Identificación y análisis de las medidas de control de calidad en el proceso de acabado de la Curtiembre Invatam.

Kerith Yasaira Copete Cossio

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniera de Materiales

Modalidad de Práctica

Semestre de Industria o Práctica Empresarial

Asesoras

Carmiña Gartner Vargas, PhD en Ciencias Químicas

Melisa Rua Arango, Administradora de Empresas

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de Materiales

Medellín, Antioquia, Colombia

2025

Cita	Copete Cossio
Referencia Estilo IEEE (2020)	K. Y. Copete Cossio “Identificación y análisis de las medidas de control de calidad en el proceso de acabado de la Curtiembre Invatam”. Informe de práctica, Ingeniería de Materiales, Universidad de Antioquia Medellín, Antioquia, Colombia, 2025.







Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: http://bibliotecadigital.udea.edu.co

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A mi familia, y en especial a mi abuela, quien siempre me inspiró a ser una mejor persona y es mi gran referente.

Agradecimientos

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que con su apoyo y guía han contribuido a mi formación integral. En primer lugar, agradezco a Dios, fuente de toda fortaleza y sabiduría. También, agradezco especialmente a mi mamá y a mi abuela, quienes inculcaron en mí valores fundamentales y me brindaron su apoyo incondicional en la consecución de mis objetivos personales y académicos. Asimismo, reconozco la valiosa compañía de mi madrina, y la constante ayuda de mi tío y mi primo. Extiendo mi gratitud a Invatam, desde los jefes, líderes y a cada uno de los operarios que colaboraron en mi aprendizaje durante el semestre de industria. De igual manera, agradezco a mi asesora, Carmiña Vargas Gartner, por su tiempo, paciencia y el invaluable acompañamiento brindado, especialmente en momentos de frustración; su confianza y guía me permitieron sentirme respaldada en todo momento. Finalmente, expreso mi agradecimiento a la Universidad de Antioquia, institución que ha representado una oportunidad invaluable para mi formación profesional y personal.

Tabla de contenido

GLOSARIO **8**

RESUMEN **11**

1 INTRODUCCIÓN **12**

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **13**

3 OBJETIVOS **14**

3.1 Objetivo general 14

3.2 Objetivos específicos 14

4 MARCO TEÓRICO **14**

4.1 Piel bovina 15

4.2 Proceso de curtición 17

4.3 Proceso de pelambre: 19

4.4 Proceso de curtido 20

4.5 Proceso de teñido 22

4.6 Proceso de acondicionado 23

4.7 Proceso de acabado 24

4.8 Comercialización y calidad del cuero después del proceso de terminado 27

5 METODOLOGÍA **28**

5.1 Actividad 1: Evaluación del proceso de acabado e identificación de sus variables. 28

5.2 Actividad 2: herramientas y técnicas para cumplir requisitos mínimos técnicos para productos de cuero y/o usos finales. 28

5.3 Actividad 3: Identificación de causas de reprocesos. 29

5.4 Actividad 4: Desarrollo de un formulario para la retroalimentación de clientes. 29

6 RESULTADOS Y ANÁLISIS 29

6.1 **Actividad 1: Evaluación del proceso de acabado** 29

6.2 **Actividad 2:** Herramientas y técnicas para cumplir requisitos mínimos técnicos para productos de cuero y/o usos finales 41

6.3 **Actividad 3:** Identificación de causas de reprocesos. 57

6.4 Actividad 4 desarrollo de un formulario para la retroalimentación de clientes. 64

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 67

8 REFERENCIAS 67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Formato para ficha de terminación, actualizada 2024. 33

Tabla 2. Resultados del cuestionario a operarios del proceso de acabado 36

Tabla 3. Algunas normas Icontec para cueros terminados que están vigentes, sacadas de la base de datos del Icontec: E-collection. 49

Tabla 4. Requisitos químicos del cuero para calzado de trabajo y seguridad Norma 3440:1992; Vigente. 52

Tabla 5. Requisitos físicos del cuero para calzado de trabajo y de seguridad 52

Tabla 6. Plan de muestreo* dependiendo del número de hojas que conformen el lote 53

Tabla 7. Requisitos mínimos que debe cumplir el cuero utilizado en la capellada 54

Tabla 8. Cuero para prendas de vestir (excluyendo pieles con pelo). Especificaciones y procedimientos de muestreo. Norma ISO14931:2021 (E) 55

Tabla 9. Cueros que tuvieron que ser reprocesados en el mes de noviembre de 2024 58

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Sección transversal de la piel y sus respectivas partes. 15

Fig. 2. Divisiones de la superficie de la piel bovina en la curtiembre. 17

Fig. 3. Proceso de curtición, procesos químicos y mecánicos realizados en la curtiembre Invatam S.A.S. La zona en verde dependerá del producto requerido, concretamente desde el rebajado: Proceso mecánico donde se disminuye el calibre (espesor) del cuero. 19

Fig. 4. Piel a la que se realiza la operación mecánica de dividido para separar la flor de la carnaza.....20

Fig. 5. Enlace entre el colágeno y cromo promovido en el proceso de curtido. 21

Fig. 6. Defectos presentes en el cuero, según la norma 2217 de 2012.....22

Fig. 7. Imagen del proceso de acabado del cuero modificada de Fenice. 25

Fig. 8. Máquina Gemata para impregnar y/o pintar a rodillo y pistola el cuero 30

Fig. 9. Máquina Gemata para impregnar y/o pintar a rodillo y pistola el cuero. 30

Fig. 10. Prensa: Tomboni 600 Tons leather press. 31

Fig. 11. Placas para grabar el cuero. 31

Fig. 12. Fichas de terminación de cuero, Evora brandy. 32

Fig. 13. Encuesta para los operarios encargados del proceso de acabado, en INVATAM. 35

Fig. 14. Entrevista para líderes y jefes encargados del proceso de acabado, en INVATAM. 38

Fig. 15. Cabina de luz en LACPA. 43

Fig. 16. Equipo para frotamiento circular para realizar los ensayos de solidez en LACPA. 43

Fig. 17. Equipo para realizar los ensayos de solidez en Artesa. 44

Fig. 18. Equipo para realizar el ensayo de flexión en el LACPA 44

Fig. 19. Equipo para determinar la flexión en Artesa. 45

Fig. 20. Máquina universal para realizar el ensayo de tracción en el LACPA. 45

Fig. 21. Taber para realizar el ensayo de abrasión en el LACPA. 46

Fig. 22. Equipo para determinar la permeabilidad dinámica del cuero en el LACPA. 47

Fig. 23. Equipo para determinar la hidrofugación en Artesa. 47

Fig. 24. Equipo para determinar el agrietamiento del cuero en Artesa. 48

Fig. 25. Esquema de los productos de cuero que se elaboran después de la curtición.....50

Fig. 26. Cuero al cual se tuvo que reprocesar al faltarle pintura. 58

Fig. 27. Reprocesando el cuero para enviarlo nuevamente al cliente. 59

Fig. 28. Cuero con poca absorción y mala adherencia. 59

Fig. 29. Las causas principales de los reprocesos en la curtiembre Invatam. 60

Fig. 30. Formulario para que los clientes realicen las solicitudes correspondientes. 65

Fig. 31. Formulario para que los clientes realicen las solicitudes correspondientes. 66

GLOSARIO

Anilina: amina aromática líquida cuya fórmula es $C_6H_5NH_2$. Se sintetiza por reacción de nitrobenceno en fase de vapor con hidrógeno en presencia de un catalizador, quitando dos átomos de oxígeno de nitrobenceno para formar anilina y agua; o por reacción de cloro-benceno con amoníaco. Uno de sus usos es como punto de partida para una extensa e importante familia de tintes orgánicos. La anilina es tóxica y se absorbe por la piel, por lo tanto, debe manipularse con cuidado [1].

Calzado de calle: calzado diseñado y fabricado para el uso diario en el colegio, oficina o fuera de ella, para ir de compras o entornos similares y actividades de tiempo libre, según la norma NTC 2038 de 2017 [2].

Calzado de seguridad: aquel que protege al pie de los esfuerzos causados por agentes externos de tipo mecánico, térmico y químico, según la norma NTC 3440 de 1992 [3].

Calzado de trabajo: aquel que se usa de acuerdo con la naturaleza del trabajo que se realiza, como protección de los riesgos a los cuales está expuesto el usuario, según la norma NTC 3440 de 1992 [3].

Capellada o corte guarnecido: materiales que forman la parte externa del calzado que se fijan a la suela y cubren la superficie dorsal superior del pie, según la norma NTC 2038 de 2017 [2].

Carnaceadas: son áreas del cuero en crosta o terminado donde la capa superficial, conocida como flor, está ausente o incompleta. En su lugar, se observan zonas con carnaza, lo que se considera un defecto en el material.

Carnaza: es el residuo que se obtiene de la operación de descarne y también es la capa desde el folículo piloso hasta el lado carne. Las fibras están estrechamente entretejidas. Más cerca de la parte inferior, las fibras se vuelven más finas y se alinean paralelas al lado de la carne [4].

Crosta: nombre que se da a los cueros acondicionados y preparados para el proceso de terminación o acabado [5].

Crupón: se le denomina así a la parte del cuero que queda después de separar el cuello y las faldas. Suele tener forma cuadrada, es la parte más valiosa de las partes de la piel bovina por ser homogénea y compacta con un 45% del total de la piel fresca aproximadamente [1]y [6].

Cuello: es la parte que luce con arrugas y con un peso de 25% aproximado del total de la piel fresca [6].

Cuero esmerilado o flor corregida: cuero cuya superficie, conocida como flor, se esmerila para ocultar defectos naturales o para dotarlo de características especiales [5].

Cuero plena flor: cuero cuya superficie de flor no se esmerila, conservando así el poro natural del animal como su característica principal [5].

Cuero: nombre que recibe la piel de mamíferos, aves, reptiles o peces, tratada químicamente con agentes curtientes para estabilizarla químicamente [5].

Curtición: conjunto de operaciones fisicoquímicas que, mediante el adecuado uso de productos químicos, convierten a la piel en un material durable e imputrescible [1].

Curtiembre: donde se transforma la piel bovina en cuero *wet blue*, crosta y/o terminado mediante procesos químicos, mecánicos.

Falda: las faldas son partes las más irregulares de la piel que representa el 30% de peso total de la piel fresca aproximada [6].

Flor: nombre que se le da a la superficie de un cuero o piel que queda expuesta tras eliminar el pelo y la epidermis llegando hasta la base del folículo piloso. Las fibras superiores son finas y elásticas mientras que hacia la parte inferior se vuelven más grandes y gruesas. Para alcanzar el grosor adecuado a menudo se elimina una parte de la carnaza [1] y [4].

Grabado: piel o cuero al que se le ha grabado un diseño mediante una placa en la prensa, ya sea para imitar la flor natural de otra piel o para añadir un dibujo diferente al patrón original [1].

Hoja: nombre que recibe la mitad del cuero bovino cuando se divide por el centro dorsal o espinazo; también conocido como lado o tira [5].

Laca: son productos que forman películas más o menos duras, más o menos brillantes y con buena resistencia al frote. Se le da la protección final al cuero, contra el rayado, el desgaste y la abrasión. Este tipo de producto sólo se puede adherir sobre cueros que tienen un fondo ya aplicado. La laca le da el brillo final [1].

Ligantes: producto que pega o aglutina los pigmentos a la superficie del cuero, formando una película de acabado. Si no se tiene algo que adhiera los productos de terminación al cuero, no hay forma de mantener la terminación en forma durable sobre el cuero. Por lo tanto, los ligantes son capaces de englobar en su estructura una serie de productos sin modificar demasiado las propiedades [1].

Nubuck: el cuero esmerilado al que se le realiza una operación para retirar parte de la capa de la flor y darle esa característica especial de nubucado o efecto escribiente [4].

Nuche: defecto en el cuero causado por la larva de la mosca *Dermatobia hominis* que ataca especialmente al ganado y que se aloja bajo su piel [7].

Piel: término genérico que significa la cubierta exterior de un animal. También se denominan así las pieles de peletería curtidas y acabadas con su pelo[1].

Soltura de flor: defecto del cuero que se caracteriza por el desprendimiento de la capa más externa, conocida como flor. Las diferencias en el grosor y el movimiento de las fibras generan tensiones que pueden ocasionar el desprendimiento de la flor. Este defecto impacta negativamente la calidad del cuero para ciertos productos finales [8].

Tacto: el tacto superficial de la piel se modifica con agentes bastante específicos como las siliconas, los aceites y las ceras. El tacto puede ser natural, ceroso, graso, siliconado, sedoso, plástico y pegajoso [1].

Top Coat: es una capa de acabado a base de agua, es dura y resistente a los rayones. Presenta una excelente sensación al tacto, resistencia al roce y adherencia, todo sin agrisarse [9].

Vaqueta: nombre del cuero bovino procesado en su totalidad, es el doble de una hoja.

RESUMEN

La práctica realizada en la curtiembre Invatam se centró en mejorar la satisfacción del cliente mediante el análisis del proceso de acabado del cuero. El objetivo principal fue identificar y documentar las variables que impactan la calidad final del producto. Para esto, se realizó observación directa del proceso de curtición con énfasis en el proceso de acabado, visitas a laboratorios de control de calidad del cuero, identificación de las causas de reprocesos y la elaboración de un formulario virtual para gestionar peticiones, quejas, reclamos, sugerencias y felicitaciones (PQRSF) de los clientes. En cuanto a los resultados se identificaron las variables que afectan negativamente el proceso como la variabilidad en la calidad de las crostas y los químicos, la desorganización en la ejecución del proceso, problemas con la maquinaria, errores en el tono y calibre del cuero, y condiciones de iluminación inadecuadas. A su vez, las visitas a laboratorios permitieron definir ensayos básicos, como flexión, frote, tracción y medición del color, y por otro lado se consultaron los requisitos técnicos mínimos de calidad para calzado y prendas de vestir. También, se documentaron las causas de reproceso las cuales se deben a la calidad de las materias primas, fallos humanos en el manejo y aplicación de químicos, problemas con la maquinaria. En consecuencia, se destacó la necesidad de una planificación anticipada, el mantenimiento anual de la maquinaria y la modernización tecnológica progresiva e implementación de un formulario de PQRSF para facilitar la comunicación directa con los clientes y la gestión de sus solicitudes.

***Palabras claves*:** calidad, cliente, cuero, piel, proceso, proceso de acabado, productos**.**

ABSTRACT

The practice at the Invatam tannery focused on improving customer satisfaction by analyzing the leather finishing process, with the objective of identifying the variables that influence the quality of the final product. To this end, direct observation of the tanning process was carried out, quality control laboratories were visited, and the causes of reprocessing were identified. In addition, a virtual form was designed to manage customer requests, complaints, claims, suggestions and compliments (PQRSF in Spanish). Among the findings were factors such as variability in the quality of the crusts and chemicals, disorganization in the process, machinery failures, errors in the tone and caliber of the leather, and inadequate lighting. The visits to the laboratories made it possible to establish basic quality tests, such as flexion, rubbing, traction and color measurement, in addition to consulting the technical requirements for footwear and garments. The causes of

reprocessing were attributed to the quality of raw materials, errors in the handling of chemicals and machinery failures. Finally, advance planning, annual maintenance of machinery, technological modernization, and the implementation of the PQRSF form to improve communication with clients were recommended.

Keywords: quality, customer, leather, process, finishing process, products.

1 INTRODUCCIÓN

Las curtiembres en Colombia han sido parte del tejido productivo desde la década de 1920, con un asentamiento inicial en el norte de Antioquia [10]. En este contexto, la curtiembre Invatam S.A.S (en adelante "Invatam), fundada en 1981, se ha consolidado en el sector, empleando a 80 trabajadores y cuya misión es ofrecer cuero de alta calidad proveniente de E bovina, destinado a los sectores de calzado, confección y muebles, con un enfoque en diseños personalizados [11].

El tratamiento de las pieles en Invatam involucra una serie de procesos que incluyen la remoción del pelo, la eliminación del tejido carnoso no deseado, la detención de la putrefacción de la piel y su transformación en cuero, la calibración del cuero, la homogenización de colores, procedimientos para realzar la belleza del cuero o cubrir defectos y, en muchos casos, la adición de diseños para su comercialización.

