



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO MECÁNICO  
PARA MEDIR LA ABRASIÓN AL FROTE EN SECO DEL ACABADO DEL  
CUERO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**Previa a la obtención del título de**  
**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTORES**

**ADRIANA ELIZABETH FREIRE CARRILLO**  
**CARLOS TEODORO TENELEMA MARTÍNEZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2015**

El trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

---

Ing. Adriana Alexandra Pesantez Erazo.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. Edwin Darío Zurita Montenegro.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

Ing. M.C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 23 Julio del 2015.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación está dedicada a Dios, por permitirme seguir alcanzando día tras día el poder lograr nuevas metas, a mis padres Ángela y Carlos a mis hermanos, hermanas a mis cuñados, cuñadas, a mis sobrinos y mis abuelitos que siempre han estado junto a mí de una forma incondicional. A ti esa persona especial que me has ayudado con tu compañía tu amor y tus consejos y con esa fuerza de seguir siempre adelante ante las adversidades.

Carlos Tenelema

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a Dios por darme la vida y guiarme por el camino del bien; a mis padres Ángela y Carlos por apoyarme en todo momento y confiar en mí para llegar a culminar mis estudios, a mis hermanos y cuñadas por darme la fuerza necesaria para seguir adelante con su apoyo incondicional para llegar donde estoy ahora.

A esa persona especial que junto a mí has estado cada día a través de la distancia y a la misma vez a la cercanía pero siempre manteniéndonos juntos y cuya fuerza y razón ha sido la constancia para llegar a alcanzar este logro.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en especial a la Facultad de Ciencias Pecuarias con la Carrera de Ingeniería Zootécnica por haberme abierto las puertas para culminar mis estudios.

A mi director de Trabajo de titulación el Ing. Edwin Zurita

A mi asesor de Trabajo de titulación el Ing. Luis Hidalgo

Por el guiarnos de la mejor manera permitiéndonos lograr esta meta trazada.

A mi compañera de tesis Adriana Elizabeth Freire Carrillo por esa constancia y lucha diaria por el ir logrando alcanzar esta meta cumplida.

Carlos Tenelema

## **DEDICATORIA**

El esfuerzo de una carrera que ha finalizado, es el amor y empuje de una familia hacia el estudiante que en el transcurso del camino se ha esforzado en el proceso para llegar al lumbral del título alcanzado.

El presente trabajo de titulación lo dedico a Dios por darme la sabiduría y fuerzas necesarias para poder estar donde estoy.

A mis padres MANUEL FREIRE Y DELIA CARRILLO por ser la roca fundamental que me sostuvo en mis mejores y peores momentos, quienes cada día con su mirada y ternura hicieron mis días de lucha más dulces, con el esfuerzo y sacrificio que cada uno de mis padres puso para poder realizarme como profesional a ELLOS es todo este sacrificio y esfuerzo, a ellos que con su amor incondicional sobrellevan un hogar feliz a pesar de duras y alegres circunstancias que Dios pone en sus vidas.

A mis hijos ANDRES Y SANTIAGO que con sus travesuras y llantos alegraron mi vida y alimentaron mi espíritu con su inocencia y amor.

A mis hermanas que con sus dichas y desdichas han hecho que mi vida sea más genial.

A mis abuelitos y en especial mi abuelita AMELIA LEÓN SANAGUANO que desde el cielo donde ella esta, ha visto el sudor y las lágrimas derramadas por este logro alcanzado.

Adriana Freire

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por colocarme una mano misericordiosa cuando más lo necesitaba, y en especial a toda ósea TODA mi familia con su ayuda y fortaleza he podido culminar esta primera etapa de muchas más que se me presentarán en la vida.

A mis amigos porque cada uno de ustedes pusieron un granito de oración que hicieron que me fortalezca como una guerrera de Dios.

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a la Facultad de Ciencias Pecuarias por abrirme sus puertas del saber.

A mi director el Ing. Edwin Zurita; A mi asesor el Ing. Luis Hidalgo quienes supieron guiarnos de la manera apropiada para llegar al éxito de esta meta.

A mi amigo y compañero de Tesis Carlos Tenelema Martínez por ser el apoyo y llegar juntos a esta meta cumplida.

Adriana Freire.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstrac	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Fotografías	ix
Lista de Figuras	x
Lista de Anexos	xi
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LA PIEL	3
1. <u>Funciones de la piel</u>	3
2. <u>Partes de la piel</u>	3
3. <u>Histología de la piel</u>	4
a. Nomenclatura de las pieles	5
B. ACABADO DE PIELES	7
1. <u>Neutralizado</u>	8
2. <u>Recurtido</u>	8
3. <u>Tintura</u>	11
4. <u>Engrase</u>	12
C. OPERACIONES POSTERIORES A LA TINTURA	14
1. <u>Ecurrido</u>	14
2. <u>Repasado o estirado</u>	14
3. <u>Secado</u>	14
4. <u>Recorte</u>	16
5. <u>Clasificación</u>	17
6. <u>Esmerilado</u>	17
7. <u>Desempolvar</u>	19
8. <u>Medición</u>	19
D. TIPOS DE ACABADO	20
a. Abrillantables	21
b. Termoplásticos	21
c. Acabado tipo charol	23
d. Acabado tipo transfer	23
e. Acabados especiales para empeine	23
f. Estampación	24
g. Acabado del cuero vegetal	25
E. NORMALIZACIÓN DEL ENSAYO DEL CUERO	25
1. <u>Generalidades</u>	25
2. <u>Tipos de normas</u>	26
a. Procedimientos de ensayo	26
b. Especificaciones de calidad	26
F. MUESTREO Y TOMA DE MUESTRAS	27
1. <u>Objetivo</u>	27
2. <u>Número de pieles que deben tomarse del lote</u>	27
3. <u>Criterios a seguir</u>	28
a. Grado de homogeneidad de la partida	28
b. Selección aleatoria	28

4.	<u>Normativa</u>	29
a.	Normas IULTCS	29
b.	Localización de muestras	29
c.	Número de muestras elementales de la muestra global	29
5.	<u>Localización de la toma de muestras en el cuero</u>	30
a.	Objetivo	30
b.	Problemática	30
6.	<u>Selección de las muestras de laboratorio</u>	31
a.	Localización de la muestra en bandas y cueros enteros:	31
b.	Localización de la muestra para cuprones	32
c.	Localización de la muestra en cuellos	33
d.	Localización de la muestra en faldas	34
7.	<u>Almacenamiento de las muestras de laboratorio</u>	35
8.	<u>Identificación de las muestras de laboratorio</u>	36
a.	Marcado	36
b.	Etiquetado	36
c.	Acondicionamiento	36
H.	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DEL CUERO	37
1.	<u>Resistencia a la abrasión del cuero para suela</u>	38
I.	RESISTENCIA DEL ACABADO A LOS FROTES Y A LA	39
	ABRASIÓN	
a.	Abrasión en aparato Martindale	40
b.	Abrasímetro Taber	40
c.	Método VESLIC	41
J.	SOLIDEZ DE LOS COLORES DEL CUERO AL FROTE SECO Y	41
	HÚMEDO	
K.	RESISTENCIA AL FROTE DEL ACABADO DEL CUERO	42
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	45
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	45
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	45
C.	MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	46
1.	<u>Materiales</u>	46
2.	<u>Equipos</u>	47
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	47
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	47
1.	<u>Físicas</u>	47
2.	<u>Sensoriales</u>	48
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	48
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	48
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	50
1.	<u>Calibre del cuero</u>	50
2.	<u>Resistencia al frote en seco y húmedo</u>	50
3.	<u>Adherencia del acabado</u>	52
4.	<u>Poder de cobertura</u>	53
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	54
A.	DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO	54
1.	<u>Datos técnicos y características</u>	54
2.	<u>Cálculo del diámetro y número de dientes de los engranajes</u>	56
3.	<u>Cálculo del diámetro y número de revoluciones de los engranajes</u>	58

4.	<u>Cálculo de la relación de transmisión entre las magnitudes angulares y lineales</u>	60
5.	<u>Cálculo de la fuerza de rozamiento entre superficies de dos sólidos</u>	61
6.	<u>Cálculo de la Capacidad de operación del equipo</u>	64
7.	<u>Cálculo del flujo másico del equipo</u>	65
B.	CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DEL EQUIPO	67
C.	EVALUACIÓN FÍSICA DE LOS CUEROS CAPRINOS MEDIDOS EN EL PROTOTIPO MECÁNICO DE ABRASIÓN AL FROTE EN SECO	69
1.	<u>Calibre</u>	69
2.	<u>Resistencia al Frote en seco</u>	74
3.	<u>Resistencia al Frote en húmedo</u>	77
4.	<u>Adherencia del cuero</u>	80
5.	<u>Poder de cobertura</u>	83
D.	MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO MECÁNICO DISEÑADO PARA EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS	86
1.	<u>Preparación de la probeta de cuero</u>	86
a.	Localización	87
b.	Direccionalidad	87
2.	<u>Normalización de la toma de muestras</u>	88
3.	<u>Corte de la probeta de cuero</u>	88
4.	<u>Pasos para programar el dispositivo de variador</u>	90
E.	MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA Y EL LABORATORIO	94
F.	MANUAL DE SEGURIDAD DEL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD EL CUERO	100
1.	<u>Señalética de seguridad necesaria en el laboratorio</u>	101
G.	MANTENIMIENTO DEL PROTOTIPO MECÁNICO	105
H.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	107
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	111
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	112
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	113
	ANEXOS	

## RESUMEN

En las instalaciones del laboratorio de curtiembre de la FCP, de la ESPOCH se realizó la construcción e implementación del equipo de medición de la abrasión al frote en seco del acabado del cuero, para la evaluación del equipo se efectuó el análisis físico de 8 pieles caprinas que fueron comparadas con 8 pieles caprinas en el laboratorio de ANCE, una vez instalado el equipo se realizó un protocolo de pruebas para comprobar el correcto desempeño y eficiencia de operación del equipo que de acuerdo a los cálculos en el dimensionamiento fue del 82%. Se realizaron pruebas piloto que fueron comparadas con los resultados obtenidos en el laboratorio de ANCE, y se determinó que al no existir diferencias estadísticas especialmente para medir el frote en seco, permitiendo ratificar la eficiencia y precisión de los resultados. Se estableció procedimientos de operación para el ensayo de la abrasión de frote en seco del cuero en el equipo confeccionado para este fin, tanto operativos como de seguridad, para garantizar la operacionalidad correcta del equipo y sobre todo garantizar la precisión de los datos. Los costos de producción de la máquina fueron de 3,707.25 dólares, utilizando materiales de excelente calidad que resultan más económicos al ser comparados con equipos de producción internacional que de acuerdo a las pruebas piloto proporcionaron resultados en la medición de la abrasión en seco son muy similares. Se recomienda realizar una simulación del mecanismo para verificar el diseño y funcionamiento de cada una de las partes que conforman el equipo.

## ABSTRACT

In the facilities of the tannery laboratory of the FCP at ESPOCH the construction and implementation of the mediation equipment abrasion dry rub of leather finishing, to evaluate the machine a physical analysis of 8 goat skins were performed they were compared with 8 goat skins in the laboratory of ANCE, once installed the machine, protocol tests were conducted to verify the correct performance and operating efficiency of the machine according to the calculations was 82%. Several pilot tests were compared with the results obtained at ANCE laboratory, it was determined that the absence of statistical difference especially for the tensile strength and elongation percentage, allowing efficiency and accuracy ratification of the results. Operating procedures were established for testing the tensile strength of leather in the equipment prepared for this purpose, operational and security, to ensure proper operability of the machine and above all ensure the accuracy of the data. Production costs of the machine was \$ 3,707.25 using high quality materials that are more economical when compared with international production machine according to pilot tests provided results on the measurement of voltage and very similar elongation. It is recommended to perform a simulation mechanism to verify the design and operation of each one of the parts that constitute the machine.

## LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	PARTES DE LA PIEL.	5
2.	NOMENCLATURA DE LAS PIELES.	6
3.	VENTAJAS DEL RECURTIDO CON DIFERENTES RECURTIENTES.	9
4.	CONDICIONES ESTÁNDAR DE ACONDICIONAMIENTO.	37
5.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	45
6.	DATOS TÉCNICOS DE LA FIBRA FIELTRO NOMEX.	63
7.	PUNTUACIÓN DE LOS CUEROS TRATADOS AL FROTE EN SECO.	68
8.	PUNTUACIÓN DE LOS CUEROS TRATADOS AL FROTE EN HÚMEDO.	69
9.	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CUEROS CAPRINOS EVALUADOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ANCE Y DEL PROTOTIPO MECÁNICO DE LA ESPOCH.	71
10	OPERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.	105
11.	COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN PARTE MECÁNICA (PARTE 1).	108
12	COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN PARTE MECÁNICA (PARTE 2).	109
13	COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN SISTEMA ELÉCTRICO.	110

**LISTA DE GRÁFICOS**

N°		Pág.
1.	Localización de la toma de la muestra.	31
2.	Localización de muestras para bandas sin cabeza.	32
3.	Localización de la toma de muestra para medio cuprones.	33
4.	Localización de la toma de muestra para medios cuellos.	34
5.	Localización de la toma de la muestra para bandas.	35
6.	Ilustración de un equipo de medición de la abrasión del cuero.	43
7.	Comportamiento del calibre de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de ANCE y del prototipo mecánico de la ESPOCH.	73
8.	Comportamiento del frote en seco de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de ANCE y del prototipo mecánico de la ESPOCH.	76
9.	Comportamiento del frote en húmedo de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE).	79
10	Comportamiento de la adherencia de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE).	82
11.	Comportamiento de la cobertura de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE).	85

**LISTA DE FIGURAS**

N°		Pág.
1.	Operación mecánica de secado de los cueros caprinos.	16
2.	Estructura externa del prototipo de abrasión al frote en seco del cuero.	55
3.	Juego de engranajes para transmitir movimiento.	58
4.	Cola de milano.	59
5.	Bastidor inferior de soporte del cuero.	59
6.	Bastidor superior de soporte del fieltro.	59
7.	Brazos de soportes.	60
8.	Diagrama de cuerpo libre de un abrasímetro.	62
9.	Representación de un cuero mostrando la localización de muestra para hojas, pieles y cueros enteros.	89
10	Equipo de protección personal.	95
.		
11.	Equipo de protección para los ojos.	96
12	Guantes de protección para las manos.	97
.		
13	Equipo de protección para la boca.	98
.		
14	Señalética utilizada en el laboratorio de control de calidad del cuero.	101
.		
15	Señalética de seguridad necesaria en el laboratorio.	102
.		
16	Señalética que indica materiales inflamables.	103
.		
17	Señalética que indica riesgo eléctrico.	103
.		
18	Señalética que indica riesgo de tropezar.	104
.		
19	Señalética que indica desniveles en el taller.	104
.		
20	Señalética para indicar peligro por materiales inflamables.	105
.		



**LISTA DE FOTOGRAFÍAS**

N°		Pág.
1.	Motor Siemens 1LA7 080.	55
2.	Corte de la probeta de cuero y probeta de cuero ya cortada.	89
3.	Dispositivo Variador del prototipo mecánico de resistencia al frote en seco.	91
4.	Perilla de encendido y apagado del prototipo mecánico.	92
5.	Forma de colocar el fieltro en el prototipo mecánico para la medición de la resistencia al frote en seco del cuero.	92
6.	Fieltro manchado después de la medición de la resistencia al frote en seco realizado en el prototipo mecánico de la Facultad de Ciencias Pecuarias.	93
7.	Formato físico para entrega de los resultados de las pruebas de resistencias al frote en seco realizado en el prototipo mecánico de la Facultad de Ciencias Pecuarias- ESPOCH.	94
8.	Breaker para controlar el encendido y apagado del prototipo mecánico.	99
9.	Conexión del enchufe en el toma corrientes.	100

## LISTA DE ANEXOS

N°

1. Motor de la maquina.
2. Construcción del equipo.
3. Toma de muestras.
4. Resultados de las muestras.
5. Comportamiento del calibre de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE), y el Laboratorio de Control de Calidad de la ESPOCH.
6. Comportamiento del frote en seco de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE), y el Laboratorio de Control de Calidad de la ESPOCH.
7. Comportamiento del frote en húmedo de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE) , y el Laboratorio de Control de Calidad de la ESPOCH.
8. Comportamiento de la adherencia de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE), y el Laboratorio de Control de Calidad de la ESPOCH.
9. Comportamiento del poder de cobertura de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE) , y el Laboratorio de Control de Calidad de la ESPOCH.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La obtención de cuero, que constituye la más antigua de las aplicaciones de las industrias textiles. El cuero sirvió al principio solamente para vestimenta, cada vez adquiriría mayor importancia el cuero para vestiduras. Se cree que el desarrollo de la industria del cuero fue principalmente el resultado de descubrimientos empíricos, puesto que ha sido solamente en época reciente cuando se ha expresado en lenguaje químico algo de la teoría de la preparación y curtido de cuero. El proceso del cromo ha acelerado enormemente la operación de curtir, aumentando también la resistencia del producto.

El cuero es un material proteico fibroso (colágeno) que se trata químicamente con material curtiente, generalmente cromo, para obtener las propiedades físicas deseadas para el fin al cual se destinará. Algunas de las propiedades físicas más importantes desde el punto de vista de la confección de calzado son el espesor, la resistencia a la tracción, la resistencia al desgarre. El colágeno está constituido por aminoácidos unidos en forma de cadena; así, en el proceso de curtimiento para transformar la piel en cuero, estas cadenas se unen, en razón de lo cual se modifican las propiedades físicas del mismo. La determinación de las pruebas físicas requiere la toma de las muestras o probetas de acuerdo con la norma para cada ensayo y además estas deben ser acondicionadas una atmósfera normalizada a temperatura y humedad específica según lo establecido en las normativas referentes a métodos para obtención de muestras y ensayos físicos para el cuero.

Las exigencias mayores respecto a la calidad, vida útil, resistencia al uso diario del cuero crean condicionamientos que afectan a la aceptabilidad de los usuarios a cada uno de los productos. La calidad que presentara un artículo diseñado con cuero se evalúa con la medición de las resistencias físicas, es decir, se replica de manera amplificadas las fuerzas y efectos de abrasión que sufrirá el artículo con el uso y obtener valores de cada uno de los análisis para poder ser comparados con estándares y normativas internacionales infiriendo en la calidad del cuero y

proyectándose la vida útil y resistencia al uso que presentara el artículo, así como la satisfacción del usuario hacia el producto final. Para determinar dichas resistencias y obtener valores e indicadores de la calidad del cuero que presenten la mayor exactitud y precisión es necesario la utilización de equipos estandarizados que se encuentren diseñados bajo los lineamientos establecidos en las normativas correspondientes y que al ser aplicados nos ayuden a cuantificar la posible aceptación y satisfacción del usuario con la calidad y condición de uso de los artículos. Es justificativo además el diseño y construcción de equipo de medición de resistencias físicas del cuero en vista a la precisión que presentan los equipos de análisis frente los ensayos manuales, ya que se obvian los errores que surgen del factor humano. Es necesario tener en cuenta que las propiedades de un acabado pueden evolucionar de forma desfavorable, bien por la composición del mismo, bien por las acciones externas, como variaciones de temperatura y humedad, acción química, del sudor, radiación solar, contaminantes del aire, etc. Para los artículos que tienen una larga vida de utilización, es necesario conocer la diferencia de comportamiento entre el material inicial y el material envejecido. Los ensayos de frote se realizan en el aparato de movimiento rectilíneo, Veslic, con elemento de frote (fieltro) normalizado, siguiendo la Norma IUF450, por lo cual los objetivos planteados fueron:

- Construir un prototipo mecánico con materiales y técnicas de alta precisión para medir la abrasión al frote en seco del acabado del cuero en el laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPCOH.
- Implementar un prototipo mecánico de medición de las resistencias físicas del acabado para ofertar el análisis de frote en seco y húmedo del acabado, de diferentes tipos de cueros.
- Calibrar un prototipo mecánico para medir la abrasión al frote en seco del acabado del cuero, para el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias.
- Determinar los costos de construcción e implementación del prototipo mecánico.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. LA PIEL**

Aneiros, M. (2005), reporta que la piel es órgano que sirve de protección externa al cuerpo de los animales, con varias capas y anexos como glándulas, escamas, pelo y plumas extendido sobre todo el cuerpo del animal.

#### **1. Funciones de la piel**

Cordero, B. (2010), especifica que la piel es un órgano vital que tiene funciones específicas:

- Órgano de protección.
- Termorregulación es decir cumple con la función de mantener la temperatura corporal.
- Capacidad sensorial ya que posee diseminados en toda su superficie una serie de ramificaciones nerviosas con funciones motoras.
- Reserva sanguínea.
- Actúa como depósito de determinadas sustancia químicas, como los lípidos.

#### **2. Partes de la piel**

En <http://www.cueronet.com>. (2014), se reporta que la piel recién desollada se llama "piel fresca" o "piel en verde". En una piel se pueden diferenciar principalmente tres partes: Cuello, crupón y faldas como se muestra en la figura 1.

- El crupón es la parte más homogénea, compacta y valiosa. Tiene un peso aproximado del 45% del total de la piel fresca.
- El cuello presenta muchas arrugas y tiene un peso aproximado del 25% del total de la piel fresca.
- Las faldas son las partes más irregulares y fofas y tienen un peso aproximado del 30% del total de la piel fresca.
- La parte superior de la piel se denomina flor y la inferior carne. Cuando una piel se divide en dos capas, la capa inferior se llama serraje y la superior flor.

### **3. Histología de la piel**

Graves, R. (2008), menciona que la piel constituye el revestimiento de los animales superiores. En la piel fresca se pueden distinguir tres partes superpuestas que son, ordenadas de interior a exterior:

- La epidermis. Es la parte más externa de la piel y sirve de revestimiento. Está constituida esencialmente de un tejido epitelial, es decir, de células que se tocan unas a otras y que están superpuestas unas encima de las otras. Los folículos pilosos y las glándulas sudoríparas se hunden profundamente en la dermis. Los folículos pilosos tienen a media altura una glándula sebácea y en la base el músculo erector "pili". La epidermis y el pelo se eliminan en las primeras operaciones de Ribera y después del calero ya deben haber sido eliminados totalmente. Entre la epidermis y la dermis hay una membrana o capa basal (también llamada capa mucosa de Malpighi). Es una capa muy delgada, sin estructura celular. Forma la superficie o "grano" el cuero cuando se ha eliminado la epidermis y da su aspecto característico a los cueros llamados de "plena flor".
- La dermis o córium. Es la parte primordial para el curtidor, porque es la que se transforma en cuero. Se pueden distinguir tres partes, que se describen en el (cuadro 1).

Cuadro 1. PARTES DE LA PIEL.

DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Flor	Es una capa papilar llamada con fibras elásticas, vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y fibras de colágeno finas y orientadas preferentemente según un eje perpendicular.
Seraje	Es una capa reticular, con células conjuntivas y fibras de colágeno oblicuas y más gruesas que las de la capa anterior.
Carnaza	Es la capa lamelar o tejido subcutáneo con fibras de colágeno de la misma medida que las de la capa anterior y paralelas a la superficie de la piel. También contiene células grasas que forman la panícula o inflorescencia adiposa y las fibras elásticas. Esta parte se elimina al descarnar el cuero.

Fuente: <http://www.cueronet.com>. (2014).

### **a. Nomenclatura de las pieles**

Morera, J. (2000), establece que una nomenclatura de tipo general referida a la piel o cuero en diferente estado, así como una relación de pesos descritos en el (cuadro 2).

Cuadro 2. NOMENCLATURA DE LAS PIELES.

NOMENCLATURA	PESOS
Peso verde o sangre	Peso de la piel desollada (fría y desangrada, sin cuernos, pezuñas, orejas, patas, huesos del rabo, mamas y capa de carne). Se suele marcar en la cola del animal mediante cortes de cuchillo. Contenido aproximado en agua: 65%.
Peso salado	Peso de la piel después del salado con sal sólida o con salmuera. Contenido aproximado en agua: 30-45%.
Peso salado seco	Peso de la piel después del salado previo y secado posterior (más calidad) o viceversa. Contenido aproximado en agua: 15-25%.
Peso seco	Peso después de la conservación por secado. Contenido aproximado en agua: 12-20%.
Peso de remojo	Peso después del proceso de remojo y reposo de la piel. Contenido aproximado en agua: 65-70%.
Peso en tripa	Peso después de los trabajos de Ribera, incluido el descarnado y el dividido (si se hace). Contenido aproximado en agua: 70-85%.
Peso en tripa	Peso después de los trabajos de Ribera, incluido el descarnado y el dividido (si se hace). Contenido aproximado en agua: 70-85%.
Peso curtido	Peso después de curtir y apilar en caballete al menos 12 horas. Contenido aproximado en agua: 70-85%.
Peso escurrido	Peso que presenta la piel después del proceso de escurrir. Contenido aproximado en agua: 40 - 60%.
Peso estirado	Peso después de repasar o estirar. Contenido aproximado en agua (sin haber pasado previamente por la máquina de escurrir). 60-70% de humedad.
Peso rebajado	Peso después de rebajar. Contenido aproximado en agua: 40-60%.
Peso rebajado	Peso después del secado. Contenido aproximado en agua: 12-20%.

Fuente: Morera, J. (2000).

## **B. ACABADO DE PIELES**

Hidalgo, L. (2004), señala que como parte final del proceso de fabricación del cuero existen las operaciones de acabado en húmedo y es en ella donde debemos obtener las características finales del artículo que estamos produciendo, estas operaciones se las realizan una vez que las pieles se han secado, luego se deben acondicionar, ablandarse y volver a secar tensadas para que queden lo más planas posibles, este conjunto de las operaciones de acabado es la parte más complicada de toda la fabricación. El acabado influye de forma esencial sobre el aspecto, tacto y solidez de la piel. Esta serie de tratamientos a la cual se somete la piel curtida es para proporcionar mejoras y obtener determinadas propiedades, los procesamientos en fase húmeda nos permiten la valiosa oportunidad de realizar el procesamiento de una piel de manera completa. Muchas de las pieles de las que partimos, fueron procesadas por nosotros mismos, entonces al darles el acabado final, obtenemos la gratificación y la satisfacción de terminar completamente una piel y casi vivir paso a paso su transformación, desde la piel cruda de aspecto y olor desagradable hasta llegar a un producto bello y útil.

Bacardit, A. (2004), indica que dependiendo del tipo de piel y del aspecto final que se le quiera dar y dependiendo a su vez del artículo específico al que irá destinado se utilizan ciertos productos y se aplican de cierta forma, se usan determinados porcentajes, etc. El acabado ha sido considerado hasta la fecha como la parte más empírica y menos científica de la fabricación del curtido, si con ello entendemos que solo pueden desarrollarse acabados nuevos en base a pruebas experimentales. Existen tipos de acabados como ideas pueda haber en la mente artística de un acabador de pieles, diferentes texturas, tactos, brillos, degradaciones, efectos, en fin todo lo que nuestros sentidos puedan captar. Todos estos efectos van determinados por la moda que define parámetros específicos sobre la apariencia de los acabados. De todas maneras existen artículos que aún se conservan a pesar de los dictámenes de la moda. Los procesos que componen el acabado en húmedo son:

## **1. Neutralizado**

Hidalgo, L. (2004), señala que el neutralizado consiste en tratar el cuero con formiato de calcio y bicarbonato de sodio durante un tiempo determinado, con el objeto de reducir la acidez del cuero, influir sobre la carga del cuero, influencia del anión, el cambio que se opera sobre el complejo cromo-colágeno y modificación del puente isoelectrico del colágeno; lo que influye sobre el recurtido, teñido y engrase. En este momento del proceso, se tiene un cuero curtido al cromo, estacionado, rebajado y escurrido que aún está húmedo.

Para <http://www.neutralizado.com>.(2014), el cuero curtido que es sometido a la curtición con cromo es fuertemente catiónico, la neutralización tiene como objetivo disminuir este carácter catiónico, para luego poder penetrar con los productos que se utilizan posteriormente, como son las anilinas, recurtientes y engrasantes, entre otros, los cuales generalmente son aniónicos. A este proceso sería más adecuado llamarle desacidulación que neutralización porque se refiere sobre eliminar los ácidos libres formados y porque muy raramente se trata el cuero hasta el punto neutro. Las normas de calidad para el cuero acabado, tanto en el caso de cueros de curtición vegetal como de cueros de curtición al cromo, establecen que el valor de pH del extracto acuoso del cuero debe ser igual o mayor que 4,5 y el valor de pH diferencial 0,7 como máximo. Cuando se obtienen éstos valores para un cuero éste no posee ácidos fuertes libres y por consiguiente tendrá un buen comportamiento al almacenamiento.

## **2. Recurtido**

Thorstensen, E. (2002), manifiestan que la recurtición de pieles caprinas es el tratamiento del cuero curtido con uno o más productos químicos para completar el curtido o darle características finales al cuero que no son obtenibles con la sola curtición convencional. El recurtido con resinas produce en general más relleno y puede no disminuir tanto la intensidad del teñido. Tienen tendencia al relleno

selectivo en los lugares más vacíos de la piel debido a su elevado tamaño molecular, que a veces hace que sus soluciones sean coloidales, e incluso casi suspensiones. En el (cuadro 3), se describe, las ventajas del recurtido con diferentes recurtientes.

Cuadro 3. VENTAJAS DEL RECURTIDO CON DIFERENTES RECURTIENTES.

Recurtido con	Mejoramiento
Vegetal y sintanes	Plenitud, firmeza, soltura, tacto
Curtientes blancos	Color de curtición, fineza de la flor, tacto
Curtientes de cromo	Aptitud para la tintura, flor, estabilidad al calor
Curtientes poliméricos	Blandura, tacto, plenitud, fijación de cromo
Aluminio/circonio	Estructura de la fibra, fineza de la flor, brillo
Curtientes de resinas	Selectivo relleno, flor resistencia
Di aldehído glutárico	Fineza de la flor, estabilidad al sudor
Vegetal y sintanes	Rendimiento, color de curtición, igualación de color
Curtientes al cromo	Estabilidad a la temperatura, aptitud de tintura
Resinas	Plenitud, estabilidad al calor y álcali
Aluminio/circonio	Aptitud al esmerilado, aptitud a la tintura, color de curtición

Fuente: [http://www. Flujo grama/recurtido2.htm](http://www.Flujo grama/recurtido2.htm). (2014).

<http://www.cueronet.com>.(2014), menciona que la función del recurtido con resinas acrílicas ha variado con el correr del tiempo pero persigue el mismo objetivo que las efectuadas con vegetales o sintéticas aunque en general producen más relleno, pudiendo no disminuir tanto la intensidad de la tintura, por ser en ocasiones pegajosas pueden provocar adhesión de fibras, cuando la estructura es muy fofa, sin provocar un tacto demasiado duro y tienen tendencia al relleno selectivo en los lugares más vacíos de la piel debido a su elevado

tamaño molecular, que a veces hace que sus soluciones sean coloidales e inclusive casi suspensiones. A principios de los años 50 cuando surgía el grano corregido, consistía en llenar el cuero al máximo para conseguir buena firmeza de flor, buena lijabilidad y que se pudiera aprovechar de la mejor manera la superficie en las fábricas de calzado. La finura del poro y la facilidad del posterior teñido no eran una exigencia en esos momentos. No sólo que no se pedía blandura sino que era no deseada. Entre las ventajas de un recurtido pueden enumerarse de la siguiente manera:

- Igualación de las diferencias de grueso: un cuero curtido únicamente al cromo muestra las diferencias naturales de grueso del cuero. Por esto hay el deseo de compensar las diferencias de grueso ya que en las fábricas de zapatos, las partes sueltas de piel tienen menos valor y deben ser rechazadas en parte.
- Ganancia en superficie después de secar en pasting: mediante una curtición un poco más fuerte, se pueden estirar los cueros más fuertes antes del secado pasting sin perder sensiblemente grueso. Sin embargo, la ganancia en superficie puede ser de hasta 10%.
- Menor soltura de flor: el cuero puro cromo, no recurtido, tiende a la soltura de flor al lijarlo o al secarlo por métodos modernos. Enriqueciendo la zona de flor con recurtientes de relleno y que den firmeza, puede evitarse este defecto.
- Precio de venta más alto: con un recurtido adecuada, puede obtenerse un cuero de empeine lleno y liso aún a partir de materia prima de baja calidad. El precio de los productos de la curtición puede ser compensado fácilmente; además, el cuero tiene menos pérdidas al manufacturarlo con lo que hay menos "recortes".
- Lijabilidad de la capa de flor: frecuentemente el rindbox se lija con mayor o menor profundidad por la parte flor. Esto se hace por dos motivos: por una parte para empequeñecer el poro grande y abierto del ganado vacuno, y por otra parte para eliminar parcialmente los numerosos daños de flor.

- Facilitar el acabado: el recurtido tiene gran importancia sobre la colocación del engrase y con ello sobre el poder absorbente del cuero. De esta forma puede ser influenciada la colocación y el anclaje del acabado con ligantes.
- Fabricación de cueros grabados de flor: con frecuencia se da al cuero un grabado de flor. Generalmente se da a la capa de flor un grabado de algún dibujo que se realiza con prensa hidráulica. En la fábrica de calzado se desea que esta flor grabada sea visible aún en el zapato hecho.

### **3. Tintura**

Adzet J. (2005), reporta que la tintura es el proceso de aplicación de sustancias colorantes a las fibras del cuero. Mediante la tintura se mejora el aspecto del cuero, se aumenta su precio y su valor comercial. Para realizar una buena tintura se tienen que conocer las propiedades del cuero, sobre todo su comportamiento en los diversos métodos de tintura y su afinidad para las anilinas que se utilizan en cada caso. También se debe tener en cuenta las propiedades deseadas de la tintura a realizar (tintura superficial, atravesada, etc.). Por otro lado, se deben conocer a qué leyes están sujetos la luz y el color, qué efecto puede tener la luz reflejada por los cuerpos teñidos y qué tonos se obtienen mezclando los colores fundamentales. Son importantes también, las propiedades de los colorantes que se van a utilizar (su tono, intensidad, poder de penetración, grado de fijación y afinidad hacia el cuero).

Artigas, M. (2007), indica que esta operación sirve para cambiar el color que tiene el cuero debido a los productos curtientes. El color obtenido después de teñirse puede modificar en el engrase, y debe tenerse en cuenta para obtener el producto final deseado. A menudo el color final se conseguirá con el acabado, pero en la tintura se busca un color lo más parecido posible al final. De esta manera se facilita la operación de acabado. Según cuál sea el destino del cuero la tintura puede ser atravesada o no. Esto depende del colorante, productos auxiliares empleados, concentraciones, temperatura, pH, etc. Es muy importante que el

colorante quede bien fijado en el cuero, ya que si no el producto final bajaría de calidad. Esta fijación depende principalmente de los productos curtientes incorporados al cuero, ya que por ejemplo, en general es mucho más fácil fijar un mismo colorante de los empleados habitualmente en un cuero curtido al cromo que en otro curtido al vegetal. En menor grado, los productos adicionados después de la tintura también pueden afectar a la fijación, aunque es más peligroso el efecto que producen sobre el matiz final.

Bacardit, A. (2004), manifiesta que actualmente, la mayoría de tinturas se realizan en bombo. Además de la anilina (junto o previo a él) se adiciona en el bombo una serie de productos que regulan el pH y la carga del cuero para facilitar la penetración y la correcta distribución de la anilina en el cuero y también (según la carga) para dar intensidad superficial de color. La fijación se puede realizar en el mismo baño, si se desea realizar un secado intermedio o después del engrase, si éste se realiza en el mismo baño, adicionándole un producto ácido, normalmente ácido fórmico.

#### **4. Engrase**

Hidalgo, L. (2004), afirma que los materiales engrasantes tienen semejante importancia que los materiales curtientes en la fabricación de cueros. A excepción de las suelas, cualquier tipo de piel contiene cantidades considerables de grasa, generalmente entre 5 y 20 %. El engrase es la base de la flexibilidad, que por su vez es producida por la separación de las fibras del cuero. La grasa no permite que las fibras se peguen unas a las otras, ya que las mismas pueden sufrir este efecto durante el curtido. También la utilización de aceites influencia directamente en las propiedades físicas de las pieles, como elasticidad, tensión de ruptura, humectación, resistencia al vapor de agua y permeabilidad. Condiciones para que un producto sea un lubricante para cueros (o aceite para engrase). Los aceites de engrase necesitan de una base grasa, siendo así aptos a ablandar el material fibroso del cuero. Estos compuestos base normalmente son cadenas de carbono alifáticas. El largo de la cadena, o sea, el número de carbonos necesarios para lubricar una piel por ejemplo es completamente diferente de compuestos

utilizados en fibras textiles, y dependen más de las propiedades que son requeridas en las pieles.

En <http://www.tinturadodepieles.com>. (2014), se afirma que no solamente el tamaño de la cadena es lo que debe importar, sino también la proveniencia del material, el estado de saturación, el número de cada tipo de grupo funcional (hidroxila, sulfónico o fosfato y otros). Aceites de engrase formulados para la lubricación de pieles al cromo son agentes tensoativos, que deben formar emulsión y pueden actuar también como emulsionantes para aceites neutros. En el caso de suelas y cueros vegetales menos pesados, pueden ser empleados aceites del tipo crudo, pero en pequeña cantidad y combinado con aceites tratados. En el engrase son muy claros dos fenómenos distintos: la penetración que se podría considerar como un fenómeno físico y la fijación en el que participan reacciones químicas. La emulsión de los productos engrasantes penetra a través de los espacios interfibrilares hacia el interior del cuero y allí se rompe y se deposita sobre las fibras. Esta penetración se logra por la acción mecánica del fulón, junto con los fenómenos de tensión superficial, capilaridad y absorción. Las propiedades que se dan al cuero mediante el engrase son:

- Tacto, por la lubricación superficial
- Blandura por la descompactación de las fibras
- Flexibilidad porque la lubricación externa permite un menor rozamiento de las células entre sí
- Resistencia a la tracción y el desgarro
- Alargamiento
- Humectabilidad
- Permeabilidad al aire y vapor de agua
- Impermeabilidad al agua; su mayor o menor grado dependerá de la cantidad y tipo de grasa empleada.
- Evita que las fibras del tejido interfibrilar se deslicen suavemente entre ellas para proporcionar un mejor tacto a la piel.
- Proporciona suavidad y, blandura y caída al cuero, para mejorar su clasificación en el momento del expendio.

## **C. OPERACIONES POSTERIORES A LA TINTURA**

Yuste, N. (2000), indica que las operaciones posteriores al acabado en húmedo se describen a continuación:

### **1. Escurrido**

Para escurrir, los cueros se pasan a través de una máquina que tiene dos cilindros recubiertos de fieltro. Al pasar el cuero entre ellos, éste expulsa parte del agua que contiene debido a la presión a la que se somete. Esta operación tiene además otra finalidad: dejar el cuero completamente plano y sin arrugas, aumentando al máximo la superficie. Una vez escurridos, los cueros irán a la máquina de repasar, (Yuste, N. 2000).

### **2. Repasado o estirado**

Lultcs, W. (2003), afirma que esta operación se realiza para hacer más liso el grano de la flor, aplanar el cuero y eliminar las marcas que pueden ocasionar la máquina de escurrir. Si esta operación se realiza correctamente, aumenta el rendimiento en cuanto a la superficie del cuero, tema importante en el aspecto económico. Las máquinas de repasar son similares a las máquinas de descarnar con la diferencia de que las cuchillas no cortan y permiten estirar el cuero. La presión efectuada alisa el grano de la flor y permite evitar pérdidas de superficie.

### **3. Secado**

Yuste, N. (2000), señala que la función de la operación de secado es evaporar el agua que contienen los cueros, el secado es considerado una operación física tan simple, en la que se trata de evaporar el agua de la piel, que no debía influir sobre las características del cuero acabado, no obstante hay que considerar que durante la operación del secado y dependiendo del tipo de aparato que se utilicen se producen migraciones de diversos productos, formación de enlaces,

modificación del punto isoelectrico, entre otras; es decir, que en esta operación existen modificaciones importantes. Se pueden distinguir dos formas de secar el cuero: sin someterlo a tensión o bien estirándolo, el primer tipo de secado se puede realizar:

- En cámara y en túnel: los cueros también se cuelgan y se secan por acción de aire caliente.
- Al aire libre: los cueros se cuelgan y se secan por acción del aire libre, o en una cámara, de forma tensionada si previamente se estiran las pieles y se sujetan sobre placas de fórmica o estructuras no compactas de madera .
- Por bomba de calor: se cuelgan los cueros y se secan con aire a baja temperatura y seco (imitación controlada de secado al aire libre). Del segundo tipo de secado se destacan: El pasting. Se estira el cuero y por el lado flor se adapta a una placa de vidrio, la cual se hace circular por un túnel de secado. El secoterm. Se estira el cuero y por el lado carne se adapta a una placa metálica por la que, en su interior, circula un líquido caliente. El vacío. Se estira la piel sobre una placa metálica caliente, con otra placa se cierra de forma hermética y se provoca una gran bajada de presión.

Lultcs, W. (2003), indica que es importante controlar la humedad final de los cueros, es conveniente, una vez secos los cueros, dejarlos reposar en un ambiente con la humedad adecuada durante unas 48 horas, con el objetivo de obtener unos resultados más uniformes en el producto final. Finalizada la operación de ablandado es conveniente secar los cueros manteniéndolas planas hasta alcanzar un contenido final de humedad del orden del 10-12%, pero fundamentalmente para obtener el mayor rendimiento posible de superficie y retirar parte de su elasticidad, alcanzando una estabilidad de la forma, obteniendo un cuero más armado. El secado se considera una operación simple, tanto al aire como en máquina y aparentemente no influiría en las características del cuero terminado, pero esto no es así. El secado que se ilustra en la (figura 1), es algo

más que la simple eliminación de la humedad para permitir la utilización práctica del cuero.



Figura 1. Operación mecánica de secado de los cueros caprinos.

#### **4. Recorte**

Yuste, N. (2000), reporta que el recorte de los cueros tiene como objetivo retirar pequeñas partes totalmente inaprovechables, eliminando marcas de secaderos de pinzas, zonas de borde endurecidas, puntas o flecos sobresalientes y para rectificar las partes desgarradas, buscando un mejor aprovechamiento de los procesos mecánicos y un mejor aspecto final. El recorte mejora la presentación de los cueros y también facilita el trabajo de las operaciones siguientes. Evidentemente en los recortes realizados se retira lo estrictamente necesario, para no reducir considerablemente el área o el peso de los cueros. El recorte se

realiza con tijeras, en pieles más duras con cuchillas más afiladas y también con máquinas especializadas.

## **5. Clasificación**

Cordero, B. (2010), asegura que previo a las tareas de acabado, es necesario realizar una de clasificación de los cueros, que en realidad sería la segunda clasificación (la primera se hace en cromo). La misma debe ser realizada teniendo en cuenta, por ejemplo: la calidad, tamaño, el espesor, los daños de flor, ya sean los propios del cuero o por procesos mecánicos (mordeduras de máquinas) la firmeza, la uniformidad de tintura, la absorción de la flor. Se clasifica para destinar los cueros a los diferentes artículos: plena flor, nubuck, etc. y por lo tanto se determina a qué sección del acabado se enviarán. Es así que por ejemplo, los cueros de flor floja y dañada serán desflorados (esmerilados) y luego impregnados para darles firmeza; a los que no están bien tintados podemos remontarles el color mediante la aplicación de tinturas a soplete. Otro ejemplo es si el cuero tiene poca absorción, se la podemos mejorar por medio de penetrantes.

## **6. Esmerilado**

Thorstensen, E. (2002), afirma que el esmerilado consiste en someter a la superficie del cuero a una acción mecánica de un cilindro revestido de papel de esmerilar formado por granos de materias abrasivas tales como el carborundo o el óxido de aluminio. El esmerilado puede realizarse:

- Por el lado carne de la piel con la intención de eliminar restos de carnazas y con ello homogeneizar y mejorar su aspecto, o bien la de obtener un artículo tipo afelpado.
- Por el lado flor de la piel puede ser con la intención de obtener un artículo tipo nubuck, que se realiza con pieles de buena calidad y que permite obtener una

felpa muy fina y característica. Por el lado flor de la piel para reducir o incluso eliminar los defectos y en este caso la operación se conoce como desflorado.

En <http://www.aqeic.es>.(2014), reporta que es común creer que con esta operación se eliminan los daños del cuero. Pero no es así, es importante insistir en que sólo disimularemos los mismos cuando son superficiales. Para eliminar las lesiones profundas, habría que raspar con tanta profundidad que transformaríamos el cuero en un descarne. Podemos decir entonces que la finalidad es disimular pequeños daños de flor y mejorar el aspecto de está convirtiendo los poros grandes en poros finos y parejos. Si desfloramos por debajo del límite indicado (la profundidad viene dada en el límite inferior, por el poro de la piel) se corre el riesgo, por ejemplo, que cuando se arme el calzado el cuero tome aspecto de descarne en las partes de mayor estiramiento como ser la puntera del calzado. Para un desflorado uniforme es necesario que los cueros tengan uniformidad de espesor en toda la superficie. Los factores que influyen en la uniformidad del esmerilado:

- Curtido y recurtido: los cueros curtidos con taninos vegetales son más fácilmente lijados que los curtidos al cromo. En los cueros curtidos al cromo-vegetal el recurtido confiere mayor firmeza a la flor y ayuda en la operación de lijado.
- Engrase: en la cantidad y distribución de los aceites en el cuero. Por ejemplo, un cuero donde hubiera poca penetración de aceite ocasiona una flor muy engrasada y empasta la lija.

