,25	0,38	0,38
La actuación de la partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) presenta conflicto de interés	CCP	C	C	NC	C	0,25	0,38	0,38
Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo	CCSM	C	C	NC	C	0,14	0,43	0,43
Económico	Estado productivo 0	Estado productivo 1	Estado productivo 2	Parámetro menor	Parámetro mayor	Normalización		
<i>Parámetros Cualitativos</i>						<i>E.P. 0</i>	<i>E.P. 1</i>	<i>E.P. 2</i>
Capacidad de Producción por lote (toneladas/bombo)	5,10	10,20	10,20	5,10	10,20	0	0,5	0,5

Costo dm2 cuero Wetblue (1 día salario mínimo)	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,61	0,39	0
Aprovechamiento	0,49	0,30	0,60	0,30	0,60	0,38	0	0,62
Uso de la energía eléctrica kW/tphs	-0,35	-3,41	-0,37	-3,41	-0,35	0,5	0	0,5
Parámetros Cuantitativos						E.P.	E.P.	E.P.
						0	1	2
Cuenta con certificaciones ambientales	C	C	C	NC	C	0,33	0,33	0,33
Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades	CCP	C	C	NC	C	0,25	0,38	0,38
Posición favorable de la autoridad ambiental	CCP	C	C	NC	C	0,25	0,38	0,38
Posición favorable de otras autoridades	CCSM	C	CCP	NC	C	0,17	0,5	0,33
Riesgo químico	CCP	CCP	CCP	NC	C	0,33	0,33	0,33
C: Conforme								
NC: No conforme								
CCP: Conforme con condiciones puntuales								
CCSM: Conforme con condiciones para seguimiento y monitoreo								

Tabla 17. Normalización de Parámetros con sumaría igual a 1. Fuente: Propia.

Con los parámetros normalizados, se procede a realizar la aplicación de la metodología escogida para esta investigación basada en los estudios de Saaty (2008) a través del software SuperDecisions.

5.2. Análisis comparativo AHP

Conforme a la metodología, la aplicación de la metodología AHP se realiza a través del Software “SuperDecisions” desarrollado por Creative Decisions Foundation (2019) y adaptado para esta investigación con la ayuda de Jaramillo (2019) y Vanegas (2019). Se direccionan los siguientes pasos para la implementación y generación de la alternativa de mejor desempeño. Como observación general, todos los criterios, parámetros y alternativas fueron identificados con un número y en algunos casos traducidos al inglés, para efectos de organización de la información dentro del software.

5.2.1. Paso 1. Clúster y relaciones entre los elementos de red

En la siguiente figura se presenta la estructura del modelo AHP con los siguientes componentes: objetivo general, criterios, parámetros, alternativas de estado productivos, clústeres y relaciones jerárquicas entre elementos.

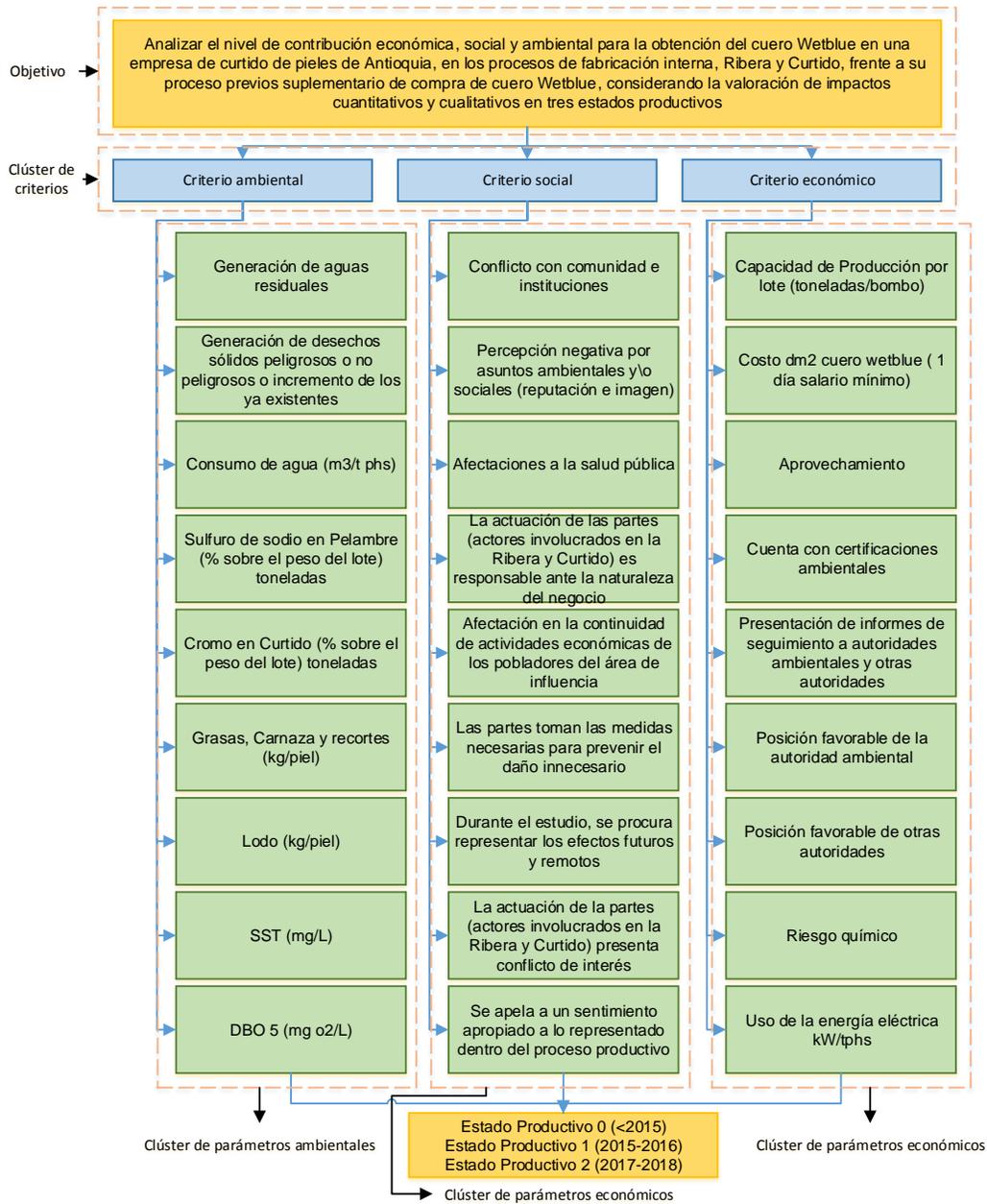


Figura 13. Estructura del modelo AHP para la selección de alternativas. Fuente: Propia.

Debido a la utilización de una metodología de organización de relaciones jerárquica, las conexiones conservan su estado según lo especificado en el capítulo 4. Así entonces, para el clúster de criterios Sociales, Económicos y Ambientales se relacionan directamente con los parámetros correspondiente. Por último, todos los estos tienen incidencia sobre el clúster de alternativas para la toma de decisión.

5.2.2. Paso 2. Asignación de pesos de importancia/influencia

Se asignan los pesos de importancia/influencia para los criterios, parámetros y alternativas según en relación directa realizada en la normalización, tomando en cuenta los pesos de importancia entorno a la problemática que representa en el marco de sostenibilidad, la eficiencia medio-ambiental del proceso de curtido y los beneficios sociales de los implicados en el proceso. Por lo tanto, se inicia estipulando los pesos de importancia de los criterios con respecto al objetivo de la investigación, en la figura 14 se especifican las correlaciones basados en bibliografía de Sheng-Li, Xiao-Yue, Hu-Chen y Ping (2018), por el cual se le asigna un peso respecto a la escala de Saaty al Clúster Ambiental de 7 “Muy fuertemente más importante que” con respecto al Criterio Económico y 5 “Fuertemente más importante que” con respecto al Criterio Social, y el Criterio Social es calificado con 3 “fuertemente más importante que” con respecto al Criterio económico, además, se muestran los valores normalizados.



Figura 14. Pesos de importancia entre distintos Clúster de criterios escala de Saaty y normalización clúster de criterios. Fuente: Propia (Software SuperDecisions).

Una vez determinados los pesos del clúster de criterios con respecto al objetivo se prosigue con el establecimiento del peso de los parámetros con respecto a cada criterio, realizando las correlaciones del clúster de criterios ambientales con criterio ambiental, el clúster de parámetros sociales con el criterio social y el clúster de parámetros ambientales con el criterio ambiental. De acuerdo a las comparaciones relacionadas en el capítulo 4. A continuación, se muestran en las tablas 18, 19 y 20 la normalización de cada clúster de parámetros en orden descendente de importancia.

PARÁMETROS SOCIALES	Normalizado
1 Afectaciones a la salud pública	0,1474
2 Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del área de influencia	0,0666
3 Conflicto con comunidad e instituciones	0,2905
4 Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos	0,0714
5 La actuación de la partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) presenta conflicto de interés	0,0301
6 La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio	0,1038
7 Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario	0,064
8 Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)	0,2036
9 Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo	0,0226

Tabla 18. Normalización de pesos del clúster de parámetros sociales con respecto al criterio social. Fuente: Propia (Software SuperDecisions).

PARÁMETROS AMBIENTALES	Normalizado
1 Consumo de agua (m ³ /t phs)	0,3339
2 Cromo en Curtido (% sobre el peso del lote) toneladas	0,0671
3 DBO 5 (mg o ₂ /L)	0,1059
4 Generación de aguas residuales	0,1478
5 Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes	0,0609
6 Grasas, Carnaza y recortes (kg/piel)	0,0212
7 Lodo (kg/piel)	0,1577
8 SST (mg/L)	0,0806
9 Sulfuro de sodio en Pelambre (% sobre el peso del lote) toneladas	0,0249

Tabla 19. Normalización de pesos del clúster de parámetros ambientales con respecto al criterio ambiental. Fuente: Propia (Software SuperDecisions).

PARÁMETROS ECONÓMICOS	Normalizado
1 Aprovechamiento	0,278
2 Capacidad de Producción por lote (toneladas/bombo)	0,1245
3 Costo dm ² cuero Wetblue (1 día salario mínimo)	0,055
4 Cuenta con certificaciones ambientales	0,1765
5 Posición favorable de la autoridad ambiental	0,092
6 Posición favorable de otras autoridades	0,0543
7 Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades	0,1404
8 Riesgo químico	0,0304
9 Uso de la energía eléctrica kW/tphs	0,0489

Tabla 20. Normalización de pesos del clúster de parámetros económico con respecto al criterio económico. Fuente: Propia (Software SuperDecisions).

Por último, se ingresan las comparaciones de las alternativas con respecto a cada parámetro, basados en los valores normalizados en la sección 5.1. Una vez ingresadas todas las comparaciones se ejecuta SuperDecisions.

5.2.3. Paso 3. Construcción de matrices

Inicialmente se direcciona la Supermatriz de relación de dependencia, la cual indica con “1” la dependencia y con “0” su ausencia (Anexo N). Luego, se obtiene la Supermatriz de correlaciones no ponderada (Anexo O) dónde se muestran las relaciones de dependencias, contiene las comparaciones de las prioridades por pares. A continuación, se obtiene la Matriz

ponderada (Anexo P), la cual consiste en que los componentes de supermatriz no ponderados se han multiplicado por pesos de racimo, en una jerarquía no hay ponderaciones de clúster y la supermatriz ponderada es la misma que la no ponderada. Por último, se obtiene la supermatriz límite (Anexo Q), resultado de elevar la supermatriz ponderada a potencias hasta que converge para dar la respuesta. Esta es mostrada por el software como la suma de todos los poderes. Se hace de esta manera con el fin de mostrar las prioridades de todos los nodos con respecto al objetivo.

La supermatriz límite presenta el puntaje obtenido para cada parámetro, siendo los de mayor valor son el consumo de agua m³/t phs (0,33), el conflicto con comunidades e instituciones (0,29) y el aprovechamiento (0,28). Lo anterior es indicativo de la asignación de “fuertemente más importante” del criterio ambiental frente a los otros. Estos valores permiten manifestar el alineamiento que se traza en el marco de la **sostenibilidad** y proporcionar relevancia del consumo de agua elevado, con derivaciones en el conflicto que representa entre las partes interesadas, entre ellas las comunidades aledañas y la eficiencia del proceso (ver figura 15). Con lo anterior, se ratifica la necesidad planteada en el planteamiento del problema.

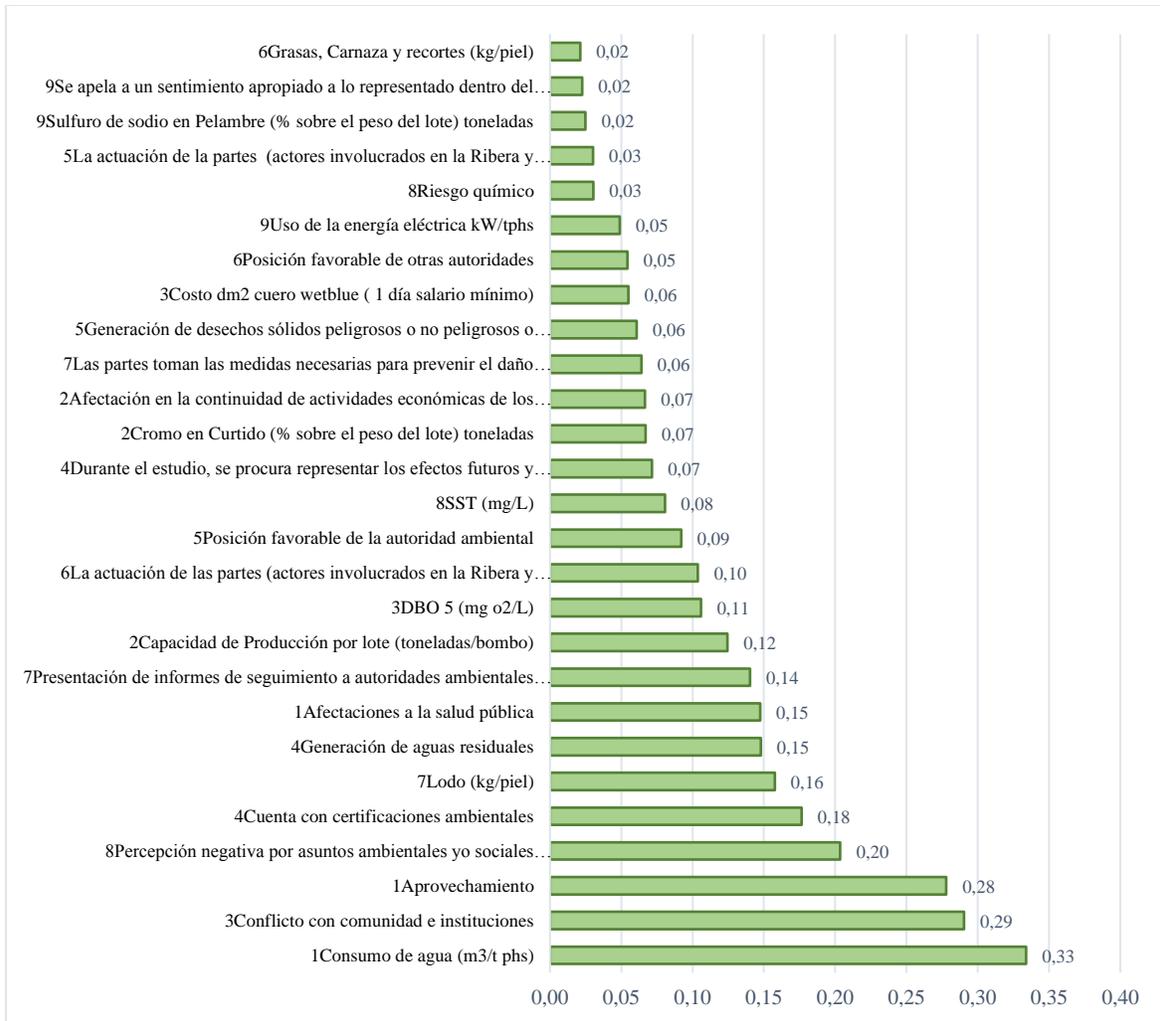


Figura 15. Puntaje obtenido de la supermatriz límite para cada indicador. Fuente: Propia (Software SuperDecisions).