Cada uno de los procesos realizados en Invatam es importante y acumulativo, ya que cualquier error en una etapa del proceso se reflejará en las siguientes. En particular, el proceso de acabado de cuero bovino es crucial, ya que es la última etapa antes de la comercialización. Este proceso consiste en aplicar una serie de tratamientos físicos y químicos a la superficie del cuero para garantizar que cumpla con los requerimientos de los clientes [12]. El proceso de acabado no solo tiene como objetivo mejorar la apariencia estética del cuero, sino también proteger su capa superior, principalmente la flor [12]. Esta protección abarca fricciones, rasguños, exposición a la luz y disolventes como el agua el tíner, entre otros. Para lograr esto, se incorporan al cuero sustancias como pigmentos, ceras, lacas, que refuerzan su capa externa, asegurando aspectos claves como resistencia y durabilidad [12].

Por lo anterior, la propuesta para mejorar la satisfacción de los clientes en Invatam consiste en establecer criterios de calidad específicos para el proceso de acabado del cuero. Esto se logrará mediante la creación de una serie de medidas de control, que van desde entrevistas con el personal operativo y administrativo hasta la creación de pautas documentadas. Estas pautas podrán ser

analizadas y atendidas en corto plazo y servirán como base para implementar una política de calidad, la cual será gestionada por un comité técnico compuesto por el líder del proceso de acabado, el jefe de producción, el jefe de ventas, la persona encargada de recursos humanos y la representante de la empresa.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Invatam, donde se procesa la piel bovina (subproducto de la industria cárnica) [4]. Se llevan a cabo diversos procesos químicos y mecánicos para obtener cuero terminado [12]. La piel, como tejido biológico complejo, presenta una variabilidad natural inherente por las distintas edades, sexo, condiciones climáticas del ganado y la marcación con hierro de las pieles de los ganaderos [4]. La empresa enfrenta un desafío adicional relacionado con la variabilidad ocasionada por la diversidad del portafolio de productos, especialmente en el proceso de terminación del cuero. Este proceso de acabado se adapta constantemente a las especificaciones de los clientes, lo cual es crucial en una empresa enfocada en el sector de la moda, donde las tendencias cambian cada temporada (aproximadamente cada seis meses).

Actualmente, la calidad se verifica principalmente mediante inspección visual y usando el sentido del tacto en la mayoría de los procesos de curtición, lo cual, aunque es util, no es suficiente para asegurar la consistencia deseada en todos los productos. Por lo que, de lo anterior surge la pregunta ¿Qué factores o características llevan a reprocesos e insatisfacción del cliente?

Por otro lado, para actualizar la documentación y el manejo de peticiones, quejas, reclamos, sugerencias y felicitaciones (PQRSF) en Invatam, es importante diseñar un formulario estructurado y virtual para su manejo. Debido a que, la ausencia de un formato estandarizado para la recepción y gestión de las PQRSF no solo dificulta el seguimiento efectivo de la satisfacción del cliente, sino que invisibiliza problemas o la falta de estos, por ejemplo, si los productos se demoran, si los productos cumplen con la muestra del cliente o sus especificaciones. Sin un formulario claro, la información puedo volverse desorganizada y dispersa, lo que complica su análisis y seguimiento.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Identificar medidas de control para garantizar la calidad del cuero en el proceso de acabado en Invatam con el fin de asegurar la satisfacción del cliente.

3.2 Objetivos específicos

3.1.1 Examinar el proceso de acabado e identificar sus variables y cómo estas afectan las propiedades finales del cuero.

3.2.1 Detallar herramientas y técnicas que vayan más allá de la inspección visual y del tacto para asegurar la consistencia en la calidad del cuero terminado.

3.3.1 Identificar las causas de los reprocesos de los cueros no conformes en el proceso de acabado.

3.4.1 Desarrollar un formulario virtual en Google Drive donde se documenten PQRSF (Peticiones, Quejas, Reclamos, Sugerencias y Felicitaciones) de los clientes.

4 MARCO TEÓRICO

Desde la antigüedad la transformación de pieles de animales en cuero ha sido fundamental para la fabricación de productos esenciales para diversas civilizaciones [5]. Este proceso, conocido como curtición, permitió a las sociedades antiguas obtener productos que ofrecían protección contra las irregularidades del terreno, como en el caso del calzado, así como contra las inclemencias del clima, mediante la confección de prendas de vestir como abrigos. Además, el cuero se utilizó como soporte para la escritura y la conservación de información, como evidencian los pergaminos [5].

Así, por ejemplo, la primera fórmula registrada para curtir cuero data aproximadamente del año 700 A. C. [4], lo cual resalta la larga historia de este proceso. Por ello, resulta importante comprender la naturaleza de la piel y la razón por la cual se somete al proceso de curtición. En este informe en particular, se aborda el cuero proveniente de la piel bovina, ya que en la actualidad se continúa utilizando el cuero no solo como protección, sino también como parte integral de la vida cotidiana. En este contexto, la curtiembre Invatam, desde su fundación en 1981 se dedica a la fabricación de artículos de cuero que sirven principalmente como materia prima para la industria de la marroquinería [11]. Esta última, a su vez, elabora productos tanto decorativos como

funcionales, entre los que destacan diversos tipos de calzado (incluyendo calzado de seguridad, de protección y de uso cotidiano), prendas de vestir como chaquetas y pantalones, y otros artículos como bolsos, cinturones, artículos de talabartería (la talabartería son productos de cuero que se le colocan a los caballos entre los que se encuentran las monturas), llaveros.

4.1 Piel bovina

La piel bovina es un material complejo compuesto por tres capas principales (**Fig. 1**): epidermis (1 % total de la piel en bruto), dermis o *corium (*85 % total de la piel en bruto), e hipodermis o endodermis (14 % total de la piel en bruto) [5]. Químicamente está constituida por un 65% de agua, un 33% de proteínas, entre un 2% y un 6% de grasas, y un 0,5% de minerales [4]. Las principales proteínas presentes en la piel son el colágeno, que constituye el insumo para transformar la piel en cuero; la queratina, localizada en el pelo y la epidermis, ambas eliminadas durante el proceso de pelambre; y las proteínas globulares que también se eliminan en esta etapa del proceso.

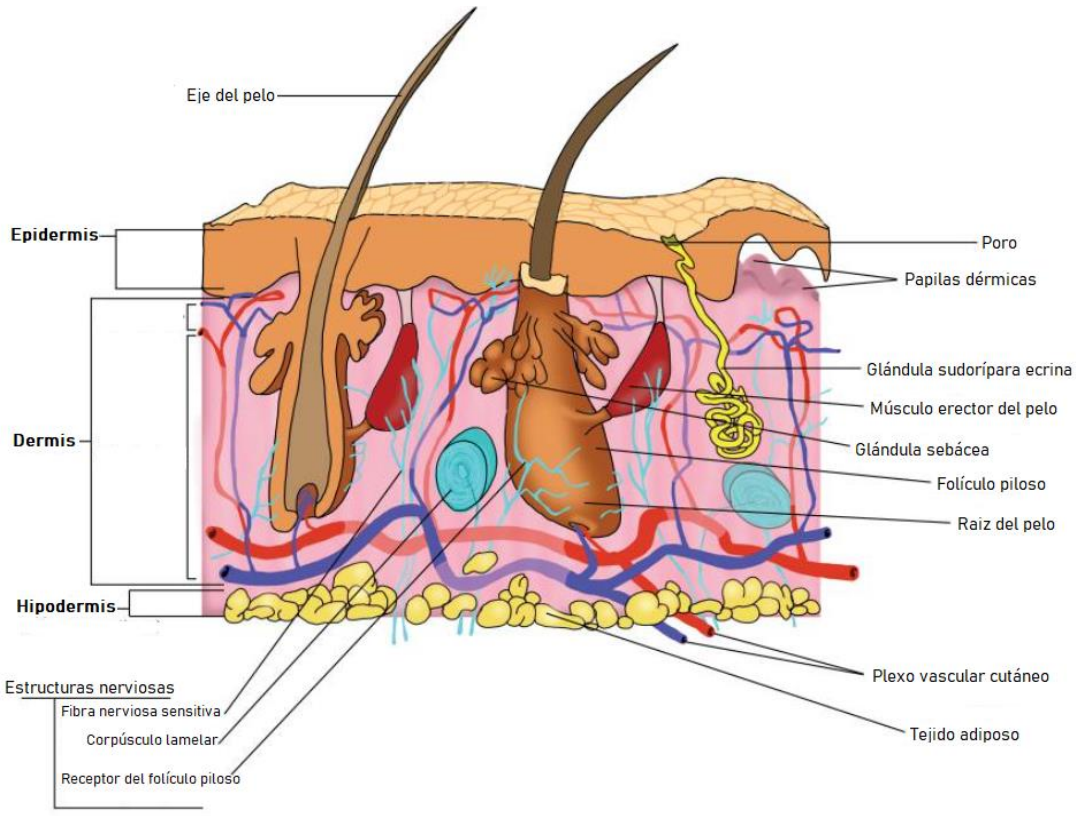


Fig. 1. Sección transversal de la piel y sus respectivas partes.

Cabe destacar que las proteínas son las sustancias que forman las fibras de la piel, las cuales se entrelazan en una estructura tridimensional irregular. De estas fibras estructuradas, el 98% corresponde a colágeno, el 1% a queratina y el resto a proteínas globulares [5]. Además de su composición, la piel bovina cumple funciones vitales para el animal, como la regulación de la temperatura corporal y la protección contra daños físicos y mecánicos [5] Asimismo, actúa como una barrera activa contra infecciones por microorganismos, siendo la densa red de fibras cutáneas (colágeno) la que determina la resistencia de la piel subyacente.

Por otro lado, las pieles de bovinos presentan una variabilidad inherente debido a diversos factores que influyen directamente en su calidad. Entre estos factores se encuentran:

- **Edad:** las pieles de animales jóvenes, como novillos, vaquillas, suelen ser de mejor calidad debido a su menor exposición a parásitos, rayaduras y otras marcas. En contraste, las pieles de animales más viejos pueden presentar mayor daño, como arrugas y cicatrices, afectando su calidad [4].
- **Raza:** la raza determina características de la piel, como su tamaño, grosor, estructura de la fibra y tipo de pelo [4].
- **Sexo:** las mejores pieles comerciales suelen provenir de novillos y vaquillas, pero los toros producen cueros más grandes y gruesos. Las vacas, por su parte, ofrecen pieles más delgadas, pero con mayor superficie útil [4].
- **Alimentación:** los animales criados en confinamiento tienden a presentar menos daño en la piel, aunque la acumulación de estiércol durante el invierno puede afectar la flor. Por otro lado, los animales criados en pastoreo están más expuestos a rayaduras, parásitos y otras imperfecciones [4].
- **Condiciones climáticas:** las condiciones geográficas y climáticas influyen en la calidad del cuero. Algunas razas son más tolerantes a climas fríos o tropicales, lo que impacta directamente en las propiedades de la piel [4].
- **Identificación del ganado:** las marcas de fuego o hierro y otras formas de identificación pueden reducir significativamente la calidad de la piel, especialmente si se realiza un marcado excesivo o múltiple [4].

Es fundamental considerar todos estos factores al disponer las pieles para transportar y procesar en las curtiembres. En efecto, toda esta heterogeneidad se reflejará tanto en los distintos procesos para obtener el cuero como en las características de los cueros obtenidos una vez finalizado el proceso de curtición.

Como se ha mencionado, la piel bovina es un subproducto de la industria cárnica. Las pieles se pueden procesar frescas (es decir, removidas del animal pocas horas después del desuello) o conservadas mediante salado. Para la conservación, se utiliza sal en grano (mediante la adición de sal sólida para deshidratarlas y saturarlas) o salmuera (sumergiéndolas en una solución salina durante 24 horas para lograr la saturación) [5].

En la curtiembre Invatam una vez recibidas e inspeccionadas, las pieles se dividen en hojas (Fig. 2). para facilitar el proceso, adaptándose así a la capacidad de las máquinas que operan en la curtiembre.

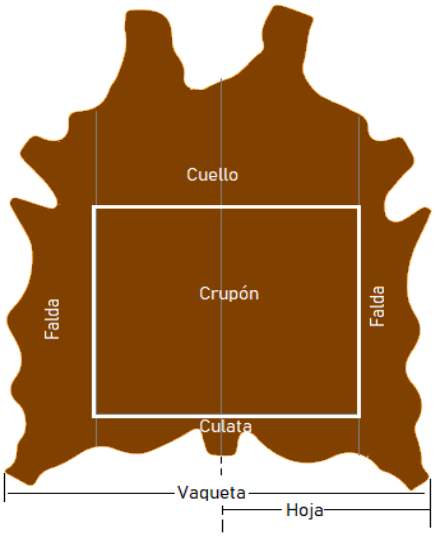


Fig. 2. Divisiones de la superficie de la piel bovina en la curtiembre.

4.2 Proceso de curtición

El proceso de curtición consiste en una serie de transformaciones físicas, químicas y mecánicas que convierten la piel de bovino en cuero. Esta piel, una vez culminado el desuello al bovino, sufre una degradación debido al ataque de microorganismos. La velocidad de este ataque depende del método de conservación aplicado: una conservación adecuada ralentizará la

degradación, previniendo daños macroscópicos notorios; la falta de conservación, por el contrario, acelerará el proceso de descomposición.

El proceso de curtición se compone de varias etapas o subprocesos, entre los que se destacan el pelambre, el curtido, el teñido y el acondicionado. Sin embargo, no todas las curtiembres realizan la totalidad de estas etapas. Dependiendo del alcance del proceso que llevan a cabo, las curtiembres se clasifican de la siguiente manera:

- **Curtiembre con proceso completo:** En estas curtiembres realizan el proceso de curtición en su totalidad, abarcando desde la recepción de la piel cruda hasta la obtención del cuero terminado [4]. Un ejemplo de este tipo es la curtiembre Invatam (Fig. 3).
- **Curtiembre hasta el proceso de curtido:** En estas curtiembres procesan las pieles desde su recepción hasta la obtención del *wet blue* (en el caso de usar cromo como agente curtiente) o *wet white* (si se utilizan agentes vegetales) [4].
- **Curtiembre hasta el RTE (Recurtido, Teñido y Engrase):** En estas curtiembres trabajan con cuero ya curtido y se encargan de las etapas de recurtido, teñido y engrase, obteniendo como producto cuero en crosta o cuero terminado [4].
- **Curtiembre hasta el terminado:** En estas curtiembres se especializan en la etapa final del proceso, trabajando con cuero en crosta para transformarlo en cuero terminado [4].

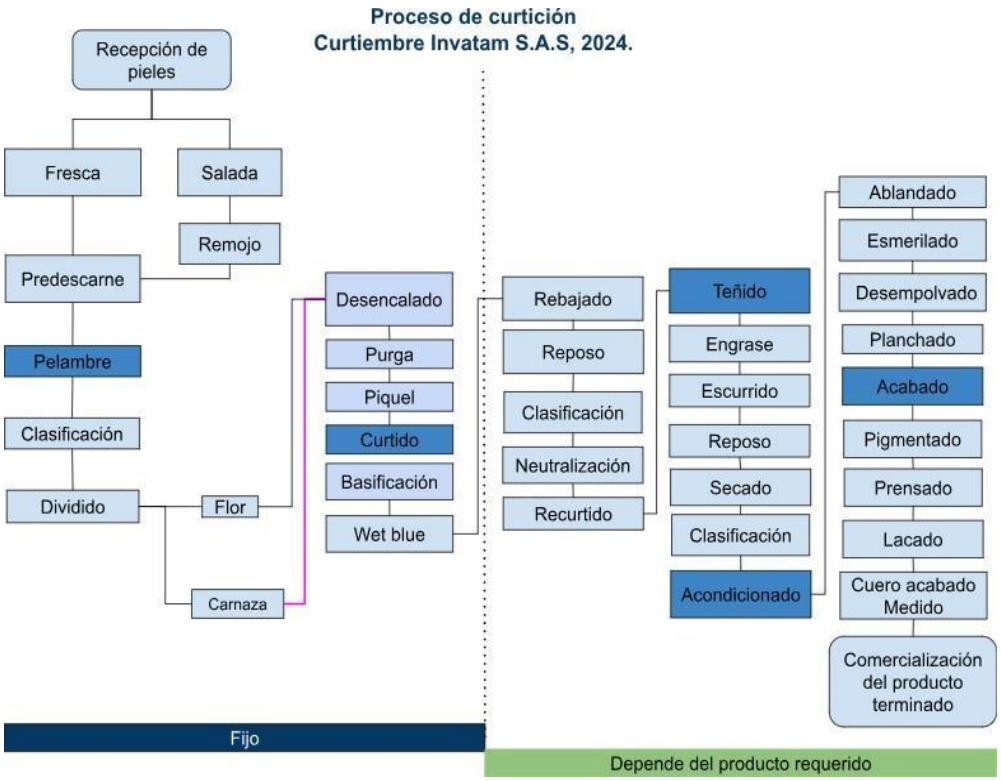


Fig. 3. Proceso de curtición, procesos químicos y mecánicos realizados en la curtiembre Invatam S.A.S. La zona en verde dependerá del producto requerido, concretamente desde el rebajado: Proceso mecánico donde se disminuye el calibre (espesor) del cuero.