Hidalgo, L. (2004), reporta que los papeles de esmerilar o lijas se clasifican por el tamaño del grano en gruesas, medias y finas. Los granos gruesos corresponden a los números bajos 50-120, los intermedios a 150-220 y los grados finos a 250-400 y valores superiores a los más finos. Un buen esmerilado y desempolvado garantiza una buena adherencia e uniformidad en la formación del film del acabado, disminuyendo algunos problemas durante la fabricación de calzados, tales como quiebres o rupturas del acabado.

## **7. Desempolvar**

Bacardit, A. (2004), manifestó que el desempolvado consiste en retirar el polvo de la lija de las superficies del cuero, a través de un sistema de cepillos o de aire comprimido. En el cuero no desempolvado, el polvo está fijado al cuero por una carga de estática, el polvo de la lija empasta, se acumula sobre el cuero dificultando las operaciones de acabado, no adhiriendo la tintura al sustrato. La máquina de desempolvar de cepillos, desempolva cepillando la piel con dos cepillos que giran a contrapelo de la piel. El polvo se lo lleva un sistema de aspiración. Desempolvan bastante, pero son poco productivas. Es una máquina de salida. Se pone la piel y se cepilla sacando la piel hacia afuera (contrapelo). La máquina de aire comprimido saca el polvo mediante el aire comprimido. Este es insuflado por unos sopladores situados por encima y por debajo de la piel. Hay un compresor que envía el aire a los sopladores. También hay un sistema para aspirar el polvo, las cintas transportadoras son de tela.

## **8. Medición**

En <http://www.gemini.udistrital.com>. (2014), se afirma que la industria del curtido comercializa los cueros por superficie, salvo en el caso de las suelas que se venden por peso. La medición de la piel depende del estado en el que se encuentra. Se estima que deben controlarse un 3% del número total de pieles para tener una idea exacta de la superficie de todo un lote. Las superficies del cuero se miden en pies cuadrados, pero hay países que manejan metros cuadrados. (1 pie cuadrado=929 cm<sup>2</sup>). Como la superficie del cuero varía de acuerdo a la humedad relativa del ambiente, antes de la medición se deberían acondicionar los cueros en ambientes de acuerdo a lo establecido en la Normas IUP3 (Climatizar los cueros para que haya condiciones de comparación entre los resultados). Esta norma establece una temperatura de entre 20°C + 2°C y una

humedad relativa de  $65 \pm 2$  % durante las 48 horas que preceden a los ensayos físicos).

#### **D. TIPOS DE ACABADO**

Grozza, G. (2007), concluye que el acabado de un cuero dependerá del artículo a que se destine. Las soluciones pigmentarias se pueden aplicar con las máquinas convencionales tales como: felpas, rodillos, cortina, sopletes Aero gráficos o air-less, o bien con máquinas especiales tales como el sistema transfer y el sistema de película sobre papel. El acabado se puede clasificar en distintos tipos según:

- Según la técnica: abrillantables, abrillantables y con planchas, con plancha, a soplete, a cortina.
- Según los productos: caseínicos, plásticos o con polímeros, nitrocelulósicos, charol, poliuretánicos.
- Según su efecto y poder cubriente: anilina, semi-anilina, pigmentado, fantasía, dobles tonos, patinados, etc.

Rivero, A. (2001), reporta que en general se llevan a cabo acabados combinados de plástico-caseínas y plástico-nitrocelulósico. En el primer caso, se pueden emplear en conjunto los productos plástico y albuminoides y en el segundo caso, debido a los diferentes disolventes necesarios el acabado nitrocelulósico se aplica sobre un fondo plástico o plástico-albuminoide. Las nitrocelulosas emulsionadas constituyen una excepción pues pueden aplicarse en el acabado plástico como en un tratamiento posterior.

Lultcs, W. (2003), señala que el acabado combinado caseína-nitrocelulosa es problemático ya que los ligantes albuminoides no se disuelven ni se hinchan con los disolventes nitrocelulósicos usuales y por lo tanto la película nitrocelulósica no se hincha en forma suficiente sobre el fondo caseínico o albuminoideo. Para ello

se utiliza la emulsión de nitrocelulosa. El acabado abrillantable se va dejando de lado y utilizamos el sistema a la plancha como más frecuente. La causa de esto es el creciente empleo de ligantes de polimerización. El acabado a pistola y a cortina se diferencia por su técnica de aplicación. Mientras uno se realiza por pulverización, el otro en forma de cortina líquida que cae sobre la superficie del cuero. El sistema a pistola puede ser combinado fondo-felpa, resto a pistola o a soplete puro o fondo-felpa, cortina-soplete.

#### **a. Abrillantables**

Rivero, A. (2001), indica que en este tipo de acabado se utilizan como ligantes las proteínas: caseína y albúmina. Se obtienen acabados transparentes de elevado brillo que dejan ver bien el poro de la flor y con ello todos sus defectos, los cuales incluso pueden quedar resaltados en la operación de abrillantado. Para terminar una piel con este tipo de acabado es necesario que se trate de una piel de buena calidad y además que todas las operaciones mecánicas y de fabricación en húmedo se hayan realizado correctamente, ya que los defectos se resaltan al abrillantar. Por este motivo de que se notan más las fallas del cuero (venas, espinillas, enfermedades, etc.) se suele aplicar una capa cubriente plástica y arriba una nitrocelulósica y se plancha para igualar la superficie de la piel y disimular más los defectos.

#### **b. Termoplásticos**

Morera, J. (2000), reporta que el acabado termoplástico es un tipo de acabado en el cual se utilizan como ligantes las emulsiones de resinas. La operación mecánica fundamental es el prensado o planchado que sirve para alisar las pieles mediante la acción de la temperatura y la presión. Muchas veces las pieles se graban con una placa de poro o con un grano determinado para enmascarar defectos naturales. El acabado termoplástico se aplica principalmente a pieles que presentan defectos. Estas pueden acabarse plena flor o bien realizar un

esmerilado de ella para mejorar su apariencia. Generalmente el acabado es del tipo pigmentado y las capas aplicadas son gruesas.

En <https://www.upcommons.upc.edu>.(2014), se indica que a pesar de su versatilidad es el tipo de acabado que más se le exige en sus propiedades físicas y solidez. Es importante el tipo de resina aplicada y el método de aplicación. Para conseguir el máximo rendimiento es necesario aplicarlas en capas abundantes a partir de soluciones concentradas. La temperatura de secado debe ser lo suficientemente alta para que tenga lugar la correcta formación de la película. En este tipo de acabado se pueden presentar problemas de adherencia que se manifiestan porque el acabado pela. En general la fuerza necesaria para separar la película es inversamente proporcional a su resistencia estructural. Cuanta más gruesa sea la película y mayor su termo plasticidad se nos pueden presentar problemas en el apilado posterior al secado y que las pieles se peguen unas a otras. El brillo y la solidez del acabado, así como el tacto final se obtienen al aplicarle la capa de apresto final. Los acabados termoplásticos tienen solidez deficientes a los disolventes, al igual que al calor, pero su solidez al frote húmedo es adecuada.

- Acabado pura anilina: Normalmente se aplica sobre pieles de elevada calidad, es transparente y no debe contener ningún tipo de pigmento, ni de otros productos cubrientes. Los efectos de avivado, contraste o igualación del color se obtienen con colorantes. En este tipo de acabado se puede observar el poro de la piel en toda su belleza. En la práctica se aceptan como acabados anilina aquellos que contienen una pequeña cantidad de pigmentos orgánicos para igualar, avivar o contrastar el color.
- Acabado semianilina: Es aquel que tiene un cierto efecto cubriente conseguido por la adición moderada de pigmentos orgánicos o minerales en combinación con colorantes de avivaje. Los acabados con capas totalmente cubrientes, seguidas de capas transparentes con colorantes, no deberían llamarse semianilina, pues en realidad son acabados pigmentados con efectos de contraste tipo anilina.

- **Acabado pigmentado:** Es un acabado de elevado poder de cobertura que se consigue por la utilización de cantidades importantes de pigmentos con capacidad cubriente. Estos productos no dejan ver bien el poro de la piel. Se aplica este tipo de acabado sobre pieles de flor deficiente o corregida para que una vez el cuero terminado no se aprecien los defectos que tenían las pieles. Generalmente este tipo de acabado lleva un grabado en la flor con grano de poro u otro para ayudar a disimular los defectos. La adición a estos acabados de colorantes en mezcla con los pigmentos, en las capas intermedias o posteriores puede embellecer el artículo pero no modifica su capacidad de cobertura.

#### **c. Acabado tipo charol**

Libreros, J. (2003), indica que se aplica sobre cuero de baja calidad rectificado y consiste en obtener sobre ellos una gruesa capa de poliuretanos que proporcione el típico brillo de este artículo. En el acabado charol clásico con barniz de aceite, la superficie de cierre no se alisa con el abrillantado ni con el planchado, pues el brillo del charol se produce con el secado del barniz. El acabado del charol en frío es un acabado combinado de plástico y barniz sintético. La mayor parte de cuero charol se fabrica de color blanco y negro aunque hoy en día también se puede obtener en colores. Se aplica con máquina de cortina en locales libres de polvo y el acabado se seca colocando la piel sobre bandejas horizontales.

#### **d. Acabado tipo transfer**

En <http://www.cueronet.com>. (2014), se reporta que consiste en pegar los serajes sobre una película de poliuretano que se ha obtenido encima de un molde que es el negativo del grano de la piel. La película se obtiene pulverizando conjuntamente con una pistola especial los dos componentes el disocianato y una amina o polio.

### **e. Acabados especiales para empeine**

En <http://www.aqeic.org>.(2014), se manifiesta que el acabado del cuero para empeine varía considerablemente según la moda; sin embargo hay una serie de artículos que se repiten de forma periódica y que se podrían considerar clásicos tales como: florentique, tacto graso, cuero viejo, lúcido y climax, por mencionar algunos de ellos. En el acabado florentique al frotar los zapatos con un abrasivo suave, se obtiene un efecto de contraste con un excelente brillo. Primero se aplica a las pieles un fondo y una laca resistente al frote y al final se les aplica una laca coloreada de tonalidad más oscura que sea blanda, para que al frotar se pueda eliminar parcialmente. El acabado de tacto graso es en general en colores oscuros y cuando se monta el zapato o se dobla la piel, en esas zonas se aclara el color de forma perceptible. Este acabado se logra realizando una impregnación con aceites especiales y planchando después la piel a elevada temperatura. El aspecto del acabado cuero viejo se logra aplicando a la piel un fondo más o menos pigmentado y después un efecto fuertemente contrastado cuya adherencia sea mediocre. Al bombear o cepillar dicho acabado se desprende la última capa de forma irregular. Luego se fija el acabado con aprestos o lacas transparentes dando la apariencia de cuero viejo. Las pieles de aspecto natural, se oscurecen y abrillantan cuando se cepillan. El tipo de acabado lúcido se consigue aplicando a la piel una cera.

Grozza, G. (2007), señala que el acabado climax es una imitación con pieles de flor corregida, de la cabra plena flor. Para obtener este acabado se aplica sobre la piel un fondo termoplástico blando y una capa abundante de laca emulsión sobre la cual se pone una capa de laca dura y brillante coloreada en un tono más oscuro. La piel se graba con una placa que sea capaz de cortar la última capa de laca. Se humedecen las pieles por el lado de carne y se ablandan en bombo para acentuar el efecto. Las pieles se terminan dándoles un planchado satinado.

### **f. Estampación**

Córdova, R. (2009), infiere que la técnica de la estampación se encuentra muy desarrollada en el ramo textil, y consiste en aplicar un dibujo sobre la tela lisa y blanca o de color. El dibujo que se reproduce sobre un fino tramado se coloca en un marco y éste sirve para aplicar el pigmento mezclado con ligante sobre la tela. En cada pasada se aplica un solo color, pudiéndose dar en distintas veces los colores que se deseen. En los últimos años parece que esta técnica se empieza a aplicar especialmente sobre las pieles de cordero tipo napa o bien sobre antelana por el lado velour, lográndose efectos muy sorprendentes en la confección de prendas. Estos trabajos de estampación, al requerir aparatos y técnicas especiales se realizan en talleres de estampación textil.

#### **g. Acabado del cuero vegetal**

Buxade, C. (2004), reporta que al cuero para suela antes sólo se le daba brillo a base de soluciones de caseína o emulsiones de cera que proporcionaban brillo al frotarlas. Posteriormente, a los brillos se les adjuntó algún pigmento para disimular defectos, y en la actualidad, aparte de que se pueden teñir de muy diversos colores, los crupones de suela se pueden desflorar y acabar en negro o en cualquier otro color. La baquetilla se acaba de color natural aplicándole más o menos brillo o bien a base de resinas y caseínas mezcladas con pigmentos. La badana vegetal se puede acabar abrigantada o bien pigmentada.

### **E. NORMALIZACIÓN DEL ENSAYO DEL CUERO**

#### **1. Generalidades**

En <http://www.aqeic.org>.(2014), se pone en manifiesto que el control de la calidad en la fabricación de curtidos precisa disponer de métodos de análisis y ensayo adecuados para examinar las primeras materias, verificar los procesos de producción, vigilar las emisiones y sus tratamientos, y en definitiva, para controlar la calidad del producto final. El ensayo del cuero terminado sirve para comprobar que posee la calidad suficiente que su consumidor demanda. En los apartados

siguientes se estudiarán los parámetros físicos y químicos que sirven para examinar la calidad de materias primas y cuero terminado. También se estudiarán los análisis más importantes en el control de efluentes líquidos. Por el contrario, los procedimientos para el control de los procesos de fabricación no se tratan en este libro puesto que resulta mucho más didáctico considerarlos en los libros dedicados al estudio de los procesos. Para que los resultados del ensayo del cuero sean reproducibles en diferentes laboratorios es necesario unificar y normalizar estrictamente los ensayos de forma que en todos ellos se midan los mismos parámetros por los mismos procedimientos e instrumentos. La necesidad de la normalización es especialmente acusada para los ensayos físicos y solidez, en primer lugar por la irregular distribución de las propiedades físicas a lo largo del cuero, y en segundo lugar por la considerable dependencia de los resultados respecto de las características del método utilizado. Es prácticamente imposible comparar resultados de ensayos físicos y solidez sino se ha seguido el mismo procedimiento.

## **2. Tipos de normas**

Adzet, J. (2005), reporta que existen dos tipos diferentes de normas y estándares aplicados a la evaluación de la calidad del cuero:

### **a. Procedimientos de ensayo**

Adzet, J. (2005), señala que los procedimientos de ensayo describen, lo más exactamente y minuciosamente posible, cómo, por qué medios y en qué condiciones debe medirse un parámetro sobre una muestra dada. Siguiendo estrictamente el método descrito se obtendrán mediciones objetivas y reproducibles. No obstante, estas normas no indican cual es el resultado que debería alcanzarse para que el material ensayado fuera considerado adecuado para su uso previsto.

### **b. Especificaciones de calidad**

Libreros, J. (2003), infiere que las especificaciones de calidad son normas que indican los parámetros que deben medirse, los procedimientos de ensayo que deben aplicarse, y los resultados que deberían obtenerse para comprobar que el material ensayado sea adecuado para el propósito para el que se ha fabricado.

## **F. MUESTREO Y TOMA DE MUESTRAS**

### **1. Objetivo**

Soler, J. (2005), describe que la operación del muestreo tiene como finalidad la obtención de una muestra de tamaño reducido que sea representativa de la composición y de las propiedades del conjunto del lote a analizar. El muestreo es esencial en el conjunto del proceso analítico. Los resultados de los análisis y ensayos más cuidadosamente realizados no tendrán ningún sentido ni científico ni económico si las probetas examinadas no son representativas del conjunto del lote de donde proceden. La práctica del muestreo implica la resolución de dos cuestiones:

- ¿Qué número de pieles deberán tomarse del lote a analizar?
- ¿De qué parte de la piel deben tomarse las muestras?

### **2. Número de pieles que deben tomarse del lote**

Thorstensen, E. (2002), enlista que las consideraciones económicas juegan un importante papel en el diseño del muestreo.

- El coste de los ensayos físicos será directamente proporcional al número de muestras tomadas.
- No es el caso de los análisis químicos, ya que las diferentes submuestras pueden mezclarse una vez molidas formando una única muestra compuesta.

- En las pieles en las que se ha separado una muestra se obtiene una merma en el rendimiento de peso y superficie. Según la zona de la piel y según el destino comercial puede significar la depreciación del clasificado de la pieza restante.

Morera, J. (2000). Indica que el muestreo para determinar las cualidades y resistencias del cuero debe hacerse en las condiciones que impliquen el consumo de la menor cantidad, para evitar pérdidas pero que se garantice que la muestra sea representativa de la población a la que representa. No obstante, el no tomar suficientes muestras puede llevar a la obtención de resultados inservibles por no ser representativos del lote de pieles que se pretendía examinar.

### **3. Criterios a seguir**

#### **a. Grado de homogeneidad de la partida**

Cordero, B. (2010), reporta que el número de elementos que deben tomarse del lote para que la muestra sea representativa depende sobre todo del grado de homogeneidad del material. El curtidor agrupa las pieles en bruto por procedencias, y dentro de éstas por pesos y calidades, con lo que se logran finalmente partidas con un grado razonable de homogeneidad. El muestreador deberá tener en cuenta que cualquier particularidad conocida en la fabricación que haya incrementado el nivel de heterogeneidad de la partida implicará tomar un mayor número de muestras de lo habitual.

#### **b. Selección aleatoria**

Frankel, A. (2009), reporta que sea cual sea el número de cueros tomados debe cumplirse siempre el principio básico de que "todos los cueros de una partida deben tener la misma probabilidad de ser tomados". En otras palabras, la selección de los cueros a separar del lote debe hacerse aleatoriamente. En

ningún caso se elegirán los cueros a analizar por criterios deterministas (por ejemplo tomar las muestras de las pieles de clasificado más bajo).

#### **4. Normativa**

##### **a. Normas IULTCS**

Rivero, A. (2001), reporta que el número de muestras no se trata en las normas IUP2-IUC2 vigentes desde 2000. En la versión anterior (1965) se consideraba que el número de pieles que debían tomarse de un lote debía decidirse en cada caso en función de la exactitud requerida y de las diferencias existentes de una piel a otra.

##### **b. Localización de muestras**

Graves, R. (2008), manifiesta que la última revisión de esta norma no contiene ninguna referencia al número de pieles que deben tomarse en el muestreo de una partida. La versión anterior, de 1972, especificaba seguir las instrucciones de la norma ISO 2588. Aunque ya no sea oficial para muestreo de cuero, se resume a continuación el contenido de esta norma por cuanto puede servir como sugerencia para el diseño de planes específicos de muestreo.

##### **c. Número de muestras elementales de la muestra global**

En la Norma ISO 2588:73, se recomienda tomar el número de muestras que se obtiene de aplicar la siguiente ecuación:

$$n=0,5*\sqrt{N}$$

Dónde:

$n$  = Número de muestras que deben tomarse.

$N$  = Numero de bandas o cueros del lote.

En cualquier caso, como mínimo se tomarán tres muestras. La norma reconoce la posibilidad que tienen las partes interesadas de optar por un método de muestreo distinto del recomendado.

## **5. Localización de la toma de muestras en el cuero**

### **a. Objetivo**

Morera, J. (2000), indica que establecer de qué parte de la piel deben tomarse las muestras para que los resultados de los ensayos sean comparables y reproducibles.

### **b. Problemática**

Morera, J. (2000), reporta que el cuero es un material con una estructura fibrosa irregular, que presenta diferencias en compacidad y en la ordenación y orientación de los haces de fibras. Por todo ello sus propiedades físicas y en menor medida también las químicas varían considerablemente según las partes de la piel. Entre determinadas zonas de la falda y del crupón se dan diferencias superiores a un 200 % en resistencias mecánicas y a un 300 % en alargamiento. El cuero es además un material con anisotropía: el valor de algunos parámetros físicos varía según la dirección considerada. Hay unas direcciones preferenciales líneas de tensión, a lo largo de las cuales se hallan mayor cantidad de haces de fibras extendidas longitudinalmente que no transversalmente. Lógicamente, una tracción efectuada en la dirección en la que hay mayor número de fibras encontrará mayor resistencia que si se efectúa según la dirección perpendicular. No obstante, el cuero es un caso singular dentro de los materiales heterogéneos por cuanto su heterogeneidad es sistemática y predecible ya que es la misma de una piel a otra.

Lultcs, W. (2003), indica que dentro de la piel se pueden determinar 21 partes diferentes tal como muestra en el (gráfico 1). En los diferentes estudios del N.B.S. se determinó la distribución de propiedades como la densidad aparente, la rotura de flor, la resistencia a la tracción, el alargamiento y la resistencia al desgarro, medidas siempre según los métodos ALCA.

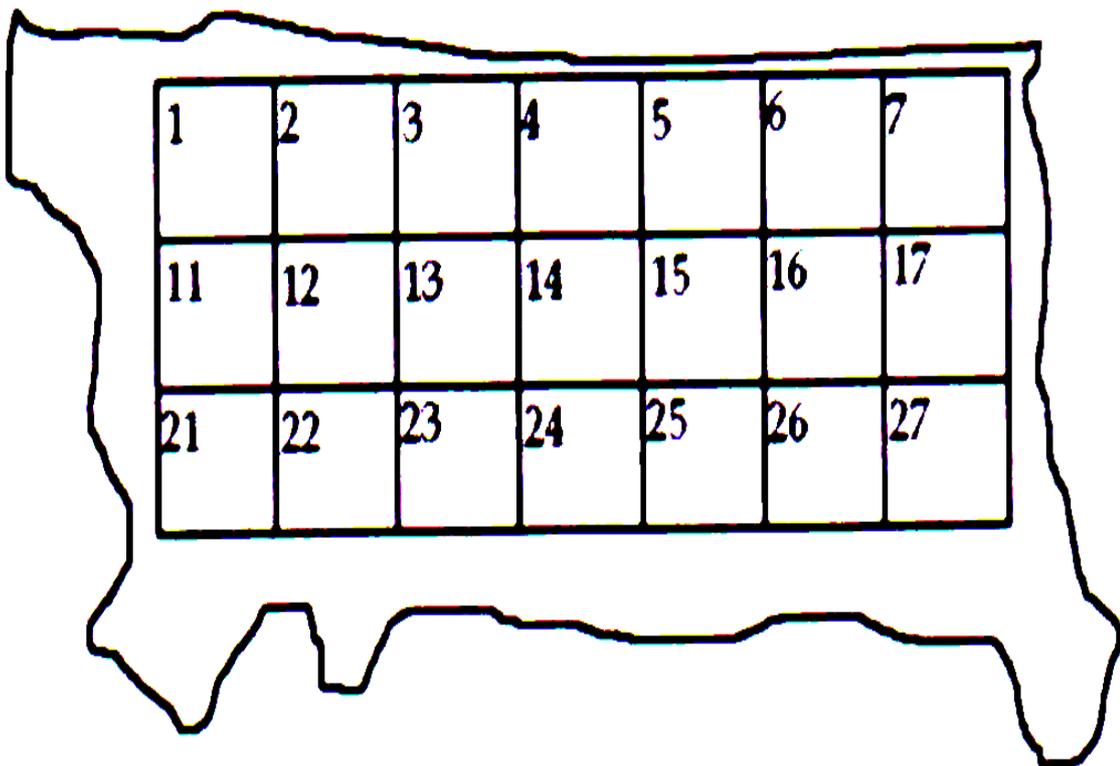


Gráfico 1. Localización de la toma de la muestra.