Asimismo, en la supermatriz límite (Anexo Q) se definen los puntajes obtenidos para cada alternativa. En la figura 16, se observa el puntaje normalizado para cada Alternativa: 0,4974 para el Estado Productivo 2; 0,3483 para el Estado Productivo 1 y 0,1543 para el Estado Productivo 0.

El Estado Productivo 2 obtuvo el mejor resultado con relación con las otras alternativas, debido por las altas valoraciones en parámetros críticos de la investigación con respecto al consumo de agua, el conflicto con comunidades y el aprovechamiento. Además, las expectativas de tener una tecnología que predispone al mejoramiento del proceso de curtido con el

compromiso de la alta dirección, influye en que se instaure una cultura de mejora continua dentro de la empresa. En cuanto a la segunda alternativa valorada, el Estado productivo 1, se observa que tiene una puntuación aceptable comparando en el estado productivo anterior, ya que el solo hecho de tener un proceso mejorado tecnológicamente, promete eficiencia en el uso de recursos y las relaciones con su entorno. Por último, el Estado Productivo 0, determina una línea base para analizar la conveniencia de las otras alternativas. Su baja puntuación es el resultado de un proceso generalmente artesanal y que conlleva numerosos problemas con las partes interesadas.

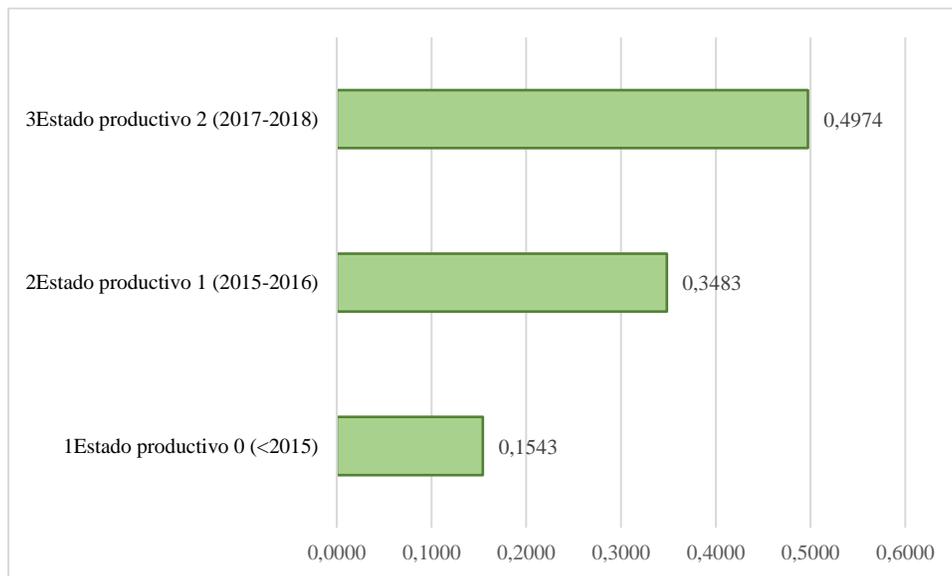


Figura 16. Puntajes normalizados para cada alternativa. Fuente: Propia (Software SuperDecisions).

5.2.4. Paso 4. Selección de la alternativa más sostenible

Consistente con toda la información anterior y haciendo uso del instrumento de software SuperDecisions que soporta la aplicación del modelo de Análisis de Decisión multicriterio AHP, se consigue el resultado normalizado del vector decisión descrito para la aplicación del caso de estudio Soto (2017). Como alternativa más sostenible del modelo, se muestra a la Alternativa del Estado Productivo 2 como la escogida con un peso del 0,4974.

5.3. Análisis de resultados

Con los datos obtenidos anteriormente, se procede al análisis de resultados, como primer cálculo validamos el grado de inconsistencia, el cual es crítico en el uso del software SuperDecisions, según Hurtado y Bruno (2005, pág. 23) inconsistencias $>0,1$ son señales de juicios inconsistentes, en cambio valores $<0,1$ son señal de un nivel consistente de las comparaciones pareadas. Se corrobora que todas las comparaciones pareadas sean consistentes, verificando las comparaciones entre clúster de criterios, entre parámetros de cada clúster y de los respectivos parámetros contra las tres alternativas. La comprobación concluye que todos los datos son consistentes.

Es de aclarar que las matrices de correlación no explican la causalidad, ya que los resultados arrojados por el software SuperDecisions, dan un resultado normalizado de la conveniencia de los tres estados productivos, más no explican el porqué de la alternativa seleccionada, esto se examina desde diferentes puntos de vista expuestos a continuación:

- Económico: este aspecto es al que más relevancia enfoca una empresa y la curtiembre en estudio no es la excepción, pese a que la inversión inicial para la creación del Estado Productivo 1 es una suma elevada de dinero, pues la empresa no contaba con el gran número de variables a tener en cuenta para el funcionamiento y control de los procesos. Se evidenciaron problemas de articulación, como lo son: la transferencia de conocimiento, la alta rotación de personal, el ineficiente aprovechamiento de materia prima y la negligencia en el manejo de subproductos peligrosos y no peligrosos. Se demuestra que el Estado Productivo 2 logra superar estas deficiencias.

Aunque se afirmaba que el Estado Productivo 1 iba a ser menos eficiente que el Estado Productivo 0, en materia económica, los datos del análisis integral demostraron que no es el caso y que los problemas en la fabricación del cuero se concentraban en el capital humano.

- Social: los resultados determinan que los aspectos definidos en los conflictos con comunidades e instituciones tienen una gran participación en la contribución negativa para el desarrollo del proceso. Se aduce que el cambio de ámbito cultural con respecto a las comunidades aledañas, generan aceptación de los proyectos, lo cual contribuye positivamente al desarrollo de las actividades, no solo de carácter técnico, sino que también de derechos y deberes de las partes interesadas. Representados en horarios laborales, prestaciones sociales, el pago del salario quincenal y el cuidado del trabajador. Esto es deducido debido al gran desempeño del Estado Productivo 2, el cual garantiza cada una de los anteriores requisitos.

- Ambiental: en este criterio existe un importante punto de quiebre en cuanto al manejo de los requisitos ambientales, ya que el Decreto 3930 del 2010 cambia las exigencias en cuanto a la generación de residuos vertidos por una curtiembre. Esto genera incertidumbre en el sector e incentiva a proyectos de mejoramiento para el cumplimiento de las nuevas exigencias. La curtiembre en estudio, toma una importante decisión a mediados del 2013 para realizar la construcción de una curtiembre que incluya los procesos de Ribera y Curtido, para garantizarse a sí misma el suministro de cuero para sus líneas de producción de Marroquinería, Bolsos y Calzado, con lo cual se apropia y responsabiliza de un proceso complejo en la industria del cuero. Los resultados demuestran que, aunque fue una decisión arriesgada pero que representó una adecuada eficiencia en la evaluación del Estado Productivo 2.

- Empresarial / País: es importante establecer que la decisión tomada en esta investigación, propone un concepto integro de **SOSTENIBILIDAD**, el cual procura que los

procesos se realicen para el beneficio común. La alternativa seleccionada garantiza un funcionamiento más eficiente de obtención de cuero Wetblue comparado a los procesos comunes encontrados en la mayoría de curtiembres Latinoamericanas.

- Producción: para una producción sostenible debe realizarse procesos industriales que dictaminen metas cuantificables a través de indicadores como los expresados representativos en esta investigación (Corantioquia; Centro Nacional de Producción más Limpia, 2016). Los resultados dan prioridad a la conservación del agua, del suelo y manejo de residuos sólidos y líquidos. Realizando semejanzas en cuanto a otros sectores agroindustriales como los programas “Construyendo el modelo para la gestión integrada del recurso hídrico en la caficultura colombiana”, que tipifican los tipos de productos y subproductos, certificándolos y llevándolos a mercados internacionales.

La sostenibilidad desde un marco productivo se considera en el esfuerzo de “tratar de no tratar”. Es así como el consumo bajo de químicos (cromo y sulfuros) y la disminuida generación de SST y DBO, en los procesos de Ribera o Curtido del Estado Productivo 2, son claros contribuyentes benéficos para la obtención del cuero Wetblue con respecto a las otras alternativas.

- Técnico: El proceso de evaluación obtuvo una gran cantidad de parámetros identificados, siendo necesario la aplicación de filtros para la depuración de las más significantes y no redundantes. Esto es importante teniendo en cuenta que se trabaja con recursos limitados para el trabajo investigativo, además, como se expuso, la mente humana no computa grandes datos de información en cuanto a las correlaciones necesarias para un sistema multicriterio y esto sólo hubiera aumentado el margen de error de la decisión tomada.

La sostenibilidad y la industria

Esta investigación resalta de manera específica el esfuerzo mundial por parte de particulares en la forma de contribuir a la mitigación del impacto ambiental provocado por el sector industrial, con la creación de área de gestión ambiental, acotadas a los lineamientos de sostenibilidad definiéndola como “El desarrollo sostenible reconoce que el crecimiento debe ser inclusivo y al mismo tiempo ambientalmente racional para poder reducir la pobreza y generar prosperidad, tanto para quienes viven en el planeta en el presente como para las futuras generaciones” según Jiménez (2016). Este trabajo busca fundar las bases para establecer que un buen desempeño económico es la consecuencia de hacer bien las cosas en cuanto a lo social y ambiental.

Se demuestra una conexión entre los objetivos de desarrollo del banco mundial y los beneficios aportados por la evaluación comparativa en los tres estados productivos, señalan que la inversión en tecnología que aporte al desarrollo integral de los procesos productivos, se traduce en una mejora en aspectos claves como lo son la imagen corporativa, la recuperación de sobrecostos en el tratamiento de subproductos propios de los procesos y la investigación de nuevos mercados.

Procurando radicar la visión empresarial-país, se precisa con urgencia que de este tipo de cambios en los sistemas productivos depende la supervivencia humana. Con recursos finitos para las futuras generaciones y las proyecciones de crecimiento que se tienen en la actualidad, es urgente realizar la adaptación necesaria para garantizar ese futuro.

A nivel internacional, estos resultados son apoyados por entidades como el Índice de Sostenibilidad del Dow Jones, el cual valida globalmente el desempeño, desarrollo y aporte de las empresas de diferentes sectores de la economía que son líderes en temas de sostenibilidad. Se ubican a empresas colombianas como el Grupo Bancolombia (2019) y Argos (2019) y Grupo

Nutresa (2019) como líderes mundiales en la práctica de lineamientos que garantizan el correcto uso de los recursos.

En términos generales la capacidad que permite prosperar y avanzar consistentemente en aspectos económicos, y aportar a la sociedad manteniendo un equilibrio con el medioambiente es la sostenibilidad. En ese sentido, se deben fortalecer insistentemente la cadena de valor, la mitigación de riesgos, la calidad del producto y las experiencias y servicios a todos los actores interesados.

5.4. Análisis de sensibilidad

La evaluación de datos en la toma de decisiones de criterios múltiples adolece de una falta de seguridad, precisión y exactitud de los datos. Los autores Govindan, Kaliyan, Kannan y Haq (2014) y los estudios complementarios de Moktadir, Rahman, Rahman, Mithun y Kumar (2018) argumentan que es importante analizar la estabilidad de la clasificación porque una pequeña variación de los pesos relativos de los parámetros puede llevar a grandes variaciones en la clasificación obtenidas por Kumar, Govindan y Luthra (2017). Adicionalmente, el análisis de sensibilidad puede garantizar los cambios en la clasificación final por los pequeños cambios en los pesos relativos de los parámetros.

Se proponen cambios en los pesos del nivel de importancia del clúster de criterios con respecto al objetivo de la investigación, planteando los siguientes escenarios:

Escenario 1: se le asigna un peso respecto a la escala de Saaty al Clúster Ambiental de 9 “Extremadamente más importante que” con respecto al Criterio Económico y 9 “Extremadamente más importante que” con respecto al Criterio Social. Y el Criterio Social es calificado con 1 “Igualmente importante que” con respecto al Criterio económico. Para cumplir

con los límites de consistencia. Los resultados de la figura 17 son similares a los expuestos en la sección 5.2.4 revelando así la constancia de la alternativa relacionada como mejor.

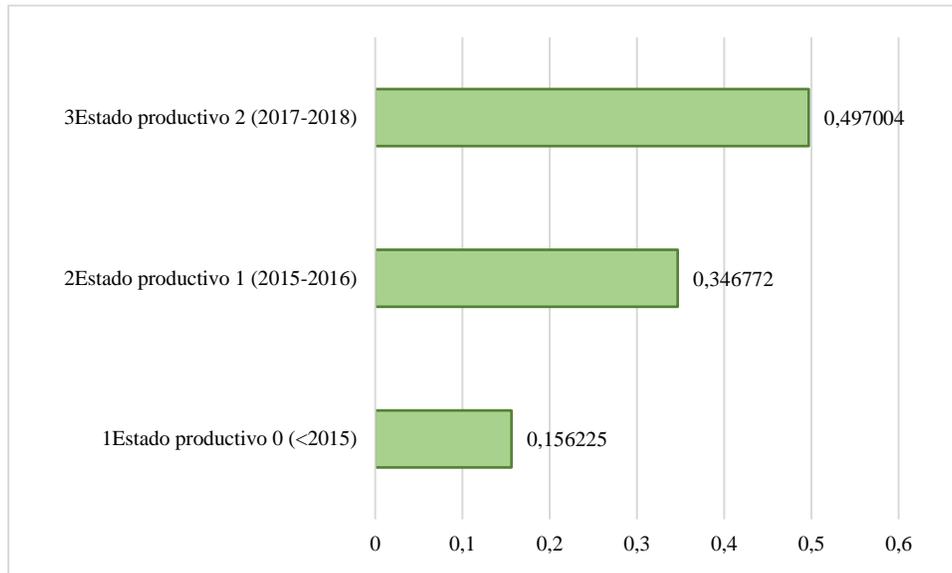


Figura 17. Puntajes normalizados para cada alternativa (Sensibilidad en el escenario 1).
Fuente: Propia (Software SuperDecisions).

Escenario 2: se le asigna un peso respecto a la escala de Saaty al Clúster Económico de 9 “Extremadamente más importante que” con respecto al Criterio Ambiental y 9 “Extremadamente más importante que” con respecto al Criterio Social. Y el Criterio Social es calificado con 1 “Igualmente importante que” con respecto al Criterio Ambiental. Para cumplir con los límites de consistencia. En la figura 18 se expresan los resultados. Observándose en primer lugar la constancia del Estado Productivo 2 manteniendo un puntaje de 0,463 y la aproximación de los puntajes entre el estado productivo 1 y 0. Explicando así la importancia de la evaluación integral ya que este escenario propone un enfoque económico lo cual sesga los resultados hacia este criterio.