Imagen creada basada en el manuscrito de W. Muñoz.

4.3 Proceso de pelambre:

El proceso de pelambre se realiza en un ambiente húmedo, utilizando agua y productos químicos para lograr la humectación, depilación, limpieza y el mantenimiento de un pH adecuado. Este proceso abarca desde la recepción de las pieles, ya sean frescas o saladas, hasta la obtención de las pieles en tripa [5], listas para las siguientes etapas del proceso de curtición.

El tratamiento inicial difiere según el estado de las pieles. Las pieles frescas, al no requerir rehidratación, pasan directamente a la etapa de predescarne. En esta fase, se eliminan los restos de carne y tejido adiposo adheridos, principalmente la endodermis o hipodermis. A continuación, se realiza una clasificación visual y manual para evaluar el estado de las pieles. Aquellas que presentan signos de putrefacción se aíslan para evitar la contaminación del resto. Posteriormente, con las pieles adaptadas para continuar el proceso, se lleva a cabo el dividido, separando las capas de la piel en flor y carnaza (**Fig. 4**), ambas componentes de la dermis. Con las pieles ya hidratadas,

se procede al depilado y encalado, un proceso que modifica el pH mediante la adición de cal y la eliminación del pelo y la epidermis [5]. El desencalado, por su parte, busca eliminar la alcalinidad y los residuos de cal, utilizando además enzimas para suavizar la piel [4]. La purga emplea enzimas para remover proteínas no fibrosas y abrir la estructura de la piel, facilitando la penetración de los curtientes. Finalmente, el piquelado prepara la piel para el curtido mediante la adición de sal, sales orgánicas y ácidos [4].

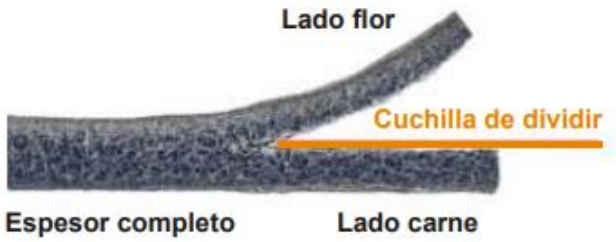


Fig. 4. Piel a la que se realiza la operación mecánica de dividido para separar la flor de la carnaza.

Por otro lado, las pieles saladas inician el proceso con una etapa de remojo. Este remojo tiene como objetivo rehidratar las pieles y eliminar la sal utilizada para su conservación, empleando también productos químicos. Una vez completado el remojo, las pieles saladas continúan con las mismas etapas que las pieles frescas: predescarne, clasificación, dividido, encalado, desencalado, purga y piquelado, para finalmente quedar listas para el curtido.

4.4 Proceso de curtido

El proceso de curtido es una etapa fundamental en la transformación de la piel en tripa, resultante del pelambre, en cuero estable e imputrescible. Dado que la piel en tripa aún es susceptible a la degradación microbiana, se estabilizan las fibras de colágeno mediante su reacción con agentes curtientes [**6**]. En el caso de Invatam, se utiliza sulfato de cromo III para llevar a cabo esta transformación, lo que le confiere al material un característico color azul claro conocido como "*wet blue*" (azul húmedo). Este color indica que se ha realizado un curtido al cromo y representa una etapa intermedia previa a los procesos de teñido y acabado.

Al igual que el pelambre, el proceso de curtido se lleva a cabo en un ambiente húmedo. Durante esta etapa, se añaden productos químicos cuidadosamente formulados con el objetivo de obtener un cuero de buena calidad a bajo costo. Para garantizar una penetración efectiva de los

químicos, se controlan rigurosamente variables como el pH, la temperatura, la cantidad de agua, la concentración de los químicos, la velocidad de rotación de los fulones (tambores rotatorios) y el tiempo de duración del proceso [5].

Una vez que las sales de cromo han reaccionado con las fibras de colágeno, se lleva a cabo la basificación, una etapa en la que se incorporan sustancias de carácter alcalino. Este proceso genera una reacción exotérmica que activa y agota el cromo no reaccionado, permitiendo un enlace completo entre el cromo y las fibras de colágeno (**Fig. 5**).

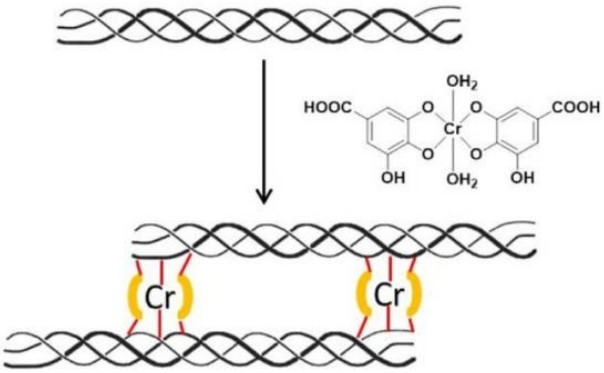


Fig. 5. Enlace entre el colágeno y cromo promovido en el proceso de curtido.

Posterior a la basificación, se realiza el rebajado, un procedimiento mecánico que ajusta el espesor o calibre del cuero mediante una máquina llamada rebajadora, adaptándolo al producto final requerido. Luego, el cuero es dejado en reposo para permitir la relajación de las fibras, tras lo cual se clasifica según los defectos que presente. Entre los defectos más comunes se incluyen marcas de fuego, nuches, garrapatas, huecos y estrías (Fig. 6). La clasificación se realiza por letras, donde la clase A corresponde al cuero con menos defectos y la clase E al que presenta la mayor cantidad. Aunque la norma 2217 [13]. establece criterios específicos para esta clasificación, en la práctica de la curtiembre se utiliza principalmente la observación visual y la evaluación de la soltura de la flor manualmente.

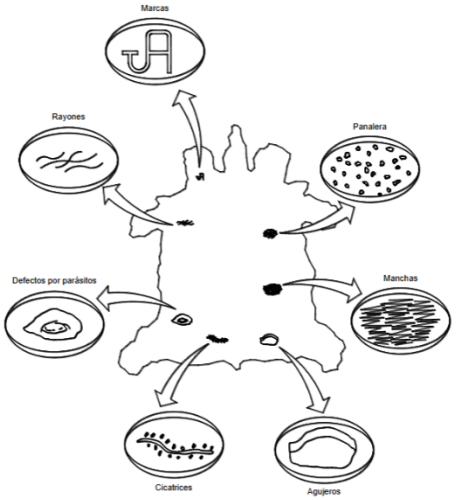


Fig. 6. Defectos presentes en el cuero, según la norma 2217 de 2012.

Luego, se lleva a cabo la neutralización, una etapa necesaria para ajustar el pH alcalino que presenta el cuero tras la basificación. Este proceso estabiliza el pH en un rango neutro, preparando el material para el recurtido. Finalmente, en la etapa de recurtido, se emplean extractos vegetales para modificar las propiedades del cuero según los requerimientos específicos del cliente.

4.5 Proceso de teñido

En este proceso, se añaden colorantes al cuero obtenido una vez finalizado el proceso de curtido, el cual presenta un color azul claro y se encuentra en un ambiente húmedo. Los colorantes aplicados proporcionan diferentes tonalidades y uniformidad al cuero [4] de acuerdo con los requerimientos de los clientes.

Los colorantes utilizados tienen distintas naturalezas químicas y, en su mayoría, son ácidos o complejos metálicos [4], disponibles tanto en forma líquida como en polvo [5]. Según su capacidad de fijación al cuero, se clasifican en colorantes penetradores o de superficie, los cuales deben adherirse adecuadamente para garantizar que, al finalizar el proceso de curtición, el cuero resista pruebas de solidez en seco, en húmedo y a la luz ultravioleta [5].

Para lograr una adecuada fijación del colorante, se adiciona ácido fórmico al cuero. Luego, este se escurre y se somete a un tratamiento con agua caliente, cuyo propósito es garantizar una fijación uniforme y permanente del color [5].

Una vez finalizado el teñido, se engrasa el cuero con grasas o aceites que pueden tener origen animal, vegetal o sintético. Al engrasar el cuero, se lubrican las fibras de colágeno, lo que

le confiere propiedades como maleabilidad, resistencia al desgarre y suavidad [5]. Dependiendo del tipo de producto de cuero y las especificaciones del cliente, se determina cuál engrasante usar y en qué cantidad [5]. A su vez, las grasas y aceites deben cumplir con requisitos de solidez a solventes, luz y calor [5]. Los parámetros que se deben controlar incluyen el agotamiento, la penetración, la temperatura, el pH, el color del baño y la asimilación del cuero en el proceso [5].

Posteriormente, se procede a escurrir el cuero, ya que todos los procesos realizados hasta el momento se han llevado a cabo en un ambiente húmedo. El cuero, con aproximadamente el 100% de su peso en agua, debe ser escurrido. Esto se realiza en una máquina denominada escurridora, donde el cuero es exprimido a través de rodillos y una cuchilla rotatoria que reduce la humedad y abre o alisa el cuero antes del secado. Este proceso garantiza un porcentaje de humedad entre el 60% y 50% lo cual es adecuado para continuar con las etapas siguientes [4].

Después de escurrir, el cuero se deja reposar para relajar las fibras, y luego se seca, y dependiendo del clima y la cantidad de pedidos se puede secar al vacío (en una máquina que combina presión y temperatura para secar y alisar el cuero), al aire libre, con sombrillas (cubículos construidos con resistencias eléctricas para proporcionar calor y varillas para colgar el cuero), o en cadenas. Finalmente, el cuero se clasifica según la flor, los defectos, la suavidad y las especificaciones de los productos requeridos por los clientes. Al finalizar este proceso, el cuero debe tener entre un 12% y un 14% de humedad [5], el cuero seco se inspecciona nuevamente y se le revisa los defectos nuevamente, la suavidad, el calibre, la flor o la soltura de la flor, y se destina para los procesos de acondicionado si es necesario dotarlo de alguna característica particular y/o para el proceso de acabado.

4.6 Proceso de acondicionado

El proceso de acondicionado tiene como objetivo preparar el cuero para la etapa de terminación, ajustándose a las especificaciones de los pedidos realizados por los clientes. Una vez finalizado el secado, las fibras del cuero se encuentran adheridas y entrecruzadas. Este estado, combinado con la pérdida de agua, hace que el cuero sea rígido [5]. Por lo anterior, dependiendo del producto a fabricar, es necesario realizar un ablandamiento.

La etapa de ablandado es una operación mecánica que se lleva a cabo mediante una máquina llamada Molisa. Esta máquina utiliza pistones que suben y bajan para presionar y golpear el cuero, logrando ablandarlo y aplanarlo [4]. Es importante ajustar la presión de la máquina según el tipo

de producto requerido: una mayor presión resulta en un cuero más flexible y suave.

Además, si el producto final lo requiere, se realiza un proceso de esmerilado. En esta etapa, similar al tratamiento de la madera, el cuero se somete a lijado con grados de lija variables, lo que permite crear diferentes texturas en su superficie y eliminar imperfecciones [4]. Este procedimiento también elimina una delgada capa protectora, transformando el cuero de plena flor en cuero esmerilado. Este último tiene una mayor capacidad de absorber productos químicos, como pigmentos, ceras y pinturas. Cabe señalar que el grado de profundidad alcanzado durante el esmerilado depende del tipo de producto que se desee obtener.

Una vez esmerilado, el cuero pasa por la etapa de desempolvado, donde se eliminan el polvo y otras impurezas para garantizar que esté listo para las siguientes fases del proceso. Si es necesario alisar el cuero para que quede uniforme y plano, se utiliza una prensa con una placa completamente lisa.

Finalmente, al concluir el proceso de acondicionado, los cueros reciben el nombre de crosta. Dependiendo de la calidad de esta crosta, los productos se clasifican en Invatam en las siguientes categorías:

- **Anilina sin acabado**: se requiere una crosta con buena flor, clasificada como A o B, para productos como el *nobuck.*
- **Graso**: se selecciona una crosta con buena flor, clasificada como C, para productos como Evora, Dallas y Sprinter tabaco.
- **Pintado**: se utiliza una crosta con buena flor, también clasificada como C, para productos como colegial y confección.
- **Grabados con placas de texturas no lisas**: en este caso, la calidad de la flor no es relevante. Se emplean crostas de clasificación D o E (usualmente con mala flor) para productos como Turquía, Orquídea, Mardin y Monza.

4.7 Proceso de acabado

El proceso de acabado del cuero se centra en satisfacer las especificaciones del cliente, que abarcan características como el calibre, el color, la intensidad del tono, el brillo, la textura y la suavidad. Este proceso es fundamental para la comercialización del cuero, el cual se utiliza como materia prima en la fabricación de diversos productos, como calzado, chaquetas, bolsos, marquillas

y cinturones, entre otros. Para lograrlo, se aplican al cuero recubrimientos que forman una película protectora (Fig.7). Se observan las capas comúnmente usadas en un acabado), productos que aportan color, auxiliares que mejoran la suavidad, la sensación al tacto y procesos mecánicos, como el grabado donde que se crean texturas atractivas para el cliente.

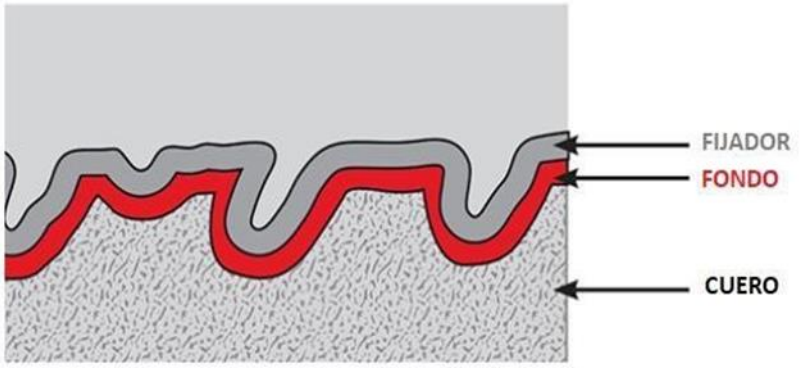


Fig. 7. Imagen del proceso de acabado del cuero modificada de Fenice.

Fenice: *Empresa italiana certificada en el cuidado del cuero desde hace 50 años, cuenta con laboratorios certificados.*

Para el acabado, la superficie del cuero debe presentar ciertas características. En primer lugar, debe ser completamente plana [4]. En el caso de cueros de plena flor o esmerilados, es esencial que los poros estén abiertos para garantizar una absorción uniforme de los tratamientos en toda su extensión. Además, se busca un color homogéneo, la suavidad adecuada, la ausencia de zonas carnaceadas y un nivel de humedad apropiado. Estas condiciones previas aseguran la correcta aplicación y el éxito del proceso de acabado.

Una vez finalizado el proceso, el cuero debe cumplir propiedades que garanticen su calidad y durabilidad. Entre estas propiedades se encuentran la resistencia a la fricción, a los solventes y a la humedad. Asimismo, debe asegurar una buena adherencia, flexibilidad y durabilidad, adaptándose al tipo de producto final que se fabricará. Estas características aseguran que el cuero acabado cumpla con los estándares requeridos para su uso en la industria.