## **6. Selección de las muestras de laboratorio**

Morera, J. (2000), reporta que las áreas seleccionadas para la obtención de las muestras de laboratorio probetas deben estar exentas de defectos ostensibles, como rasgaduras o cortes del desuello. Los procedimientos descritos bajo este modelo de toma de muestreo permiten obtener muestras simultáneamente para efectuar ensayos físicos, para solidez, y para análisis químico.

### **a. Localización de la muestra en bandas y cueros enteros:**

Rivero, A. (2001), señala que las probetas (muestras) para los ensayos físicos de una banda o cuero entero se cortan del cuadrado denotado por HKJG descrito en el (gráfico 2).

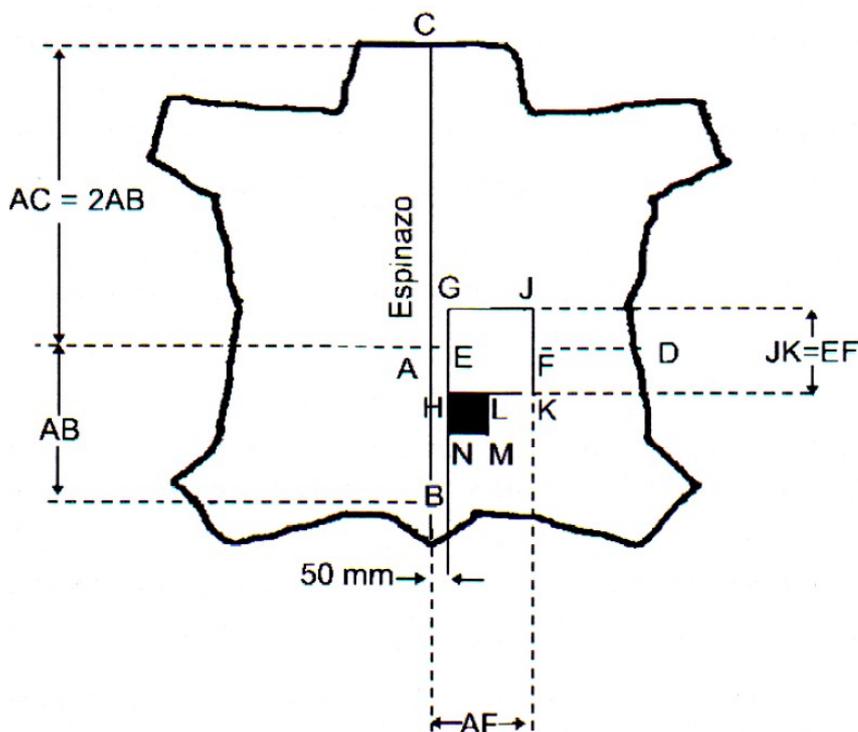


Gráfico 2. Localización de muestras para bandas sin cabeza.

Dónde:

S = Raíz de la cola

A = Punto del espinozo, tal que  $CA = 2AB$

AD = Línea perpendicular a BC

F = Punto medio de AD

AE = 50 mm  $\pm$  5 mm

Para dos bandas de una misma piel por ende JK será igual a EF y GE será igual a EH. Las líneas GH y JK son paralelas a la línea BC.

### b. Localización de la muestra para cuprones

Morera, J. (2000), indica que indica que las probetas (muestras) para los ensayos físicos de un cupron se cortan del cuadrado denotado por ABCD descrito en el (gráfico 3).

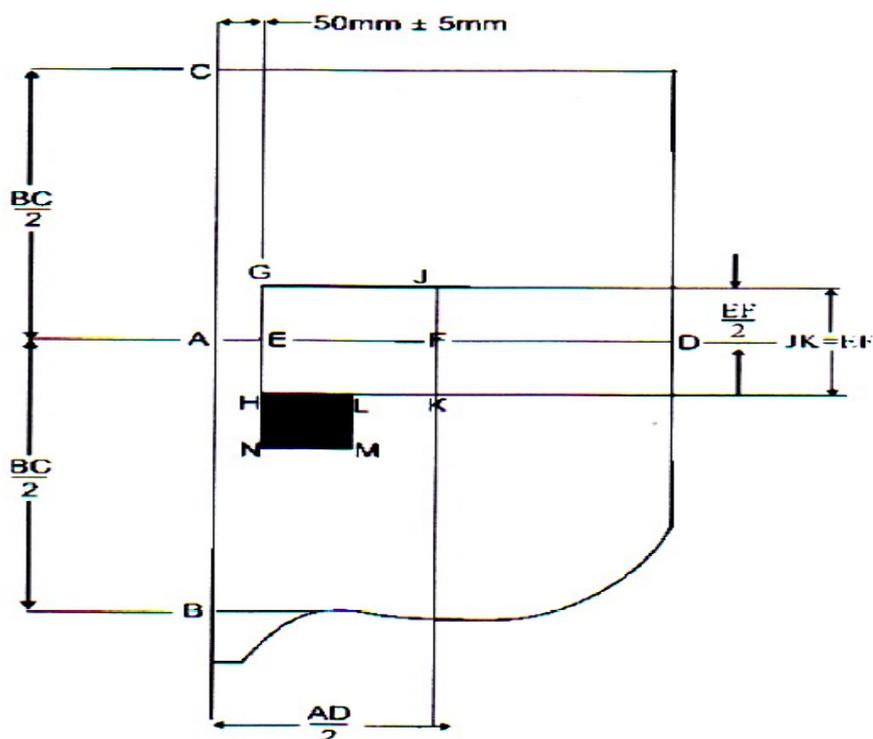


Gráfico 3. Localización de la toma de muestra para medio cuprones.

Dónde:

C = Raíz de la cola

A = Punto medio del espinazo BC

AD = Línea perpendicular a BC

F = Punto medio de AD

AE = 50 mm

Por ende las líneas GH y JK son paralelas a la línea BC

### c. Localización de la muestra en cuellos

Morera, J. (2000), indica que manifiesta que las probetas (muestras) para los ensayos físicos del cuello se cortan del cuadrado denotado por ABCD descrito en el (gráfico 4).

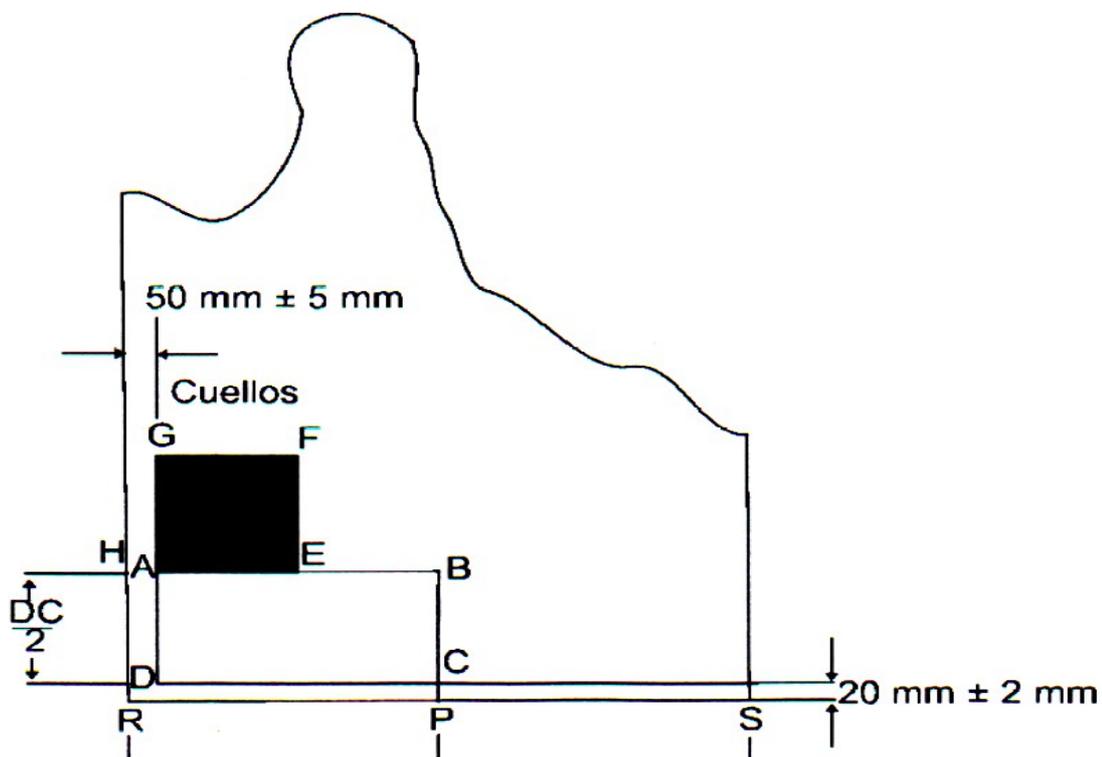


Gráfico 4. Localización de la toma de muestra para medios cuellos.

Dónde:

P = Punto medio de RS

DC = Línea paralela a RS a una distancia de 20 mm

BCP = Línea paralela al espinazo

DA = Línea paralela al espinazo a una distancia de 50 mm

DA = DC/2

AB = Línea paralela a DC

AH = 50 mm ± 5 mm

**d. Localización de la muestra en faldas.**

Yuste, N. (2000), reporta que las probetas (muestras) para los ensayos físicos de las faldas se cortan del cuadrado denotado por GJHK descrito en el (gráfico 5).

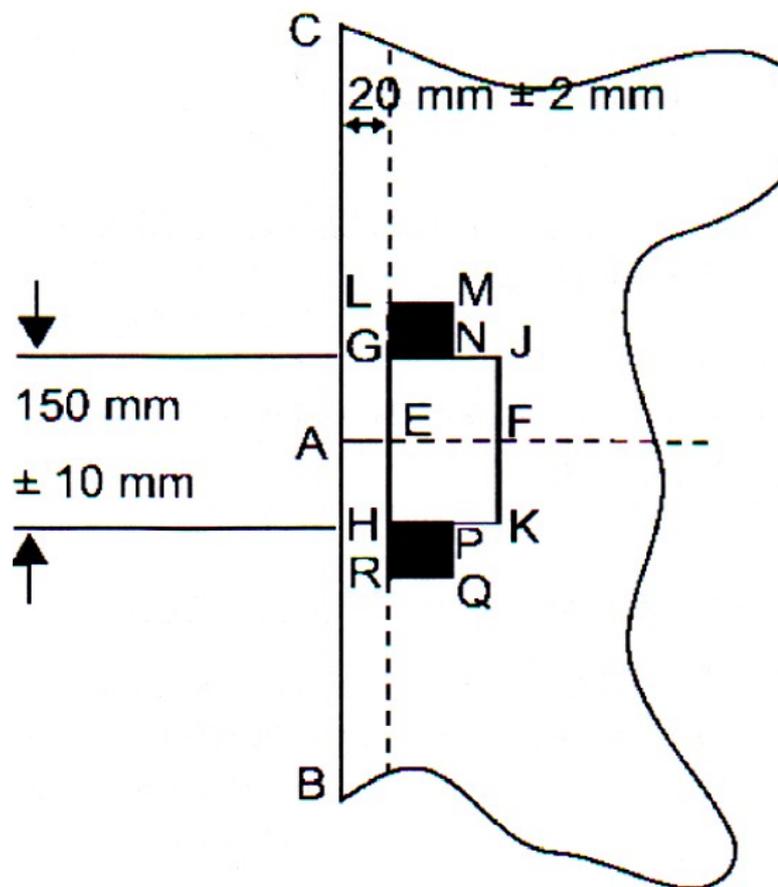


Gráfico 5. Localización de la toma de la muestra para bandas.

Dónde:

AD = Línea perpendicular a BC

CA = Línea de igual magnitud que BC

GH = 150 mm  $\pm$  10 mm

AE = 20 mm

GE = EH = EF

LG = HR = GE/2

LG = GN = HP

## 7. Almacenamiento de las muestras de laboratorio

Morera, J. (2000), reporta que guardar las muestras de laboratorio de forma que se eviten contaminaciones y los efectos de un calentamiento local.

## **8. Identificación de las muestras de laboratorio**

### **a. Marcado**

En <http://www.cueronet.com>. (2014), se manifiesta que marcar la dirección del espinazo con una flecha apuntando hacia la posición de la cabeza colocada junto al lado más próximo al espinazo.

### **b. Etiquetado**

Schorlemmer, P. (2002), señala que se debe etiquetar la muestra de laboratorio con la siguiente información:

- Número de referencia del lote de cuero
- Fecha del muestreo
- Número de referencia de la muestra (si existe)

### **c. Acondicionamiento**

Font, J. (2001), indica que la temperatura y la humedad relativa del aire en equilibrio con la piel influyen en la mayor parte de sus propiedades físicas. Magnitudes como la resistencia a la tracción y el porcentaje de alargamiento, el contenido de agua, y dimensiones del cuero como el grosor y la superficie varían significativamente en función de las condiciones ambientales, especialmente con la humedad. En general la influencia de la humedad ambiental puede resumirse en los siguientes aspectos:

- Las resistencias mecánicas aumentan con el grado de la humedad ambiental.
- La superficie y el espesor del cuero aumentan con la humedad ambiental.

- La modificación de las propiedades es muy pronunciada en las condiciones ambientales extremas: humedades muy bajas (0 a 25%) o muy altas (75 a 100%).
- Al contrario las propiedades del cuero permanecen casi invariables en ambientes situados entre el 45% y el 64% de humedad relativa.

Para el acondicionamiento de las muestras las mismas deben estar 48 horas como mínimo previo al análisis físico en un ambiente con las condiciones descritas en el (cuadro 4).

Cuadro 4. CONDICIONES ESTÁNDAR DE ACONDICIONAMIENTO.

DENOMINACIÓN	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
20/65	20 ± 2	65 ± 5
23/50	23 ± 2	50 ± 5

Fuente: Font, J. (2001).

En el informe de resultados debe hacerse constar las condiciones que se han aplicado para el análisis. Las condiciones ambientales 23/50 son más agradables y más fáciles reproducir que las condiciones 20/65.

## H. MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DEL CUERO

Font, J. (2001), reporta que hay que distinguir básicamente dos clases de curtidos sometidos en su uso a un desgaste por abrasión. El primero de ellos es el cuero para suela. El piso del calzado está sometido a una durísima abrasión por el roce continuo con las irregularidades del suelo lo que provoca un fuerte desgaste. El segundo grupo comprende aquellas pieles ligeras destinadas a artículos como tapicería, bolsos, guantes de protección, calzado de niño y otros, que en algunos

de sus elementos están sometidos a un roce más o menos intenso con otros cuerpos.

Schorlemmer, P. (2002), manifiesta que una diferencia esencial entre ambas clases de cueros es la profundidad de la acción de la abrasión. La segunda diferencia es la importancia estética. En la suela, el desgaste por abrasión llega más allá del acabado. De hecho el acabado se destruye a las pocas horas de uso y sin embargo la suela sigue con su función. En los cueros para tapicería y marroquinería la resistencia a la abrasión es básicamente un problema de la superficie del cuero. Si con el roce "normal" del uso común de esos artículos se produce pronto un deterioro visible en el acabado se considerará un defecto reprochable. El problema de la abrasión en estos artículos es más un problema de solidez que no de resistencias físicas. Por ello generalmente se considera que el ensayo de solidez al frote según IUF 450 es suficiente para informar de la resistencia al roce del cuero, además de su función principal, que es la evaluación de la solidez del color. Pero para aquellos cueros que precisen de unos estándares de resistencia al roce superiores a lo común deben habilitarse ensayos específicos de resistencia a la abrasión.

### **1. Resistencia a la abrasión del cuero para suela**

Font, J. (2001), indica que se utiliza el método del cilindro giratorio, con el llamado abrasímetro ACÁ. El primer procedimiento IUP, desarrollado en 1969, no consiguió el suficiente grado de consenso para que fuese aceptado e implantado en los diferentes institutos de investigación y análisis del cuero. Por ello en 1992 se decidió adoptar el método DIN 53516 ligeramente modificado como nuevo método IUP 26, en sustitución del método del año 1969. La norma DIN 53516, para la medición de la resistencia a la abrasión de materiales elastoméricos como gomas y cauchos, se corresponde en España con la norma UNE EN 12770. Con anterioridad a la decisión de acogerla como nuevo método IUP 26, la norma DIN 53516 ya se había aplicado en algunos laboratorios para la medición de la resistencia a la abrasión de cueros para suela. El método UNE EN 12770, prácticamente equivalente a IUP 26 y DIN 53516, consiste en determinar la

pérdida de peso de una probeta de cuero sometida al frotamiento de una tela abrasiva fijada sobre un cilindro giratorio, en comparación con la pérdida sufrida en igualdad de condiciones por una probeta-patrón de un elastómero normalizado. La fuerza que actúa sobre la probeta, el grano de la tela de esmeril, la velocidad de giro y el número de revoluciones son los parámetros fundamentales que fija la norma. Conociendo la densidad aparente de la suela (véase 3.3.2) el resultado se podrá expresar en pérdida de volumen.

## **I. RESISTENCIA DEL ACABADO A LOS FROTES Y A LA ABRASIÓN**

Soler, J. (2008), indica que el frote es el agente que ataca de forma más directa los acabados de las pieles; es por eso que estudiaremos con especial detenimiento y concreción la cualidad de durabilidad de los acabados frente al agente frotamiento. Vimos arriba la cuestión de la solidez del color al frote; pero no es el color sino los acabados los que más directamente soportan los daños del agente frotamiento. Simples abrasiones de la superficie, debidas al uso, pueden producir frecuentes marcas de roce que resultan muy enojosas. La prueba revelará si esto puede ser o no un problema. Las pruebas tratan de evaluar la resistencia de la superficie del cuero acabado a la abrasión, raspaduras y manchas.

- Prueba de referencia rápida frotando con un paño blanco bajo la presión de un dedo.
- Prueba con una solidez al frote en el téster VESLIC (IUF 450).
- Al frotar una almohadilla de fieltro seco o una almohadilla de fieltro mojado en la forma prescrita bajo una presión de 1 kg en vaivén contra el cuero que ha sido estirado.
- Probar la solidez al frote seco: con muestra de piel seca y fieltro seco.
- Probar la solidez al frote húmedo: con muestra de piel seca y fieltro mojado.
- Evaluar el grado de daño o cambio experimentado en la capa de acabado, tinción de la almohadilla de fieltro y el cambio de color de la muestra de ensayo.
- Para la prueba ante la abrasión, en el téster VESLIC se sustituye el fieltro-prueba por una lámina de caucho con una cara abrasiva de 15 mm de largo por 3 mm de ancho y se frota el cuero en bandas paralelas separadas entre sí:

- Bajo una carga de 2 kg: de 10 a 50 roces
- Bajo una carga de 5 kg: 5 roces.

El cuero se puede probar húmedo o seco. La muestra de ensayo es examinada comprobando los cambios que puedan darse en la superficie del cuero, y cambios en el tono con ayuda de la escala de grises.

#### **a. Abrasión en aparato Martindale**

Font, J. (2001), manifiesta que es el método establecido por la norma EN 388:1994 para determinar la resistencia a la abrasión de los guantes de protección para trabajos con riesgos de tipo mecánico. En algunos laboratorios se utiliza para materiales para forro, curtidos y sintéticos.

#### **b. Abrasímetro Taber**

Herfeld, H. (2004), indica que es el más utilizado en marroquinería, tapicería, y empeine para calzado deportivo y de niño. Es adecuado para pieles con un acabado muy grueso, tipo transfer y similares. Se usan discos de granulometría CS-10 y un sistema de aspiración para que el polvo producido durante el ensayo no interfiera. El número de ciclos depende de las exigencias del artículo. Para calzado deportivo se exigen 100 ciclos, a una carga de 1 kg, sin que se aprecie un deterioro del acabado. Para tapicería se pueden solicitar en las mismas condiciones más de 1000 ciclos. El medidor lineal de desgaste por abrasión TABER, diseñado para medir muestras de cualquier tamaño y forma. Es ideal para superficies curvas y productos acabados. Poco importa el tamaño y la forma de los artículos a analizar ya que el abrasímetro lineal es ideal para los componentes plásticos moldeados, piezas de automóviles, piezas pintadas, impresiones gráficas, productos ópticos, cauchos, textiles.

#### **c. Método VESLIC**

Font, J. (2001), indica que utiliza el mismo aparato que la norma IUF 450 para el ensayo de la solidez del color del cuero al frote utilizando una goma endurecida como elemento de frote. El movimiento del roce es pues de vaivén y no giratorio como en el Taber. El procedimiento constituye la norma suiza Veslic C 4505 y los elementos de roce se suministran por el EMPA.

## **J. SOLIDEZ DE LOS COLORES DEL CUERO AL FROTE SECO Y HÚMEDO**

Para <http://www.edym.net>. (2015), se manifiesta que si frotamos una piel con un pañuelo blanco, es posible que el pañuelo quede manchado del color de la piel, sobre todo si ésta es de color oscuro. Para aquilatar esta anomalía se han construido mecanismos que permiten realizar el ensayo en condiciones normalizadas. De forma esquemática, estos aparatos frotran en vaivén, contra la piel, una pieza de tela o fieltro blancos. Esta pieza se coloca nueva antes de cada determinación y queda después como testimonio del ensayo. El número de frotas, la amplitud y la fuerza con que se realizan son fijos, y esto permite cuantificar el manchado producido. Las manchas de frote están formadas por colorante suelto y restos de fibra debidas al afelpado. La prueba se hace en 10 ciclos, mediante un crockmeter (medidor de solidez al frote), siendo aceptable un resultado de 3 en la escala de grises.