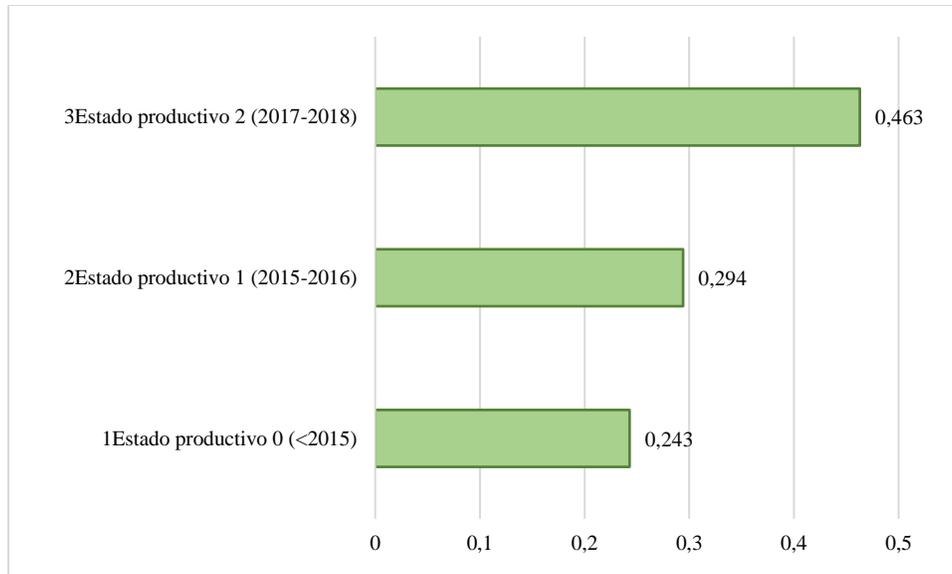


Figura 18. Puntajes normalizados para cada alternativa (Sensibilidad en el escenario 2).
Fuente: Propia (Software SuperDecisions).

Escenario 3: Además, se realizan cambios en los pesos de cada uno de los parámetros, de los cuales no se evidencian cambios considerables excepto con el consumo de agua (m³/t phs). Cuanto la importancia de este parámetro aumenta drásticamente se observa como los Estados Productivos 1 y 0 obtienen puntajes muy similares, pero reafirma el puntaje del Estado productivo 2. En la siguiente figura se puede apreciar el resultado.

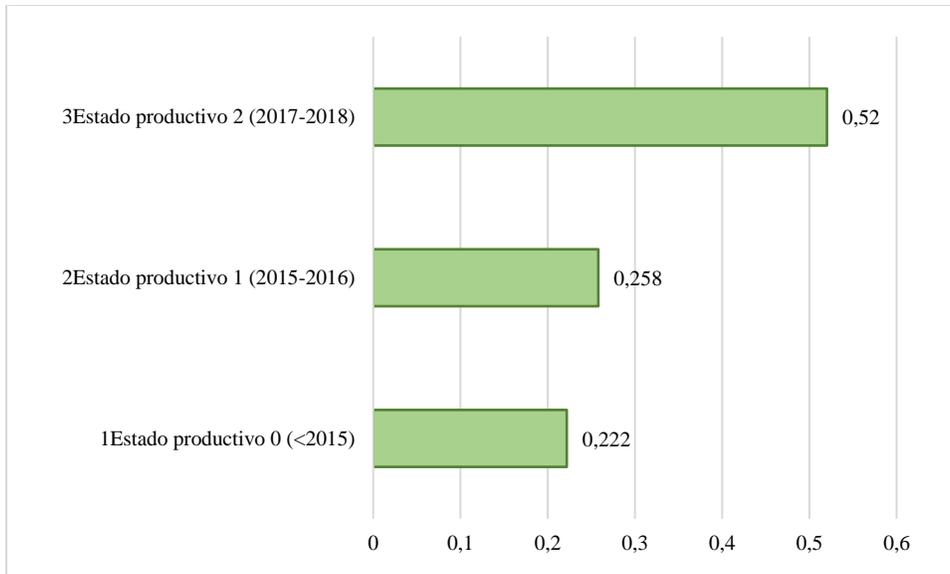


Figura 19. Puntajes normalizados para cada alternativa (Sensibilidad en el escenario 3).
Fuente: Propia (Software SuperDecisions).

Conclusiones

- Se comprueba la hipótesis en la investigación dónde se plasma que las empresas cuenten con una identificación de los diferentes criterios y parámetros implicados en la producción del cuero Wetblue, lo cual permite realizar un análisis de la producción sostenible. El estudio de resultados confirma que el Estado Productivo 2 resulta ser el más eficiente, dada la adquisición de tecnología avanzada comparada a la tradicional en el Estado productivo 0 y a la curva de aprendizaje este esta implicó en la transmisión de conocimiento para la estabilización del proceso.
- Se encuentra satisfactoriamente el nivel de contribución económica, social y ambiental para la obtención el cuero Wetblue en los procesos de fabricación de Ribera y Curtido frente a su proceso previo suplementario de compra, con el uso de diferentes métodos de gestión de control.
- La metodología de mapeo de actividades resultó adecuada para la caracterización de los procesos de producción del cuero Wetblue, determinando claramente los tres estados productivos dispuestos como alternativas en la investigación.
- Se encontró información que permite identificar los Criterios y Parámetros tanto cuantitativos y cualitativos los cuales son claves para la determinación de la contribución que tienen estos en el proceso de fabricación del cuero Wetblue tal como lo manifestó el resultado.
- El resultado de la comparación de los tres estados productivos con una metodología de proceso de análisis jerárquico (AHP), permite obtener la alternativa de mejor eficiencia integral para la producción del cuero Wetblue. Metodología representada por su practicidad y simpleza en el uso de recursos, con respecto a metodologías de procesos de análisis

de red (ANP) que implican mayor complejidad, tomando en cuenta que dentro del ámbito industrial siempre se buscan los métodos con menor inversión y mayor aprovechamiento.

- Un proceso de curtido sostenible, además de contemplar el aspecto ambiental, debe ser socialmente aceptable y ser económicamente viable, puesto que el análisis de ciclo de vida solamente incluye aspectos ambientales, necesita ser complementado con la evaluación de los costes que supondría la implementación de las propuestas de mejora. Además, las políticas públicas deben promocionarse para el mejoramiento de los procesos, esto garantizaría un motor de innovación sostenible según Ikrama, Zhou, Shaha y Liuc (2019).

- En el actual ambiente económico mundial, la incidencia de temas sociales en una empresa es notable debido al progreso del pluralismo y a la expansión de los medios de comunicación, los clientes exigen cada vez más la responsabilidad de los efectos sociales y ambientales de sus acciones. Para garantizar la sostenibilidad las empresas deben realizar procesos de evaluación integral de la contribución de las actividades al producto y así certificar la sostenibilidad.

- El cambio de las condiciones del proceso en la etapa de curtido al cromo en el Estado Productivo 2, son determinantes para la consideración de un proceso ambientalmente responsable; las curtiembres convencionales no garantizan el correcto uso de este químico peligroso ya que emplean un 44% más de producto para el desarrollo de la actividad de curtido, con lo cual son claramente afectadas en el análisis comparativo.

- Los resultados evidencian la consideración en los análisis del concepto de “Costos de la no calidad”, el cual se evidencia en los estados productivos 0 y 1. Estos causan ineficiencia en los procesos productivos, generando mayores aguas residuales y residuos sólidos, convirtiendo todo en un ciclo vicioso creciente de problemáticas.

- Se evidencia como parámetro importante en la producción del cuero Wetblue, el consumo de agua, siendo absolutamente indispensable garantizar la disposición de esta en las condiciones adecuadas para el proceso productivo en las etapas de Ribera y Curtido.

- Desde la ingeniería industrial se identifica la problemática evidenciada en la curtiembre en estudio, utilizando instrumentos relacionados con el área de conocimiento, para aplicar la metodología propuesta de manera adecuada se da respuesta a la problemática identificada, sobre la contribución en el proceso productivo del cuero Wetblue. y la toma de decisión de la comparación en los tres estados productivos.
- Un factor central para el análisis, es el relativo cambio de normas a través de tiempo, ya que estas evolucionan y se adaptan a las constantes necesidades de la sociedad. La postura de la autoridad ambiental es importante para el pleno cumplimiento de los requerimientos fijados por las leyes. Este trabajo toma en cuenta los cambios provocados por la implementación del Decreto 3930 del 2010 en la industria del curtido de pieles, comprobando que éstas exigencias gubernamentales acompañadas con incentivos a través de Colciencias estimulan a las empresas a mejorar sus procesos por el bien común.
- El Criterio ambiental resulta muy distintivo para el análisis de la contribución, esta investigación concluye que es necesario dar representatividad a los parámetros ambientales dentro del marco productivo, ya que de esto depende que los recursos implicados para la obtención de un producto mitiguen las repercusiones ambientales en las partes interesadas (empresa, comunidad aledaña, autoridades competentes).

Recomendaciones

En esta investigación se realizó una comparación de la contribución a los procesos productivos para la fabricación de cuero Wetblue, se espera que se presenten futuras investigaciones relacionadas con la importancia para evaluar los efectos a los procesos que garanticen la sostenibilidad.

Para la investigación se utilizó la metodología de comparación de proceso de análisis jerárquico (AHP), debido a su eficiencia y practicidad, la cual fue aplicada considerando sus limitantes. Sin embargo, también se recomienda revisar en los usos de la metodología multicriterio de procesos de análisis de red (ANP) y evaluar sus resultados, pese a que puede ser más compleja de utilizar ya que puede consumir más recursos.

Se recomienda ampliar el número de parámetros identificados para las correlaciones, con sistemas que permitan sortear la depuración excesiva de estos, ya que a menor número de parámetros aumenta el margen de error en la toma de la decisión.

Con el aumento de la producción científica en la evaluación multicriterio de procesos productivos, se esperaría que los gobiernos jueguen un papel activo en otorgar certificados a las empresas que adopten sistemas sostenibles, esto alentará la conciencia sobre el uso de los beneficios. Esto se debe acompañar con auditorías internas, dialectos comprensibles para los actores involucrados y la generación de estándares y requisitos sobre los impactos ambientales.

Bibliografía

- Agudelo, S., & Gutiérrez, P. (2007). Ahorro de agua y materia prima en los procesos de pelambre y curtido del cuero mediante precipitación y recirculación de aguas. *Dyna*, 241-250.
- Álvarez, A. (2016). Retos de américa latina: agenda para el desarrollo sostenible y negociaciones del siglo XXI. *Problemas del Desarrollo*, 9-30.
- Álvarez, L. (2014). Gestión tecnológica de agua en empresas curtidoras: sistema de monitoreo de variables ambientales. *Revista gestión de las personas y tecnología*, 28-40.
- Álvarez, L., & Tagle, D. (2014). Integración de energías renovables en procesos de tenerías: ¿alternativa de innovación tecnológica para la sustentabilidad? *Economía informa*, 66-79.
- Aquim, P. M., Hansen, É., & Gutterres, M. (2019). Water reuse: An alternative to minimize the environmental impact on the leather industry. *Journal of Environmental Management*, 456-463.
- Aragón, J., & Sharma, S. (2014). Gestión tecnológica de agua en empresas curtidoras: sistema de monitoreo de variables ambientales. *Revista gestión de las personas y tecnología*, 28-40.
- Argos. (30 de junio de 2019). *Grupo Argos*. Obtenido de <https://colombia.argos.co/Acerca-de-Argos/Sostenibilidad>
- Ballou, R. (2004). *Logística Administración de la Cadena de Suministro*. México D.C.: Pearson Educación.
- Banco Mundial. (Junio de 2013). *Ecuador principles*. Obtenido de http://equator-principles.com/wp-content/uploads/2018/01/equator_principles_spanish_2013.pdf

- BASF. (05 de 01 de 2018). *Pocket Book for the Leather technologist*. Obtenido de http://www.indigoquimica.net/pdf/biblioteca/miscelanea/Pocket_Book_for_the_Leather_Technologist.pdf
- Benitez, N. (2011). Producción limpia y biorremediación para disminución de la contaminación por cromo en la industria de curtiembres. *Ambiente y Sostenibilidad, Revista del Doctorado Interinstitucional en Ciencias Ambientales*, 25-31.
- Binia, C., Maleci, L., & Romanina, A. (2008). The chromium issue in soils of the leather tannery district in Italy. *Journal of Geochemical Exploration*, 194-202.
- Brans, J., & Mareschal, B. (1994). The PROMCALC & GAIA decision support system for multicriteria decision aid. *Decision Support System*, 297-310.
- Campos, J., Mosquera, A., & Méndez, R. (2007). Tratamiento aerobio de efluentes de curtidurías: Estado del arte. En R. Méndez, G. Vidal, K. Lorber, & F. Márquez, *Producción limpia en la industria de curtiembre* (págs. 141-161). Santiago de Compostela: Servicio de publicaciones e intercambio Científico.
- Carrillo, G., Azamar, A., & Cervantes, G. (2017). Innovación tecnológica y curtiduría en el estado de Guanajuato. *Economía informa*, 66-79.
- Carvajal, D., & Gonzalez, A. (2003). La contribución del patrimonio geológico y minero al desarrollo sostenible. En R. Villas, A. González, & G. de Albuquerque, *Patrimonio geológico minero en el contexto de cierres de minas* (págs. 27-50). Rio de Janeiro: Agencia Espanhola de cooperação AECI.
- Cervantes, G., Sosa, R. R., & Robles, F. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 63-70.

Colciencias. (20 de Agosto de 2015). Obtenido de

<https://www.colciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-para-proyectos-investigacion-o-desarrollo-tecnologico-que>

Conseil National du Cuir. (30 de Enero de 2019). *Conseil National du Cuir*. Obtenido de

https://conseilnationalducuir.org/sites/default/files/cnc/communiqués/ConseilNationalDuCuir_CommuniquePresse-2019-01-30.pdf

CONTANCE. (17 de Junio de 2008-2010). *Social Sectoral Dialogue Committee*

Leather/Tanning. Obtenido de Social & Environmental Reporting Standard in the European Leather/Tanning : <https://www.euroleather.com/index.php/projects/151-social-and-environmental-reporting>

Corantioquia. (10 de Marzo de 2018). *Corantioquia*. Obtenido de

<http://www.corantioquia.gov.co/SitePages/gestiointegralresiduossolidos.aspx>

Corantioquia (2019). Encuesta [Grabado por J. Pantoja]. Medellín, Antioquia, Colombia.

Corantioquia; Centro Nacional de Producción más Limpia. (2016). *Corantioquia*. Obtenido de

http://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Gesti%C3%B3n%20ambiental/Producci%C3%B3n%20y%20Consumo%20Sostenible/Manuales_GIRH/Cafetero.pdf

Corporación Financiera Internacional. (1 de Enero de 2012). *Corporación Financiera*

internacional. Obtenido de

http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/55d37e804a5b586a908b9f8969adcc27/PS_Spanish_2012_Full-Documents.pdf?MOD=AJPERES

Creative Decisions Foundation. (13 de Marzo de 2019). SuperDecisions. Medellín, Antioquia,

Colombia: Creative Decisions Foundation.

Cueva, J. (2018). *Desarrollo de una metodología de priorización y diferenciación de proyectos de aprovisionamiento de agua para consumo humano en una zona rural colombiana.*

Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Decreto 1594 Usos del agua y residuos líquidos (Presidencia de la república 26 de Junio de 1984).

Decreto 1713 prestación del servicio público de aseo, y la Gestión Integral de Residuos Sólidos (Presidencia de la república 6 de Agosto de 2002).

Decreto 2981 de 2013, Reglamento del Servicio Público de Aseo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio Julio de 2014).