El proceso de acabado involucra el uso de diversas categorías de productos, cada una con una función específica:

Productos que forman la película protectora al secarse: Estos productos crean una capa que mejora la durabilidad y apariencia del cuero. Entre ellos se encuentran:

- **Lacas de nitrocelulosa**: aplicadas en la capa superior del cuero, proporcionan un acabado brillante y duradero [14]
- ***Top coat***: es la capa final que se aplica al cuero para mejorar su protección y apariencia estética, garantizando mayor durabilidad frente a factores externos [9].
- **Resinas acrílicas**: mejoran la adhesión y la resistencia al agua del acabado, manteniendo las propiedades del cuero en condiciones adversas [14]
- **Resinas de butadieno**: ofrecen buena cobertura y contribuyen a una apariencia uniforme [14]
- **Resinas de poliuretano**: proporcionan resistencia, durabilidad y excelente solidez a la luz, ideales para cueros expuestos al exterior [14]
- **Hidrolaca** son lacas que fueron emulsionadas en agua. La formación de película tiene lugar cuando se evapora el agua. Estas se pueden aplicar en las capas finales o bien antes de dar la laca nitro. En este caso se logra una mejor adherencia de estas lacas en la capa de acabado y se obtiene un brillo lleno y uniforme.
- **Productos que aportan color**: Estos productos se encargan de dar la tonalidad deseada al cuero:
  - **Pintura**: una mezcla de pigmentos, solventes y aglutinantes utilizada para cubrir la superficie del cuero. Las pinturas proporcionan un color uniforme y ayudan a ocultar imperfecciones [4].
  - **Pigmentos**: son partículas finas que no se disuelven en el medio y actúan como colorantes. En el cuero, permiten ocultar defectos superficiales y asegurar una apariencia homogénea [4].
  - **Colorantes (anilina):** a diferencia de los pigmentos, los colorantes se disuelven y tiñen el cuero, aportando ligeras variaciones de color que brindan un aspecto más natural y atractivo.
  - Productos auxiliares: Estos productos mejoran las propiedades funcionales del cuero, como la resistencia y el tacto:
    - **Penetrantes**, ceras, rellenos, modificadores de tacto, entre otros. Los cuales mejorar las propiedades funcionales del cuero entre las cuales se tienen resistencia, tacto.
    - **Grasas (aceites y ceras):** Aplicadas para mejorar la flexibilidad, resistencia y suavidad del cuero. Pueden añadirse en caliente con rodillos y proporcionan efectos como suavidad, color, visos e impermeabilidad [4].

- **Estuco**: Corrige pequeños defectos en la superficie del cuero, facilitando el proceso de estampado sin que el cuero se adhiera a las herramientas.
- **Reticulantes**: Aumentan la resistencia y dureza del acabado, mejorando su impermeabilidad, especialmente en los acabados con poliuretano [4].
- **Modificadores de tacto**: Proporcionan al cuero una sensación suave, cerosa o resbaladiza, mejorando su rendimiento en pruebas de calidad [4].

4.8 Comercialización y calidad del cuero después del proceso de terminado

Una vez finalizado el proceso de acabado, se realiza una inspección final y se procede al redondeo de las hojas. El redondeo consiste en remover, mediante un bisturí, las zonas defectuosas que puedan quedar en el borde de la hoja. Posteriormente, el cuero conforme (aquel que cumple con todos los requerimientos del cliente) se mide hoja por hoja hasta alcanzar los decímetros cuadrados del pedido. Cada hoja mide aproximadamente 200 decímetros cuadrados.

Si el cuero no es conforme, se separa y puede ser reprocesado para otro producto, con el fin de mejorar alguna de las características que impiden su conformidad. De esta manera, puede destinarse tanto al producto originalmente pedido como a otro diferente. Si bien se han descrito cada uno de los subprocesos del proceso de curtición en la curtiembre Invatam, e incluso con las distintas inspecciones y clasificaciones que se realizan a lo largo del proceso, aún se presentan devoluciones por parte del cliente. Esto nos lleva al concepto de calidad.

Para precisar, la calidad es un término que se refiere a la evaluación del desempeño de un producto o servicio en relación con estándares previamente definidos, así como a la aceptación por parte de los clientes en términos de satisfacción. Dado que el cuero no es un material homogéneo, su calidad se evalúa principalmente mediante pruebas de rendimiento, las cuales varían según la aplicación final del producto o artículo de cuero. Las medidas de control de calidad son acciones que se implementan para asegurar que los productos o servicios cumplan con los estándares de calidad. Estas medidas, en el caso del cuero, son cruciales para controlar las variaciones que presenta el material desde el inicio de su procesamiento, lo cual fue la finalidad del trabajo realizado en la curtiembre.

En el caso del cuero acabado, la calidad del acabado se determina a través de pruebas como la solidez al frote seco/húmedo, la solidez a la luz y la adhesión del acabado, las cuales pueden

mejorarse utilizando productos químicos adecuados. Además, existen métodos de análisis físicos y químicos aprobados por la Unión Internacional de la Sociedad de Tecnólogos y Químicos del Cuero (IULTCS), reconocidos por la ISO. Estos estándares incluyen la medición del área, la resistencia a la tensión y al desgarre, el encogimiento dimensional, la resistencia al calor, la solidez del color, la repelencia al agua, el empañamiento y la resistencia al fuego, junto con una variedad de pruebas químicas específicas para el cuero [4].

5 METODOLOGÍA

La metodología se divide en 4 actividades, las cuales se describen a continuación y abarcan la evaluación del proceso de acabado y la identificación de sus variables, la utilización de normas y equipos para cumplir requisitos técnicos tanto para calzado y prendas de vestir, la identificación de las causas de reprocesos y finalmente, el formulario para la retroalimentación del cliente. El presente informe emplea una metodología con enfoque cualitativo, complementada con un análisis estadístico como herramienta secundaria para objetivar las respuestas del cuestionario aplicado en la primera actividad.

5.1 Actividad 1: Evaluación del proceso de acabado e identificación de sus variables.

La primera actividad consistió en examinar el proceso de Acabado para identificar sus variables y la influencia de estas en las propiedades finales del cuero. Para ello, se llevó a cabo las siguientes acciones: inicialmente, se realizó una observación preliminar del proceso de curtición en la curtiembre Invatam, enfocándose en el proceso de acabado. Adicionalmente, se recopiló información sobre el proceso de acabado a partir de la documentación disponible.

Con base en esta información, se elaboró un cuestionario y una entrevista estructurados, dirigidos a los operarios y líderes del proceso de acabado, respectivamente. Las respuestas y observaciones recopiladas permitieron identificar las principales variables del proceso.

Además, se incorporaron los tiempos de inicio y terminación del proceso en la ficha de terminación vigente en la curtiembre Invatam.

5.2 Actividad 2: herramientas y técnicas para cumplir requisitos mínimos técnicos para productos de cuero y/o usos finales.

La segunda actividad se enfocó en identificar métodos que complementen la inspección visual y táctil para asegurar una calidad constante en el cuero terminado. Para ello, se revisó

literatura técnica y normas de calidad que ofrecen criterios más objetivos. También, Se investigaron equipos y tecnologías disponibles para el control de calidad y se realizaron visitas a otras curtiembres y laboratorios especializados, lo que permitió recopilar información sobre procedimientos, características y propiedades del cuero terminado en función del producto final.

Como resultado de esta investigación, se recopilaron las características mínimas que debe cumplir un cuero para ser considerado conforme según las normas técnicas consultadas.

5.3 Actividad 3: Identificación de causas de reprocesos.

La tercera actividad tuvo como objetivo principal analizar los factores que causan reprocesos en los cueros no conformes. A través de la observación del proceso de acabado, se identificaron y registraron las posibles causas de estos reprocesos.

5.4 Actividad 4: Desarrollo de un formulario para la retroalimentación de clientes.

Finalmente, en la cuarta actividad, se elaboró un formulario virtual para documentar peticiones, quejas, reclamos, sugerencias y felicitaciones de los clientes. Este formulario incluye los datos del cliente, el tipo de solicitud, un espacio para describir la solicitud en detalle y la fecha de registro.

6 RESULTADOS Y ANÁLISIS

En esta sección se presentan y analizan los resultados obtenidos tras la ejecución de las actividades propuestas.

6.1 ***Actividad 1: Evaluación del proceso de acabado***

Mediante la observación directa del proceso de acabado, se documentaron las herramientas y la maquinaria empleadas. Adicionalmente, se diseñaron y aplicaron un cuestionario y una entrevista para recopilar información relevante sobre esta etapa. La información obtenida a través de estos instrumentos fue posteriormente analizada para comprender a fondo el proceso.

Herramientas y maquinaria utilizados en el Acabado del Cuero:

Se puede observar en las **Fig. 8, 9, 10 y 11** la máquina Gemata usada para impregnar, pintar a rodillo o a pistola, la cual posee dos cabinas de secado, también una de las prensas utilizadas para grabar el cuero y las diversas placas para darle textura al cuero acabado.

Además, se cuenta con: 5 pistolas, felpas/ espumas, 2 peinadoras, 2 prensas, placas para grabado, sombrillas para el secado de los cueros, tambor de aporreo, máquina de rodillo para pintar e impregnar, máquina integrada por rodillo, pistolas, calibrador para medir los calibres del cuero, bisturí y/o cuchillos.



Fig. 8. Máquina Gemata para impregnar y/o pintar a rodillo y pistola el cuero



Fig. 9. Máquina Gemata para impregnar y/o pintar a rodillo y pistola el cuero.



Fig. 10. Prensa: Tomboni 600 Tons leather press.

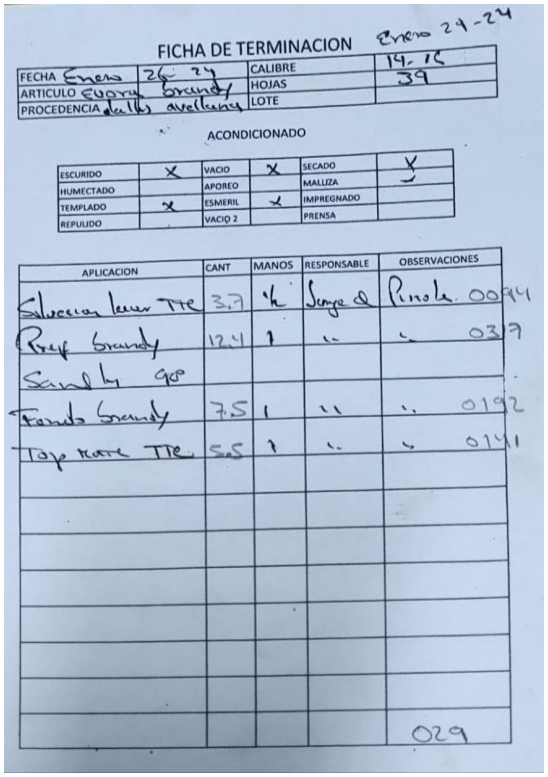


Fig. 11. Placas para grabar el cuero.

Ficha de Terminación: Herramienta para la Trazabilidad

La ficha de terminación es un formato que permite registrar las etapas previas al proceso de acabado, en particular el proceso de acondicionado, así como los detalles de la aplicación de recubrimientos en el acabado del cuero tal cual se muestra en la **Fig. 12**. Esta ficha contiene información como la fecha de inicio del proceso, el nombre del artículo, la procedencia, el calibre de la crosta, el número de hojas procesadas. Además, especifica los recubrimientos aplicados, su cantidad en gramos y el método de aplicación (ya sea con pistola, máquina o felpa).

Esta ficha no solo facilita el cálculo de costos de cada cuero, sino que también permite la trazabilidad de los productos, lo cual es fundamental para gestionar reclamos y realizar ajustes de acuerdo con las necesidades de la curtiembre.



FICHA DE TERMINACION Enero 24-24

FECHA Enero 26 24		CALIBRE	14-15
ARTICULO Evora brandy		HOJAS	39
PROCEDENCIA dalles avellanas		LOTE	

ACONDICIONADO

ESCURIDO	X	VACIO	X	SECADO	X
HUMECTADO		APOREO		MALLIZA	
TEMPLADO	X	ESMERIL	X	IMPREGNADO	
REPULIDO		VACIO 2		PRENSA	

APLICACION	CANT	MANOS	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
Solucion lauer TTE	3.7	1/2	Jorge A	Pinola 0094
Prep brandy	12.4	1	"	" 0317
Sandy 90°				
Fondo brandy	7.5	1	"	" 0192
Top rate TTE	5.5	1	"	" 0141
				029

Fig. 12. Fichas de terminación de cuero, Evora brandy.

Al formato se le corrigió la ortografía, se le incluyó la fecha final que informa la culminación del proceso de acabado, y cuándo ésta se dirige al almacén **ver Tabla 1.**

Tabla 1. Formato para ficha de terminación, actualizada 2024.

FICHA DE TERMINACIÓN					
FECHA INICIAL				CALIBRE	
ARTÍCULO				HOJAS	
PROCEDENCIA				LOTE	
FECHA FINAL					
ACONDICIONADO					
Escurrido		Vacio 1		Secado	
Humectado		Aporreo		Molliza	
Templado		Esmeril		Impregnado	
Repulido		Vacio 2		Prensa	
APLICACIÓN					
Aplicación		Cant	Manos	Responsable	Observaciones

Elaboración y aplicación del cuestionario para los operarios del proceso de acabado

El proceso de acabado involucra a un conjunto de personas, entre los que se tienen jefes, líderes y operarios, además de máquinas, herramientas y materiales, todos distribuidos en distintos espacios. Esta distribución se debe orientar para que el proceso sea fluido, eficiente, seguro y rentable.

Para identificar los inconvenientes y problemas del proceso de acabado en la curtiembre, primero se elaboró un cuestionario con trece preguntas, y se les realizó a los dieciocho operarios del proceso de acabado como se observa en la **Fig. 13**. Las respuestas de los operarios fueron anónimas para asegurar un ambiente de confianza y transparencia, permitiéndoles expresar libremente sus opiniones sin temor a represalias. De estos operarios, cinco tienen funciones fijas

como pintar las crostas con máquinas y con pistola; los trece operarios restantes rotan sus actividades según las necesidades de producción. El cuestionario se estructuró en 13 preguntas cerradas, organizadas en cinco temas para cubrir aspectos fundamentales del proceso:

1. Conocimiento del proceso de acabado (Preguntas 5, 8)

2. Materias primas utilizadas (Preguntas 6, 7).

3. Maquinaria involucrada (Preguntas 4,12).

4. Logística de trabajo y locaciones (Preguntas 1,2,3).

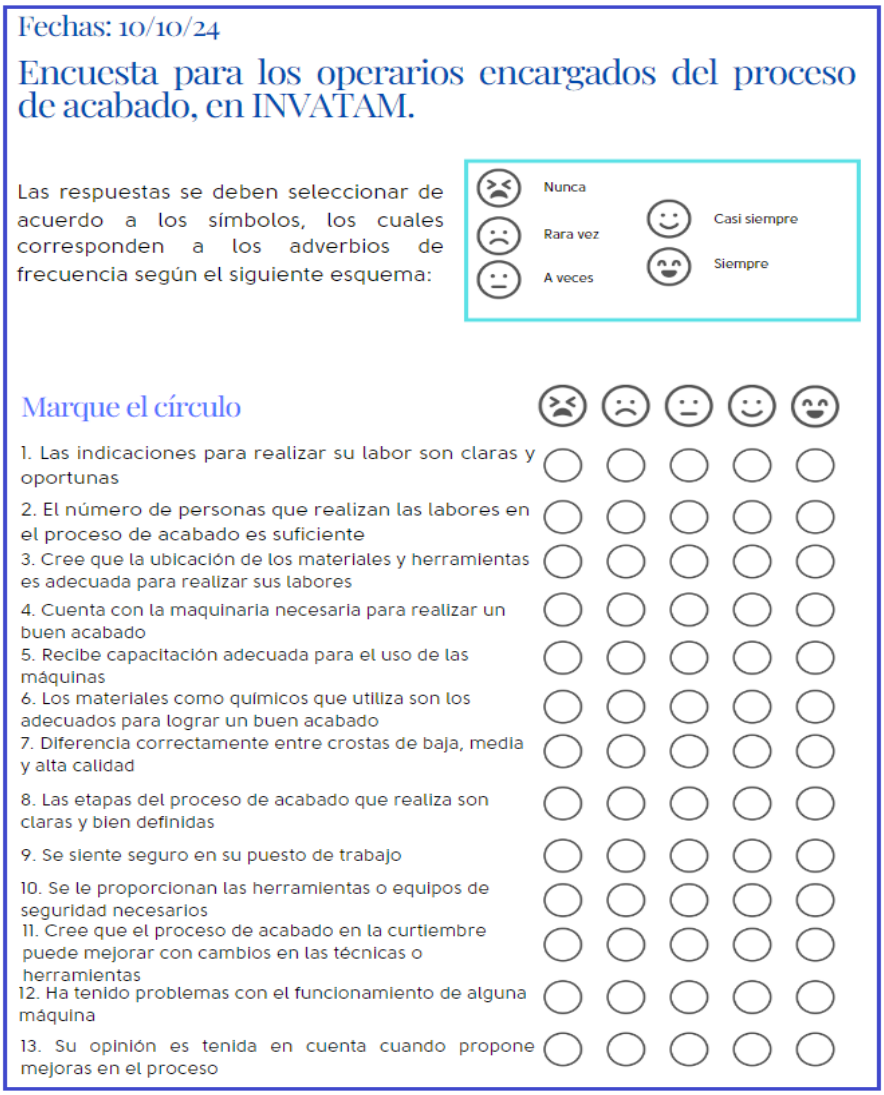
5. Seguridad en el proceso (Preguntas 9,10).