Herfeld, H. (2004), reporta que se consigue fácil resultado en el caso de curtidos claros, pero con colores más oscuros o más fuertes es mucho más difícil. Es necesario un aumento X15 para distinguir entre colorante y fibra. El colorante es amorfo y tiende a manchar la tela Hay dos métodos de valoración alternativos; el del mecanismo que utiliza el frote circular, y el de frote lineal. Ambos valoran la resistencia del acabado al uso y deben efectuarse en pruebas en seco y en mojado. En el caso del frote circular, deben hacerse como mínimo 256 frotas en seco y 128 en mojado, consiguiendo un valor 3 como el mínimamente aceptable en la escala de grises. En el caso del frote lineal, el número de frotas será de 200 en seco y 50 en mojado. Deben comprobarse los paños de frote después del proceso, conservando éstos también un valor 3. La solidez al frote y a la abrasión depende, hasta cierto punto, de la igualdad entre el color de la piel teñida y el de

la capa de acabado. Las pieles restauradas causan problemas si se ha cambiado perceptiblemente el color

## **K. RESISTENCIA AL FROTE DEL ACABADO DEL CUERO**

Según <http://www.cuernet.terminacion.com>.(2015), indica que la fabricación del calzado, actividad a la que se dedica la mayor parte de la producción de curtidos, se encuentra en permanente evolución tecnológica, y por ello, el curtidor se enfrenta a nuevas y crecientes exigencias de calidad. En las restantes manufacturas de cuero se contempla una situación análoga, pues si bien la evolución tecnológica es menor, también se recogen unas mayores exigencias por parte de los consumidores finales, exigencias que se ven perturbadas por la introducción de modas, de evolución cada vez más rápida. Si a lo anterior sumamos las crecientes y necesarias exigencias de mejora medioambiental, se comprende que el sector de curtidos se encuentra en un continuo plan de investigación (desarrollo tecnológico), para conseguir y afirmar los grados necesarios de calidad en todos los aspectos, y con inconvenientes derivados de la enorme rapidez con que a veces se adoptan nuevos procesos sin tiempo para analizarlos y equilibrarlos. En este contexto de necesidad de cambio permanente, se comprende que la gestión y el control de la calidad se encuentren alerta, a fin de adecuar los tipos de ensayos preventivos a realizar, así como para evaluar y calificar los resultados de los mismos, para evitar que se produzcan fallos y con ellos, reclamaciones.

Herfeld, H. (2004), señala que la garantía de calidad es un objetivo prioritario para las direcciones de las fábricas de curtidos, ya que de ella depende su supervivencia. Centremos nuestra atención sobre las exigencias que imponen las posibles acciones de roce, abrasión o arañazo sobre la superficie del cuero, y la misión del acabado de prevenir estos posibles daños. Antes de detallar los ensayos, efectuaremos unas consideraciones previas a los mismos, como se ilustra en el (gráfico 6).



Gráfico 6. Ilustración de un equipo de medición de la abrasión del cuero.

Monsalve, Y. (2009), manifiesta que los ensayos preventivos se realizan sobre probetas de material que representan a un lote de cuero, de mayor o menor magnitud, por lo que hay que asegurarse que verdaderamente serán representativas, mediante una adecuada selección de muestreo. Para los ensayos de frote que vamos a considerar, no hay demasiadas exigencias para la localización de las probetas dentro de la superficie del cuero ni tampoco para una extracción orientada de las mismas, ya que los resultados son bastante independientes de la estructura del cuero, así como de la dirección. La excepción se tiene para ensayos de arañado con punta, y movimiento rectilíneo, a realizar sobre cueros prácticamente sin acabado, ya que el resultado, puede venir influido por la orientación del poro debido al bulbo piloso.

Antes de la realización de los ensayos se precisa un acondicionamiento de las probetas. Para el caso de ensayos de frotos sobre cueros destinados a calzado o bolsos, con exigencias normales, se puede prescindir del acondicionamiento de 24 horas, sustituyéndolo por otro, de cuatro horas, ya que los resultados apenas influyen, ganando en la rapidez necesaria para una evaluación de la bondad del proceso que se está aplicando en una fábrica.

En <http://www.cuernet.com>. (2014), dice que las solideces conseguidas por el fabricante de curtidos pueden ser modificadas por el fabricante del manufacturado de cuero, ya que usualmente procederá a efectuar un lavado de limpieza de la

superficie del cuero, acondicionamiento de la misma, aplicación de un efecto, top de embellecimiento, etc. Se precisa una buena comunicación entre el fabricante de curtidos y del fabricante del manufacturado, para llegar a un entendimiento sobre las solideces necesarias, pues no siempre las mayores solideces son las mejores. Los resultados de los ensayos preventivos, realizados sobre un manufacturado de cuero, no pueden ser considerados de forma aislada. Para enjuiciar la bondad de un acabado, se precisan como mínimo tres ensayos: flexión, adherencia y frote, realizados tanto en seco como en húmedo, y el juicio se fundamentará en las relaciones observadas entre ellos.

Morera, J. (2000), indica que con los ensayos de frote, se pretende evaluar cuál puede ser el comportamiento de la superficie del cuero, al ser sometida la misma a la acción de agentes que la friccionan de forma más o menos enérgica. En la relación del ensayo y la evaluación del mismo, se deben tener en cuenta tanto las exigencias a que estará sometido el cuero en las fases de realización del manufacturado, como durante el uso. No precisa la misma cantidad de acabado un cuero destinado a calzado de vestir de señora, que el destinado a calzado de niño, o una bota de calzado de trabajo de seguridad. Conforme se incrementen las exigencias, hay que incrementar la dureza del ensayo, realizando mayor número de frotos, incrementando la carga del agente fraccionador, la naturaleza del mismo, etc. Por ello, aunque se utilice un aparato estándar no hay un sólo método para la realización de los ensayos, y aún dentro de la normalización de los mismos, siempre hay que dejar posibilidades abiertas para introducir las modificaciones que se estimen oportunas, por supuesto que haciéndolas constar en el informe que se emita. El frote simple tal como el que algunas veces se realiza con un textil y el dedo, apenas se practica en los laboratorios.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

La presente investigación se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias perteneciente a la Escuela

Superior Politécnica del Chimborazo, ubicada en la Panamericana Sur km 1 ½. Dentro del cronograma de actividades de las cuales se compuso el presente estudio investigativo se encontraron las actividades del dimensionamiento, construcción, acondicionamiento y verificación del equipo en un lapso de tiempo establecido igual a 120 días. Las condiciones meteorológicas del lugar de desarrollo de la investigación se describieron en el (cuadro 5).

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO
Temperatura (° C)	13.8
Humedad relativa (%)	63.2
Precipitación anual (mm/año)	465
Heliofania , horas luz	165.15

Fuente: Estación Agrometeorológica de la F.R.N. de la ESPOCH (2014).

## B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para la determinación de las unidades experimentales tratadas dentro de la presente investigación se utilizó la siguiente ecuación descrita en la normativa Norma ISO 2588:73, para muestreo en cueros:

$$n = 0,5 * \sqrt{N}$$

Dónde:

$n$  = Número de muestras que deben tomarse.

$N$  = Numero de bandas o cueros del lote.

Considerando que en el Laboratorio de Curtiembre de la Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias de la Facultad de Ciencias Pecuarias se procesan en promedio 64 pieles mensuales se obtienen.

$$n=0,5*\sqrt{64}$$

$$n=4$$

Además se aplicó a cada evaluación una réplica, es decir que se utilizaron 8 unidades experimentales dentro de la evaluación.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES**

### **1. Materiales**

- 1 plancha de acero inoxidable A36 de 2mm de espesor
- 1 motor asíncrono
- 1 variación de frecuencia
- 1 display
- 4 regatones
- 1 plancha de acero inoxidable 150\*120\*3mm
- 1 sistema de basculante acero aisi 10-18 (1/4\*5/8\*120mm)
- Ejes de bronce fosfórico 15cm\*3/4
- Filtros
- 1 Contador
- Reglas
- Herramientas
- Cascos
- Mandil
- Gafas de protección

### **2. Equipos**

- Soldador
- Amoladora
- Pie de rey
- Limalla

- Torno

## **D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para la valoración del equipo se aplicó una estadística descriptiva en vista a que la investigación involucra la construcción e implementación de prototipo mecánico para la medición de la calidad del cuero referente a la resistencia al frote seco y no incluye la aplicación de tratamientos o repeticiones.

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

### **1. Físicas**

- Calibre del cuero, mm
- Resistencia al frote en seco, ciclos
- Resistencia al frote en húmedo, ciclos

### **2. Sensoriales**

- Adherencia al acabado, puntos.
- Poder de cobertura, puntos.

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

- Media
- Mediana
- Moda
- Desviación estándar
- Varianza

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Para el diseño, construcción e implementación del equipo de medición de resistencia al frote seco del cuero se aplicó el siguiente procedimiento:

- En primera instancia se realizó el dimensionamiento del equipo, tomando como punto de partida las condiciones del laboratorio de curtiembre y la zona en la cual fue instalado el equipo.
- Posteriormente se procedió al diseño del equipo tomando como directrices las dimensiones de las probetas a tratar, la velocidad de giro del abrasímetro, el número de probetas a tratar simultáneamente, los costos de los materiales, la capacidad del equipo y las dimensiones del mismo, bajo las normativas establecidas.
- Una vez realizado el diseño y obtenido los planos del equipo se procedió a la construcción del mismo, procurando respetar las dimensiones establecidas en los bocetos del equipo y utilizando materiales que aseguren la vida útil, precisión y exactitud del equipo.
- Posteriormente se procedió a la implementación de la máquina, tomando como referencia que debió ser instalado en una zona que no muestre humedad elevada o perturbaciones de otro tipo que afecten la medición, manipulación y resultado de los análisis de resistencia al frote seco, además se buscó que todos los elementos auxiliares del equipo se encuentren instalados correctamente y proporcionen la mayor seguridad y ergonomía al analista.
- En la construcción del equipo se tomó en consideración que para el eje de la matriz donde se utilizó el cuero para el basculante donde se alojaron los fieltros.
- El sistema de mecanizado que se utilizó para el sistema de vaivén, fue fresado, a cilindrado y perforado.
- También se elaboró un rectificando de la placa para mejorar el acabado superficial del mismo, el material en que se trabajó fue una placa de acero A36
- Para los fieltros se construyó sistemas desmontables para un fácil mantenimiento.

- La fricción del cuero se lo realizó sobre una placa de acero inoxidable, con un sistema de prensado para fijación y estiramiento de la probeta.
- Para la regularización de movimiento se lo realizó a través de un motor asíncrono se utilizó para ello un variador de frecuencia, así como el contador de carrera que fue en forma digital.
- El bastidor del prototipo mecánico se lo elaboró mediante conformado en plancha plegable el cual alojó todos los mecanismos de control del equipo.
- Subsiguientemente se estableció un protocolo de manejo del equipo, en el cual se incluyó la forma adecuada de toma de la muestra, preparación de la probeta, la disposición de la probeta dentro del equipo y el accionamiento y medición de la resistencia a la abrasión con lo cual se procuró la estandarización de los resultados bajo las normativas referentes a dicha evaluación física.
- Luego se procedió a la verificación del equipo, es decir a la medición de la resistencia al frote seco de 4 muestras con 3 réplicas de cuero procedente del laboratorio bajo el protocolo establecido.

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Calibre del cuero**

El calibre del cuero fue un dato de interés comercial por sí mismo, y también un dato necesario para el cálculo de propiedades como la densidad aparente o las resistencias mecánicas. La medida del espesor de un cuero depende de factores tales como la presión y el tiempo durante el cual se ejerce dicha presión. Para medidas corrientes en fabricación se utilizan los calibradores de muelle, los cuales son perfectamente adecuados para la precisión requerida en producción. No obstante, no son apropiados para la realización de mediciones exactas en el laboratorio por la imposibilidad del operador de reproducir idéntica presión en la medida de todas las muestras. La norma IUP 4 utiliza un calibrador micrométrico

de disco, montado sobre una base firme. La presión aplicada es de  $500 \text{ g/cm}^2$ . En la medición el cuero se coloca en el calibrador con el lado flor hacia arriba. Se aplica la carga suavemente y cinco segundos después de haber aplicado la totalidad de la carga se procede a la lectura. La medición según IUP 4 del espesor de un cuero asegura una muy buena reproducibilidad. Los resultados obtenidos sin emplear carga o empleando pequeñas cargas diferirán de los obtenidos de acuerdo a este método.

## **2. Resistencia al frote en seco y húmedo**

La resistencia al frote es una de las propiedades más importantes del cuero y una de las más difíciles de satisfacer en húmedo. Prácticamente todos los tipos de curtidos están obligados a un determinado grado de resistencia al frote. Existen dos tipos de ensayo para medir la solidez al frote: el Satra y el Veslic. En el Satra, un material de fieltro de forma circular gira frotando la superficie del cuero, mientras en el Veslic, el fieltro se apoya sobre la piel con una carga determinada y es la piel la que se desplaza en forma de vaivén. El ensayo Satra tiene el inconveniente de que siempre se frota la misma parte de la superficie del cuero. La fricción produce un calentamiento que puede reblandecer los acabados termoplásticos falseando los resultados. Además, la decoloración producida es poco uniforme y es más difícil valorar los resultados. El procedimiento Veslic fue adoptado como método IUF 450, y su uso está más extendido que el Satra.

En el método IUF 450, la muestra de piel se fijó con la cara a ensayar hacia arriba sobre una plataforma horizontal capaz de desarrollar un movimiento de vaivén con un recorrido de  $3'5 \text{ cm}$  y una frecuencia de 40 ciclos por minuto. La muestra se estira un 10 % de su longitud en la misma dirección en que se accionará el movimiento. El fieltro, de lana y de forma cuadrada, se aplica sobre la superficie del cuero con una carga ajustable. La carga mínima es de 500 g, de peso, aunque esta carga sólo se aplica en el ensayo de cueros afelpados. La carga normal es de 1 kg. El número de ciclos a aplicar depende de las exigencias del artículo concreto. Puede oscilar entre los 20 de la napa para confección hasta los 2000 para tapicería de automóvil.

Generalmente se realizó dos ensayos, uno con el fieltro seco y otro con el fieltro húmedo. Existe también la posibilidad de ensayar la resistencia al frote con el fieltro humedecido con sudor artificial, con disolventes, con productos de limpieza, y con otras sustancias con el propósito de medir la solidez en condiciones representativas de unas influencias particulares. Después del ensayo el fieltro puede quedar más o menos coloreado a causa de la transferencia de cualquier clase de materia coloreada, por ejemplo, colorante o polvo de esmerilado. Además el color y la superficie del cuero pueden haber quedado alterados. Las variaciones de color se valoran con la ayuda de las respectivas escalas de grises para el cuero y para el material de acompañamiento, el fieltro en éste caso. Como siempre, la nota 5 corresponde a la máxima solidez y la nota 1 a la más baja. Los fieltros húmedos deben secarse antes de valorarlos. En la valoración del cuero debe anotarse cualquier cambio visible en la superficie, como por ejemplo la pérdida de brillo, un efecto de pulido, el aplastado de la felpa, o el deterioro del acabado.

La resistencia del cuero al frote en seco es notablemente superior que en húmedo. La experiencia muestra que en general el cuero se comporta peor en la valoración del manchado que en la de la propia degradación del color. A menudo se ensayan cueros que tras 25 frotos en húmedo no muestran ningún defecto apreciable ni variación en su color pero que no obstante han manchado el fieltro incluso con valoración inferior a la nota 4 de la escala de grises. La mejora de la resistencia al frote comprende alternativas físicas como el aumento del espesor del acabado o la disminución del coeficiente de fricción de la superficie, y químicas como conseguir un mayor reticulado del acabado, o el uso de lacas en solvente orgánico en lugar de las acuosas para obviar la hidrofilia de los emulsionantes. Naturalmente, la solidez al frote también depende del grado de fijación de la tintura, y en los afelpados del orden en que se ha efectuado el esmerilado con respecto de la operación de teñido. Los fieltros que cumplen las especificaciones de la norma IUF 450 pueden solicitarse a AQEIC o al Laboratorio Federal de Ensayos de Materiales, más conocido como EMPA, en Suiza 49. El

EMPA dispone además de fieltros teñidos en negro para el examen de la solidez al frote de pieles de colores claros.

### **3. Adherencia del acabado**

En el método oficial IUF 470, la adhesión del acabado se define como la fuerza requerida para arrancar el acabado del cuero, aplicando una fuerza continua con un ángulo de 90° con respecto a un soporte rígido al que se ha pegado el cuero por el lado acabado. En el ensayo, el lado acabado de una tira de cuero de 10 mm de ancho se adhiere a un soporte plano de PVC rígido al que previamente se ha aplicado un adhesivo. El soporte está firmemente unido a la mordaza inferior de un dinamómetro y se encuentra en posición horizontal. La tira de cuero se pega de forma que quede una parte sin pegar sobresaliendo unos 15 mm del borde del soporte rígido. En el extremo que sobresale se practica un orificio de 2-3 mm de diámetro por el que se introduce el cabo de un gancho fijado a la mordaza superior del dinamómetro. Cuando el dinamómetro se pone en marcha aplica una fuerza ascendente que tira del cuero hacia arriba obligándole a desprenderse del acabado, el cual permanece retenido en el soporte conjuntamente con la película de adhesivo.

Como la fuerza de adherencia varía de un punto a otro es preferible calcular la fuerza media de adherencia a partir de la integración de los valores puntuales de fuerza obtenidos en un recorrido de aproximadamente 3 o 4 centímetros a lo largo de la tira de cuero. Los resultados se expresan en newton por centímetro de anchura de la probeta. Como siempre, los valores de adherencia que serían deseables dependen del tipo de artículo. En general se solicita una resistencia entre 2 y 5 N/cm. La norma ISO 11644 se corresponde completamente con el método IUF 470.

### **4. Poder de cobertura**

Para calificar la característica de poder de cobertura, se observó la capa superficial a través del sentido de la vista, si se ha cubierto o no la presencia de defectos en cuanto tiene que ver a cicatrices, ataque de ectoparásitos, entre otros.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

##### **A. DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO**

###### **1. Datos técnicos y características**

En primer lugar para el dimensionamiento del prototipo se realizó el diseño preliminar que fue una etapa de análisis de las alternativas de diseño y definición basado en tres ejes principales, rendimiento, costo y calidad; es decir, se analizó un gran número de factores tales como: componentes, tamaño y forma, tiempo, materiales a emplear, costo de producción, etc. Determinándose primeramente el diseño y la construcción de la estructura externa donde fue montado el prototipo mecánico de abrasión en seco del acabado del cuero, se lo construyó de acuerdo a los requerimientos y catálogo de varios fabricantes, tomando en cuenta los siguientes factores; ergonomía, seguridad, costos y disponibilidad. todos sus elementos de construcción fueron de primera calidad, de un material inoxidable, anticorrosivo, con mejores propiedades para resistir la condición de humedad ambiental, invulnerable al trabajo de personas no capacitadas; de medidas adecuadas de acuerdo al dimensionamiento del equipo para que no existan errores, el color del equipo fue determinado de acuerdo al manual de

funcionamiento del Laboratorio de Curtiembre para estandarizar los equipos, se destinó un color plomo recubierto con pintura martillada e inoxidable.

La base del equipo necesitó de un material que soporte el ambiente corrosivo circundante, por esta razón fue construido en acero inoxidable; puesto que, este material posee la propiedad de resistir la acción de sales, ácidos, bases, diferentes tipos climáticos, entre otros. Las dimensiones de la base son; profundidad de 30.5, largo de 60.0 cm, y ancho de 30.0 cm. En la (figura 2), se describe las dimensiones pero en una escala de 1.

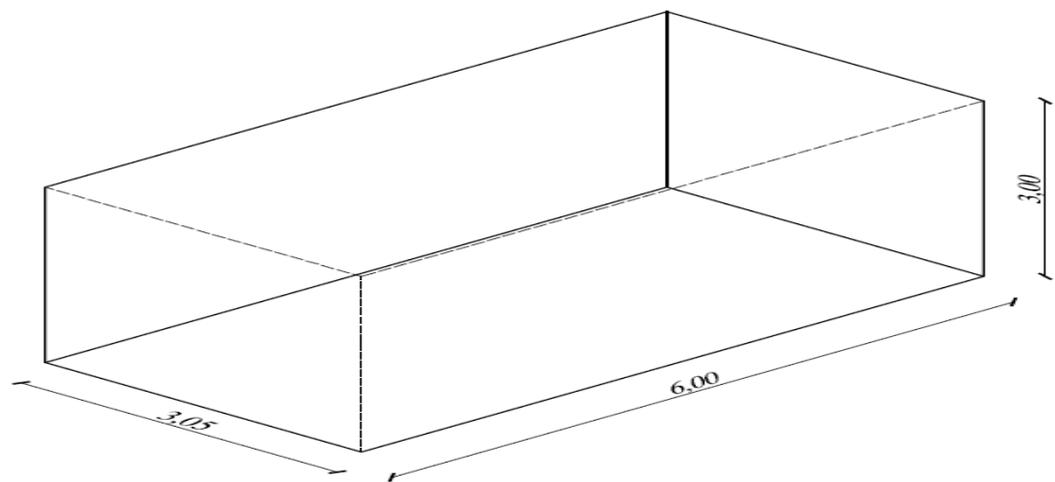


Figura 2. Estructura externa del prototipo de abrasión al frote en seco del cuero.

El prototipo mecánico se construyó con la conformación de un [motor eléctrico](#), dispositivo que funcionó con corriente alterna o directa y que se encarga de convertir la energía eléctrica en movimiento o energía mecánica. Desde su invención, los motores eléctricos han pasado a ser herramientas muy útiles que sirven para realizar múltiples trabajos. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Se les encuentra en aplicaciones diversas, tales como: ventiladores, bombas, equipos electrodomésticos, automóviles, prototipos mecánicos de diferentes utilidades, etc. En la (fotografía 1). se ilustra el motor utilizado en el prototipo mecánico de abrasión del cuero



Fotografía 1. Motor Siemens 1LA7 080.

Las Especificaciones técnicas del motor eléctrico de transmisión de potencia marca 1LA7 080 – 4YA60 modelo SIEMENS, que fue utilizado en el prototipo mecánico para la medida de la resistencia ala abrasión del cuero se describen a continuación.