Decreto 3930 Usos del agua y residuos liquidas y se dictan otras disposiciones (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo sostenible 25 de Octubre de 2010).

Decreto 605 de 1996 (Presidencia de la Republica 27 de marzo de 1996).

Decreto 838 (Presidencia de la Republica 23 de Marzo de 2005).

Decreto Número 4741 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 30 de Diciembre de 2005).

Del-Río-González, P. (2009). The empirical analysis of the determinants for environmental technological change: a research agenda. *Ecological Economics*, 861 – 878.

Dixit, S., Yadav, A., Dwivedi, P., & Das, M. (2015). Toxic hazards of leather industry and technologies to combat threat: a review. *Journal of Cleaner Production*, 39-49.

e-Handbook of Statistical Methods. (Abril de 2012). *Engineering statistics Handbook*. Obtenido de Caracterización del proceso de producción:

<https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/ppc/section1/ppc11.htm>

- Falconí, F., & Burbano, R. (2004). Instrumentos económicos para la gestión ambiental : decisiones monocriteriales versus decisiones multicriteriales. *Revista iberoamericana de economía ecológica*, 11-20.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i5599e.pdf>
- Fundación de Estudios Rurales. (23 de Julio de 2018). Obtenido de https://issuu.com/upa_latierra/docs/16524_anuario_web1_2016
- Galarza, S., Torres, A., Méndez, S., & Pérez, B. (2011). Herramienta de análisis multi-criterio como soporte para el diseño del programa social de la facultad de ingeniería. *Estudios Gerenciales*, 175-194.
- García, E. (2008). Economía ecológica frente a economía industrial. El caso de la industria de la curtiduría en México. *Revista Argumentos*, 55-71.
- Goumans, M., & Lygerou, V. (2000). An extension of the PROMETHEE method for decision making in fuzzy environment: Ranking of alternative energy exploitation projects. *European Journal of Operational Research*, 606-613.
- Govindan, K., Kaliyan, M., Kannan, D., & Haq, A. (2014). Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. *Int. J. Production Economics*, 555-568.
- Grupo de Investigaciones Ambientales . (2016). *De la piel al cuero: desafiando los paradigmas de la industria del curtido*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Grupo de investigaciones ambientales UPB. (2015-2016). *Desarrollo del proceso productivo integral para la producción de cuero incorporando conceptos de reconversión de procesos y tecnologías limpias, para ser aplicado en la nueva planta de cueros de cueros*

vélez s.a.s. Medellín: Informe de supervisión técnica, Convocatoria 691-2014 de COLCIENCIAS.

Grupo Nutresa. (30 de Junio de 2019). *Grupo Nutresa*. Obtenido de

<https://www.gruponutresa.com/sostenibilidad/>

Guimarães, J. L., & Salomon, V. A. (2015). ANP Applied to the Evaluation of Performance

Indicators of Reverse Logistics in Footwear Industry. *Procedia Computer Science*, 139-148.

Grupo Bancolombia. (23 de Junio de 2019). *¿Qué es sostenibilidad?* Obtenido de

<https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/acerca-de/informacion-corporativa/sostenibilidad/que-es-sostenibilidad>

Gutiérrez, M., Palomo, R., & Fernández, G. (2013). Las cajas de ahorros españolas: ¿una

pretendida reordenación bajo criterios de racionalidad económica y social? *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 250-258.

Gutiérrez, R., & Almanza, C. (2016). Una aproximación a la caracterización competitiva de los

sectores productivos industrial y floricultor del municipio de Madrid Cundinamarca, Colombia. *Suma de Negocios*, 82-93.

Harrington, J. (1993). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. Bogotá: MCGRAW-HILL /

Interamericana de Colombia.

Hurtado, T., & Bruno, G. (2005). *El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta*

para la toma de decisiones en la selección de proveedores: Aplicación en la selección del proveedor para la empresa gráfica comercial MyE S.R.L. Lima: Universidad Nacional

Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Matemáticas.

- Ikrama, M., Zhou, P., Shaha, S., & Liuc, G. (2019). Do environmental management systems help improve corporate sustainable development? Evidence from manufacturing companies in Pakistan. *Journal of Cleaner Production*, 628-641.
- IL&FS Ecosmart Limited. (Septiembre de 2009). *Technical EIA guidance manual for Leather/skin/hide processing industry*. Obtenido de http://www.ercindia.org/files/EIA%20Manuals/EIA%20Manual_Leather%20Industry.
- Jaramillo, P. (Febrero de 2019). Anàlisis multiobjetivo, problemas discretos. (J. Pantoja, Entrevistador)
- Jiménez, E. (2016). La ética y la moral: Paradojas. *Revista CES Psicología*, 109-121.
- Kong, J., Yue, Q., Huang, L., Y. Gao, Y. S., Gao, B., Li, Q., & Wang, Y. (2013). Preparation, characterization and evaluation of adsorptive properties of leather waste based activated carbon via physical and chemical activation. *Chemical Engineering Journal*, 62–71.
- Kumar, S., Govindan, K., & Luthra, S. (2017). Prioritizing the barriers to achieve sustainable consumption and production trends in supply chains using fuzzy Analytical Hierarchy Process. *Journal of Cleaner Production* , 509-525.
- Kuo, T.-C., Huang, S. H., & Zhang, H.-C. (2002). Design for manufacture and design for 'X': concepts, applications, and perspectives. *Computers & Industrial Engineering*, 241-260.
- Lachman, R. (1985). Public and private sector differences: CEOs' perceptions of their role environments. *Academy of Management Journal*, 671-680.
- Leguizamón, L. (2018). *Diseño de un mapa de procesos en una curtiembre*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

ley 142 "Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones (Congreso de la república 11 de Julio de 1992).

Ley 373 de 1997, Diario oficial No. 43.058 (11 de Junio de 1997).

Ley General Ambiental de Colombia, Ley 99 de 1993 (Dierio Oficial No. 41.146 22 de Diciembre de 1993).

Lofrano, G., Meriç, S., Emel, G., & Orhon, D. (2013). Chemical and biological treatment technologies for leather tannery chemicals and wastewaters: A review. *Science of the Total Environment*, 265-281.

Lopes, M., & Moneva, J. (2011). El desempeño económico financiero y responsabilidad social corporativa Petrobrás versus Repsol. *Contaduría y Administración*, 131-167.

Lorber, K. (2007). Gestión de residuos en la industria del curtido. En R. Méndez, G. Vidal, K. Lorber, & F. Márquez, *Producción limpia en la industria de las curtiembres* (págs. 341-355). Santiago de Compostela: Servicio de publicaciones e intercambio Científico.

Lorber, K. E., Konrad, C., Márquez, F., Muñoz, M., Bornhardt, C., Méndez, R., & Rivela, B. (2007). Análisis de los flujos de materia en las industrias de curtiembre. En R. Méndez, G. Vidal, K. Lorber, & F. Márquez, *Producción Limpia en la industria de Curtiembre* (págs. 63-78). España: Servicio de Publicacións e Intercambio Científico.

Luca, A., & Puccini, M. (2019). Leather tanning: Life cycle assessment of retanning, fatliquoring and dyeing. *Journal of Cleaner Production*, En impresión, Manuscrito aceptado.

Mallar, M. Á. (2010). Process management: an effective management approach. *Visión de Futuro*, 127-145.

- Mardani, A., Jusoh, A., MD Nor, K., Khalifah, Z., Zakwan, N., & Valipour, A. (2015). Multiple criteria decision-making techniques and their applications—a review of the literature from 2000 to 2014. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 516-571.
- Márquez, F., & Bezama, A. (2007). Gestión de productos y residuos peligrosos en la industria de curtidos. En R. Méndez, G. Vidal, K. Lorber, & F. Márquez, *Producción Limpia en la industria de curtiembre* (págs. 383-401). Santiago de Compostela: Servizo de Publicacións e Intercambio Científico.
- Martínez, S., & Romero, J. (2018). Revisión del estado actual de la industria de las curtiembres en sus procesos y productos: un análisis de su competitividad. *Revista Facultad de Ciencias económicas*, 113-124.
- Melnyk, S., Sroufe, R., & Calantone, R. (2003). Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. *Journal of Operations Management*, 329-351.
- Mesa sectorial del cuero, calzado y marroquinería. (17 de Junio de 2015). *SENA, Sistema de bibliotecas*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11404/2097>
- Miller, G. (1956). The Magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 81-97.
- Minambiente. (26 de Febrero de 2018). *Ministerio de ambiente*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/1700-minambiente-presenta-nueva-norma-de-vertimientos-que-permitira-mejorar-la-calidad-agua-del-pais>
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2010). *Política nacional de producción y consumo*. Bogotá: Centro de Documentación MAVDT.

- Moktadir, M. A., Rahman, T., Rahman, M. H., Mithun, S., & Kumar, S. (2018). Drivers to sustainable manufacturing practices and circular economy: A perspective of leather industries in Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*, 1366-1380.
- Moreno, J. (2002). El proceso analítico jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones. *Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*, 28-77.
- Mortensen, L., & Kørnø, L. (2019). Critical factors for industrial symbiosis emergence process. *Journal of Cleaner Production*, 56-69.
- Munoz, M., & Hidalgo, D. (2007). Estudios de reciclaje de los efluentes de Pelambre y Curtido de una curtiembre. En R. Méndez, G. Vidal, K. Lorber, & F. Márquez, *Producción limpia en la industria de curtiembre* (págs. 127-139). Santiago de Compostela: Servizo de Publicacións e intercambio Científico.
- Naranjo, D., & Ruiz, D. (2015). The use of benchmarking to manage the healthcare supply chain: effects on purchasing cost and quality. *Gaceta Sanitaria*, 118-122.
- Organización de las Naciones Unidas. (2002). *La Abolición de la Esclavitud y sus Formas contemporáneas*. Obtenido de <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/slaverysp.pdf>
- Peña, D. (2002). *Análisis de datos multivariantes*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Pinedo, R. (2012). *Impactos ambientales generados por la curtiembre D-Leyse, en el distrito el Porvenir, Provincia de Trujillo, Región la Libertad Informe de práctica pre-profesional, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Departamento académico de Ciencias Ambientales*. Obtenido de https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academi

- Pinto, M. B., Samanamud, G. R., Baston, E. P., França, A. B., Naves, L. L., Loures, C. C., & Naves, F. L. (2019). Multivariate and multiobjective optimization of tannery industry effluent treatment using *Musa sp* flower extract in the coagulation and flocculation process. *Journal of Cleaner Production*, 655-666.
- Plaza, J., De Burgos, J., & Belmonte, L. (2011). Grupos de interés, gestión ambiental y resultado empresarial: una propuesta integradora. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 151-161.
- Polizzi, C., Alatríste-Mondragón, F., & Munz, G. (2018). The role of organic load and ammonia inhibition in anaerobic digestion of tannery fleshing. *Water Resources and Industry*, 25-34.
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2003). Programa de capacitación, consumo y producción . 29.
- Quintero-Gallego, M., Quintero-Angel, M., & Vila, J. (2018). Exploring land use/land cover change and drivers in Andean mountains in Colombia: A case in rural Quindío. *Science of The Total Environment*, 1288-1299.
- R.G.-de-Azevedo, A., Alexandre, J., Peixoto, L., da-S.T.-Manhães, R., Brito, J., & Marvilab, M. (2019). Characterizing the paper industry sludge for environmentally-safe disposal. *Waste Management*, 43-52.
- Resolución 1362 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2 de Agosto de 2007).
- Resolución 631 de 2015, Diario Oficial No. 49.486 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 18 de Abril de 2015).

- Resolución Número 0754 (MMinisterio de Vivienda, Ciudad y Territorio; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2014).
- Restrepo, D. (2017). Análisis del Riesgo Ambiental y Social en el Sector Bancario: Influencia de las Obligaciones, Responsabilidades y la Ética en la Calidad del Crédito. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Rivela, B., Bornhardt, C., Lorber, K. E., Vidal, G., & Méndez, R. (2007). Caracterización ambiental de una planta de Curtidos. En R. Méndez, G. Vidal, K. E. Lorber, & F. Márquez, *Producción Limpia en la industria de curtiembre* (págs. 79 - 75). Santiago de Compostela: Servizo de publicacións e intercambio científico.
- Rivera, M. (2010). *Gestión ambiental para minimizar la contaminación generada por la industria de la curtiembre en el distrito de El Porvenir*. Trujillo: Tesis, Universidad Nacional de Trujillo, facultad de ingeniería agroindustrial.
- Ruiz, M., Medardo, C., Mantilla, L., & López, P. (2016). Gestión Económica Ambiental Del Sector Curtiembre De Ambato. *Augusto Guzzo Revista Acadêmica*, 133-142.
- S. Link, E. N. (2006). Standardization and discretion: does the environmental standard ISO 14001 lead to performance benefits? *IEEE Transactions on Engineering Management*, 508-519.
- Saaty, T. (2008). The Analytic Hierarchy and Analytic Network Measurement Process: Applications to Decisions under Risk. *European journal of pure and applied mathematics*, 122-196.
- Salanova, B. (2016). *El ejercicio del derecho a la libertad de conciencia del trabajador en la empresa privada: el acomodo razonable*. Getafe: Universidad Carlo III de Madrid.
- Sales, M. (28 de Julio de 2017). Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/diagrama-de-pareto/>

- Sangwan, K. S. (2017). Key activities, decision variables and performance indicators of reverse. *Procedia CIRP*, 257-262.
- Sanint, E. (2010). *Métodos Cuantitativos para la toma de Decisiones Ambientales*. Medellín: Métodos Cuantitativos para la toma de Decisiones Ambientales.
- Sanint, E., Carmona, S., & Villegas, L. (2010). *Gestión Ambiental en proyectos de desarrollo*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Sanza, M., Siebel, M., Ahlers, R., & Gupta, J. (2016). New approaches to cleaner production: applying the SASI method to micro-tanneries in Colombia. *Journal of Cleaner Production*, 963-971.
- Satish, J., & Nageshab, N. (2018). Cleaner Production: A brief literature review. *Materialstoday: Proceedings*, 17944-17951.
- Serna, H. (2001). *Índice de Gestión*. Bogotá: 3R Editores.
- Sheng-Li, S., Xiao-Yue, Y., Hu-Chen, L., & Ping, Z. (2018). DEMATEL Technique: A Systematic Review of the State-of-the-Art Literature on Methodologies and Applications. *Mathematical Problems in Engineering*, 33.
- Singh, A., & Masuku, M. (2004). Sampling Techniques & Determination of Sample Size in Applied Statistics Research: an Overview. *International Journal of Economics*, 1-22.
- Śmiechowski, K., & Lament, M. (2017). Impact of Corporate Social Responsibility (CSR) reporting on pro-ecological actions of tanneries. *Journal of Cleaner Production*, 991-999.
- Śmiechowski, K., & Lament, M. (2017). Impact of Corporate Social Responsibility (CSR) reporting on pro-ecological actions of tanneries. *Journal of Cleaner Production*, 991-999.