6. Mejoras (Preguntas 11,13)

Las respuestas al cuestionario facilitan la identificación y el análisis de los factores que impactan el rendimiento y la calidad en el proceso de acabado. A pesar de que las opciones para responder eran cualitativas se le asignaron valores numéricos.

Respuestas al cuestionario

Se les asigna números a los adverbios de frecuencia para facilitar el análisis cuantitativo de las respuestas, así: No aplica = 0, Nunca =1, Rara vez = 2, A veces = 3, Casi siempre = 4 y siempre = 5; Lo cual simplifica el análisis y convierte datos subjetivos en datos que pueden ser medidos, y comparables mediante herramientas estadísticas como el cálculo de promedios, desviaciones estándar y análisis de tendencias como se observa en la Tabla 2. Lo cual otorga una mayor objetividad al análisis. Además, la inclusión de un valor numérico para la opción "No Aplica" (NA), como 0, permite que estas respuestas sean identificadas y excluidas del análisis cuando no son pertinentes, evitando distorsiones en los resultados.



Fechas: 10/10/24

Encuesta para los operarios encargados del proceso de acabado, en INVATAM.

Las respuestas se deben seleccionar de acuerdo a los símbolos, los cuales corresponden a los adverbios de frecuencia según el siguiente esquema:

Nunca
Rara vez
A veces
Casi siempre
Siempre

Marque el círculo

1. Las indicaciones para realizar su labor son claras y oportunas	
2. El número de personas que realizan las labores en el proceso de acabado es suficiente	
3. Cree que la ubicación de los materiales y herramientas es adecuada para realizar sus labores	
4. Cuenta con la maquinaria necesaria para realizar un buen acabado	
5. Recibe capacitación adecuada para el uso de las máquinas	
6. Los materiales como químicos que utiliza son los adecuados para lograr un buen acabado	
7. Diferencia correctamente entre crostas de baja, media y alta calidad	
8. Las etapas del proceso de acabado que realiza son claras y bien definidas	
9. Se siente seguro en su puesto de trabajo	
10. Se le proporcionan las herramientas o equipos de seguridad necesarios	
11. Cree que el proceso de acabado en la curtiembre puede mejorar con cambios en las técnicas o herramientas	
12. Ha tenido problemas con el funcionamiento de alguna máquina	
13. Su opinión es tenida en cuenta cuando propone mejoras en el proceso	

Fig. 13. Encuesta para los operarios encargados del proceso de acabado, en INVATAM.

Tabla 2. Resultados del cuestionario a operarios del proceso de acabado

Operario/ Pregunta	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10	Pregunta 11	Pregunta 12	Pregunta 13
Operario 1	2	5	5	3	1	3	5	3	5	3	5	3	1
Operario 2	1	3	4	5	1	4	3	4	5	5	3	4	4
Operario 3	5	3	3	3	1	5	2	5	4	5	5	3	1
Operario 4	5	4	3	5	4	5	3	5	5	5	5	4	3
Operario 5	3	2	5	3	5	3	4	4	3	5	5	5	4
Operario 6	5	3	3	2	5	5	5	5	4	5	5	4	5
Operario 7	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	3	5
Operario 8	5	3	5	2	1	3	5	5	5	5	5	4	3
Operario 9	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	3	5
Operario 10	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	0	5
Operario 11	5	3	5	3	5	4	5	5	5	5	4	3	3
Operario 12	4	3	5	4	3	3	3	5	5	5	0	5	5
Operario 13	3	5	5	5	1	5	1	3	5	5	5	3	3
Operario 14	5	1	5	2	0	1	5	1	5	5	5	5	1
Operario 15	5	5	3	3	2	3	5	5	5	5	5	3	3
Operario 16	5	4	5	5	5	3	2	5	4	5	5	5	4
Operario 17	5	5	1	4	5	5	5	5	5	5	5	1	5
Operario 18	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	3
Promedio	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	5	3	4
Moda	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3
Desviacion Estándar	1,24	1,23	1,18	1,18	1,98	1,49	1,35	1,10	0,57	0,47	1,25	1,45	1,42

Análisis de las respuestas al cuestionario

Al promediar los datos obtenidos (ver **Tabla 2)** en las respuestas de los operarios, existe el riesgo de ocultar valores atípicos los cuales pueden dar información sobre el proceso. No obstante, es relevante analizar el comportamiento general de las respuestas, ya que se cuenta con un grupo de personas involucradas en el proceso de acabado, cuya finalidad es desempeñar sus funciones de manera adecuada, segura y armoniosa para que el acabado tenga la mejor calidad posible.

El cálculo de la moda resulta útil para identificar las respuestas más frecuentes en cada pregunta, proporcionando un indicador de las tendencias generales. No obstante, aunque la moda muestra una inclinación en las opiniones, no refleja la diversidad completa de las mismas. Lo que ocurre en las respuestas a las preguntas puede observarse en la **Tabla 2**, donde la mayoría de las respuestas a las preguntas tienen una moda de cinco o cuatro, lo cual indica un consenso en temas como la ubicación de materiales, el conocimiento del proceso y la seguridad. Cabe destacar que las preguntas 5 y 12 presentan un promedio de tres, lo cual sugiere áreas de mejora o temas con posibles dificultades.

En relación con la moda, se observa una tendencia a la respuesta cinco en la mayoría de las preguntas; sin embargo, en las preguntas 12 y 13, la moda es tres, lo que indica la necesidad de revisar estos temas en profundidad para entender los motivos detrás de esta tendencia.

La desviación estándar, por su parte, proporciona información clave sobre la dispersión de las respuestas. Valores bajos en la desviación estándar, cercanos a cero, indican una alta consistencia y homogeneidad en las opiniones de los operarios, como se observa en las preguntas 3, 4, 8, 9 y 10. Esto sugiere un acuerdo significativo en estos temas.

Cuando la desviación estándar es media, refleja una dispersión moderada, pero sin llegar a una división de opiniones. Esto es el caso en las preguntas 1, 2, 7 y 11.

Por otro lado, una alta desviación estándar, como en las preguntas 5, 6, 12 y 13, señala una mayor dispersión en las opiniones de los operarios, lo cual podría indicar la existencia de problemas o percepciones distintas sobre esos aspectos del proceso. Este tipo de información nos señala que temas hay que priorizar.

Elaboración y aplicación de la entrevista para los líderes y jefes del proceso de acabado

Para identificar los inconvenientes y problemas del proceso de acabado en la curtiembre, también se elaboró una entrevista con catorce preguntas (**Fig. 14**), y se les realizó a los seis líderes y jefes catorce preguntas las cuales estaban divididas así:

1. Gestión de recursos humanos. (Preguntas 1 al 3)

2. Materiales y herramientas. (Preguntas 4 al 6)

3. Técnico o conocimiento del conocimiento del proceso de acabado. (Preguntas 7 al 10)

4. Logística y materiales. (Preguntas 11 al 13)

5. Sugerencia para mejorar. (Preguntas 14)

Fecha: 15/10/24

Entrevista para líderes y jefes encargados del proceso de acabado, en INVATAM.

Nombre:

Función:

1. ¿Considera que el equipo de operarios cuenta con el personal suficiente para cumplir con los objetivos de producción establecidos?	
2. ¿Las instrucciones que brinda a los operarios son comprendidas y ejecutadas de manera eficiente?	
3. ¿Qué estrategias ha implementado para fomentar una comunicación efectiva entre los miembros del equipo y garantizar la mejora continua?	
4. ¿Cree que la maquinaria, las herramientas e instrumentos actuales son suficiente para satisfacer los requerimientos del proceso de acabado y cumplir con los estándares de calidad esperados?	
5. ¿Con qué frecuencia surgen problemas técnicos con la maquinaria y cómo impactan estos en la eficiencia del proceso?	
6. ¿Existen procesos de mantenimiento preventivo y correctivo adecuados para garantizar el buen estado de las máquinas?	
7. ¿Conoce las etapas del proceso de acabado, y los diferentes tipos de acabado?	

8. ¿Para usted que es un cuero acabado de alta calidad, media y baja?	
9. ¿Cuáles son los principales desafíos técnicos que enfrenta en las diferentes etapas del proceso de acabado (preparación, aplicación de acabados)?	
10. ¿Cómo evalúa la idoneidad de los productos químicos empleados en el proceso de acabado en términos de su efectividad y compatibilidad el cuero?	
11. ¿Considera que la distribución y acceso a las materias primas y herramientas en el área de trabajo son óptimos para mantener una producción fluida?	
12. ¿Cree que los espacios de trabajo están diseñados de manera eficiente para facilitar el flujo de trabajo y la seguridad de los operarios?	
13. ¿Existen cuellos de botella en la logística del proceso que afecten la eficiencia o la calidad del producto final?	
14. ¿Qué cambios o mejoras tecnológicas considera prioritarias para elevar la calidad del producto final y aumentar la eficiencia del proceso?	

Fig. 14. Entrevista para líderes y jefes encargados del proceso de acabado, en INVATAM.

Respuestas a la entrevista para los líderes y jefes del proceso de acabado

Las respuestas de los seis encargados del proceso de acabado fueron abiertas, permitiendo una recopilación de opiniones en las distintas áreas que se dividió la entrevista, que revela tanto convergencias como divergencias en sus percepciones. Debido a la relevancia de sus funciones, se analizaron las respuestas en conjunto para comparar sus perspectivas y encontrar puntos comunes o discrepancias. Esta metodología de respuestas abiertas permite entender la opinión de cada líder y encargado y su alineación en la dirección del proceso.

Análisis de las respuestas a la entrevista

Al realizar el análisis de las respuestas proporcionadas por los líderes y jefes del proceso de acabado, se evidencian aspectos relevantes que influyen directamente en la eficiencia y calidad del proceso. Uno de los aspectos más relevantes es la gestión del talento humano, donde se evidencia que el personal actual es suficiente para llevar a cabo las tareas, siempre que haya una asistencia adecuada. No obstante, se requiere contar con un plan que garantice la continuidad de las operaciones ante posibles ausencias. Asimismo, la capacidad de los operarios para rotar entre diversas actividades representa una fortaleza operativa, aunque esta flexibilidad debe extenderse a actividades como pintar a pistola y a máquina.

Otro aspecto fundamental en el proceso de acabado es la comunicación entre los distintos niveles jerárquicos. Una comunicación asertiva entre líderes, jefes y operarios es crucial para la correcta ejecución de las actividades. Para mejorar este aspecto, se pueden implementar hojas de procedimiento detalladas que sirvan como guía y fomentar la autonomía del personal, lo que reduciría la dependencia de instrucciones directas. Estas acciones no solo mejoran la dinámica interna, sino que también fortalecen la logística del proceso. En este sentido, se destaca la importancia de planificar la producción con un día de antelación para evitar improvisaciones y asegurar un flujo más eficiente. Además, la organización y adecuación de los espacios laborales es esencial para facilitar el movimiento y desarrollo de las actividades.

En relación con los equipos y maquinaria, se requiere modernización y mantenimiento adecuado para mantener un flujo productivo constante y garantizar la calidad de los acabados. Así mismo, los problemas técnicos recurrentes en las máquinas actuales subrayan la necesidad de implementar estrategias de mantenimiento predictivo que minimicen los tiempos de inactividad y prolonguen la vida útil de los equipos. Sin embargo, se reconoce que las limitaciones económicas

son un desafío para realizar mejoras tecnológicas significativas, lo que requiere una planificación estratégica a largo plazo.

Finalmente, se observa que la calidad de la materia prima también es un aspecto para considerar. La selección de las crostas, combinada con la variabilidad en los productos químicos, genera dificultades en la uniformidad del proceso y, en última instancia, en la calidad del producto final. Abordar esta problemática implica establecer criterios de selección más rigurosos y trabajar de manera estrecha con los proveedores para garantizar un suministro homogéneo y confiable.

Variables identificadas en el proceso de acabado en la curtiembre INVATAM y su impacto en las propiedades del cuero terminado

A continuación, se describen las variables clave que afectan las propiedades finales del cuero acabado en la curtiembre INVATAM. Estas variables fueron identificadas mediante encuestas, cuestionarios, observación directa y el análisis de problemas reportados por algunos clientes:

1. Variabilidad en la calidad de las crostas: La calidad de cada hoja de cuero seco acondicionado puede variar significativamente debido a la naturaleza de la piel. Esta variabilidad afecta la homogeneidad del acabado final y puede generar diferencias en la textura, flexibilidad y apariencia del cuero terminado (color y tono).

2. Planificación del proceso de acabado: La falta de una planificación efectiva conduce a la improvisación en las actividades de producción, causando retrasos y generando un entorno de estrés. Esto afecta directamente la calidad del producto final, al no garantizar consistencia en los tiempos de secado, aplicación de químicos y condiciones del proceso, lo que impacta la durabilidad y apariencia del cuero.

3. Orden en la ejecución del proceso de acabado: La falta de orden en este proceso produce inconsistencias que impactan la calidad del cuero terminado, al generar la necesidad de reprocesamiento y sobrecostos. Por ejemplo, el desorden puede llevar a la aplicación desigual de pinturas o lacas, lo que afecta la resistencia superficial y la estética del cuero, además de aumentar los costos de producción.

4. Variabilidad de los productos químicos: Debido a que muchos productos químicos son importados, su disponibilidad puede variar, requiriendo la búsqueda de sustitutos que, aunque similares, no ofrecen las mismas propiedades. Esta variabilidad impacta la uniformidad en el acabado del cuero, pudiendo afectar la resistencia al desgaste, la durabilidad y la estabilidad del color. La falta de capacitación en la selección y evaluación de productos químicos también contribuye a esta variabilidad.

5. Condiciones de la maquinaria del proceso de acabado: La maquinaria debe estar en óptimas condiciones para asegurar una producción consistente y de alta calidad. Equipos en mal estado pueden causar aplicaciones desiguales de productos, presión insuficiente en el prensado y otros problemas que afectan la uniformidad de la textura y el grosor del cuero.

6. Color y tono del cuero terminado: La uniformidad en el color es crucial para satisfacer las especificaciones del cliente. Sin embargo, el cansancio visual de los operarios y las condiciones ambientales pueden causar variaciones en la percepción del color. Para un color uniforme y estable, se requieren instrumentos de medición estandarizados. Además, la exposición al sol puede degradar el color, lo que implica la necesidad de productos resistentes a rayos UV, aumentando los costos y mejorando la resistencia a la decoloración.

7. Calibre del cuero terminado: El calibre o grosor del cuero depende de factores inherentes a la materia prima y de los procesos de rebajado y esmerilado. Durante el acabado, el prensado reduce el calibre en una unidad, afectando la uniformidad del grosor y, en consecuencia, la flexibilidad y resistencia del cuero en su uso final.