- Marca del Motor: 1LA7 080 – 4YA60
- Tipo de corriente: corriente alterna
- Motor 1LA: Motor tipo jaula de ardilla. Mediante catálogo.
- Número de serie 0.
- Tamaño 80
- 4Y: 4 polos conexión en estrella.
- Potencia: 1.0 HP
- Temperatura de trabajo (Ta): -15/40 Grados Celsius.
- F.S: 1.15
- IP55: protección mecánica, clase de protección al polvo y al agua.
- Voltaje en conexión estrella: 220
- Voltaje conexión triángulo-estrella: 440
- Frecuencia: 60 Hz
- IMB 3: Forma de construcción: Carcasa de aluminio
- 3.5/1.75A: amperaje absorbido (es decir la intensidad de la potencia útil más la intensidad de la potencia perdida en la máquina) por el motor en triángulo la primera cifra y triangulo estrella en la segunda.
- 8.1 kg: Peso del motor.
- Rendimiento  $\eta$ : 64.2%
- Cos  $\phi$  0.87: Factor de potencia.
- Velocidad nominal: 50 rpm

## 2. Cálculo del diámetro y número de dientes de los engranajes

Existieron dos parámetros importantes y necesarios para que las dos ruedas dentadas engranaran, el paso ( $p$ ) y el módulo ( $m$ ), que tenían que ser los mismos. En el caso de la relación de transmisión del frotómetro se realizó de la siguiente manera:

Partiendo del número de dientes para el engranaje 1 de 23 dientes y un engranaje 2 de 72 dientes y de un módulo

- Para el engranaje 1:

$$m = \frac{d}{z}$$

$$d = m * z$$

$$d = 1,75 * 23$$

$$d = 40,25 \text{ m}$$

Donde:

$m$ : módulo de los engranajes

$d$ : diámetro de los engranajes

$z$ : número de dientes de los engranajes

Para el engranaje 2:

$$m = \frac{d}{z}$$

$$d = m * z$$

$$d = 1,75 * 72$$

$$d = 126 \text{ mm}$$

Donde:

$m$ : módulo de los engranajes

$d$ : diámetro de los engranajes

z: número de dientes de los engranajes

$$\frac{d}{Z_1} = \frac{d_2}{Z_2}$$

$$d_2 = \frac{Z_2 \cdot d_1}{Z_1} D_2 = \frac{72 \cdot 40,25 \text{ mm}}{23}$$

$$d_2 = 126 \text{ mm}$$

### 3. Cálculo del diámetro y número de revoluciones de los engranajes

Una vez calculado el diámetro del engranaje 2, se calculó el número de revoluciones a la que gira el mismo engranaje que es el conducido.

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

$$n_2 \cdot D_2 = n_1 \cdot D_1$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot D_1}{D_2}$$

$$n_2 = \frac{50 \text{ rpm} \cdot 40,25 \text{ mm}}{126 \text{ mm}}$$

$$n_2 = 15.97 \text{ rpm} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}$$

$$n_2 = 0,27 \text{ rps}$$

Donde:

n1: número de revoluciones del engranaje uno

n2: número de revolucione del engranaje dos

d1: diámetro del engranaje uno

d2: diámetro del engranaje dos

De esta manera encontramos el número de revoluciones a la que gira la segunda rueda dentada sabiendo que la primera está ligada al giro del motor que es de 50 rpm. En las (figuras 3, 4, 5,6 y 7), se describen los diferentes componentes del prototipo mecánico de medición de la abrasión en seco:

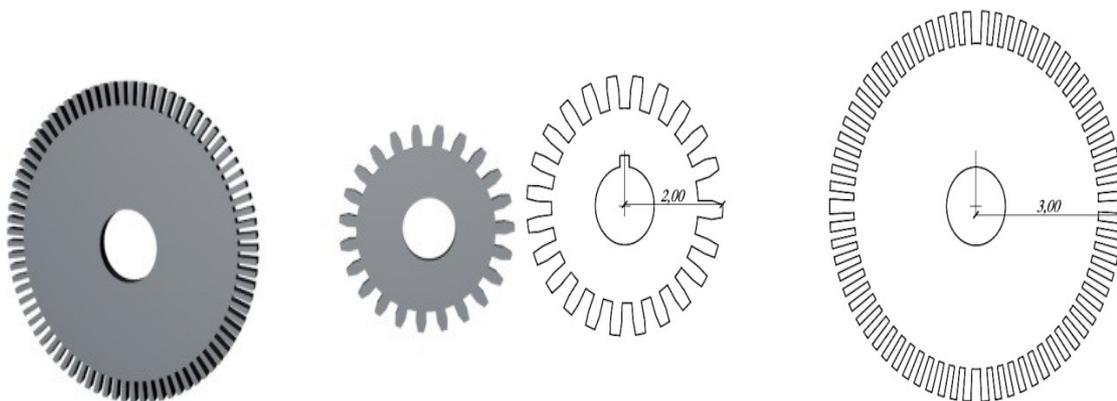


Figura 3. Juego de engranajes para transmitir movimiento.

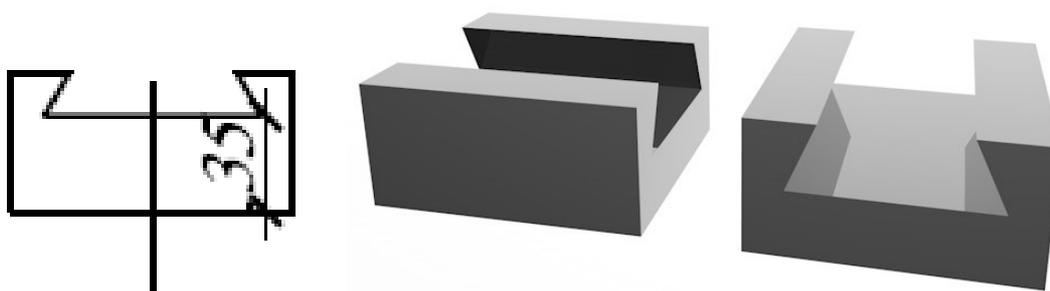


Figura 4. Cola de milano.

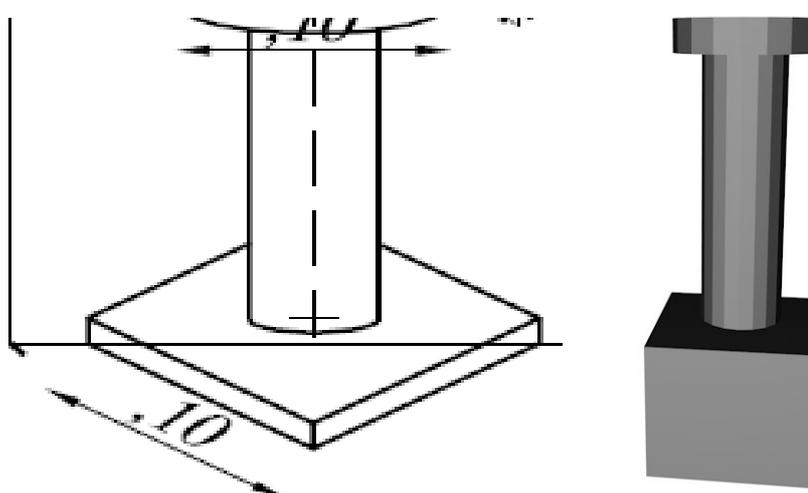


Figura 5. Bastidor inferior de soporte del cuero.

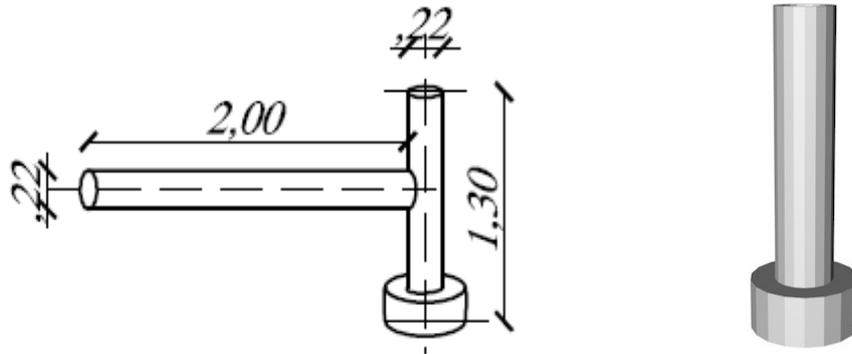


Figura 6. Bastidor superior de soporte del fieltro.

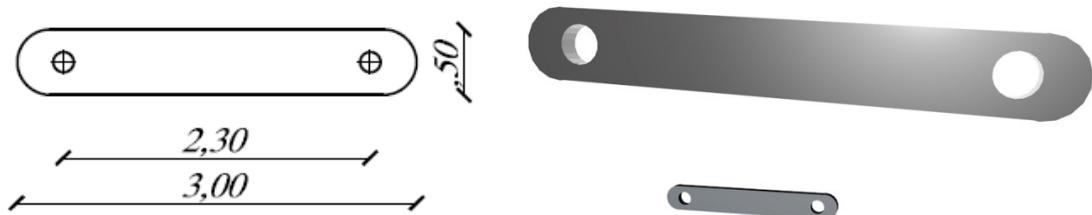
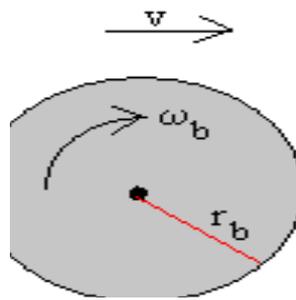


Figura 7. Brazos de soportes.

#### 4. Cálculo de la relación de transmisión entre las magnitudes angulares y lineales

Para aprovechar esta relación de transmisión en el frotómetro se necesitó transformar las rpm (velocidad angular) en velocidad lineal para lo cual se partió del siguiente cálculo.



$$V_1 = \omega_1 \cdot r_1$$

$$V_2 = \omega_2 \cdot r_2$$

En este caso se necesita saber la velocidad lineal a partir de la velocidad angular 2, encontrada anteriormente en rpm, que para el cálculo se debe transformar a rad/seg.

$$15.97 \text{ rpm} \cdot \frac{\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * 2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} = 1.67 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$V_2 = \omega_2 \cdot r_2$$

$$V_2 = 1.67 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 63 \text{ mm}$$

$$V_2 = 105,3 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

Donde:

V1: velocidad circular

V2: velocidad lineal

Una vez encontrada la velocidad lineal que es la utilizada en el frotamiento del cuero, se especifica concluir que dicha velocidad es la adecuada para que exista

los resultados deseados y la potencia, rpm, y demás características del motor son las adecuadas para el correcto funcionamiento de este mecanismo.

### 5. Cálculo de la fuerza de rozamiento entre superficies de dos sólidos

Se define como fuerza de rozamiento o fuerza de fricción, a la fuerza entre dos superficies en contacto, a aquella que se opone al movimiento relativo entre ambas superficies de contacto (fuerza de fricción dinámica) o a la fuerza que se opone al inicio del deslizamiento (fuerza de fricción estática). Se genera debido a las imperfecciones, mayormente microscópicas, entre las superficies en contacto. Estas imperfecciones hacen que la fuerza perpendicular  $R$ , entre ambas superficies no lo sea perfectamente, sino que forme un ángulo  $\varphi$  con la normal  $N$  (el ángulo de rozamiento). Por tanto, la fuerza resultante se compone de la fuerza normal  $N$  (perpendicular a las superficies en contacto) y de la fuerza de rozamiento  $F$ , paralela a las superficies en contacto. En la (figura 8), se ilustra el diagrama de cuerpo libre de un abrasimetro.

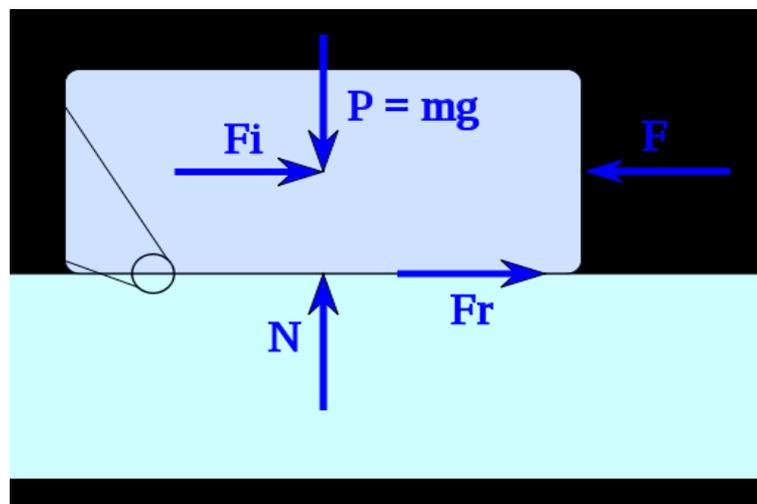


Figura 8. Diagrama de cuerpo libre de un abrasimetro.

Dado un cuerpo en movimiento sobre una superficie horizontal, se consideraron las siguientes fuerzas:

- F: la fuerza aplicada.
- Fr: la fuerza de rozamiento entre la superficie de apoyo y el cuerpo, y que se opone al deslizamiento.
- P: el peso del propio cuerpo, igual a su masa por la aceleración de la gravedad.
- N: la fuerza normal, con la que la superficie reacciona sobre el cuerpo sosteniéndolo.

Dado que el cuerpo está en reposo la fuerza aplicada y la fuerza de rozamiento son iguales, y el peso del cuerpo y la normal

$$\begin{aligned}
 P &= N \\
 P &= m \cdot g \\
 N &= m \cdot g \\
 N &= 0.5 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \\
 N &= 4.9 \text{ kgf}
 \end{aligned}$$

La constante de proporcionalidad  $\mu$  es un número sin dimensiones que se denomina coeficiente de fricción, como se muestra en el (cuadro 6).

Cuadro 6. Datos Técnicos de la Fibra Fielto NOMEX.

Composición		Fibra de NOMEX		
Peso (g/m <sup>2</sup> )		450	500	550
Espesor (mm)		2.0	2.2	2.4
Permeabilidad al aire( m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·min )		21	17	14
Fuerza de Tensión (N/5 20cm)		>800	>800	>800
Tramado	>1100	>1200	>1300	

Tensión a la Elongación( % )		<35	<35	<35
Tramado	<55	<55	<55	
Fuerza de Ruptura (Mpa/min)		2.55	2.40	2.35
Temperatura continua ( °C )		= 204	= 204	= 204
Temperatura a Corto tiempo ( °C )		240	240	240
Coeficiente de fricción		0.8	0.8	0.8
Resistencia a los Ácidos	Medial			
Resistencia a los Alcalinos	Excellent			
Resistencia a la Abrasión	Excellent			
Estabilidad en solución de Agua	Medial			
Terminado del Filtro	Puede ser recubierto de Teflón, Calandrado o Natural			

$$F = F_r$$

$$F_r = \mu * N$$

$$F_r = 0.8 * 4.9 \text{ kgf}$$

$$F_r = 3.92 \text{ kgf}$$

## **6. Cálculo de la Capacidad de operación del equipo**

Experimentalmente se determinó, cronometrando cuanto se tarda en procesar un cuero a partir de pieles caprinas, el tiempo de operación, el mismo que fue igual a 10 min. El tiempo de operación fue cuantificado desde el momento en que el operador manipula el cuero a tratar hasta que el mismo ha finalizado su trabajo en la máquina de frote. Considerando que en un turno de operación de rutina se trabaja dentro de un lapso de 8 horas por día, para calcular la capacidad de procesamiento del equipo se aplicó la siguiente relación matemática:

$$C_a = \frac{t_t}{t_c}$$

Dónde

$C_a$  = capacidad de operación del equipo de cueros por día.

$t_c$  = tiempo de procesamiento en minutos/cuero.

$t_t$  = tiempo de operación diaria en minutos.

Previamente al cálculo final se debe igualar las unidades de las diferentes variables dentro de la ecuación, bajo las siguientes ecuaciones matemáticas.

$$t_t = 8 \frac{h * 60 \text{ min}}{1 h}$$

$$t_t = 480 \text{ min}$$

Enseguida se reemplazó los valores dentro de la ecuación obteniéndose los siguientes resultados.

$$C_a = \frac{480 \text{ min}}{10 \frac{\text{min}}{\text{cuero}}}$$

$$C_a = 48 \text{ cueros}$$

Esto es que en un turno de 8 horas y en condiciones de operación normal el equipo procesará un promedio de 48 cueros.

### **7. Cálculo del flujo másico del equipo**

Para determinar el flujo másico que procesa el equipo se parte del número de cueros en un día de operación normal, es decir 48 cueros. Se parte de la siguiente expresión matemática.

$$\dot{m} = w_c * C_a$$

Dónde

$\dot{m}$  = flujo másico en kg/h

$w_c$  = peso por cuero en kg/cuero

$C_a$  = capacidad de operación del equipo en cueros por día.

Para proceder con el cálculo de interés se procesó a la determinación del peso del cuero, para ello se partió de la siguiente expresión matemática:

$$w_c = V_c * \rho_c$$

Dónde:

$w_c$  = peso de cada cuero en kg/cuero.

$V_c$  = volumen de cada cuero en m<sup>3</sup>/cuero.

$\rho_c$  = densidad del cuero en kg/m<sup>3</sup>.

Paralelamente se calculó el volumen del cuero, el mismo que resulta de la siguiente ecuación:

$$V_c = A_c * e$$

Dónde

$V_c$  = volumen del cuero en m<sup>3</sup>/cuero.

$A_c$  = área del cuero en m<sup>2</sup>/cuero.

$e$  = espesor del cuero en m.

Conociendo experimentalmente que en promedio el área de cada cuero procedente de pieles caprinas es igual a 1,6 m<sup>2</sup> y que en promedio el espesor o calibre de dichos cueros es igual a 0,0011 m, se obtuvo que el volumen del cuero es igual a:

$$V_c = A_c * e$$

$$V_c = 1,6 \frac{m^2}{cuero} * 0,0011 m$$

$$V_c = 0,00176 \frac{m^3}{cuero}$$

Aplicando el resultado del volumen de cada cuero y conociendo que la densidad del cuero es 865 kg/m<sup>3</sup>, se procedió a calcular el peso por cuero obteniéndose:

$$w_c = V_c * \rho_c$$

$$w_c = 0,00176 \frac{m^3}{cuero} * 865 \frac{kg}{m^3}$$

$$w_c = 1,522 \frac{kg}{cuero}$$

Enseguida se procedió al cálculo del flujo másico del equipo bajo la relación matemática previamente descrita, obteniéndose:

$$\dot{m} = w_c * C_a$$

$$\dot{m} = 1,522 \frac{kg}{cuero} * 48 \frac{cuero}{operacion}$$

$$\dot{m} = 73,075 \frac{kg}{operacion}$$

Conociendo que una operación se realiza en un lapso de 8 horas bajo condiciones normales, es decir 480 min, se obtiene que el flujo másico es igual a:

$$\dot{m} = 73,075 \frac{\frac{kg}{operacion} * 1 operacion}{480 min}$$

$$\dot{m} = 0,152 \frac{kg}{min}$$

En este caso el equipo tiene una capacidad de resistencia al frote a un régimen de 0,152 kg/min de cueros provenientes de pieles caprinas.

## B. CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DEL EQUIPO

Para determinar la eficiencia del equipo de medición de la resistencia al frote del cuero se utilizó el siguiente cálculo matemático:

$$e = \left( 1 - \frac{f_e - f_r}{f_e} \right) * 100$$

Donde

$e$  = Eficiencia del equipo en %.

$f_e$  = Frote inicial esperado.

$f_r$  = Frote inicial resultante.

Conociendo el frote inicial de los cueros descritos en el (cuadro 7), se determinó que el resultado del cuero en promedio fue:

Cuadro 7. PUNTUACIÓN DE LOS CUEROS TRATADOS AL FROTE EN SECO.

Nº MUESTRA	FROTE EN SECO
1	3.0
2	3.0
3	2.5
4	5.0
5	5.0
6	4.5
7	4.5
8	5.0
Promedio	4.1

Es decir que el frote de los cueros obtenida en el equipo es igual a 4.1, lo que representa el frote resultante. El frote esperado para tener la mejor apariencia sensorial de los cueros es igual a 5, por lo que la eficiencia del equipo resulta:

$$e = \left( 1 - \frac{f_e - f_r}{f_e} \right) * 100$$

$$e = \left( 1 - \frac{5 - 4.1}{5} \right) * 100$$

$$e = 82 \%$$

La eficiencia con la que operara el equipo es igual a 82 %, lo que nos muestra que la resistencia al frote en seco del cuero tiene una elevada eficiencia. En el (cuadro 8), se indica la puntuación de los cueros tratados al frote en húmedo.

Cuadro 8. PUNTUACIÓN DE LOS CUEROS TRATADOS AL FROTE EN HÚMEDO.

Nº MUESTRA	FROTE EN HÚMEDO
1	2.0
2	2.0
3	2.5
4	2.5
5	3.0
6	3.0
7	3.5
8	3.5
Promedio	2.8

Es decir que el frote de los cueros obtenida en el equipo es igual a 2.8, lo que representa el frote resultante. El frote esperado para tener la mejor apariencia sensorial de los cueros es igual a 5, por lo que la eficiencia del equipo resulta:

$$e = \left( 1 - \frac{f_e - f_r}{f_e} \right) * 100$$

$$e = \left( 1 - \frac{5 - 2.8}{5} \right) * 100$$

$$e = 56 \%$$

La eficiencia con la que operara el equipo es igual a 56 %, lo que nos muestra que la resistencia al frote en húmedo del cuero tiene una eficiencia media.

### **C. EVALUACIÓN FÍSICA DE LOS CUEROS CAPRINOS MEDIDOS EN EL PROTOTIPO MECÁNICO DE ABRASIÓN AL FROTE EN SECO**

#### **1. Calibre**

En el análisis de los resultados del calibre de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores (ANCE) viceversa los resultados alcanzados en el prototipo mecánico que se dispuso para la determinación de la resistencia al frote en seco diseñado para el laboratorio de control de calidad la ESPOCH, no se presentó diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) entre mediciones, por cuanto en el análisis numérico los cueros evaluados en ANCE (T1), presentaron medias iguales a 0,99 mm; mientras que los cueros evaluados en el laboratorio de la ESPOCH, presentaron medias iguales a 1.09 mm, como se indica en el (cuadro 9), respuestas que tuvieron una diferencia de 0.10 mm que es una margen amplio, ya que este tipo de mediciones deben ser lo más precisas y se encontraron variando en un 10%, que para un cálculo de laboratorio no es aconsejable, ya que según normas internacionales es aceptable un rango de variación de 5% entre la medición de un laboratorio y la otra, por lo cual para la presente muestra se debe efectuar una mejor calibración o revisar el tipo de sensores que están funcionando en la

máquina y por lo cual se recomienda que para el uso del prototipo mecánico se debe tener mucha precaución tanto operativa como visual para ir precisando más en la determinación de esta variable.

Sin embargo tomando en cuenta que laboratorio de calidad de la facultad de Ciencias Pecuarias, tiene fines únicamente didácticos y la construcción de estos equipos son realizados con tecnología propia de la zona es aceptable estos resultados ya que demuestran que el nivel competitivo con equipos internacionales especialmente de procedencia alemana e italiana, y sobre todo el personal que las manipula está capacitado durante muchos años. Todos estos factores influyen en la precisión de los resultados de calibre del cuero que pueden ser solucionados a través de la calibración del equipó y de la capacitación de los usuarios.

En cuanto a la respuesta del error típico de las medias presentes en la muestra el laboratorio de curtición de ANCE y el laboratorio de la ESPOCH, los resultados fueron de 0,07; recordando que el error es una medición importante que se debe hacer en cuanto a la evaluación de una maquina o de una práctica de laboratorio ya que algún valor que no está acompañado de su incertidumbre es reportado como falso por ello es que el error debe ser una medición importante dentro del

Cuadro 9. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CUEROS CAPRINOS EVALUADOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ANCE Y DEL PROTOTIPO MECÁNICO DE LA ESPOCH.