- Soto, B. (2017). *Aplicación de una metodología multicriterio para la selección de proveedores de materias primas. Caso de estudio sector cosmético*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Industrial y Sistemas.
- Srividya, R. (2010). Don't throw it away: the corporate role in product disposition. *Journal of Business Strategy*, 50-55.
- Svensson, G., Ferro, C., Høgevold, N., Padin, C., Sosa, J., & Sarstedt, M. (2018). Framing the triple bottom line approach: Direct and mediation effects between economic, social and environmental elements. *Journal of Cleaner Production*, 972-991.
- Szuba, A., & Lorenc-Plucińska, G. (2018). Field proteomics of *Populus alba* grown in a heavily modified environment – An example of a tannery waste landfill. *Science of The Total Environment*, 1557-1571.
- Tabares, S., Anzo, E., & Estrada, L. M. (2014). La cooperación internacional en la internacionalización de pequeñas y medianas empresas de Medellín: un estudio de caso comparado. *Estudios Gerenciales*, 314–324.
- Thambar, P., Brown, D., & Sivabalan, P. (2019). Managing systemic uncertainty: The role of industry-level management controls and hybrids. *Accounting, Organizations and Society*, 1-20.
- Universitat Oberta de Catalunya. (30 de Enero de 2019). *Universitat Oberta de Catalunya*.
Obtenido de <http://biblioteca.uoc.edu/es/recursos/recurso/cfi-los-principios-de-ecuador>
- USAID; USEPA; CCAD. (20 de 12 de 2018). Obtenido de
<https://ecologiafacil.files.wordpress.com/2012/05/curtido.pdf>

Van Berkel, R., & Bouma, J. (1999). Promoting cleaner production investments in developing countries: a status report on key issues and potential strategies. *United Nations Environment Programme*.

Vanegas, L. (25 de 03 de 2019). Super Desición. Medellín, Antioquia, Colombia.

Vidal, G., & Méndez, R. (2007). Industria del curtido: estado actual y tendencias futuras. En R. Méndez, G. Vidal, K. Lorber, & F. Márquez, *Producción limpia en la industria de la curtiembre* (págs. 9-19). Santiago de Compostela: Servido de Publicaciòns e interambio científico.

Yin, R. (1994). *Case Study Research, Design and Methods*. Londres – Nueva Delhi: Sage Publications, International Educational and Profesional Publisher.

Anexos

ANEXO A. Diagrama de procesos en la producción de Carnazas y Crupones, Estados Productivos 1 y 2.

Como subprocesos paralelos a la obtención del cuero, las pieles se pueden transformar en Carnaza (parte interna producto de la división de la piel) o Crupón (cuero de espesor más grande, 3,5 mm). Los procesos para obtención del cuero curtido de estos subproductos son similares a las del cuero común, su diferencia radica en que son de menor calidad y se obtienen de diferentes puntos dentro de la cadena productiva como se muestra en la figura 17 complementando así a la figura 14.

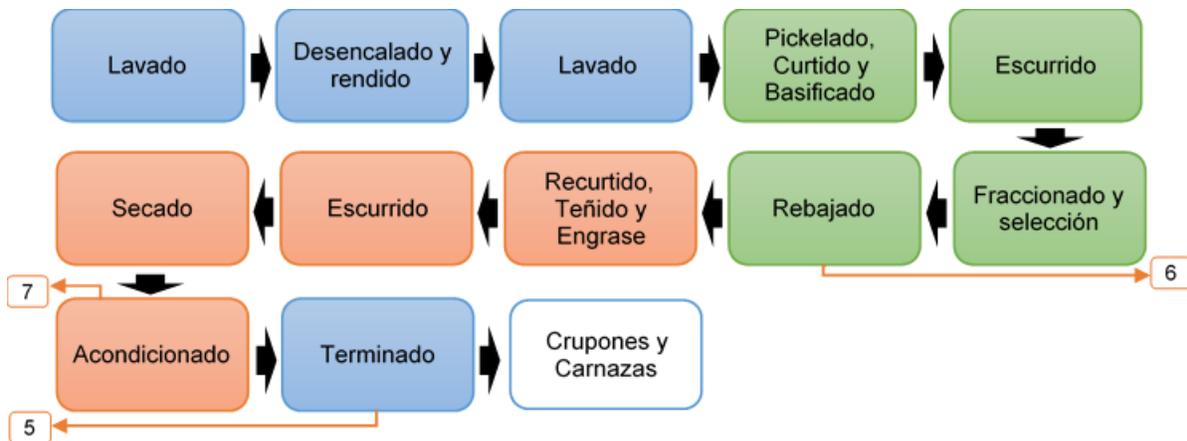


Figura 20. Diagrama de proceso productivo en una curtiembre antioqueña, Estado Productivo 1 y 2, obtención de Carnazas y Crupones. Fuente: Propia.

ANEXO B. Análisis de diagrama de Pareto, parámetros cualitativos Ambientales

(normas de desempeño).

PARÁMETROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1																							0	37	37	3,20%
2	1/4																						1	6	7	0,61%
3	0/5	4/1																					4	0	4	0,35%
4	4/1	5/0	5/0																				14	56	70	6,06%
5	4/1	5/0	5/0	3/2																			17	62	79	6,84%
6	4/1	5/0	5/0	2/3	2/3																		18	55	73	6,32%
7	3/2	5/0	5/0	3/2	2/3	2/3																	20	46	66	5,71%
8	4/1	5/0	5/0	3/2	2/3	3/2	4/1																26	52	78	6,75%
9	1/4	4/1	5/0	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4															15	14	29	2,51%
10	4/1	5/0	5/0	4/1	1/4	2/3	2/3	2/3	4/1														29	34	63	5,45%
11	1/4	4/1	5/0	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	3/2	1/4													19	4	23	1,99%
12	3/2	5/0	5/0	2/3	1/4	1/4	1/4	1/4	4/1	1/4	4/1												28	24	52	4,50%
13	4/1	5/0	5/0	2/3	2/3	3/2	3/2	2/3	4/1	3/2	5/0	5/0											43	31	74	6,41%
14	3/2	4/1	5/0	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	4/1	1/4	4/1	4/1	1/4										31	13	44	3,81%
15	4/1	4/1	5/0	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	4/1	1/4	4/1	1/4	1/4	2/3									31	9	40	3,46%
16	4/1	4/1	5/0	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	4/1	2/3	4/1	1/4	1/4	3/2	3/2								36	10	46	3,98%
17	4/1	5/0	5/0	2/3	2/3	1/4	3/2	1/4	4/1	3/2	5/0	2/3	2/3	3/2	4/1	3/2							49	14	63	5,45%
18	4/1	5/0	5/0	1/4	1/4	1/4	2/3	1/4	4/1	2/3	5/0	2/3	2/3	4/1	4/1	3/2	2/3						48	12	60	5,19%
19	4/1	5/0	5/0	2/3	1/4	2/3	2/3	1/4	4/1	3/2	5/0	3/2	2/3	4/1	4/1	4/1	3/2	3/2					57	8	65	5,63%
20	4/1	5/0	5/0	2/3	1/4	2/3	3/2	2/3	4/1	3/2	5/0	3/2	2/3	4/1	4/1	4/1	2/3	2/3	2/3				59	7	66	5,71%
21	4/1	5/0	5/0	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	4/1	3/2	5/0	2/3	1/4	3/2	3/2	2/3	1/4	1/4	2/3	1/4			47	1	48	4,16%
22	4/1	5/0	5/0	2/3	2/3	2/3	3/2	2/3	4/1	3/2	5/0	3/2	2/3	4/1	4/1	4/1	3/2	2/3	3/2	2/3	4/1		68	0	68	5,89%
23	37	6	0	56	62	55	46	52	14	34	4	24	31	13	9	10	14	12	8	7	1	0	1155		1155	#####

Tabla 21. Análisis de diagrama de Pareto, parámetros cualitativos Ambientales (normas de desempeño). Fuente: Propia.

Columnas	
1	Impacto sobre el bosque virgen
2	Impacto sobre hábitats naturales protegidos o de alta biodiversidad incluyendo humedales, arrecifes de coral y manglares.
3	Impacto sobre vías fluviales internacionales
4	Contaminación de las fuentes hídricas
5	Generación de aguas residuales
6	Reducción de caudales por aumento en el consumo de agua del área
7	Impacto sobre cuencas mediante programas importantes de modificación
8	Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes
9	Emisiones de ruido
10	Contaminación del aire
11	Uso de sustancias que reducen el ozono
12	Producción o uso comercial de agroquímicos
13	Manejo y uso de sustancias tóxicas en condiciones líquidas, sólidas o gaseosas
14	Deforestación
15	Dstrucción de Biomasa
16	Afectación y extinción de la fauna y flora silvestres
17	Alteración y fragmentación del hábitat
18	Alteración geomorfológica del suelo y paisajismo
19	Los servicios ecosistémicos se ven afectados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad
20	Alteración de la regeneración natural
21	Generación de procesos erosivos
22	Afectación de la estructura y fertilidad natural de los suelos
23	SUBTOTAL
24	SUBTOTAL
25	TOTAL
26	PORCENTAJE

Tabla 22. Parámetros cualitativos Ambientales (normas de desempeño). Descripción columnas. Fuente: Propia.

Filas	
1	Impacto sobre el bosque virgen
2	Impacto sobre hábitats naturales protegidos o de alta biodiversidad incluyendo humedales, arrecifes de coral y manglares.
3	Impacto sobre vías fluviales internacionales
4	Contaminación de las fuentes hídricas
5	Generación de aguas residuales
6	Reducción de caudales por aumento en el consumo de agua del área
7	Impacto sobre cuencas mediante programas importantes de modificación
8	Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes
9	Emisiones de ruido
10	Contaminación del aire
11	Uso de sustancias que reducen el ozono
12	Producción o uso comercial de agroquímicos
13	Manejo y uso de sustancias tóxicas en condiciones líquidas, sólidas o gaseosas
14	Deforestación
15	Dstrucción de Biomasa
16	Afectación y extinción de la fauna y flora silvestres
17	Alteración y fragmentación del hábitat
18	Alteración geomorfológica del suelo y paisajismo
19	Los servicios ecosistémicos se ven afectados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad
20	Alteración de la regeneración natural
21	Generación de procesos erosivos
22	Afectación de la estructura y fertilidad natural de los suelos
23	SUBTOTAL

Tabla 23. Parámetros cualitativos Ambientales (normas de desempeño). Descripción filas. Fuente: Propia.

ANEXO C. Análisis de diagrama de Pareto, parámetros cualitativos Sociales (normas de desempeño).

PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
1																																									0	0	0,00%
2	50																																								5	107	3,21%
3	50	3/2																																							8	117	3,51%
4	50	0,5	0,5																																						5	170	5,11%
5	50	1/4	1/4	0,5																																					7	94	2,82%
6	50	0,5	1/4	0,5	1/4																																				7	51	1,53%
7	50	2/3	2/3	0,5	3/2	4/1																																			16	115	3,45%
8	50	1/4	2/3	0,5	3/2	4/1	2/3																																		17	102	3,06%
9	50	0,5	0,5	0,5	2/3	4/1	1/4	1/4																																	13	64	1,92%
10	50	3/2	2/3	0,5	3/2	4/1	3/2	3/2	4/1																																27	127	3,81%
11	50	4/1	3/2	0,5	3/2	4/1	2/3	3/2	4/1	2/3																															30	124	3,72%
12	50	1/4	1/4	0,5	2/3	3/2	1/4	1/4	4/1	1/4	1/4																													20	66	1,98%	
13	50	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5																												5	5	0,15%	
14																																									0	0	0,00%
15	50	3/2	2/3	0,5	3/2	4/1	2/3	2/3	4/1	1/4	1/4	4/1	5/0																												36	91	2,73%
16	50	3/2	2/3	0,5	3/2	4/1	2/3	2/3	4/1	1/4	1/4	4/1	5/0		2/3																										38	86	2,58%
17	50	3/2	2/3	0,5	3/2	4/1	2/3	2/3	4/1	2/3	2/3	4/1	1/4	1/4	4/1	5/0		2/3	2/3																						40	87	2,61%
18	50	4/1	2/3	0,5	3/2	4/1	1/4	2/3	4/1	1/4	1/4	4/1	5/0		2/3	3/2	2/3																								43	92	2,76%
19	50	3/2	3/2	0,5	3/2	4/1	1/4	2/3	4/1	1/4	1/4	4/1	5/0		2/3	2/3	2/3	2/3																							44	83	2,49%
20	50	4/1	3/2	0,5	3/2	4/1	2/3	2/3	4/1	1/4	2/3	4/1	5/0		3/2	3/2	3/2	3/2	3/2																						54	96	2,88%
21	50	4/1	2/3	0,5	2/3	3/2	2/3	2/3	4/1	1/4	2/3	3/2	5/0		3/2	4/1	3/2	3/2	4/1	3/2																					55	110	3,30%
22	50	4/1	3/2	0,5	3/2	4/1	2/3	3/2	4/1	2/3	2/3	4/1	5/0		4/1	4/1	3/2	3/2	4/1	3/2	2/3																				64	116	3,48%
23	50	4/1	3/2	0,5	3/2	4/1	1/4	3/2	4/1	2/3	2/3	4/1	5/0		4/1	4/1	3/2	3/2	3/2	3/2	2/3	2/3																			64	112	3,36%
24	50	3/2	3/2	0,5	3/2	4/1	2/3	3/2	4/1	2/3	2/3	4/1	5/0		4/1	4/1	3/2	3/2	3/2	3/2	2/3	2/3	2/3																	66	112	3,36%	
25	50	3/2	3/2	0,5	3/2	4/1	2/3	3/2	4/1	2/3	2/3	4/1	5/0		4/1	4/1	3/2	3/2	3/2	3/2	1/4	1/4	2/3	2/3																66	109	3,27%	
26																																									0	0	0,00%
27	50	2/3	1/4	0,5	1/4	3/2	1/4	1/4	2/3	1/4	1/4	3/2	5/0		1/4	2/3	2/3	2/3	3/2	2/3	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4														43	64	1,92%		
28	50	1/4	1/4	0,5	1/4	3/2	1/4	1/4	2/3	1/4	1/4	3/2	5/0		1/4	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4														43	58	1,74%		
29	50	2/3	2/3	0,5	2/3	3/2	2/3	1/4	2/3	1/4	1/4	3/2	5/0		3/2	3/2	4/1	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	68	108	3,24%	
30	50	1/4	1/4	0,5	1/4	3/2	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	2/3	5/0		1/4	1/4	2/3	1/4	2/3	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4															40	51	1,53%	
31	50	1/4	1/4	0,5	1/4	3/2	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	2/3	5/0		1/4	1/4	2/3	1/4	2/3	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4															42	50	1,50%	
32	50	1/4	2/3	0,5	1/4	3/2	2/3	1/4	2/3	1/4	1/4	2/3	5/0		2/3	2/3	2/3	2/3	3/2	3/2	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3														67	87	2,61%	
33	50	2/3	2/3	0,5	3/2	4/1	3/2	3/2	4/1	2/3	2/3	3/2	5/0		3/2	3/2	4/1	3/2	3/2	3/2	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3															85	109	3,27%	
34	50	1/4	1/4	0,5	1/4	4/1	2/3	3/2	4/1	2/3	2/3	3/2	5/0		3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3															83	99	2,97%	
35	50	1/4	2/3	0,5	3/2	4/1	2/3	3/2	3/2	1/4	1/4	3/2	5/0		3/2	3/2	3/2	2/3	3/2	3/2	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3															81	95	2,85%	
36	50	2/3	2/3	0,5	2/3	4/1	2/3	3/2	3/2	1/4	1/4	3/2	5/0		3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3															85	91	2,73%	
37	50	2/3	2/3	0,5	2/3	3/2	2/3	3/2	3/2	1/4	2/3	3/2	5/0		3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3															87	93	2,79%	
38	50	2/3	2/3	0,5	3/2	4/1	2/3	3/2	3/2	2/3	2/3	3/2	5/0		3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3															92	94	2,82%	
39	50	2/3	2/3	0,5	3/2	4/1	2/3	2/3	3/2	2/3	2/3	3/2	5/0		3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3															95	95	2,85%	
40	0	102	109	165	87	44	99	85	51	100	94	46	0	0	55	48	47	49	39	42	55	52	48	46	43	0	21	15	40	11	8	20	24	16	14	6	6	2	0	3330	3330	100,00%	

Tabla 24. Análisis de diagrama de Pareto, parámetros cualitativos Sociales (normas de desempeño). Fuente: Propia.