*6.2 **Actividad 2:** Herramientas y técnicas para cumplir requisitos mínimos técnicos para productos de cuero y/o usos finales*

Visitas a los laboratorios

Se realizaron visitas a dos laboratorios identificados como referentes en procesos de calidad del cuero: *Artesa: Bosi Tannery - Artesa S.A.*, ubicado en Copacabana, Antioquia, una industria del sector privado, y LACPA: Laboratorio de Pruebas a Calzado y Polímeros Avanzados, localizado en el Centro de Diseño y Manufactura del Cuero del SENA, regional Antioquia, en Itagüí, un instituto público. El propósito de estas visitas fue comprender las pruebas realizadas en

los cueros, la importancia de contar con un laboratorio especializado y los beneficios que éste aporta a las curtiembres.

Así pues, en estos laboratorios se evalúan las propiedades del cuero terminado, y se emplean equipos diseñados para realizar ensayos precisos y garantizar estándares de calidad. Cada uno de estos dispositivos cumple funciones específicas que permiten evaluar características como resistencia, durabilidad, apariencia. Por lo que, se describen los equipos más relevantes utilizados en estos laboratorios.

En el caso de LACPA, se ofrece un portafolio de servicios orientado a pequeñas, medianas y grandes empresas que trabajan con cuero. Este portafolio incluye los siguientes ensayos: permeabilidad al vapor de agua, hidrofugación Bally, flexión, frote circular, estallido, tracción, desgarre, pH, extracción de grasas, absorción de agua y abrasión Taber. Mientras que en la curtiembre Artesa se hacen los siguientes ensayos: Hidrofugación Bally, flexión, Firmeza del color en ciclos de frote de un extremo a otro en seco, en húmedo y con solvente, prueba de cinta. Entre estas pruebas, se consideran esenciales y útiles para la curtiembre Invatam los ensayos de flexión, frote circular, tracción y desgarre, incluyendo la medición del color y del tono con el equipo de cabina de luz.

Ensayos y equipos usados por los laboratorios para evaluar la calidad del cuero terminado

Cada ensayo para evaluar propiedades del cuero utiliza equipos especializados que garantizan resultados precisos, permitiendo identificar defectos, cumplir estándares internacionales y optimizar procesos de fabricación. Estas pruebas validan tanto la resistencia, durabilidad y estética, reduciendo devoluciones y mejorando la satisfacción del cliente.

A continuación, se describen los ensayos principales realizados en los laboratorios de calidad y los equipos empleados, destacando su importancia en el control de calidad y el impacto en los productos terminados.

Prueba para verificar la uniformidad del color

La cabina de luz: Es un dispositivo que se utiliza siempre que se intenta fabricar con gran precisión productos con colores idénticos. La cabina de luz (**Fig.15**) garantiza que la persona que observa el producto vea el mismo color incluso bajo diferentes condiciones de iluminación (según modelo admite de 3 a 5 tipos de luz normalizada) [15].



Fig. 15. Cabina de luz en LACPA.

Ensayo solidez en húmedo, seco y solventes

Evalúa la resistencia del acabado del cuero al desgaste por fricción, asegurando calidad estética y funcional.

- Equipo Sastra para ensayo de frotamiento circular SMT462 (Fig.16): Este equipo se utiliza para ensayar probetas tanto de cuero natural u otros materiales sustitutos del cuero, los daños por fricción y decoloración, también puede ser utilizado para evaluar el material de zapatos en la superficie abrasión solidez. Este equipo tiene dos formas de prueba en seco y húmedo [16].
- Equipo para realizar los ensayos de solidez (*Crockmeter*) (Fig.17): Equipo (de prueba de color y solidez al frote se utiliza principalmente para evaluar la fijación del color en tejidos teñidos



Fig. 16. Equipo para frotamiento circular para realizar los ensayos de solidez en LACPA.



Fig. 17. Equipo para realizar los ensayos de solidez en Artesa.

Ensayo de Flexión

Este ensayo es crucial para evaluar la resistencia del cuero al agrietamiento y la deformación bajo flexión repetida, lo que simula el uso diario del material. Esto es especialmente importante para productos como calzado, bolsos, donde el cuero está sujeto a movimiento constante. Garantizar un alto desempeño en flexión contribuye a aumentar la satisfacción del cliente y reduce la incidencia de devoluciones por fallos estructurales.

Equipo para el ensayo de flexión (Bally) (Fig. 18 y19): Se determina la resistencia de un material al agrietado y otros tipos de fallas como pliegues de flexión. Este equipo se para evaluar los materiales flexibles incluidos el cuero, telas y tejidos utilizados en las partes superiores del calzado [17].



Fig. 18. Equipo para realizar el ensayo de flexión en el LACPA



Fig. 19. Equipo para determinar la flexión en Artesa.

Ensayo de Tracción

Mide la fuerza máxima que el cuero puede soportar antes de romperse, esencial para garantizar la durabilidad en aplicaciones exigentes.

Equipo asociado al ensayo de tracción, máquina universal (Fig. 20): Esta máquina está diseñada para evaluar la resistencia a la tracción, compresión, cizallamiento, flexión, desgarro, resistencia en uniones y descamaciones entre otras pruebas para zapatos de goma, plástico, cuero, metal. Es un equipo básico de control de calidad, inspección de recepción, pruebas físicas, investigaciones mecánicas y desarrollo de material [18].

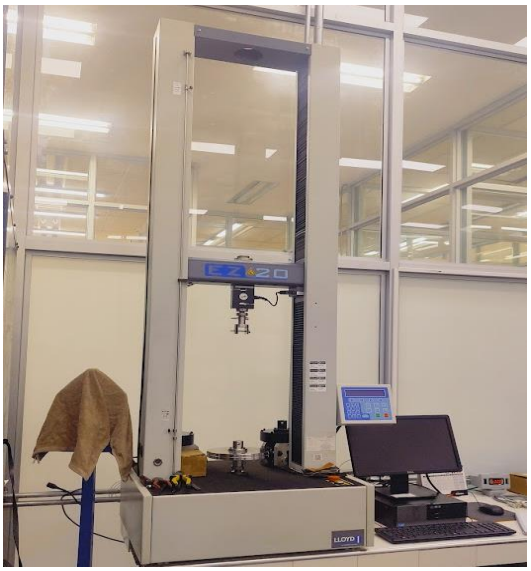


Fig. 20. Máquina universal para realizar el ensayo de tracción en el LACPA.

Ensayo de Resistencia al Desgaste

Determina la resistencia del cuero al desgaste, evaluando parámetros como pérdida de masa y espesor.

Equipo asociado al ensayo de resistencia al desgaste, Taber (Fig. 21):

Este equipo se utiliza para determinar la resistencia al desgaste de los materiales y evaluar su grado de resistencia al desgaste, como medir su pérdida de masa, perdida de espesor, transmitancia, etc [19].



Fig. 21. Taber para realizar el ensayo de abrasión en el LACPA.

Ensayo de Permeabilidad Dinámica

Mide la capacidad del cuero para absorber agua y determinar el tiempo de penetración en materiales hidrofugados.

Equipo para medir la permeabilidad dinámica del cuero (Fig. 22).: El equipo especialmente diseñado para determinar las propiedades dinámicas de absorción, tiempo de penetración y paso de agua en materiales utilizados en la parte superior: Cuero artificial, tela, etc. El ensayo permite caracterizar las propiedades de permeabilidad en los cueros hidrofugados [20].



Fig. 22. Equipo para determinar la permeabilidad dinámica del cuero en el LACPA.

Ensayo de Hidrofugación

Determina la resistencia del cuero y otros materiales a la penetración de agua durante la flexión.

Equipo para determinar la hidrofugación: El equipo de penetración de agua BALLY (**Fig. 23**) se utiliza para determinar la resistencia del cuero, cuero artificial, tela, etc., material superior del calzado a la penetración de agua al flexionarse, con el fin de evaluar la idoneidad para el uso final [21]



Fig. 23. Equipo para determinar la hidrofugación en Artesa.

Ensayo de Agrietamiento

Evalúa la resistencia del cuero al agrietamiento bajo condiciones de estrés, asegurando su idoneidad para aplicaciones específicas.

Equipo para determinar el agrietamiento del cuero (Fig. 24): Está diseñado específicamente para determinar la resistencia al agrietamiento de materiales como cuero ligero y materiales superiores del calzado [22].



Fig. 24. Equipo para determinar el agrietamiento del cuero en Artesa.

Normas técnicas para cueros terminados vigentes

Para garantizar la consistencia en la calidad de los cueros terminados y reducir la dependencia de los sentidos de los operarios de acabado, es necesario mitigar factores que puedan comprometer la percepción visual. Entre estos factores se encuentran el agotamiento visual causado por la jornada laboral y las variaciones en las condiciones de iluminación. En la curtiembre, los operarios están expuestos a diferentes tipos de luz: natural y artificial. La luz natural depende de condiciones climáticas, como cielos nublados o soleados, y de la posición del sol. Por otro lado, la luz artificial, aunque más intensa y constante, puede generar contrastes al combinarse con la luz natural, lo que ocurre en la planta debido a los espacios diseñados en el techo para aprovechar la luz diurna. Sin embargo, en ocasiones, esta iluminación resulta insuficiente y debe complementarse con lámparas.

En el caso específico del operario encargado del cuarto de color, la obtención de los diferentes colores pedidos por los clientes enfrenta desafíos adicionales. Estos incluyen la

exposición a una amplia variedad de productos químicos, así como la contaminación ambiental generada por solventes como el *thinner* y pigmentos en suspensión. Todo lo expuesto anteriormente, indica la importancia de seguir normas técnicas específicas, las cuales varían según el país.

Las normas técnicas son documentos que establecen requisitos, especificaciones y características diseñadas para garantizar que un producto, proceso o servicio sea adecuado para su propósito. En el caso del cuero acabado, las normas recopiladas en la **Tabla 3** abarcan desde la clasificación del cuero hasta los procedimientos para extraer muestras de partes específicas del cuero, necesarias para realizar ensayos físicos, mecánicos y químicos. Además, incluyen estándares específicos para distintos tipos de calzado, definidos para garantizar que las propiedades mínimas del material sean adecuadas para aplicaciones particulares. Finalmente, las normas también detallan los métodos para la inspección de lotes, especificando los tamaños mínimos de muestras requeridas y los criterios de aceptación o rechazo basados en el sistema de inspección aplicado.

Tabla 3. Algunas normas Icontec para cueros terminados que están vigentes, sacadas de la base de datos del Icontec: E-collection.

Norma	**Nombre de la prueba/ Ensayo**
NTC 2217:2012	Cuero de ganado bovino. Clasificación por defectos.
NTC-ISO 2419:2008	Preparación y acondicionamiento de muestras.
NTC 1094:1998	Preparación de muestras para análisis químicos.
NTC-ISO 2418:2006	Localización de la zona de toma de muestras.
NTC 2216:2004	Cuero de ganado bovino para la fabricación de calzado. Especificaciones.
NTC 3440:1992	Cuero para calzado de trabajo y de seguridad.
NTC 2038:2017	Calzado de calle. Requisitos y métodos de ensayo.
NTC-ISO 11644:2010	Ensayo de adhesión del acabado.
NTC 4698:1999	Determinación de la adherencia de la película de acabado.
NTC-ISO 11640:2008	Firmeza del color en ciclos de frote de un extremo a otro.
NTC 4920:2001	Firmeza del color al frote circular - húmedo y seco -.
NTC-ISO 3377-1:2006	Determinación de la resistencia al desgarre. Parte 1: Desgarre simple.
NTC-ISO 3377-2:2006	Determinación de la resistencia al desgarre. Parte 2: Desgarre doble.

NTC-ISO 3376:2007	Determinación de la resistencia a la tracción y porcentaje de elongación.
NTC-ISO 4045:2010	Determinación del pH.
NTC-ISO 2859-0:1998	Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 0: Introducción de la serie. Sistema de muestreo por atributos.
NTC-ISO 2859-1:2002	Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1: Planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de calidad-NAC- para inspección lote a lote.
NTC-ISO 2859-2:1994	Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 2: Planes de muestreo determinados para la calidad límite (CL) para la inspección de un lote aislado.
NTC-ISO 2859-3:1994	Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 3: Procedimientos de muestreo intermitentes.

Características mínimas para que el cuero con acabado sea conforme para calzado y prendas de vestir más allá de la inspección visual y tacto

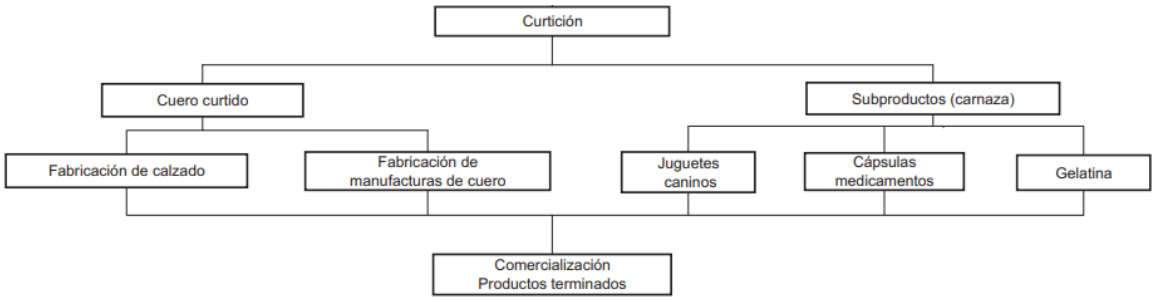


Fig. 25. Esquema de los productos de cuero que se elaboran después de la curtición

En el contexto del proceso de curtición de cueros en Invatam S.A.S., la evaluación de la calidad del cuero terminado se ha basado históricamente en inspecciones visuales y táctiles realizadas por operarios que ejecutan el proceso. Sin embargo, la necesidad de garantizar estándares más precisos y consistentes para productos destinados a calzado, prendas de vestir (Fig. 25) requiere un enfoque complementario que incorpore criterios técnicos y objetivos que trasciendan estas evaluaciones tradicionales.

El cuero acabado destinado a calzado debe cumplir con parámetros específicos que garanticen su resistencia al desgaste, flexibilidad, y capacidad para soportar deformaciones durante el uso y la fabricación. Esto incluye la resistencia a la abrasión, la solidez del color ante el roce en

seco y húmedo, y la estabilidad dimensional para evitar contracciones o dilataciones que puedan comprometer la calidad del producto final.

Por su parte, el cuero para prendas de vestir requiere propiedades adicionales como suavidad al tacto, uniformidad en el acabado superficial y ausencia de defectos significativos que puedan impactar la estética o comodidad. Además, es esencial que estos cueros sean ligeros y posean buena transpirabilidad, asegurando una experiencia confortable para el usuario final.

En este sentido, es fundamental que todos los involucrados en el proceso *hablen el mismo lenguaje* con respecto a la calidad, incrementar pruebas técnicas en laboratorio que validen las propiedades mecánicas, físicas y químicas de los cueros terminados. Ya que permitirá que se trabaje el cuero con confianza y también los fabricantes de marroquinería realizaran sus productos sin inconvenientes, incluso permitirá a Invatam posicionarse como un proveedor confiable de cueros de alta calidad para diversos sectores de la industria de la moda y el calzado.

Requisitos mínimos destinados para la fabricación de calzado de seguridad y trabajo

El cuero destinado a la fabricación de calzado de seguridad y trabajo debe cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 3440 de 1992[3], la cual define los parámetros mínimos de calidad que este material debe satisfacer antes de ser empleado en la producción. Entre los requisitos químicos, destaca la importancia de mantener un pH dentro de los rangos permitidos y un porcentaje controlado de grasas extraíbles, cuya especificación puede consultarse en la **Tabla 4** de dicha norma.

Además, la norma establece requisitos físicos mínimos relacionados con diversas propiedades mecánicas y funcionales del cuero. Por ejemplo, la resistencia a la flexión debe evaluarse según el equipo empleado, mientras que la adherencia de la película de acabado varía dependiendo del tipo de acabado aplicado. Asimismo, se considera fundamental la solidez del color al frote, tanto en ciclos en seco como en húmedo, y la resistencia al lavado, asegurando la durabilidad del material en condiciones exigentes de uso (Tabla 5).