VARIABLE	Calibre del cuero		Resistencia al frote en seco		Resistencia al frote en húmedo		Adherencia del cuero		Poder de cobertura del cuero	
	ESPOC		ESPOC		ESPOC		ANCE	ESPOCH	ANCE	ESPOCH
	ANCE	H	ANCE	H	ANCE	H				
Media	0,99	1,09	4,00	4,06	2,00	2,75	3,75	3,88	4,00	3,88
Error típico	0,07	0,07	0,38	0,37	0,38	0,21	0,25	0,30	0,33	0,40
Mediana	1,00	1,10	4,00	4,50	2,00	2,75	4,00	4,00	4,00	4,00
Moda	1,10	1,20	3,00	5,00	1,00	2,00	4,00	3,00	3,00	5,00
Desviación estándar	0,19	0,19	1,07	1,05	1,07	0,60	0,71	0,83	0,93	1,13
Varianza de la muestra	0,04	0,04	1,14	1,10	1,14	0,36	0,50	0,70	0,86	1,27
Curtosis	(0,02)	(0,02)	(2,80)	(1,83)	(2,80)	(1,46)	(0,23)	(1,39)	(2,10)	(0,99)
Coefficiente de asimetría	0,07	0,07	-	(0,59)	-	-	0,40	0,28	-	(0,49)
Rango	0,60	0,60	2,00	2,50	2,00	1,50	2,00	2,00	2,00	3,00
Mínimo	0,70	0,80	3,00	2,50	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,00
Máximo	1,30	1,40	5,00	5,00	3,00	3,50	5,00	5,00	5,00	5,00
Suma	7,90	8,70	32,00	32,50	16,00	22,00	30,00	31,00	32,00	31,00
Cuenta	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
t student	0,15	ns	0,45	ns	0,01	**	0,38	ns	0,41	ns

campo de la investigación. En el análisis de los datos estadísticos descriptivos para las presentes muestras además se reportó una mediana en las respuestas del laboratorio ANCE de 1.00 mm, y para el laboratorio de la ESPOCH, se presentó valores iguales a 1.10 mm, como se ilustra en el (gráfico 7), el valor de la mediana mide cual es el valor medio o central del calibre en el cual se encuentran los cueros caprinos, y por lo cual se puede afirmar que la mayoría de las pieles se encontraron en rangos de 1.00 mm hasta 1.10 mm, otro dato evaluado en la estadística descriptiva fue la moda que es el valor que más se repitió en la presente investigación y con estos datos se tiene una idea global de como estuvieron las muestras evaluadas en cuanto a la respuesta obtenida en el laboratorio de ANCE el valor de la moda fue igual a 1.10 mm, y el valor reportado en la muestra del laboratorio de la ESPOCH fue igual a 1.20 mm, como se puede apreciar la tendencia de variación en cuanto a un 10% se evidencia en todos los datos que se reportaron entre la lectura de las dos máquinas. En cuanto a la desviación estándar para el calibre registrado en las dos muestras se presentaron valores iguales a 0,19; con todo estos datos se puede hacer una comparación de las medias entre los dos equipos y se puede afirmar que las medias del laboratorio ANCE fueron superiores, pero se debe a la automatización que tienen estas máquinas y además que las del laboratorio de la ESPOCH es la primera vez que se hace esa medición por lo cual habría que calibrar de mejor manera.

Es necesario acotar que según <http://www.cueronet.com>.(2015), el objetivo de medir el calibre del cuero es conocer la espesura uniforme, tanto en un cuero específico como en un lote de cueros, ya que una característica que se proporciona en el dividido es igualar el espesor del cuero y dejarlo, definitivamente a un grosor determinado. El espesor del cuero es un dato de interés comercial por sí mismo, y también un dato necesario para el cálculo de propiedades como la densidad aparente o las resistencias mecánicas. La medida del espesor de un cuero depende de factores tales como la presión y el tiempo durante el cual se ejerce dicha presión. Para medidas corrientes en fabricación se utilizan los calibradores de muelle, los cuales son perfectamente adecuados para la precisión requerida en producción.

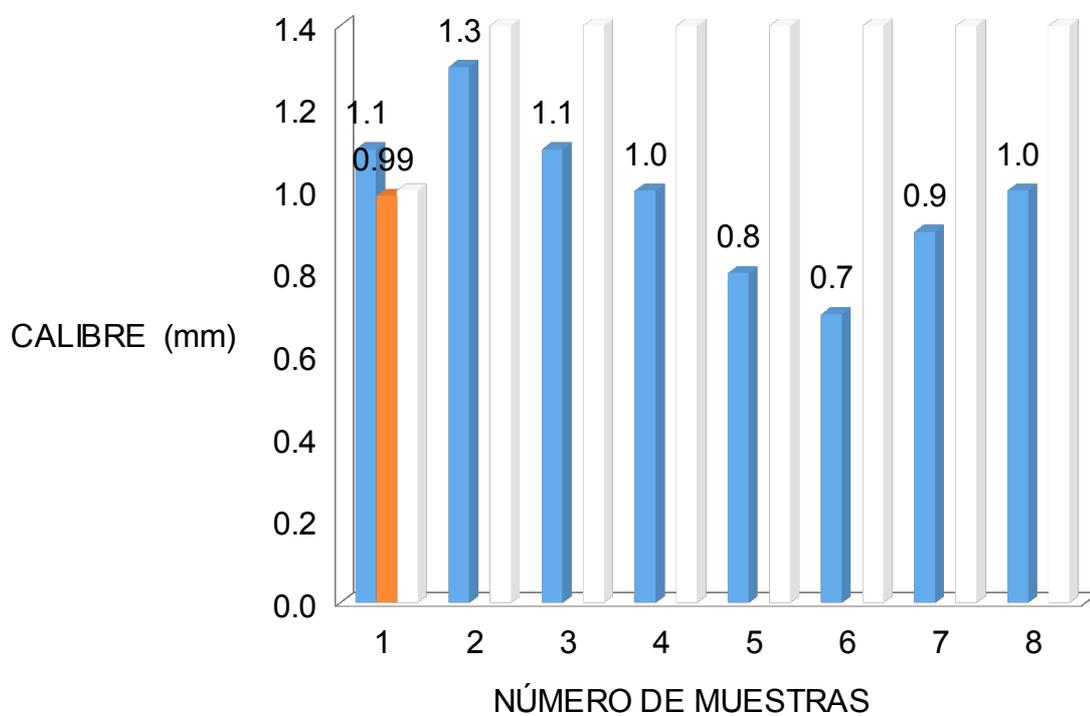
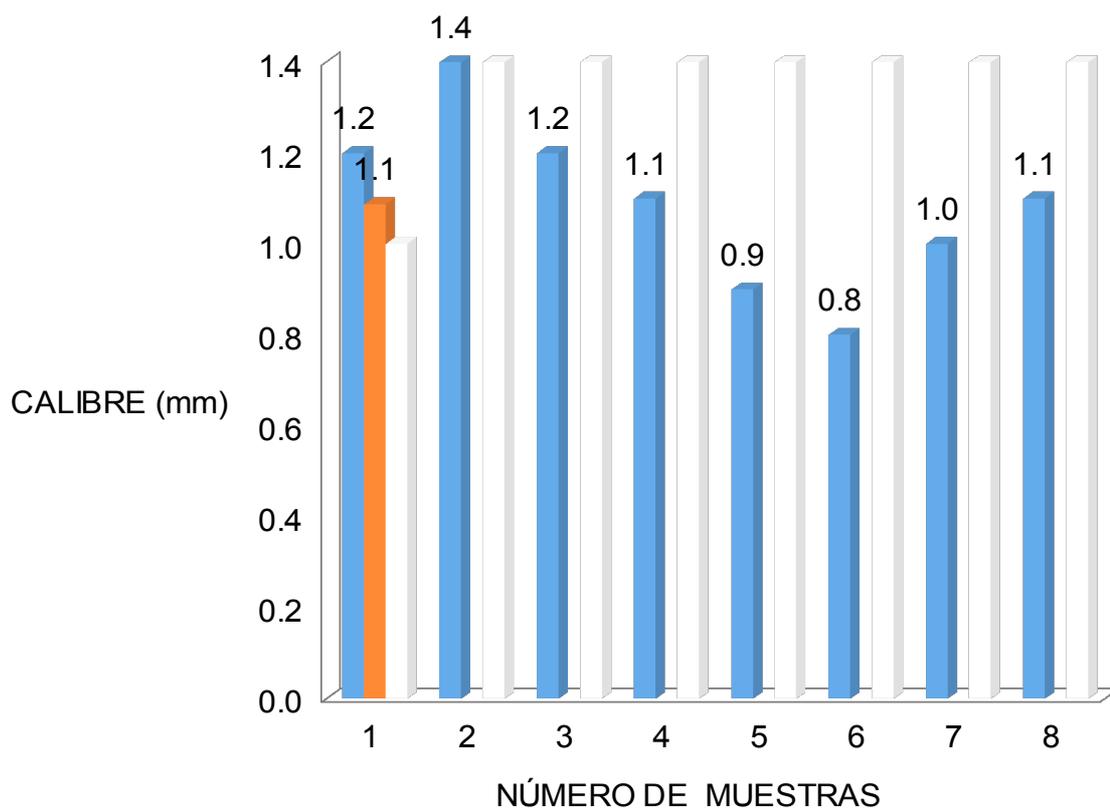


Gráfico 7. Comportamiento del calibre de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de ANCE y del prototipo mecánico de la ESPOCH.

## **2. Resistencia al frote en seco**

En el análisis de los resultados obtenidos a de la resistencia al frote en seco no se reportó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre medias, sin embargo en el análisis numérico se reportó que para el primer lote de muestra es decir en el laboratorio de ANCE, se presentó medias de 4.00 ciclos y en el segundo lote de pieles las cuales fueron evaluadas en la maquina prototipo de la máquina del laboratorio de la ESPOCH se presentó medias iguales a 4.06 ciclos con lo cual se puede evaluar que solo difirieron en un 0.06 partes de un ciclo mismo que corresponde a 1.5% del total de lo evaluado en el laboratorio ANCE por lo cual se puede afirmar que para la presente medida los datos pueden ser aceptados ya que según las normativas internacionales para la aceptación de la réplica de una práctica de laboratorio o una medida en cuanto a maquinas se refiere la técnica acepta un porcentaje igual a 5% que puede ser por errores aleatorios o por errores que se puedan presentar pero no son considerados como grosos y entonces se puede afirmar que la práctica obtuvo resultados en el rango aceptable.

De acuerdo a los resultados evaluados se puede afirmar que para la presente medida son aceptables los valores obtenidos en el prototipo mecánico diseñado para el laboratorio de control de calidad de la ESPOCH y que es un antecedente positivo para la presente investigación ya que con futuras prácticas y con la adecuada capacitación del usuario de la maquina se puede llegar a igualar las respuestas obtenidas de la prueba de resistencia al frote en seco del cuero, ya que al ser la primera vez que se realiza una medición de este tipo en la maquina se pueden con posteriores practicas mejorar y disminuir los errores inherentes a la presente práctica.

Otra medida fundamental que se debe realizar para reportar los datos es el valor de error típico de las medias que está asociado a las mediciones y que es fundamental conocerlo ya que si no se conoce este valor no se puede afirmar que la práctica ha estado bien realizada porque en los manuales de investigación

indica que el error o incertidumbre inherente a un dato reportado en laboratorio es fundamental y que no tiene validez si se presenta un dato sin este valor, para las primeras muestras evaluadas en el laboratorio de ANCE, como se ilustra en el (gráfico 8), el error fue igual a 0.38 y para el segundo lote que fue evaluado en la maquina prototipo de la ESPOCH (T2); se presentó un error asociado a la respuesta de 0.37 y que fue un valor de error más bajo que los reportados para la máquina de ANCE, esto se debe a que como la máquina que se construyó en la presente investigación y que será destinada para el laboratorio de la ESPOCH tiene la tecnología de punta ya que esta armado con los mejores materiales y que tiene los sensores más modernos que son ideales para cada prueba, mismos que son superiores a los de la máquina de ANCE.

A continuación en la estadística descriptiva se debe reportar los valores de mediana y de moda que son para la primera muestra que son las pieles evaluadas en el laboratorio de ANCE (T1), la mediana reportó valores iguales a 4.00 ciclos esto quiere decir que el promedio de las muestras se encontró cercano a este dato con lo cual una medición global de las muestras nos indicaría que los valores estarían cercanos a la media, mientras que para el segunda medición que recibieron las pieles mismas que fueron evaluadas en la maquina construida y que funciona en el laboratorio de la ESPOCH (T1), se presentó medias iguales a 4.50 ciclos; otro ítem que se toma en cuenta es la moda misma que para la primera evaluación fue igual a 3.00 ciclos esto indica que el valor que más se repitió en la medición fue el citado anteriormente pero esto nos daría una confusión con el valor de la mediana ya que está lejos del valor reportado y con esto se puede tener una referencia que se presentaron valores mayores a 4 ciclos; la moda reportada en la segunda evaluación fue de 5.00 ciclos valores que están cercanos a la mediana reportada y para finalizar con los datos estadísticos se reportaron los valores de desviación estándar mismos que fueron de 1.07 y 1.05 respectivamente para cada evaluación.

Hidalgo, L. (2004), manifiesta que la medición de la resistencia al frote en seco sirve para medir el grado de fricción que soporta el cuero cuando se produce un

calentamiento que puede reblandecer los acabados del cuero y desmejorar sus resistencias físicas. Además, la decoloración producida es poco uniforme y es

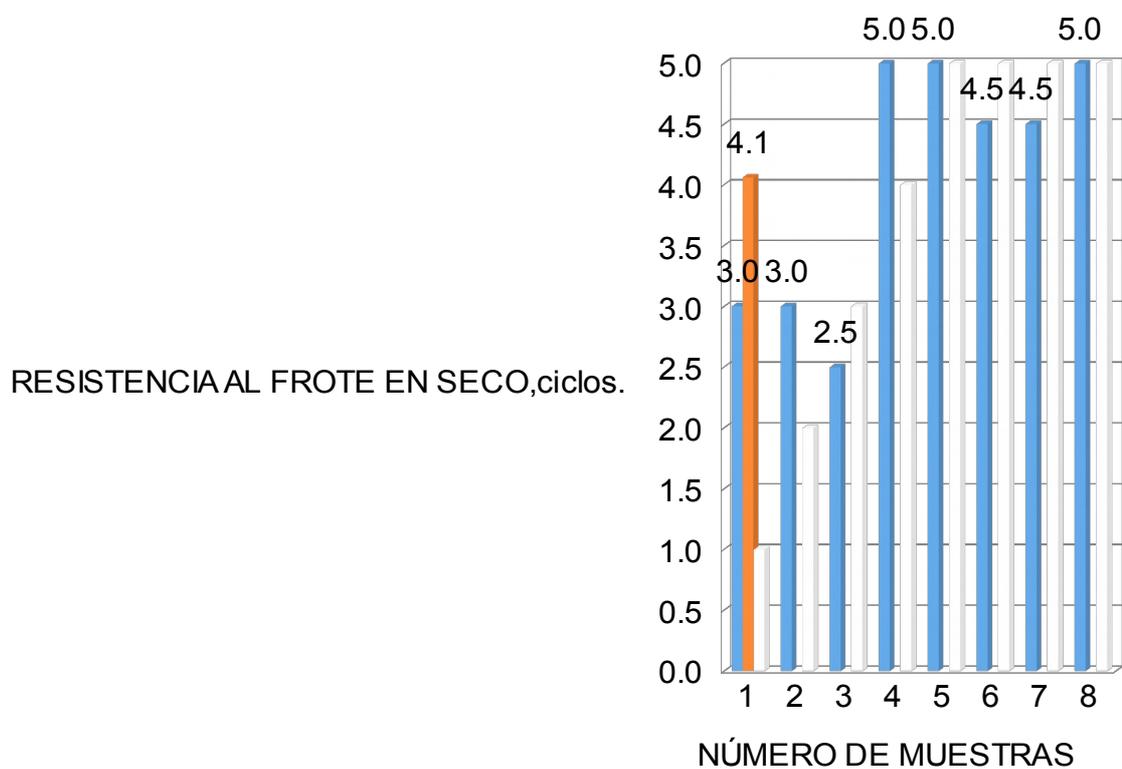
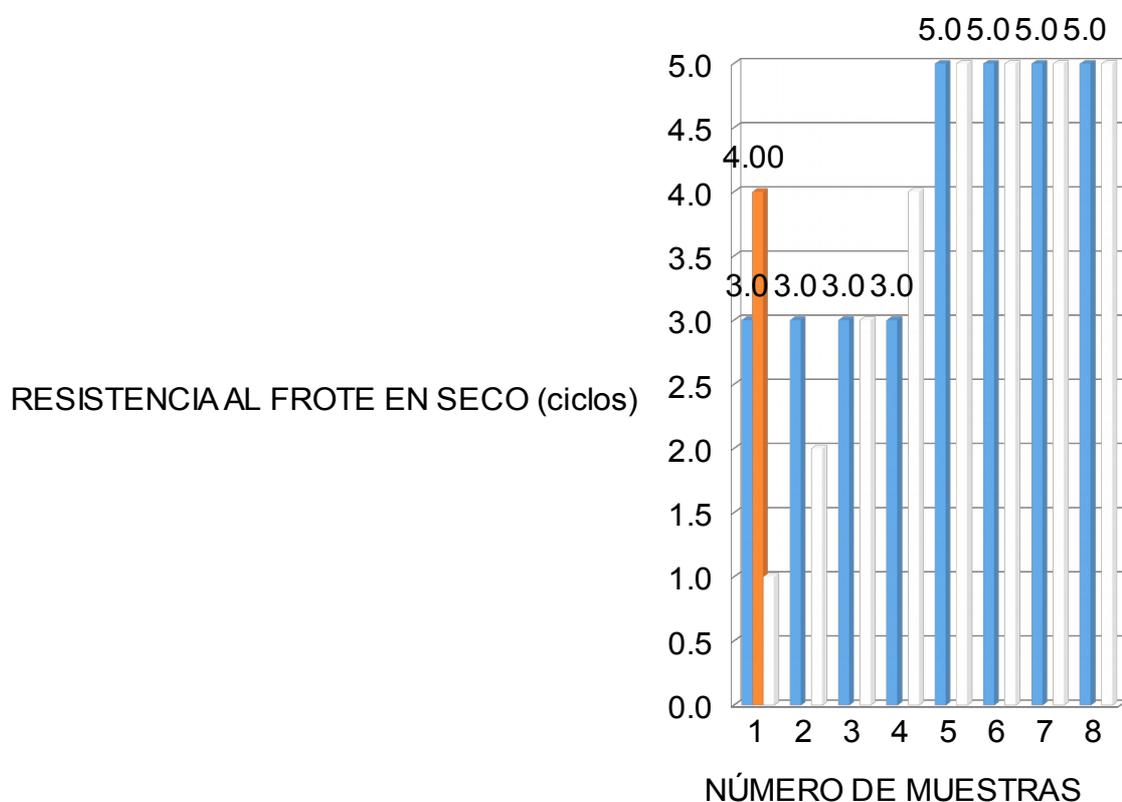


Gráfico 8. Comportamiento del frote en seco de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de ANCE y del prototipo mecánico de la ESPOCH.

Más difícil valorar los resultados, prevenir que las prendas o materiales que estén en contacto con la piel se ensucien, y que permite una mayor aptitud para la limpieza en seco. En todos los casos se valora junto al deterioro del acabado, la pérdida de color producida, estimándose muy desfavorable el que aparezca un fuerte contraste de color, por lo que tiene gran importancia que la tintura de fondo del cuero, sea de matiz igual o muy parecido al final del artículo. Esto es fundamental en ensayos de arañazo y abrasión, en las restantes manufacturas de cuero se contempla una situación análoga, pues si bien la evolución tecnológica es menor, también se recogen unas mayores exigencias por parte de los consumidores finales, exigencias que se ven perturbadas por la introducción de modas, de evolución cada vez más rápida. Si a lo anterior sumamos las crecientes y necesarias exigencias de mejora medioambiental, se comprende que el sector de curtidos se encuentra en un continuo plan de investigación (desarrollo tecnológico), para conseguir y afirmar los grados necesarios de calidad en todos los aspectos, y con inconvenientes derivados de la enorme rapidez con que a veces se adoptan nuevos procesos sin tiempo para analizarlos y equilibrarlos.

### **3. Resistencia al frote en húmedo**

En la evaluación de los datos obtenidos de la prueba física de resistencia al frote en húmedo se registraron diferencias estadísticas ( $P < 0,01$ ), entre medias, apreciándose que en el análisis de los valores numéricos para la presente prueba el primer lote presentó medias iguales a 2.00 ciclos en los resultados del laboratorio L1 (ANCE), mismas que se elevaron a 2.75 ciclos, en los reportes del laboratorio L2 (ESPOCH), la diferencia que existió entre las medias fue igual a 0.75 ciclos entre las dos pruebas.

Los resultados demuestran que existen diferencias de valor bastante altas pero no pueden ser únicamente responsabilidad de las técnicas, precisión o errores en las mediciones de los diferentes equipos comparados ya que de acuerdo a la teoría

existen muchos factores dentro de un laboratorio que pueden determinar las respuestas existentes inclusive existen factores como son la calidad y conservación de la piel que tienen influencia sobre los resultados, sin embargo al estar comparando dos equipos de medición es necesario considerar errores de precisión como pueden ser la evaluación del operador de la máquina donde se determinará si ha cumplido con todo el manual de procedimientos y cuidado que se debe tener para la evaluación de muestras en estos equipos, ya que la muestra debe tener un cuidado y una preparación especial para poder introducir a la máquina también otro factor que pudo concurrir a esta variación es la calidad de los cueros ya que no todas las pieles tienen la misma calidad y esta variación de calidad entre animal también incurre en la variación de las respuestas que se obtuvieron como respuestas por lo cual para posteriores medidas que se realicen en la máquina se debe seguir los pasos que se indican en el manual de procedimientos y buenas prácticas, además que se debe verificar en todos los procesos la calidad de las pieles que tengan una relación entre sí para evitar que los datos al curtir las pieles presenten variación entre medias.