Columnas	
1	Pérdida o afectación de monumentos y patrimonio arqueológico
2	Calidad y disponibilidad del agua para la comunidad
3	Afectaciones a la salud pública
4	Impacto sobre las minorías étnicas y los conocimientos tradicionales
5	Afectación de la dinámica social y cultural predominante
6	Desplazamiento forzoso de personas y familias
7	Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del área de influencia
8	Responsabilidad civil por daños a bienes de terceros.
9	Reasentamiento de comunidades o familias
10	Conflicto con comunidad e instituciones
11	Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)
12	Afectación de seguridad en las comunidades del área de influencia
13	Accidentes por tráfico vehicular
14	**éticos
15	La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es confiable
16	La actuación de las partes es honesta
17	La actuación de las partes es íntegra
18	La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y cuertido) está orientada al cumplimiento de promesas
19	La actuación de las partes es leal
20	La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y cuertido) es transparente
21	La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y cuertido) presenta conflicto de interés
22	La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y cuertido) es responsable ante la naturaleza del negocio
23	Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario
24	Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos
25	Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo
26	** de responsabilidad
27	Contribuye a la seguridad alimentaria y la nutrición de las comunidades cercanas
28	Contribuye a la soberanía alimentaria
29	Contribuye al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza
30	El usuario financiero fomenta la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres
31	El usuario financiero potencia la participación y el empoderamiento de los jóvenes
32	Las actividades a financiar respetan la tenencia de tierra, la pesca, los bosques y acceso al agua
33	Las actividades del proceso productivo de Ribera y Curtido conservan de forma sostenible los recursos naturales
34	Al finalizar la actividad productiva, se facilita la resiliencia y se reduce el riesgo de catástrofe
35	Incorpora planes o programas de prevención y respuesta ante emergencias
36	Incorpora estructuras de gobernanza, procesos y mecanismos de reclamación inclusivos y transparentes
37	Establece la atención de solicitudes, quejas, peticiones y reclamos de grupos de interés
38	Evalúa y aborda los agravios
39	Promueve la rendición de cuentas y compensaciones socioeconómicas
40	SUBTOTAL
41	TOTAL
42	PORCENTAJE

Tabla 25. Parámetros cualitativos Sociales (normas de desempeño). Descripción columnas. Fuente: Propia.

Filas	
1	Pérdida o afectación de monumentos y patrimonio arqueológico
2	Calidad y disponibilidad del agua para la comunidad
3	Afectaciones a la salud pública
4	Impacto sobre las minorías étnicas y los conocimientos tradicionales
5	Afectación de la dinámica social y cultural predominante
6	Desplazamiento forzoso de personas y familias
7	Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del área de influencia
8	Responsabilidad civil por daños a bienes de terceros.
9	Reasentamiento de comunidades o familias
10	Conflicto con comunidad e instituciones
11	Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)
12	Afectación de seguridad en las comunidades del área de influencia
13	Accidentes por tráfico vehicular
14	**éticos
15	La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es confiable
16	La actuación de las partes es honesta
17	La actuación de las partes es íntegra
18	La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y cuertido) está orientada al cumplimiento de promesas
19	La actuación de las partes es leal
20	La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y cuertido) es transparente
21	La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y cuertido) presenta conflicto de interés
22	La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y cuertido) es responsable ante la naturaleza del negocio
23	Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario
24	Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos
25	Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo
26	** de responsabilidad
27	Contribuye a la seguridad alimentaria y la nutrición de las comunidades cercanas
28	Contribuye a la soberanía alimentaria
29	Contribuye al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza
30	El usuario financiero fomenta la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres
31	El usuario financiero potencia la participación y el empoderamiento de los jóvenes
32	Las actividades a financiar respetan la tenencia de tierra, la pesca, los bosques y acceso al agua
33	Las actividades del proceso productivo de Ribera y Curtido conservan de forma sostenible los recursos naturales
34	Al finalizar la actividad productiva, se facilita la resiliencia y se reduce el riesgo de catástrofe
35	Incorpora planes o programas de prevención y respuesta ante emergencias
36	Incorpora estructuras de gobernanza, procesos y mecanismos de reclamación inclusivos y transparentes
37	Establece la atención de solicitudes, quejas, peticiones y reclamos de grupos de interés
38	Evalúa y aborda los agravios
39	Promueve la rendición de cuentas y compensaciones socioeconómicas
40	Subtotal

Tabla 26. Parámetros cualitativos Sociales (normas de desempeño). Descripción filas. Fuente: Propia.

ANEXO D. Análisis de diagrama de Pareto, parámetros cualitativos económicos (normas de desempeño).

PARÁMETROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1																												0	83	5,10%		
2	1\4																												1	72	4,40%	
3	1\4	1\4																											2	38	2,30%	
4	1\4	2\3	4\1																										7	54	3,30%	
5	1\4	1\4	4\1	1\4																									7	41	2,50%	
6	2\3	2\3	4\1	2\3	4\1																								14	55	3,40%	
7	2\3	3\2	4\1	4\1	4\1	4\1																							21	73	4,50%	
8	1\4	1\4	4\1	4\1	4\1	3\2	2\3																						19	63	3,90%	
9	0\5	1\4	0\5	0\5	0\5	0\5	0\5	0\5																					1	3	0,20%	
10	1\4	1\4	4\1	3\2	4\1	3\2	2\3	3\2	5\0																				26	61	3,80%	
11	0\5	0\5	0\5	0\5	0\5	0\5	0\5	0\5	4\1	0\5																			4	8	0,50%	
12	1\4	1\4	4\1	2\3	4\1	3\2	1\4	1\4	5\0	2\3	5\0																		29	51	3,10%	
13	2\3	2\3	4\1	4\1	4\1	3\2	2\3	3\2	5\0	3\2	5\0	4\1																	41	69	4,30%	
14	1\4	1\4	4\1	3\2	4\1	2\3	1\4	1\4	5\0	2\3	5\0	2\3	2\3																33	52	3,20%	
15	3\2	3\2	4\1	4\1	4\1	4\1	3\2	4\1	5\0	3\2	5\0	4\1	3\2	4\1															53	72	4,40%	
16	3\2	3\2	4\1	4\1	4\1	4\1	3\2	4\1	5\0	3\2	5\0	4\1	3\2	4\1	3\2														56	86	5,30%	
17	0\5	0\5	0\5	0\5	0\5	0\5	0\5	0\5	4\1	0\5	1\4	0\5	0\5	0\5	0\5														5	5	0,30%	
18	1\4	1\4	4\1	3\2	4\1	2\3	2\3	2\3	5\0	3\2	5\0	3\2	2\3	4\1		1\4	5\0												47	61	3,80%	
19																																0,00%
20	3\2	4\1	4\1	4\1	4\1	4\1	4\1	4\1	5\0	4\1	5\0	4\1	4\1	4\1	4\1	3\2	5\0	4\1											73	95	5,90%	
21	3\2	4\1	4\1	4\1	4\1	4\1	4\1	4\1	5\0	4\1	5\0	4\1	4\1	4\1	4\1	3\2	5\0	4\1			1\4								74	89	5,50%	
22	3\2	4\1	4\1	4\1	4\1	4\1	4\1	4\1	5\0	4\1	5\0	4\1	4\1	4\1	4\1	3\2	5\0	4\1			3\2	3\2							79	98	6,00%	
23	1\4	2\3	3\2	2\3	3\2	3\2	2\3	2\3	5\0	3\2	5\0	4\1	2\3	3\2	2\3	1\4	5\0	2\3			1\4	2\3	1\4						54	60	3,70%	
24	2\3	2\3	4\1	3\2	4\1	4\1	3\2	3\2	5\0	3\2	5\0	3\2	2\3	3\2	3\2	2\3	5\0	3\2			2\3	3\2	1\4	4\1					69	76	4,70%	
25	3\2	3\2	4\1	4\1	4\1	4\1	3\2	3\2	5\0	4\1	5\0	4\1	4\1	4\1	4\1	2\3	5\0	3\2			2\3	2\3	1\4	4\1	2\3				79	84	5,20%	
26	3\2	4\1	4\1	4\1	4\1	4\1	4\1	4\1	5\0	4\1	5\0	4\1	4\1	4\1	4\1	3\2	5\0	4\1			3\2	3\2	2\3	4\1	4\1	4\1			93	97	6,00%	
27	3\2	3\2	4\1	4\1	4\1	4\1	3\2	4\1	5\0	3\2	5\0	4\1	3\2	3\2	3\2	2\3	5\0	2\3			1\4	2\3	1\4	2\3	2\3	1\4	1\4		74	74	4,60%	
28	83	71	36	47	34	41	52	44	2	35	4	22	28	19	19	30	0	14			22	15	19	6	7	5	4	0	1620	1620	100,00%	

Tabla 27. Análisis de diagrama de Pareto, parámetros cualitativos económicos (normas de desempeño). Fuente: Propia.

Columnas	
1	Impacto en la salud y seguridad en el lugar de trabajo
2	Desarrollo de actividades humanas consideradas forzosas
3	Establecimiento de trabajo infantil
4	Inequidad en la promoción, contratación, formación y crecimiento profesional de empleados
5	Afectación de la libre expresión del pensamiento y la personalidad; discriminación
6	Emisiones de ruido
7	Exposición a material particulado, gases y vapores
8	Incendios y explosiones
9	Espacios confinados
10	Estrés térmico
11	Riesgo de alturas
12	Riesgo eléctrico
13	Riesgo físico
14	Riesgo psicosocial
15	Riesgo biológico
16	Riesgo químico
17	Vibraciones
18	Accidentes por tráfico vehicular
19	**legales
20	Posición favorable de la autoridad ambiental
21	Posición favorable de otras autoridades
22	Cuenta con certificaciones ambientales
23	Consulta previa y consentimiento general frente al proyecto por parte de las minorías étnicas
24	Presencia del usuario financiero en el Registro Único de Infractores Ambientales – RUIA
25	Posible responsabilidad frente a una acción popular o de grupo por daños al medio ambiente.
26	Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades
27	Pago de seguridad social a empleados
28	SUBTOTAL
29	TOTAL
30	PORCENTAJE

Tabla 28. Parámetros cualitativos económicos (normas de desempeño). Descripción columnas.
Fuente: Propia.

Filas	
1	Impacto en la salud y seguridad en el lugar de trabajo
2	Desarrollo de actividades humanas consideradas forzosas
3	Establecimiento de trabajo infantil
4	Inequidad en la promoción, contratación, formación y crecimiento profesional de empleados
5	Afectación de la libre expresión del pensamiento y la personalidad; discriminación
6	Emisiones de ruido
7	Exposición a material particulado, gases y vapores
8	Incendios y explosiones
9	Espacios confinados
10	Estrés térmico
11	Riesgo de alturas
12	Riesgo eléctrico
13	Riesgo físico
14	Riesgo psicosocial
15	Riesgo biológico
16	Riesgo químico
17	Vibraciones
18	Accidentes por tráfico vehicular
19	**legales
20	Posición favorable de la autoridad ambiental
21	Posición favorable de otras autoridades
22	Cuenta con certificaciones ambientales
23	Consulta previa y consentimiento general frente al proyecto por parte de las minorías étnicas
24	Presencia del usuario financiero en el Registro Único de Infractores Ambientales – RUIA
25	Posible responsabilidad frente a una acción popular o de grupo por daños al medio ambiente.
26	Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades
27	Pago de seguridad social a empleados
28	SUBTOTAL

Tabla 29. Parámetros cualitativos económicos (normas de desempeño). Descripción filas. Fuente: Propia.

ANEXO E. Resultados análisis parámetros cualitativos ambientales.

PARÁMETROS	PORCENTAJE
Generación de aguas residuales	6,84%
Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes	6,75%
Manejo y uso de sustancias tóxicas en condiciones líquidas, sólidas o gaseosas	6,41%
Reducción de caudales por aumento en el consumo de agua del área	6,32%
Contaminación de las fuentes hídricas	6,06%
Afectación de la estructura y fertilidad natural de los suelos	5,89%
Impacto sobre cuencas mediante programas importantes de modificación	5,71%
Alteración de la regeneración natural	5,71%
Los servicios ecosistémicos se ven afectados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad	5,63%
Contaminación del aire	5,45%
Alteración y fragmentación del hábitat	5,45%
Alteración geomorfológica del suelo y paisajismo	5,19%
Producción o uso comercial de agroquímicos	4,50%
Generación de procesos erosivos	4,16%
Afectación y extinción de la fauna y flora silvestres	3,98%
Deforestación	3,81%
Destrucción de Biomasa	3,46%
Impacto sobre el bosque virgen	3,20%
Emisiones de ruido	2,51%
Uso de sustancias que reducen el ozono	1,99%
Impacto sobre hábitats naturales protegidos o de alta biodiversidad incluyendo humedales, arrecifes de coral y manglares.	0,61%
Impacto sobre vías fluviales internacionales	0,35%
TOTAL	100,00%

Tabla 30. Resultados análisis parámetros cualitativos ambientales. Fuente: Propia.

ANEXO F. Resultados análisis parámetros cualitativos Sociales.

PARÁMETROS	PORCENTAJE
Impacto sobre las minorías étnicas y los conocimientos tradicionales	5,11%
Conflicto con comunidad e instituciones	3,81%
Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)	3,72%
Afectaciones a la salud pública	3,51%
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y cuertido) es responsable ante la naturaleza del negocio	3,48%
Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del área de influencia	3,45%
Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario	3,36%
Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos	3,36%
La actuación de la partes (actores involucrados en la Ribera y cuertido) presenta conflicto de interés	3,30%
Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo	3,27%
Las actividades del proceso productivo de Ribera y Curtido conservan de forma sostenible los recursos naturales	3,27%
Contribuye al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza	3,24%
Calidad y disponibilidad del agua para la comunidad	3,21%
Responsabilidad civil por daños a bienes de terceros.	3,06%
Al finalizar la actividad productiva, se facilita la resiliencia y se reduce el riesgo de catástrofe	2,97%
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y cuertido) es transparente	2,88%
Incorpora planes o programas de prevención y respuesta ante emergencias	2,85%
Promueve la rendición de cuentas y compensaciones socioeconómicas	2,85%
Afectación de la dinámica social y cultural predominante	2,82%
Evalúa y aborda los agravios	2,82%
Establece la atención de solicitudes, quejas, peticiones y reclamos de grupos de interés	2,79%
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y cuertido) está orientada al cumplimiento de promesas	2,76%
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y cuertido) es confiable	2,73%
Incorpora estructuras de gobernanza, procesos y mecanismos de reclamación inclusivos y transparentes	2,73%
La actuación de las partes es íntegra	2,61%
Las actividades a financiar respetan la tenencia de tierra, la pesca, los bosques y acceso al agua	2,61%
La actuación de las partes es honesta	2,58%
La actuación de las partes es leal	2,49%
Afectación de seguridad en las comunidades del área de influencia	1,98%
Reasentamiento de comunidades o familias	1,92%
Contribuye a la seguridad alimentaria y la nutrición de las comunidades cercanas	1,92%
Contribuye a la soberanía alimentaria	1,74%
Desplazamiento forzoso de personas y familias	1,53%
El usuario financiero fomenta la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres	1,53%
El usuario financiero potencia la participación y el empoderamiento de los jóvenes	1,50%
Accidentes por tráfico vehicular	0,15%
Pérdida o afectación de monumentos y patrimonio arqueológico	0,00%
TOTAL	100,00%

Tabla 31. Resultados análisis parámetros cualitativos Sociales. Fuente: Propia.