Finalmente, la aceptación de los lotes de cuero se realiza siguiendo procedimientos específicos definidos en la norma, los cuales garantizan que el material cumple con todos los parámetros requeridos para su aplicación en calzado de trabajo y seguridad, brindando confianza en la calidad del producto final (Tabla 6).

Tabla 4. Requisitos químicos del cuero para calzado de trabajo y seguridad Norma 3440:1992; Vigente.

Requisito	Valor Min	Valor Máx.	Ensayo de acuerdo con el numeral
pH	3,5	-	6.3
Grasas extraíbles con éter de petróleo en % en masa	5,0	9,0	6.4

Tabla 5. Requisitos físicos del cuero para calzado de trabajo y de seguridad

Requisito	Valores mínimos	Ensayo de acuerdo con el numeral
Resistencia a flexión Equipo Bally En seco (ciclos) En húmedo (ciclos)	 20 000 15000	6.9.1
Resistencia a flexión Equipo Satra En seco En húmedo	 1000000 750000	6.9.2
Adherencia de la película de acabado (N/cm) Plena flor Flor corregida	 3,0 6,0	6.10
Solidez del color al frote en ciclos En seco En húmedo	 50 40	6.11
Solidez a la gota de agua	Que pase el ensayo	6.12
Solidez al lavado	Que pase el ensayo	6.12

Tabla 6. Plan de muestreo* dependiendo del número de hojas que conformen el lote

Unidades que conforman el lote	Tamaño de muestra	Aceptación Ac	Rechazo Re
3 - 90	3	0	1
91 - 500	13	1	2
501 - 1200	20	2	3
1201 o más	32	3	4

***Inspección especial S-4, nivel de aceptación AQL del 4,0 %**

Calzado de calle NTC-2038

En la fabricación de calzado, la capellada es una de las partes más importantes, ya que define tanto la estética como el desempeño funcional del producto. Por ello, el cuero destinado para este fin debe cumplir con requisitos técnicos establecidos en la Norma 2038[2], los cuales garantizan su idoneidad y durabilidad. En el caso de la curtiembre Invatam, una porción significativa del cuero producido se destina a la elaboración de capelladas, lo que hace imprescindible asegurar el cumplimiento de dichos estándares.

Según la Tabla 7 de la Norma 2038, los requisitos mínimos incluyen:

1. Resistencia al desgarre doble: Este parámetro evalúa la capacidad del cuero para soportar tensiones que puedan generar rasgaduras o cortes durante el uso o la fabricación. Un nivel adecuado de resistencia asegura que la capellada mantenga su integridad estructural frente a esfuerzos mecánicos.
2. Adherencia de la película de acabado: La calidad del acabado, ya sea semianilina, plena flor, charol o flor corregida, debe garantizar que la capa superficial no se desprenda con facilidad, incluso bajo condiciones de uso intensivo. Esto es clave para preservar la apariencia del calzado y evitar defectos visibles con el tiempo.
3. Resistencia a la flexión continuada en seco y en húmedo: Este ensayo mide la capacidad del cuero para resistir ciclos de flexión repetida sin presentar grietas, daños o pérdida de

propiedades físicas. Es esencial para garantizar que el calzado sea funcional tanto en ambientes secos como húmedos, especialmente durante caminatas prolongadas o en climas variables.

Tabla 7. Requisitos mínimos que debe cumplir el cuero utilizado en la capellada

Característica	**Requisito**				**Método de ensayo**
	Calzado femenino	**Calzado masculino**	**Calzado para niño**	**Calzado de colegial**	
Resistencia mínima al desgarre doble (N) (sin forro)	≥50	≥50	≥30	≥75	NTC-ISO 3377-2
pH (min)	3,5	3,5	3,5	3,5	NTC-ISO 4045
Adherencia de la película de acabado (N/cm) (min)*****					NTC 2216/ NTC 4698
• Semianilina • Plena Flor • Charol • Flor corregida	2,5 3,0 4,0 5,0	2,5 3,5 4,0 5,0	2,5 3,5 4,0 5,0	No especificado	
Resistencia a la flexión continuada en seco (ciclos)(min)**B**	250000	250000	250000	250000	NTC-ISO 5402 Método A
Resistencia a la flexión continuada en húmedo (ciclos)(min)**B**	50000	50000	50000	50000	NTC-ISO 5402 Método A

***** No Aplica para cueros tipo carnaza

A Si el calzado no tiene forro, se debe evaluar la solidez del color al frote para la valoración del manchado por el método establecido en la NTC 4920 a 10 ciclos, en seco y en húmedo, el requisito debe ser ≥ 3,5

[B] sin evidencia de daño

Requisitos mínimos para prendas de vestir (Norma ISO14931:2021)

Para garantizar la durabilidad de las prendas de vestir de cuero, hay requisitos técnicos mínimos y que abarcan propiedades físico-mecánicas y químicas [23] (**Tabla 8**). Por lo anterior mencionado, al cumplir con los requisitos se protege la salud del usuario y se asegura la resistencia adecuada del cuero al uso cotidiano.

Los requisitos físicos y mecánicos se centran en la resistencia del cuero a las exigencias diarias. Por ejemplo, en la solidez al frote, se evalúa la resistencia del colorante a la fricción constante entre la prenda de cuero y otras telas, el cuerpo del usuario de la prenda, por lo que una solidez al frote alta evita la migración del color a otras prendas o superficies (muebles, sillas), también la decoloración del cuero y el deterioro por fricción de las prendas realizadas. Incluso otros requisitos importantes son la resistencia al desgarro, la tracción y la flexibilidad, que aseguran la durabilidad y el confort.

En cuanto a la salud, los acabados no deben exceder la cantidad permitida por la norma, porque las sustancias pueden ser nocivas y toxicas en cantidades altas, por lo que es requerido controlar las cantidades de formaldehido, colorantes azoicos y otros, que pueden causar irritaciones, alergias u otros problemas de salud.

Tabla 8. Cuero para prendas de vestir (excluyendo pieles con pelo). Especificaciones y procedimientos de muestreo. Norma ISO14931:2021 (E)

Características del cuero	Valor recomendado	Métodos de ensayo
Espesor del recubrimiento (mm)	≤ 0,15	ISO 17186
Carga de desgarre (N)	≥ 15	ISO 3377-1
Resistencia a la tracción (N/mm^2)	≥ 12	ISO 3376
Elongación a la fuerza máxima %	40 a 90	ISO 3376
Resistencia a la flexión [b] (ciclos)	Acabado anilina (acabado no pigmentado) ≥ 20 000 Cuero (acabado pigmentado) ≥	ISO 5402-1

Características del cuero	Valor recomendado	Métodos de ensayo
	50 000 (sin daño visible, sin grietas)	
Resistencia al desgarre de costura (N)	≥ 40	ISO 23910
Contenido de cromo VI (mg/Kg)	< 3	ISO 17075-1 o ISO 17075-2
pH y ΔpH	≥ 3,5 Si el valor de pH es inferior a 4, ΔpH debe ser ≤ 0,7	ISO 4045
Contenido de formaldehído (mg/kg)	≤ 150 para cuero sin contacto directo con la piel ≤ 75 para cuero en contacto directo con la piel ≤ 20 para cuero para bebés y niños (grupo de edad de 0 a 14 años)	ISO 17226-1
Contenido total de fenoles clorados [c] (%)	< 0,1	ISO 17070
Contenido individual de fenoles clorados (mg/kg)		
PCP	< 0,5	
Tetra-CP	< 0,5	
Tri-CP	< 1,0	
Di-CP	< 1,0	
Mono-CP	< 2,0	
Colorante azoico (mg/kg)	≤ 30	ISO 17234-1 ISO 17234-2
Solidez del color a la luz	Anilina ≥ 3 escala azul Nobuk ≥ 3 escala azul Gamuza ≥ 3 escala azul Otros acabados ≥ 4 escala azul	ISO 105-B02

Características del cuero	Valor recomendado	Métodos de ensayo
Solidez del color al frote hacia adelante y hacia atrás (cambio de color y manchado)	Para anilina, nubuck o gamuza — fieltro seco, 20 ciclos ≥ 3 en escala de grises — fieltro húmedo, 10 ciclos ≥ 3 en escala de grises — fieltro mojado con solución de transpiración artificial[1], 10 ciclos ≥ 3 en escala de grises Otros acabados — fieltro seco, 50 ciclos ≥ 3 en escala de grises — fieltro húmedo, 20 ciclos ≥ 3 en escala de grises — fieltro mojado con solución de transpiración artificial[1], 20 ciclos ≥ 3 en escala de grises	ISO 11640
Solidez del color a las manchas de agua (referente al halo residual después de 24 h)	≥ 3 en escala de grises (sin formación de ampollas en la superficie del cuero ni efectos físicos permanentes, y sin formación de sales)	ISO 15700
Solidez del color al lavado en seco	≥ 3 escala de grises (sin pérdida de acabado, sin reengrase)	ISO 11643
[a] Valor promedio de cada dirección (paralela y perpendicular a la columna vertebral). [b] Utilizando el método de flexión en seco. [c] Pentaclorofenol, tetraclorofenol, triclorofenol, diclorofenol, monoclorofenol. [1] Solución de transpiración artificial (está definida en la norma ISO 11641): Mezcla química para simular condiciones reales de contacto con transpiración humana.		

*6.3 **Actividad 3:** Identificación de causas de reprocesos.*

En el proceso de acabado, la calidad del producto final es un factor crucial para cumplir con las especificaciones de los clientes. Sin embargo, en ocasiones, los cueros terminados presentan características que los clasifican como "no conformes"**(Tabla 9)**. Un cuero no conforme es aquel

que no cumple con las propiedades y especificaciones requeridas, afectando su funcionalidad, estética y, en última instancia, su valor comercial.

Entre las características que pueden clasificar a un cuero como no conforme se encuentran: absorción inadecuada de los recubrimientos aplicados, flor suelta, color no uniforme, superficies irregulares, grabados deficientes, mala adherencia entre la película aplicada y la crosta, presencia de contaminación como polvo, otras pinturas y rayas, así como el incumplimiento de las especificaciones del cliente como tono, calibre, suavidad, etc.

Estas no conformidades no solo generan reprocesos y pérdidas económicas, sino que también afectan la satisfacción del cliente y la reputación de la curtiembre. Por ello, es fundamental identificar las causas que conducen a estas irregularidades, para minimizar su incidencia en el producto final.

Tabla 9. Cueros que tuvieron que ser reprocesados en el mes de noviembre de 2024

Producto	Razones del reproceso
Sprinter tabaco	La colocación incorrecta durante el proceso de acabado (flor con flor) antes de que el cuero estuviera completamente seco provocó que las hojas se pegaran. Al separarlas, la pintura se desprendió, dejando la superficie del cuero con áreas pintadas y otras sin pintura. Para corregir lo anterior, fue necesario esmerilar las hojas afectadas y volver a aplicar los recubrimientos, incluyendo puente, pintura y laca.
Marsella talco	El cliente devolvió el producto debido a una aplicación insuficiente de pintura (**Fig. 26**). Para corregir este problema, se aplicó un puente, se repintó la superficie y se añadió una capa de laca, asegurando que el producto cumpliera con las especificaciones requeridas por el cliente (**Fig. 27**).  Fig. 26. Cuero al cual se tuvo que reprocesar al faltarle pintura.

Producto	Razones del reproceso
	 Fig. 27. Reprocesando el cuero para enviarlo nuevamente al cliente.
Aires Rojo	Se identificó una mala adherencia de la pintura a la crosta, ya que la pintura se desprendía fácilmente (**Fig. 28**). Para corregir este inconveniente, se esmeriló la superficie, se le dio puente, se repintó, se aporreó y finalmente se aplicó una capa de laca.  Fig. 28. Cuero con poca absorción y mala adherencia.

Causas de reprocesos en el cuero terminado

Para identificar las causas de los reprocesos en la curtiembre, se observó detalladamente el proceso de acabado, indagando sobre la marcha en aspectos desconocidos, partiendo desde la etapa inicial de la crosta hasta la inspección final en el almacén antes de la comercialización. Se consideraron los elementos que constituyen el proceso, tales como las personas involucradas (operarios, jefes y líderes), las locaciones donde se lleva a cabo, la maquinaria empleada, las materias primas, los productos químicos y las herramientas utilizadas. A partir de este análisis, se determinaron cinco principales causas de reprocesos (**Fig.29**): Contaminación por suciedad, problemas con las materias primas, fallos humanos, fallos en la maquinaria y la no conformidad con las características finales requeridas por el cliente, las cuales se explican a continuación:



Fig. 29. Las causas principales de los reprocesos en la curtiembre Invatam.

Contaminación por suciedad

La curtiembre opera en un entorno expuesto al polvo debido a la falta de espacios cerrados, lo que permite la entrada de suciedad del exterior. Además, el uso de una caldera alimentada por carbón contribuye a la generación de hollín y otras partículas que se dispersan en el aire. estas partículas pueden depositarse sobre los cueros durante las diferentes etapas del proceso de curtición, afectando el acabado del cuero.

Como resultado, los cueros pueden presentar manchas. Dependiendo el tamaño de las manchas se cortan con bisturí, se vuelven a pintar.

Problemas con las materias primas

Las crostas utilizadas en el proceso de acabado pueden tener limitaciones en su capacidad para absorber los productos químicos, lo que afecta la adhesión correcta de la pintura, lacas u otros químicos utilizados en el proceso de acabado. Esta situación se agrava cuando se utilizan productos químicos de baja calidad o que no cumplen con las especificaciones necesarias.

Fallos humanos en el proceso

El factor humano también desempeña un papel crucial en los reprocesos. El cansancio acumulado y la monotonía de ciertas tareas pueden ocasionar errores en actividades como el

manejo, almacenamiento, aplicación de químicos o realización de acabados. Estos errores incluyen:

- Traslado y almacenamiento incorrecto de los cueros.
- Aplicación desigual o insuficiente de químicos.

Fallas en la ejecución de los acabados

Estos problemas resultan en productos que no cumplen con las especificaciones requeridas, haciendo necesario repetir o corregir etapas del proceso.

Fallos con la maquinaria

Las máquinas utilizadas en el proceso de acabado también pueden ser una fuente de defectos. Problemas como pintura acumulada en los rodillos, formación de líneas, superficies irregulares y grabados superficiales no deseados afectan la apariencia y la calidad final del cuero. La falta de mantenimiento adecuado o ajustes en los equipos agrava estos inconvenientes.

No conformidad con las características finales del producto

El producto terminado puede no cumplir con los estándares requeridos por el cliente en aspectos como:

- Tono y viso.
- Calibre.
- Flor.
- Adherencia de los productos químicos.

Estas discrepancias pueden deberse a inconsistencias en los procesos de acabado o en la interpretación de las especificaciones proporcionadas por el cliente. Este tipo de problemas genera insatisfacción en los clientes y obliga a realizar correcciones que aumentan los costos operativos y prolongan los tiempos de entrega.

Clasificación de los defectos en los cueros terminados

La localización de defectos en el cuero es una tarea necesaria a lo largo de todo el proceso de curtición, especialmente antes de su comercialización. Estos defectos varían en tamaño y ubicación, y su detección manual implica un costo elevado [24], ya que requiere inspeccionar

individualmente cada hoja de un lote solicitado por los clientes. Este método, aunque necesario, no está exento de errores.

En la industria del cuero, que está estrechamente vinculada con la moda, los defectos estéticos no pueden considerarse aislados, ya que impactan directamente en la funcionalidad y calidad de los productos finales. Entre las propiedades afectadas se encuentran la resistencia al desgarre, resistencia al agua y a otros solventes, adhesión del acabado, resistencia a la flexión, resistencia a la luz, migración del teñido, elongación y durabilidad [4].

Por lo tanto, la clasificación de los defectos en los cueros terminados se realiza según la gravedad de su impacto funcional. A continuación, se describen los principales defectos:

Alteraciones del color

La deficiencia en la resistencia a la luz y/o al calor puede provocar cambios indeseados en la apariencia del cuero, como el desvanecimiento o variaciones de tonalidad. Este defecto trae problemas donde el cuero está expuesto a ambientes extremos, como calzado de protección y seguridad o accesorios como bolsos. Además, las alteraciones del color afectan directamente la percepción del cliente, ya que el color es uno de los principales factores de decisión en la industria de la moda [25] .

Desprendimiento del acabado

La pérdida de adherencia entre las capas del acabado no solo compromete la estética del producto, sino también su funcionalidad. Este defecto puede manifestarse como escamas o desprendimientos que exponen la capa base, aumentando la susceptibilidad del cuero a la humedad y al desgaste mecánico. Además, esta falla es indicativa de problemas en la formulación del acabado o en las condiciones del proceso, como un curado insuficiente o la incompatibilidad entre los materiales utilizados [25].

Grietas:

Las grietas, originadas por una cantidad insuficiente de plastificante o un exceso de reticulante, reducen significativamente la flexibilidad y la vida útil del cuero. Estas fisuras tienden a formarse en áreas sometidas a flexión o estrés repetido, lo que limita el uso del material en aplicaciones que requieren alta resistencia al doblado, como guantes o tapicerías. Este defecto puede atribuirse tanto a errores en la formulación del acabado como a condiciones extremas durante su uso final [24], [25].

Migraciones:

El desplazamiento de plastificantes o pigmentos puede ocasionar manchas o una apariencia desigual en la superficie del cuero. Este defecto suele estar relacionado con problemas de compatibilidad química entre los componentes del acabado o con una aplicación incorrecta. En productos de lujo o de alta gama, las migraciones no solo afectan la estética, sino que también generan desconfianza en la calidad del material. Además, estos desplazamientos pueden interactuar con otros materiales en contacto, transfiriendo residuos y comprometiendo su aspecto [25]

Amarillamiento:

El amarillamiento es un defecto visual que se asocia con el envejecimiento prematuro del cuero. Puede ser causado por la baja resistencia a la luz ultravioleta, el deterioro de los componentes internos o la migración de aceites, grasas y otros compuestos. Este fenómeno es especialmente problemático en cueros blancos o de colores claros, donde el cambio de tonalidad es más evidente. El amarillamiento afecta negativamente la percepción del producto como duradero y de alta calidad [25].

Microinclusiones:

La presencia de microinclusiones, que son partículas sólidas atrapadas en el acabado, genera imperfecciones visibles y táctiles en la superficie del cuero. Este defecto suele ser consecuencia de la contaminación durante el proceso de aplicación del acabado o de un ambiente de trabajo con insuficientes medidas de limpieza y control. Las microinclusiones no solo afectan la apariencia del material, sino que también pueden reducir su resistencia a la fricción y otros agentes externos, disminuyendo su vida útil [25].

Migración del color:

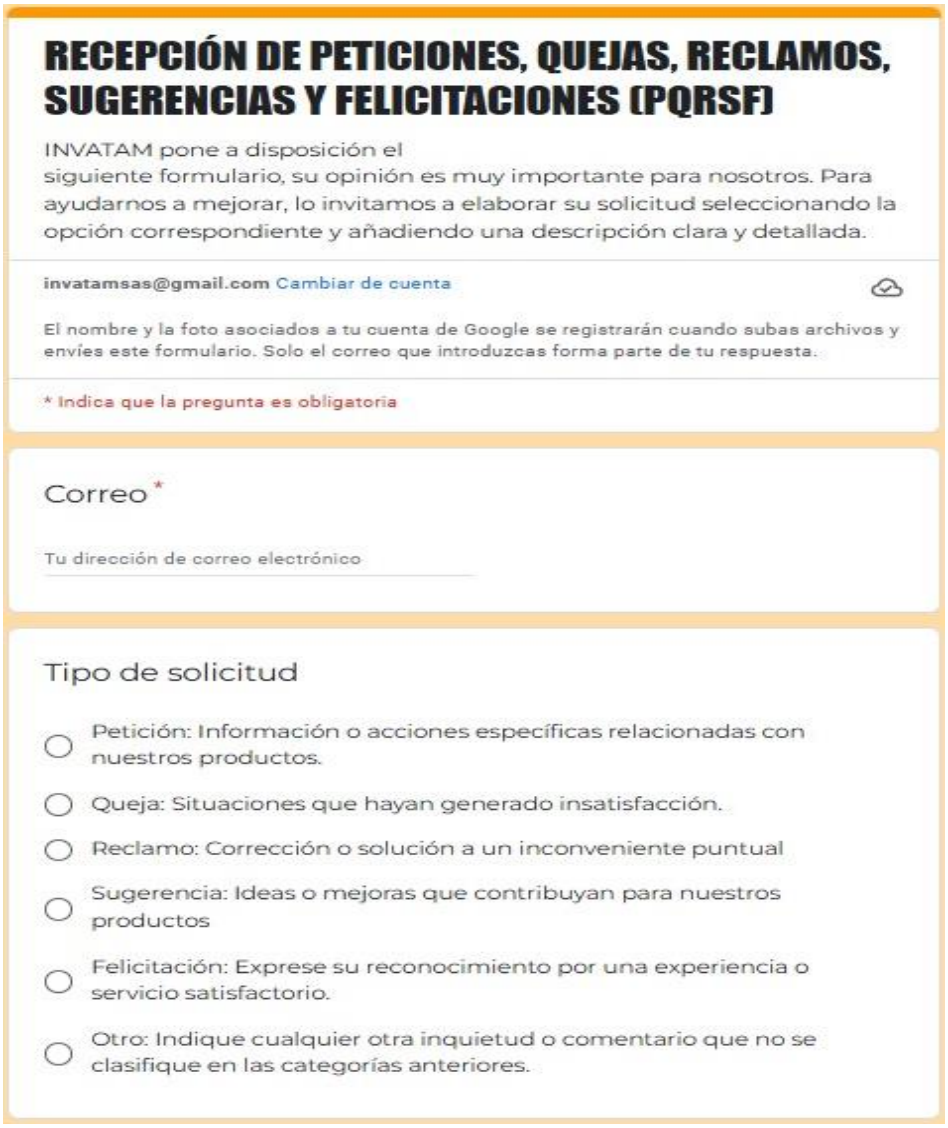
El movimiento de pigmentos o tintes en la superficie del cuero genera problemas de uniformidad cromática, lo que resulta en un acabado irregular. Este defecto es particularmente crítico en productos donde la consistencia del color es fundamental, como en bolsos o zapatos de alta gama. La migración del color puede deberse a una formulación inadecuada del sistema de teñido o al uso de pigmentos de baja calidad. Además, este fenómeno puede intensificarse bajo condiciones de humedad o calor, lo que limita las aplicaciones del cuero y pone en riesgo su aceptación en el mercado [4].

6.4 Actividad 4 desarrollo de un formulario para la retroalimentación de clientes.

La elaboración del formulario virtual de Peticiones, Quejas, Reclamos, Sugerencias y Felicitaciones en Invatam se fundamenta en el artículo 23 de la Constitución Política de Colombia[26], dentro del cual se establece el derecho fundamental de toda persona a presentar peticiones respetuosas a las autoridades y a obtener una respuesta pronta y oportuna. Este derecho constitucional establece un marco legal que obliga a las entidades públicas y privadas a tener a disposición canales para la recepción y gestión de las solicitudes de usuarios y clientes.

Más allá de cumplir con la normativa, el formulario busca fortalecer la comunicación entre Invatam y sus clientes. Adicionalmente, actúa como un canal directo y organizado para recopilar opiniones, sugerencias y solicitudes, garantizando una interacción accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet.

La principal finalidad del formulario virtual es facilitar la gestión oportuna de las solicitudes de los clientes, promoviendo su atención en un menor tiempo, y asimismo permite identificar percepciones de los clientes y detectar oportunidades de mejora en los procesos de la curtiembre



RECEPCIÓN DE PETICIONES, QUEJAS, RECLAMOS, SUGERENCIAS Y FELICITACIONES (PQRSF)

INVATAM pone a disposición el siguiente formulario, su opinión es muy importante para nosotros. Para ayudarnos a mejorar, lo invitamos a elaborar su solicitud seleccionando la opción correspondiente y añadiendo una descripción clara y detallada.

invatamsas@gmail.com Cambiar de cuenta

El nombre y la foto asociados a tu cuenta de Google se registrarán cuando subas archivos y envíes este formulario. Solo el correo que introduzcas forma parte de tu respuesta.

* Indica que la pregunta es obligatoria

Correo *

Tu dirección de correo electrónico

Tipo de solicitud

- ◯ Petición: Información o acciones específicas relacionadas con nuestros productos.
- ◯ Queja: Situaciones que hayan generado insatisfacción.
- ◯ Reclamo: Corrección o solución a un inconveniente puntual
- ◯ Sugerencia: Ideas o mejoras que contribuyan para nuestros productos
- ◯ Felicitación: Exprese su reconocimiento por una experiencia o servicio satisfactorio.
- ◯ Otro: Indique cualquier otra inquietud o comentario que no se clasifique en las categorías anteriores.

Fig. 30. Formulario para que los clientes realicen las solicitudes correspondientes.

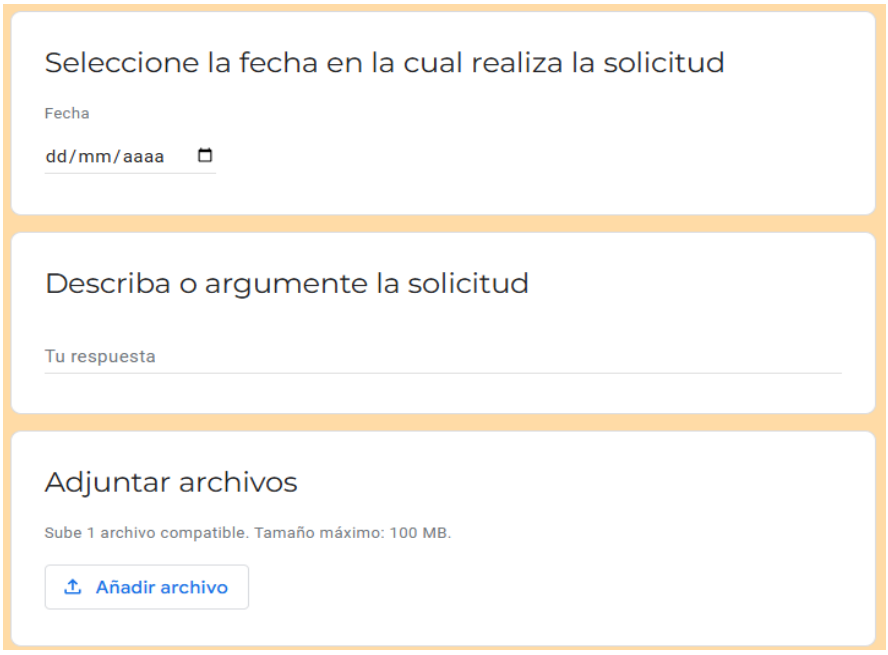


Fig. 31. Formulario para que los clientes realicen las solicitudes correspondientes.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las actividades realizadas permitieron identificar las variables que afectan el proceso de acabado. En primer lugar, en esta etapa del proceso, es fundamental mejorar la planificación de los pedidos con al menos un día de anticipación. Esto, con el objetivo de evitar la improvisación y, a su vez, los problemas que esta genera, tanto para el proceso en sí como para las personas que lo ejecutan. Además, los encargados de esta planificación deben ser los líderes del proceso de acabado, bajo la supervisión de los jefes.

Por otro lado, es importante destacar que, en la búsqueda de optimizar recursos, no se debe escatimar en lo fundamental. En este sentido, el mantenimiento anual debe ser realizado rigurosamente para asegurar el adecuado funcionamiento de todas las máquinas durante las operaciones. De igual forma, la modernización tecnológica, si bien debe ser progresiva, debe ser considerada para renovar máquinas y herramientas que se encuentren en mal estado, lo cual redundará en un proceso más eficiente.

Con respecto a la calidad del cuero durante el proceso de curtición, es importante comprender que la calidad no es un estado final, sino un atributo que puede ser corregido y mejorado durante el proceso. Sin embargo, una vez finalizado este, el grado de satisfacción del cliente con el producto es lo que determina la continuidad del trabajo. Por consiguiente, el cliente es un elemento crucial, y para conocer sus quejas, peticiones y sugerencias, el formulario realizado puede ser una herramienta valiosa. No obstante, los datos, sin una adecuada organización y gestión, siguen siendo simplemente datos. Por lo tanto, es necesario realizar un análisis exhaustivo de los datos recolectados y mantener una comunicación continua con el cliente.

8 REFERENCIAS

[1] Instituto Nacional de las Cualificaciones (INCUAL), “Glosario de términos de utilizados en: Acabado de pieles,” 2011. Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: https://bit.ly/42iU3oQ

[2] ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación), “Calzado de calle. Requisitos y métodos ,” 2017.

[3] ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación), “Cuero. cuero para calzado de trabajo y de seguridad,” 1992.

[4] L. Zugno, “Proceso moderno cuero vacuno,” *Leather naturally*, vol. 1.1, pp. 1–89, Dec. 2022, Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: https://bit.ly/4gTyuzF

[5] Ó. Duque Vanegas, *Piel curtida : una historia de un proceso sostenible, desde las entrañas de la piel*. 2021.

[6] A. V. Narváez Guzmán, "CURTICIÓN INORGÁNICA DE PIELES BOVINAS UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE SOL DE SÍLICE PARA CUERO DE CALZADO," Escuela superior politécnica de chimborazo, Riobamba, 2020. Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: https://bit.ly/4anz5a3

[7] D. Márquez Lara, "Epidemiología y control de los principales dípteros de bovinos," Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA, 2023, ch. 6, pp. 159–172. Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1620

[8] SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), "Defectos básicos del cuero," pp. 1–14.

[9] Mohawk Finishing Products, "Mohawk Finishing Products." Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: https://bit.ly/3PKoaO9

[10] S. Y. Martinez Buitrago and J. A. Romero Coca, "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*, vol. 26, no. 1, Nov. 2017, doi: 10.18359/rfce.2357.

[11] Invatam, "Cueros Invatam-curtiembre." Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: https://invatam.co/

[12] L. E. Correa Brito, "Obtención de Cuero Flor Rectificada con la Utilización de tres niveles de Ligante de Impregnación para la Fabricación de Calzado," ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba , 2012. Accessed: Jan. 18, 2025. [Online]. Available: https://goo.su/8USC4f8

[13] ICONTEC(Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación), "Cuero de ganado bovino. Clasificación por defectos.," 2012.

[14] International School of Tanning Technology, "Chemicals Used in Leather Processing." Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: https://sites.google.com/site/isttschool/useful-information/chemicals-used-in-leather-processing

[15] Controlgraf, "Cabinas de luz o cambinas de comparación." Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: https://bit.ly/4hj3g4x

[16] Great Win, “Factory hot sale rub fastness teste.” Accessed: Jan. 18, 2025. [Online]. Available: https://goo.su/ueFzM

[17] Gester, “Equipo de prueba de resistencia a la flexión (Bally) GT-KC10A.” Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: https://bit.ly/4fWFk5T

[18] Gester, “Máquinas universales de ensayo.” Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: https://bit.ly/4g4Au6N

[19] Gester, “Understanding Feature and Application for Taber Abrasion Resistance Test Machine.” Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: https://bit.ly/4fYJ5I5

[20] MUVER, “Equipo para determinar la permeabilidad dinámica de los materiales.” Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: https://acortar.link/vDuqq0

[21] Gester, “BALLY Water Penetration Tester GT-KC06.” Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: https://acortar.link/VpqfJ0

[22] Amade-Tech, “Lastómero de cuero.” Accessed: Jan. 19, 2025. [Online]. Available: https://goo.su/UTR9P

[23] ISO (the International Organization for Standardization), “Leather — Leather for apparel (excluding furs) — Specifications and sampling procedures,” 2021.

[24] H. Li *et al.*, “A multi-scale attention mechanism for detecting defects in leather fabrics,” *Heliyon*, vol. 10, no. 16, p. e35957, Aug. 2024, doi: 10.1016/J.HELIYON.2024.E35957.

[25] R. Aveta, “I difetti della pelle nell’articolo finito.” Accessed: Jan. 16, 2025. [Online]. Available: https://lc.cx/KaSx9j

[26] Asamblea Nacional Constituyente, “Constitución Política 1 de 1991 Asamblea Nacional Constituyente.” Accessed: Jan. 20, 2025. [Online]. Available: https://shre.ink/bGBq