ANEXO G. Resultados análisis parámetros cualitativos económicos.

PARÁMETRO	TOTAL
Cuenta con certificaciones ambientales	6,05%
Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades	5,99%
Posición favorable de la autoridad ambiental	5,86%
Posición favorable de otras autoridades	5,49%
Riesgo químico	5,31%
Posible responsabilidad frente a una acción popular o de grupo por daños al medio ambiente.	5,19%
Impacto en la salud y seguridad en el lugar de trabajo	5,12%
Presencia del usuario financiero en el Registro Único de Infractores Ambientales – RUIA	4,69%
Pago de seguridad social a empleados	4,57%
Exposición a material particulado, gases y vapores	4,51%
Desarrollo de actividades humanas consideradas forzosas	4,44%
Riesgo biológico	4,44%
Riesgo físico	4,26%
Incendios y explosiones	3,89%
Estrés térmico	3,77%
Accidentes por tráfico vehicular	3,77%
Consulta previa y consentimiento general frente al proyecto por parte de las minorías étnicas	3,70%
Emisiones de ruido	3,40%
Inequidad en la promoción, contratación, formación y crecimiento profesional de empleados	3,33%
Riesgo psicosocial	3,21%
Riesgo eléctrico	3,15%
Afectación de la libre expresión del pensamiento y la personalidad; discriminación	2,53%
Establecimiento de trabajo infantil	2,35%
Riesgo de alturas	0,49%
Vibraciones	0,31%
Espacios confinados	0,19%
TOTAL	100,00%

Tabla 32. Resultados análisis parámetros cualitativos económicos. Fuente: Propia.

ANEXO H. Instrumento de recolección de datos Cualitativos.

Datos básicos							
Cargo (desempeña o desempeño)							
Área							
Fecha Diligenciamiento							
Descripción de las funciones							
AMBIENTALES	PARÁMETROS	Gestión Estado Productivo 0 (<2015)	Normas de desempeño. Estado Productivo 0 (<2015)	Gestión Estado Productivo 1 (2015-2016)	Normas de desempeño. Estado Productivo 1 (2015-2016)	Gestión Estado Productivo 2 (2017-2018)	Normas de desempeño. Estado Productivo 2 (2017-2018)
	Generación de aguas residuales						
	Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes						
	Manejo y uso de sustancias tóxicas en condiciones líquidas, sólidas o gaseosas						
	Reducción de caudales por aumento en el consumo de agua del área						
	Contaminación de las fuentes hídricas						
	Afectación de la estructura y fertilidad natural de los suelos						
	Impacto sobre cuencas mediante programas importantes de modificación						
	Alteración de la regeneración natural						
	Los servicios ecosistémicos se ven afectados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad						
	Contaminación del aire						

	Alteración y fragmentación del hábitat						
	Alteración geomorfológica del suelo y paisajismo						
	Producción o uso comercial de agroquímicos						
	PARÁMETROS	Gestión Estado Productivo 0 (<2015)	Normas de desempeño. Estado Productivo 0 (<2015)	Gestión Estado Productivo 1 (2015-2016)	Normas de desempeño. Estado Productivo 1 (2015-2016)	Gestión Estado Productivo 2 (2017-2018)	Normas de desempeño. Estado Productivo 2 (2017-2018)
SOCIALES	La actuación de las partes es íntegra						
	Conflicto con comunidad e instituciones						
	Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)						
	Afectaciones a la salud pública						
	La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio						
	Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del área de influencia						
	Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario						
	Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos						
	La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) presenta conflicto de interés						
	Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo						

Las actividades del proceso productivo de Ribera y Curtido conservan de forma sostenible los recursos naturales						
Contribuye al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza						
Calidad y disponibilidad del agua para la comunidad						
Responsabilidad civil por daños a bienes de terceros.						
Al finalizar la actividad productiva, se facilita la resiliencia y se reduce el riesgo de catástrofe						
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es transparente						
Incorpora planes o programas de prevención y respuesta ante emergencias						
Promueve la rendición de cuentas y compensaciones socioeconómicas						
Afectación de la dinámica social y cultural predominante						
Evalúa y aborda los agravios						
Establece la atención de solicitudes, quejas, peticiones y reclamos de grupos de interés						
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) está orientada al cumplimiento de promesas						
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es confiable						

	Incorpora estructuras de gobernanza, procesos y mecanismos de reclamación inclusivos y transparentes						
ECONÓMICOS	PARÁMETROS	Gestión Estado Productivo 0 (<2015)	Normas de desempeño. Estado Productivo 0 (<2015)	Gestión Estado Productivo 1 (2015-2016)	Normas de desempeño. Estado Productivo 1 (2015-2016)	Gestión Estado Productivo 2 (2017-2018)	Normas de desempeño. Estado Productivo 2 (2017-2018)
	Cuenta con certificaciones ambientales						
	Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades						
	Posición favorable de la autoridad ambiental						
	Posición favorable de otras autoridades						
	Riesgo químico						
	Posible responsabilidad frente a una acción popular o de grupo por daños al medio ambiente.						
	Impacto en la salud y seguridad en el lugar de trabajo						
	Presencia del usuario financiero en el Registro Único de Infractores Ambientales – RUIA						
	Pago de seguridad social a empleados						
	Exposición a material particulado, gases y vapores						
	Desarrollo de actividades humanas consideradas forzosas						
	Riesgo biológico						
	Riesgo físico						
	Incendios y explosiones						
	Estrés térmico						
	Accidentes por tráfico vehicular						

Documento, Material soporte o Evidencias							

Tabla 33. Instrumento de recolección de datos Cualitativos. Fuente: Propia.

ANEXO I. Entrevista semiestructurada.

Cordial saludo, mi nombre es _____, soy estudiante de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, y estamos realizando una investigación denominada: “Análisis Comparativo de la Contribución ambiental, económica y social, de las variables implicadas en los procesos de Ribera y Curtido de las pieles con la compra del cuero Wetblue”. Esta investigación busca evaluar la producción del cuero Wetblue con un enfoque multicriterio en diferentes estados productivos, identificando las mejores políticas y estrategias, desde las diferentes partes interesadas. Esto posiblemente servirá de apoyo para la toma de decisiones al momento de definir la mejor forma de realizar la producción de una manera sostenible.

De antemano agradezco su colaboración prestada. Las preguntas son las siguientes:

Nombre: Edad: Profesión:

1. ¿Usted ha trabajado en curtimbres anteriormente? ¿En qué área se desempeñaba? ¿Qué indicadores gestionaba?
2. ¿En cuanto al tema social y ambiental, qué dificultades observaba con respecto a los empleados y a comunidades externas?
3. ¿Qué tipo de problemas se evidenciaban en la curtiembre que laboró?
4. ¿Qué cree que es lo más importante en la evaluación ambiental en las curtimbres?
5. ¿Los datos entregados tienen fundamentación en fuentes históricas que se puedan compartir?

ANEXO J. Consolidación de evaluación cualitativa (Mediana) para los estados productivos 0, 1 y 2.

Parámetros cualitativos Estado productivo 0	No conforme	Conforme con condiciones puntuales	Conforme con condiciones para seguimiento y monitoreo	Conforme	Total general	Mediana
AMBIENTALES						
Afectación de la estructura y fertilidad natural de los suelos	1	1		6	8	NC
Alteración de la regeneración natural	2	3	1	2	8	CCSM
Alteración geomorfológica del suelo y paisajismo		1	1	6	8	NC
Alteración y fragmentación del hábitat	3	2		3	8	C
Contaminación de las fuentes hídricas	3		2	3	8	C
Contaminación del aire	1	1		6	8	NC
Generación de aguas residuales	1	3	4		8	CCP
Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes	2	5	1		8	CCSM
Impacto sobre cuencas mediante programas importantes de modificación	3	2	1	2	8	C
Los servicios ecosistémicos se ven afectados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad	2	1	1	4	8	NC
Manejo y uso de sustancias tóxicas en condiciones líquidas, sólidas o gaseosas	1	3	2	2	8	CCSM
Producción o uso comercial de agroquímicos		1	1	6	8	NC
Reducción de caudales por aumento en el consumo de agua del área	1	2	3	2	8	CCP
ECONÓMICOS						
Accidentes por tráfico vehicular		2	2	4	8	NC
Cuenta con certificaciones ambientales	3	2	2	1	8	C
Desarrollo de actividades humanas consideradas forzosas	2	2		4	8	NC
Estrés térmico			1	7	8	NC
Exposición a material particulado, gases y vapores	2	3	1	2	8	CCSM
Impacto en la salud y seguridad en el lugar de trabajo	2	2	1	3	8	NC
Incendios y explosiones		3	2	3	8	CCSM
Pago de seguridad social a empleados		2	1	5	8	NC
Posible responsabilidad frente a una acción popular o de grupo por daños al medio ambiente.	1	3	2	2	8	CCSM
Posición favorable de la autoridad ambiental	1	2	3	2	8	CCP
Posición favorable de otras autoridades	1	3	2	2	8	CCSM

Presencia del usuario financiero en el Registro Único de Infractores Ambientales – RUIA	5	1	1		7	C
Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades	2		4	2	8	CCP
Riesgo biológico		3	3	2	8	CCSM
Riesgo físico		2	3	3	8	CCP
Riesgo químico	1	2	3	2	8	CCP
SOCIALES						
Afectación de la dinámica social y cultural predominante	2	2	1	3	8	NC
Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del área de influencia		3	4	1	8	CCP
Afectaciones a la salud pública	2	4		2	8	CCSM
Al finalizar la actividad productiva, se facilita la resiliencia y se reduce el riesgo de catástrofe	2	2	1	3	8	NC
Calidad y disponibilidad del agua para la comunidad	1	1	1	5	8	NC
Conflicto con comunidad e instituciones	2	3	3		8	CCSM
Contribuye al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza		4		4	8	CCSM
Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos	4	3	1		8	C
Establece la atención de solicitudes, quejas, peticiones y reclamos de grupos de interés	1	4	1	2	8	CCSM
Evalúa y aborda los agravios	3	3	1	1	8	C
Incorpora estructuras de gobernanza, procesos y mecanismos de reclamación inclusivos y transparentes	3		4	1	8	CCP
Incorpora planes o programas de prevención y respuesta ante emergencias	1	2	2	3	8	NC
La actuación de la partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) presenta conflicto de interés	1	3	4		8	CCP
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es confiable	2	4	2		8	CCSM
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es transparente	1	5	2		8	CCSM
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) está orientada al cumplimiento de promesas	1	2	4	1	8	CCP
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio	2	4	2		8	CCSM
La actuación de las partes es íntegra	3		2	3	8	C
Las actividades del proceso productivo de Ribera y Curtido conservan de forma sostenible los recursos naturales	2	3	3		8	CCSM
Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario	3	1	3	1	8	C
Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)	2	3	1	2	8	CCSM
Promueve la rendición de cuentas y compensaciones socioeconómicas	2	1	1	4	8	NC
Responsabilidad civil por daños a bienes de terceros.		1	3	4	8	NC
Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo	2	5	1		8	CCSM

Parámetros cualitativos Estado productivo 1	Conforme	Conforme con condiciones para seguimiento y monitoreo	Conforme con condiciones puntuales	No conforme	Total general	Mediana
AMBIENTALES						
Afectación de la estructura y fertilidad natural de los suelos	3		2		5	C
Alteración de la regeneración natural	3		2		5	C
Alteración geomorfológica del suelo y paisajismo	2		3		5	CCP
Alteración y fragmentación del hábitat	4		1		5	C
Contaminación de las fuentes hídricas	1	1	3		5	CCP
Contaminación del aire	2		2	1	5	C
Generación de aguas residuales	1	2	2		5	CCSM
Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes		1	4		5	CCP
Impacto sobre cuencas mediante programas importantes de modificación	3		2		5	C
Los servicios ecosistémicos se ven afectados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad	2		3		5	CCP
Manejo y uso de sustancias tóxicas en condiciones líquidas, sólidas o gaseosas		1	4		5	CCP
Producción o uso comercial de agroquímicos	3	1	1		5	C
Reducción de caudales por aumento en el consumo de agua del área	3	1	1		5	C
ECONÓMICOS						
Accidentes por tráfico vehicular	4		1		5	C
Cuenta con certificaciones ambientales	4		1		5	C
Desarrollo de actividades humanas consideradas forzosas	5				5	C
Estrés térmico	5				5	C
Exposición a material particulado, gases y vapores		1	4		5	CCP
Impacto en la salud y seguridad en el lugar de trabajo	4	1			5	C
Incendios y explosiones	4		1		5	C
Pago de seguridad social a empleados	5				5	C
Posible responsabilidad frente a una acción popular o de grupo por daños al medio ambiente.	4		1		5	C
Posición favorable de la autoridad ambiental	5				5	C
Posición favorable de otras autoridades	3		2		5	C
Presencia del usuario financiero en el Registro Único de Infractores Ambientales – RUIA	2	1	1		4	C
Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades	5				5	C
Riesgo biológico	4	1			5	C
Riesgo físico	2		3		5	CCP

Riesgo químico	1	4	5	CCP		
SOCIALES						
Afectación de la dinámica social y cultural predominante	4	1	5	C		
Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del área de influencia	2	3	5	CCP		
Afectaciones a la salud pública	5		5	C		
Al finalizar la actividad productiva, se facilita la resiliencia y se reduce el riesgo de catástrofe	1	4	5	CCP		
Calidad y disponibilidad del agua para la comunidad	4	1	5	C		
Conflicto con comunidad e instituciones	2	3	5	CCP		
Contribuye al desarrollo económico sostenible e inclusivo y a la erradicación de la pobreza	4	1	5	C		
Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos	2	3	5	CCP		
Establece la atención de solicitudes, quejas, peticiones y reclamos de grupos de interés	1	1	3	5	CCP	
Evalúa y aborda los agravios	2	2	1	5	C	
Incorpora estructuras de gobernanza, procesos y mecanismos de reclamación inclusivos y transparentes	3	1	1	5	C	
Incorpora planes o programas de prevención y respuesta ante emergencias	5		5	C		
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) presenta conflicto de interés	2	1	2	5	C	
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es confiable	1	1	3	5	CCP	
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es transparente	2		2	1	5	C
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) está orientada al cumplimiento de promesas	2		2	4	C	
La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio	4		1	5	C	
La actuación de las partes es íntegra	3		2	5	C	
Las actividades del proceso productivo de Ribera y Curtido conservan de forma sostenible los recursos naturales	3		2	5	C	
Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario	3	2		5	C	
Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)	1	1	3	5	CCP	
Promueve la rendición de cuentas y compensaciones socioeconómicas	4		1	5	C	
Responsabilidad civil por daños a bienes de terceros.	4	1		5	C	
Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo	3		2	5	C	

C: Conforme

NC: No conforme

CCP: Conforme con condiciones puntuales

CCSM: Conforme con condiciones para seguimiento y monitoreo

Tabla 34. Consolidación de evaluación cualitativa (Mediana) para los estados productivos 0, 1 y 2. Fuente: Propia.

ANEXO K. Consumo de energía anual en una curtiembre antioqueña.

Meses	Consumo energía Curtiembre Antioqueña		
	Año 2016 (kWh)	Año 2017 (kWh)	Año 2018 (kWh)
Enero		151.081	262.979
Febrero		108.019	188.023
Marzo		229.020	398.643
Abril		255.420	444.597
Mayo	38.115	138.600	241.254
Junio	88.935	411.840	716.869
Julio	85.470	286.440	498.592
Agosto	86.130	289.740	504.336
Septiembre	74.663	285.780	497.443
Octubre	155.100	169.360	294.796
Noviembre	130.081	294.817	513.173
Diciembre	155.100	292.170	508.565
Sumatoria (kWh)	813.594	2.912.287	5.069.270
Promedio (kWh)	101.699	242.691	422.439

Tabla 35. Consumo de energía anual en una curtiembre antioqueña. Fuente: Propia.

ANEXO L. Máquinas, tiempos de operación y kWh determinantes del consumo de energía eléctrica.

Máquina	# Máquinas	Potencia instalada kW	Operario / maquina	turnos	Horas / turno	Días / semana	semanas mes	total horas / mes	Kwh
Divididora	1	25	3	1	8	6	4	192	4.800
Descarnadora x2	2	75	2	1	8	6	4	192	14.400
Bomba de descarnado	1	3	2	1	8	6	4	192	576
Bombos x 4	4	22	1	1	8	6	4	192	4.224
Filtro de pelo	1	9	1	1	8	6	4	192	1.728
Escupidora	1	85	4	1	8	6	4	192	16.320
Bombos Curtido x4	4	18,5	1	1	8	6	4	192	3.552
Rebajadora x2	2	55	1	2,5	8	6	4	480	26.400
Compactadora	1	11	1	3	8	6	4	576	6.336
Banda transportadora de ripio	1	1,8	1	3	8	6	4	576	1.058

Tabla 36. Máquinas, tiempos de operación y kWh determinantes del consumo de energía eléctrica. Fuente: Propia.

ANEXO M. Generación de carnazas, recortes, orillo, grasa y lodos.

Pieles/mes	kg/piel (Carnaza)	kg/piel (orillo)	kg/piel (paticas)
6.654	2,54	1,52	1,32
13.131	3,78	1,49	1,52
11.740	4,57	3,21	2,29
11.685	5	0,69	2,26
13.425	6,1	1,27	2,23
14.443	6,44	2,26	1,91
Promedio	4,74	1,74	1,92

Tabla 37. Generación de carnazas, recortes, orillo, grasa y lodos 1. Fuente: Propia.

Pieles/mes	Kg/piel húmeda salada (Grasa)
13.131	12,37
11.740	14,47
11.685	14,95
13.425	12,82
14.443	10,54
Promedio	13,03

Tabla 38. Generación de carnazas, recortes, orillo, grasa y lodos 2. Fuente: Propia.

Meses	Generación de lodos	
	Año 2016	Año 2017
Enero		44.260
Febrero		67.020
Marzo		107.200
Abril	79.616	70.610
Mayo	1.535	119.410
Junio	985	109.380
Julio	10.544	101.030
Agosto	18.010	
Septiembre	12.020	
Octubre	32.090	
Noviembre	39.990	
Diciembre	13.740	
Promedio	23.170	88.416

Tabla 39. Generación de carnazas, recortes, orillo, grasa y lodos 3. Fuente: Propia.

ANEXO N. Supermatriz de relaciones de dependencia.

		1Goal	2Criteria			3Alternatives			Ambiental Subcriteria								Económico Subcriteria							Social Subcriteria													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
1Goal	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2Criteria	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3Alternatives	5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	6	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ambiental Subcriteria	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Económico Subcriteria	17	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	18	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	19	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	21	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	22	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	23	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	24	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	25	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Social Subcriteria	26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	28	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	29	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	30	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	31	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	32	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	33	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	34	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 40. Supermatriz de relaciones de dependencia. Fuente: Propia.

Columnas	
1	Goal Node
2	1Social Criteria
3	2Ambiental Criteria
4	3Economic Criteria
5	1Estado productivo 0 (<2015)
6	2Estado productivo 1 (2015-2016)
7	3Estado productivo 2 (2017-2018)
8	1Consumo de agua (m ³ /t phs)
9	2Cromo en Curtido (% sobre el peso del lote) toneladas
10	3DBO 5 (mg o ₂ /L)
11	4Generación de aguas residuales
12	5Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes
13	6Grasas, Carnaza y recortes (kg/piel)
14	7Lodo (kg/piel)
15	8SST (mg/L)
16	9Sulfuro de sodio en Pelambre (% sobre el peso del lote) toneladas
17	1Aprovechamiento
18	2Capacidad de Producción por lote (toneladas/bombo)
19	3Costo dm ² cuero wetblue (1 día salario mínimo)
20	4Cuenta con certificaciones ambientales
21	5Posición favorable de la autoridad ambiental
22	6Posición favorable de otras autoridades
23	7Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades
24	8Riesgo químico
25	9Uso de la energía eléctrica kW/tphs
26	1Afectaciones a la salud pública
27	2Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del Área de influencia
28	3Conflicto con comunidad e instituciones
29	4Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos
30	5La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) presenta conflicto de interés
31	6La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio
32	7Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario
33	8Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)
34	9Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo

Tabla 41. Supermatriz de relaciones de dependencia. Descripción columnas. Fuente: Propia.

Filas	
1	Goal Node
2	1Social Criteria
3	2Ambiental Criteria
4	3Economic Criteria
5	1Estado productivo 0 (<2015)
6	2Estado productivo 1 (2015-2016)
7	3Estado productivo 2 (2017-2018)
8	1Consumo de agua (m ³ /t phs)
9	2Cromo en Curtido (% sobre el peso del lote) toneladas
10	3DBO 5 (mg o ₂ /L)
11	4Generación de aguas residuales
12	5Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes
13	6Grasas, Carnaza y recortes (kg/piel)
14	7Lodo (kg/piel)
15	8SST (mg/L)
16	9Sulfuro de sodio en Pelambre (% sobre el peso del lote) toneladas
17	1Aprovechamiento
18	2Capacidad de Producción por lote (toneladas/bombo)
19	3Costo dm ² cuero wetblue (1 día salario mínimo)
20	4Cuenta con certificaciones ambientales
21	5Posición favorable de la autoridad ambiental
22	6Posición favorable de otras autoridades
23	7Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades
24	8Riesgo químico
25	9Uso de la energía eléctrica kW/tphs
26	1Afectaciones a la salud pública
27	2Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del Área de influencia
28	3Conflicto con comunidad e instituciones
29	4Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos
30	5La actuación de la partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) presenta conflicto de interés
31	6La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio
32	7Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario
33	8Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)
34	9Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo

Tabla 42. Supermatriz de relaciones de dependencia. Descripción filas. Fuente: Propia.

Columnas	
1	Goal Node
2	1Social Criteria
3	2Ambiental Criteria
4	3Economic Criteria
5	1Estado productivo 0 (<2015)
6	2Estado productivo 1 (2015-2016)
7	3Estado productivo 2 (2017-2018)
8	1Consumo de agua (m ³ /t phs)
9	2Cromo en Curtido (% sobre el peso del lote) toneladas
10	3DBO 5 (mg o ₂ /L)
11	4Generación de aguas residuales
12	5Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes
13	6Grasas, Carnaza y recortes (kg/piel)
14	7Lodo (kg/piel)
15	8SST (mg/L)
16	9Sulfuro de sodio en Pelambre (% sobre el peso del lote) toneladas
17	1Aprovechamiento
18	2Capacidad de Producción por lote (toneladas/bombo)
19	3Costo dm ² cuero wetblue (1 día salario mínimo)
20	4Cuenta con certificaciones ambientales
21	5Posición favorable de la autoridad ambiental
22	6Posición favorable de otras autoridades
23	7Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades
24	8Riesgo químico
25	9Uso de la energía eléctrica kW/tphs
26	1Afectaciones a la salud pública
27	2Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del Área de influencia
28	3Conflicto con comunidad e instituciones
29	4Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos
30	5La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) presenta conflicto de interés
31	6La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio
32	7Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario
33	8Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)
34	9Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo

Tabla 44. Supermatriz de correlaciones (no ponderado). Descripción columnas. Fuente: Propia.

Filas	
1	Goal Node
2	1Social Criteria
3	2Ambiental Criteria
4	3Economic Criteria
5	1Estado productivo 0 (<2015)
6	2Estado productivo 1 (2015-2016)
7	3Estado productivo 2 (2017-2018)
8	1Consumo de agua (m ³ /t phs)
9	2Cromo en Curtido (% sobre el peso del lote) toneladas
10	3DBO 5 (mg o ₂ /L)
11	4Generación de aguas residuales
12	5Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes
13	6Grasas, Carnaza y recortes (kg/piel)
14	7Lodo (kg/piel)
15	8SST (mg/L)
16	9Sulfuro de sodio en Pelambre (% sobre el peso del lote) toneladas
17	1Aprovechamiento
18	2Capacidad de Producción por lote (toneladas/bombo)
19	3Costo dm ² cuero wetblue (1 día salario mínimo)
20	4Cuenta con certificaciones ambientales
21	5Posición favorable de la autoridad ambiental
22	6Posición favorable de otras autoridades
23	7Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades
24	8Riesgo químico
25	9Uso de la energía eléctrica kW/tphs
26	1Afectaciones a la salud pública
27	2Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del Área de influencia
28	3Conflicto con comunidad e instituciones
29	4Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos
30	5La actuación de la partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) presenta conflicto de interés
31	6La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio
32	7Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario
33	8Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)
34	9Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo

Tabla 45. Supermatriz de correlaciones (no ponderado). Descripción filas. Fuente: Propia.

Columnas	
1	Goal Node
2	1Social Criteria
3	2Ambiental Criteria
4	3Economico Criteria
5	1Estado productivo 0 (<2015)
6	2Estado productivo 1 (2015-2016)
7	3Estado productivo 2 (2017-2018)
8	1Consumo de agua (m ³ /t phs)
9	2Cromo en Curtido (% sobre el peso del lote) toneladas
10	3DBO 5 (mg o ₂ /L)
11	4Generación de aguas residuales
12	5Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes
13	6Grasas, Carnaza y recortes (kg/piel)
14	7Lodo (kg/piel)
15	8SST (mg/L)
16	9Sulfuro de sodio en Pelambre (% sobre el peso del lote) toneladas
17	1Aprovechamiento
18	2Capacidad de Producción por lote (toneladas/bombo)
19	3Costo dm ² cuero wetblue (1 día salario mínimo)
20	4Cuenta con certificaciones ambientales
21	5Posición favorable de la autoridad ambiental
22	6Posición favorable de otras autoridades
23	7Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades
24	8Riesgo químico
25	9Uso de la energía eléctrica kW/tphs
26	1Afectaciones a la salud pública
27	2Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del Área de influencia
28	3Conflicto con comunidad e instituciones
29	4Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos
30	5La actuación de la partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) presenta conflicto de interés
31	6La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio
32	7Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario
33	8Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)
34	9Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo

Tabla 47. Supermatriz Ponderada. Descripción columnas. Fuente: Propia.

Filas	
1	Goal Node
2	1Social Criteria
3	2Ambiental Critería
4	3Economico Critería
5	1Estado productivo 0 (<2015)
6	2Estado productivo 1 (2015-2016)
7	3Estado productivo 2 (2017-2018)
8	1Consumo de agua (m ³ /t phs)
9	2Cromo en Curtido (% sobre el peso del lote) toneladas
10	3DBO 5 (mg o ₂ /L)
11	4Generación de aguas residuales
12	5Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes
13	6Grasas, Carnaza y recortes (kg/piel)
14	7Lodo (kg/piel)
15	8SST (mg/L)
16	9Sulfuro de sodio en Pelambre (% sobre el peso del lote) toneladas
17	1Aprovechamiento
18	2Capacidad de Producción por lote (toneladas/bombo)
19	3Costo dm ² cuero wetblue (1 día salario mínimo)
20	4Cuenta con certificaciones ambientales
21	5Posición favorable de la autoridad ambiental
22	6Posición favorable de otras autoridades
23	7Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades
24	8Riesgo químico
25	9Uso de la energía eléctrica kW/tphs
26	1Afectaciones a la salud pública
27	2Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del Área de influencia
28	3Conflicto con comunidad e instituciones
29	4Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos
30	5La actuación de la partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) presenta conflicto de interés
31	6La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio
32	7Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario
33	8Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)
34	9Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo

Tabla 48. Supermatriz Ponderada. Descripción filas. Fuente: Propia.

Columnas	
1	Goal Node
2	1Social Criteria
3	2Ambiental Criteria
4	3Economic Criteria
5	1Estado productivo 0 (<2015)
6	2Estado productivo 1 (2015-2016)
7	3Estado productivo 2 (2017-2018)
8	1Consumo de agua (m ³ /t phs)
9	2Cromo en Curtido (% sobre el peso del lote) toneladas
10	3DBO 5 (mg o ₂ /L)
11	4Generación de aguas residuales
12	5Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes
13	6Grasas, Carnaza y recortes (kg/piel)
14	7Lodo (kg/piel)
15	8SST (mg/L)
16	9Sulfuro de sodio en Pelambre (% sobre el peso del lote) toneladas
17	1Aprovechamiento
18	2Capacidad de Producción por lote (toneladas/bombo)
19	3Costo dm ² cuero wetblue (1 día salario mínimo)
20	4Cuenta con certificaciones ambientales
21	5Posición favorable de la autoridad ambiental
22	6Posición favorable de otras autoridades
23	7Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades
24	8Riesgo químico
25	9Uso de la energía eléctrica kW/tphs
26	1Afectaciones a la salud pública
27	2Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del Área de influencia
28	3Conflicto con comunidad e instituciones
29	4Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos
30	5La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) presenta conflicto de interés
31	6La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio
32	7Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario
33	8Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)
34	9Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo

Tabla 50. Supermatriz límite. Descripción columnas. Fuente-. Propia.

Filas	
1	Goal Node
2	1Social Criteria
3	2Ambiental Criteria
4	3Economic Criteria
5	1Estado productivo 0 (<2015)
6	2Estado productivo 1 (2015-2016)
7	3Estado productivo 2 (2017-2018)
8	1Consumo de agua (m ³ /t phs)
9	2Cromo en Curtido (% sobre el peso del lote) toneladas
10	3DBO 5 (mg o ₂ /L)
11	4Generación de aguas residuales
12	5Generación de desechos sólidos peligrosos o no peligrosos o incremento de los ya existentes
13	6Grasas, Carnaza y recortes (kg/piel)
14	7Lodo (kg/piel)
15	8SST (mg/L)
16	9Sulfuro de sodio en Pelambre (% sobre el peso del lote) toneladas
17	1Aprovechamiento
18	2Capacidad de Producción por lote (toneladas/bombo)
19	3Costo dm ² cuero wetblue (1 día salario mínimo)
20	4Cuenta con certificaciones ambientales
21	5Posición favorable de la autoridad ambiental
22	6Posición favorable de otras autoridades
23	7Presentación de informes de seguimiento a autoridades ambientales y otras autoridades
24	8Riesgo químico
25	9Uso de la energía eléctrica kW/tphs
26	1Afectaciones a la salud pública
27	2Afectación en la continuidad de actividades económicas de los pobladores del Área de influencia
28	3Conflicto con comunidad e instituciones
29	4Durante el estudio, se procura representar los efectos futuros y remotos
30	5La actuación de la partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) presenta conflicto de interés
31	6La actuación de las partes (actores involucrados en la Ribera y Curtido) es responsable ante la naturaleza del negocio
32	7Las partes toman las medidas necesarias para prevenir el daño innecesario
33	8Percepción negativa por asuntos ambientales y/o sociales (reputación e imagen)
34	9Se apela a un sentimiento apropiado a lo representado dentro del proceso productivo

Tabla 51. Supermatriz límite. Descripción filas. Fuente: Propia.