Otro factor que debe ser vital en la consideración la evaluación de los resultados obtenidos de la maquinaria o de procesos de evaluación es la incertidumbre relacionada a las respuestas que se reportan entre medias, para la presente investigación si se midió los errores de las dos máquinas mismos que fueron de 0,38 ciclos en el primer equipo ANCE, y 0.21 ciclos para la segunda máquina (ESPOCH); con esto se afirma lo citado anteriormente que las máquinas modernas logran eliminar de mejor manera los errores y se obtienen datos más certeros y con lo cual se puede afirmar que es mejor la máquina prototipo que se encuentra en el laboratorio de control de calidad de la ESPOCH ya que tiene mejor tecnología la cual es de punta; otro dato que completa la estadística descriptiva fue el valor de la mediana mismo que para las dos máquinas fue de 1.00 ciclo y 2.00 ciclos respectivamente para la primera y segunda máquina, a continuación se evaluó la moda que arrojó resultados de 1.07 ciclos para la máquina situada en el laboratorio de ANCE y de 0.60 para la máquina diseñada y construida que se encuentra en laboratorio de la ESPOCH, como se ilustra en el (gráfico 9), el último resultado que se registró fue el de la desviación estándar que

presento respuestas de 1.14 para la primera evaluación en la máquina de ANCE y de 0.36 que fue el valor del laboratorio de la ESPOCH. Finalmente es necesario recordar que la maquina está especializada para la resistencia al frote en seco y

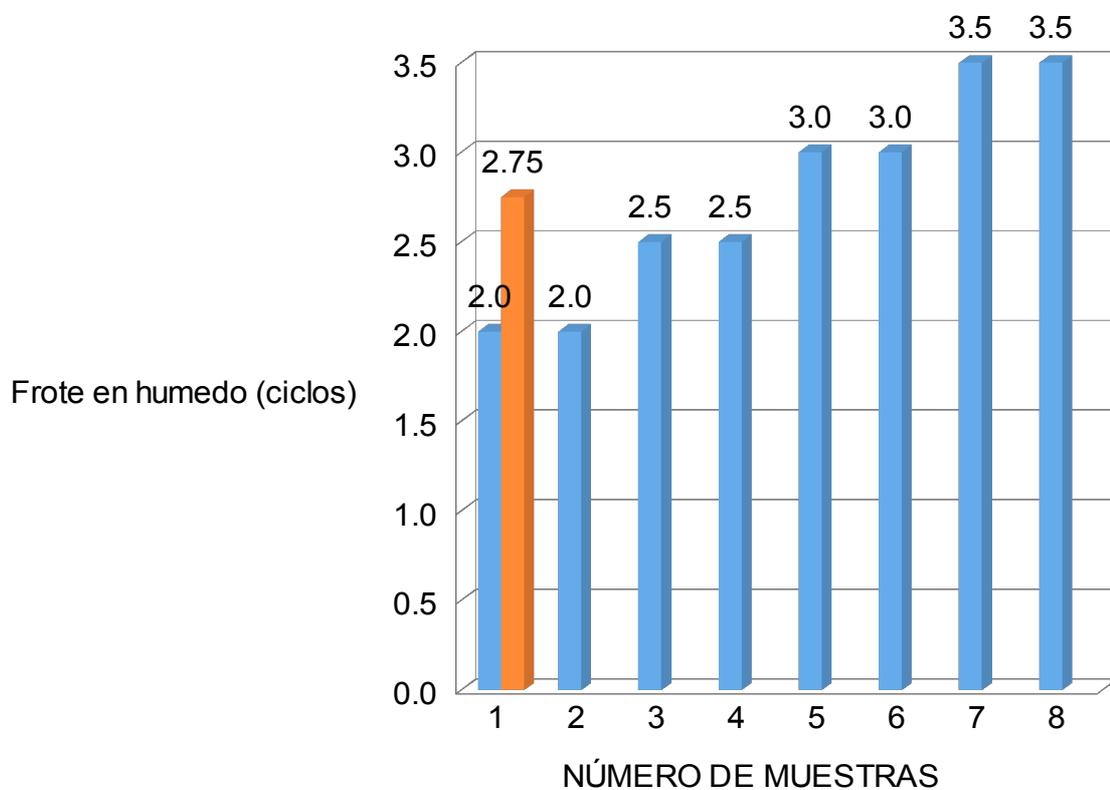
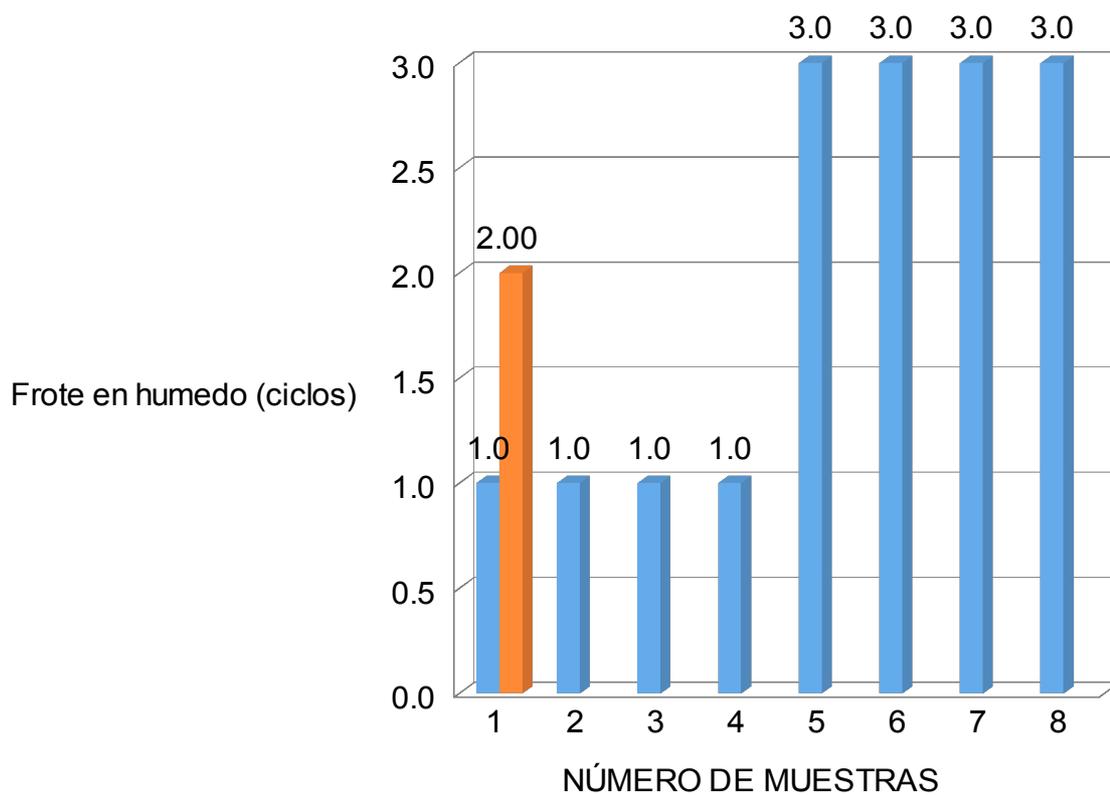


Gráfico 9. Comportamiento del frote en húmedo de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE).

calibrada para este fin por lo tanto se aprecia que las respuestas son menos homogéneas entre una y otra prueba. Al respecto Font, J. (2002), manifiesta que la resistencia del cuero al frote en seco es notablemente superior que en húmedo. La experiencia muestra que en general el cuero se comporta peor en la valoración del manchado que en la de la propia degradación del color. A menudo se ensayan cueros que tras 25 frotos en húmedo no muestran ningún defecto apreciable ni variación en su color pero que no obstante han manchado el fieltro incluso con valoración inferior a la nota 4 de la escala de grises. La mejora de la resistencia al frote comprende alternativas físicas como el aumento del espesor del acabado o la disminución del coeficiente de fricción de la superficie, y químicas como conseguir un mayor reticulado del acabado, o el uso de lacas en solvente orgánico en lugar de las acuosas para obviar la hidrofilia de los emulsionantes.

Naturalmente, la solidez al frote también depende del grado de fijación de la tintura, y en los afelpados del orden en que se ha efectuado el esmerilado con respecto de la operación de teñido. Por lo tanto en el análisis de la resistencia al frote en húmedo será necesario una técnica más precisa para evitar errores y que los resultados sean los más confiable posible.

#### **4. Adherencia del cuero**

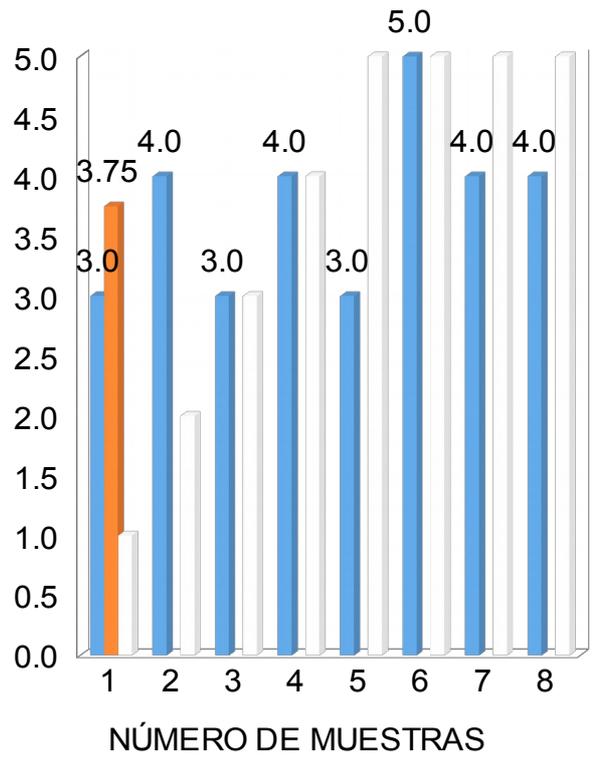
En la evaluación de las respuestas obtenidas de la prueba sensorial de adherencia del cuero no se presentaron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) entre medias, sin embargo en el análisis numérico se pudo apreciar que para la prueba adherencia de los cuero que se enviaron al laboratorio ANCE (L1), se registraron medias de 3.75 puntos y para el segundo lote el cual se evaluó en el laboratorio de la ESPOCH, se reportó medias iguales a 3.88 puntos lo cual la diferencia entre las dos pruebas fue igual a 0.13 puntos entre el reporto de ANCE y el reporte del laboratorio de la ESPOCH con lo cual se tuvo una variación de un 3.5% de diferencia en los dos análisis; esto índice que para prácticas que se

quieran realizar en el laboratorio de la ESPOCH son certificadas debido que para que una técnica pueda ser aceptada según las normas internacionales debe ser replicada y reproducida con un 5% de diferencias y esta cantidad es la que se acepta como normal y tiene la garantía de ser igual a las respuestas obtenidas en otros laboratorios. Dentro de la evaluación estadística de los resultados de adherencia del acabado del cuero caprino no solo las medias son importantes para lograr cumplir con la norma, sino que debe ir acompañada de la determinación del error típico de las medias ya que indica el rango de variación que se produce entre las medias dado a errores aleatorios o errores estadísticos, es por eso que para las presentes muestras se midieron los valores de los errores y reportaron respuestas de 0.25 puntos en los cueros de ANCE (L1) y 0.30 puntos para el laboratorio de la ESPOCH (L2), como se ilustra en el (gráfico 10), esto indica que el rango de error está en el intervalo de confianza que se propone para investigaciones ya que reportan errores iguales al 5%, estos errores de medición se pueden deber a que errores aleatorios como son calidad de la materia prima, ya que por lo general las pieles no son todas uniformes ya que al ser de varios animales que tienen su propia forma de crianza presenta errores que no se puede corregir con los procesos de curtición.

Además hay que evaluar que el juez calificador ya que son pruebas realizadas por una sola persona capacitadas en análisis sensoriales pudo haber cometido errores en el criterio de evaluación lo que pudo conllevar consigo un error en la toma de las muestras pero son errores aceptables que se pueden corregir con una mayor destreza y con la práctica. Otro tipo de valores reportados en la comparación de los cueros caprinos evaluados en las dos máquinas fue los datos estadísticos descriptivos que son la mediana y la moda para tener un mayor conocimiento de la distribución de las respuestas y mismas que fueron para los valores de mediana iguales a 4.00 puntos para los dos laboratorios tanto para el de ANCE y para el de la ESPOCH y esto indica que es su gran mayoría las pieles tuvieron medias cercanas a estos valores, para los valores de la moda las respuestas fueron de 4.00 y 3.00 puntos para el laboratorio de ANCE y de la ESPOCH respectivamente, el valor de la moda indica cual es el valor que más se repitió en la medición; el ultimo valor analizado fue la desviación estándar la

misma que indica el grado de variación entre los datos y para la prueba de adherencia los valores fueron iguales a 0.71 en los cueros evaluados en el laboratorio L1 (ANCE), y 0.83 para el laboratorio de la ESPOCH (L2).

ADHERENCIA DEL CUERO, puntos



ADHERENCIA DEL CUERO, puntos.

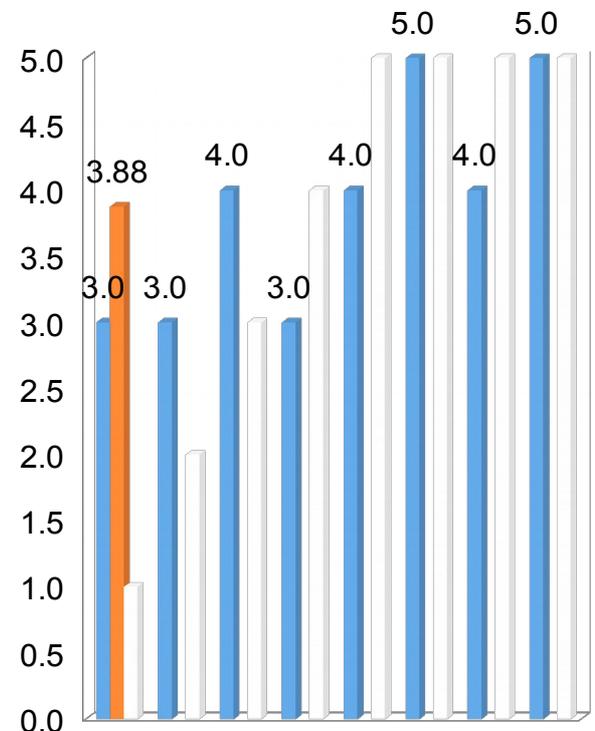


Gráfico 10. Comportamiento de la adherencia de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE).

Según <http://www.cueronet.terminacion.com>.(2015), en cueros la adherencia de la terminación o acabado es un importante criterio de calidad para diversos tipos de cueros. La misma depende fundamentalmente de la carga superficial, la interacción con agua y solventes y la superficie interna de la flor. Estas tres propiedades afectan fundamentalmente las fuerzas de cohesión de la película; y de la película, debidas a las fuerzas de cohesión dentro de la propia capa de terminación y a las fuerzas de adhesión de la película con la superficie del cuero. Las mismas se ven determinadas por las variantes de procesamiento, fundamentalmente el tipo de engrase empleado.

La incorporación de fondos a base de diferentes resinas emulsionadas en agua durante el proceso de terminación, es recomendada en la literatura técnica de diversos productos comerciales. Para realizar la técnica utilizada para medir la prueba de adherencia del acabado se cortan muestras que son tiras de cuero de longitud y ancho especificados y fijadas con un adhesivo específico a un firme soporte de apoyo (que se ha limpiado con hexano o una mezcla de alcanos, a temperatura de ebullición de entre 40 y 80 °C). Las muestras se despegan del soporte en el téster en un ángulo de 90 grados. La prueba incluye al menos 4 muestras, dos de cada tomadas en vertical y horizontal del espino de la piel testada, una vez que se ha desprendido se ubica en la escala sensorial la puntuación que alcanzó en una escala de 1 a 5.

### **5. Poder de cobertura**

En el análisis de los resultados de la prueba sensorial de poder de cobertura de los cueros caprinos que sirvieron de muestras para la comparación de dos equipos de medición de resistencias físicas, el uno que se encuentra situada en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores (ANCE) y el laboratorio de control de calidad de la ESPOCH, para la presente prueba los datos no reportaron diferencias significativas( $P < 0.05$ ) entre medias,

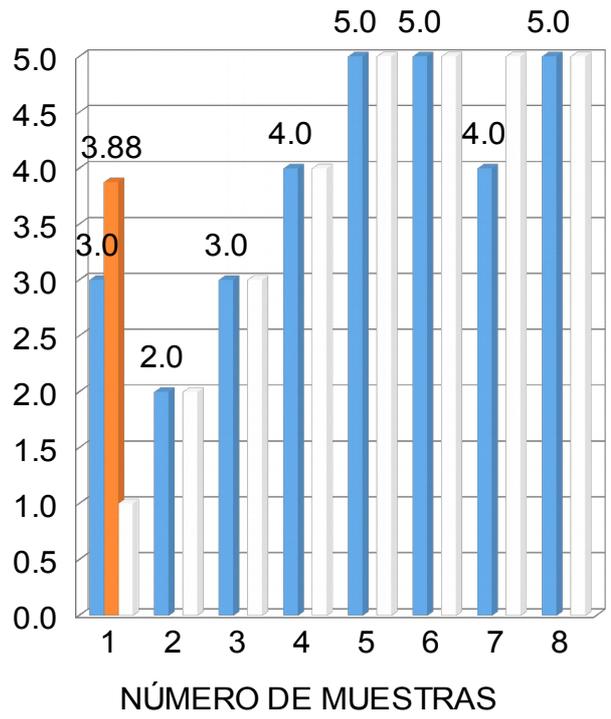
sin embargo en el análisis numérico del lote de cueros evaluados en el laboratorio de ANCE (L1), los valores reportados fueron iguales a 4.00 puntos sobre 5,0 puntos de referencia y calificación buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2015), en comparación de las medias que fueron reportadas por los cueros que se evaluaron en el Laboratorio de la ESPOCH, que registraron medias de 3,88 puntos sobre 5,0 puntos de referencia y calificación muy buena, como se ilustra en el (gráfico 11), con los datos reportados se presentó una variación de 0.02 puntos lo cual representa un porcentaje igual al 0.5% que es un valor muy bajo y que para comparación en laboratorio se puede afirmar que estos dos datos son iguales.

En la actualidad todos los productos deben ser evaluados y tienen que cumplir con ciertas normas que evalúan la calidad de un producto, en que van desde la calidad de la materia prima, la eficiencia de los procesos y la calidad ambiental que ellos otorgan, lo cual ha complicado mucho a las industrias ya que para su funcionamiento deben cumplir y entregar productos de excelente calidad ya que es un derecho del consumidor adquirir productos que tengan una aprobación y que hayan sufrido procesos de evaluación para poder ser certificados.

En el país la mayoría de industrias por no afirmar que el 100% de ellas deben cumplir con las normativas que impone el INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), y que está regentado en un manual el mismo que ha sido realizado por expertos en varias harías y las cuales otorgan calidad al producto, ya que los productos deben cumplir con un índice que tiene valores permisibles mayores y menores y que si el producto se encuentra en ese rango quiere decir que el producto es de calidad, en la industria del cuero se realizan varias pruebas para ver si un cuero es apto para el consumo y para la confección de diversos artículos con este mismo, las pruebas del cuero van desde pruebas físicas que son realizadas por maquinas en laboratorios certificados y también pruebas ambientales, por último se hace varias pruebas sensoriales que consistente en usar los sentidos para determinar si un cuero tendrá aceptación en el mercado, dentro de las pruebas físicas se busca

evaluar la resistencia del cuero, y en las últimas investigaciones se han orientado a la construcción de equipos que puedan simular las condiciones a las cuales están sometidos los cueros en el uso diario.

PODER DE COBERTURA, puntos.



PODER DE COBERTURA, , puntos

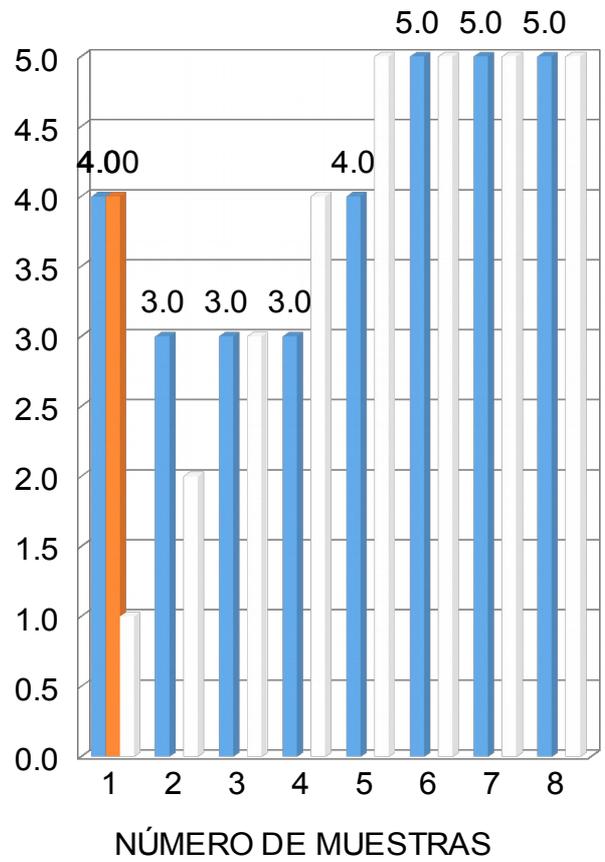


Gráfico 11. Comportamiento de la cobertura de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE).

A continuación para determinar que la evaluación estadística tiene carácter de completa uno de los datos que deben establecerse son los errores inherentes a la práctica que fueron iguales a 0.33 y 0.40 puntos en el laboratorio de ANCE (L1), y de la ESPOCH, (L2), los cuales representan menos del 5% y que cumplen con el rango de sesgo que deben tener las pruebas estadísticas según la distribución normal de datos, otro resultado que se evaluó fue la mediana los valores que se reportaron fueron iguales a 4.00 puntos para los dos laboratorios con lo que indica que los datos estuvieron distribuidos cerca de estos valores, además se reportó fue la moda que presenta el valor que más se repite en la práctica, los valores fueron iguales a 3.00 puntos y 5.00 puntos para ANCE y para la ESPOCH respectivamente, por último se reportó la desviación estándar de los datos que indica que la distribución se encuentran los entre  $\pm 0.93$  en los reportes del laboratorio de ANCE (L1), versus  $\pm 1.13$  para el laboratorio de Ala ESPOCH, (L2), respectivamente.

#### **D. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO MECÁNICO DISEÑADO PARA EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

##### **1. Preparación de la probeta de cuero**

El cuero es un material con una estructura fibrosa irregular, que presenta diferencias en compacidad y en la ordenación y orientación de los haces de fibras. Por todo ello sus propiedades físicas y en menor medida también las químicas varían considerablemente según las partes de la piel. Entre determinadas zonas de la falda y del crupón se dan diferencias superiores a un 200 % en resistencias mecánicas y a un 300 % en alargamiento 65-68'209' El cuero es además un material con anisotropía: el valor de algunos parámetros físicos varía según la dirección considerada 46'209. Hay unas direcciones preferenciales -líneas de tensión- , a lo largo de las cuales se hallan mayor cantidad de haces de fibras

extendidas longitudinalmente que no transversalmente. Lógicamente, una tracción efectuada en la dirección en la que hay mayor número de fibras encontrará mayor resistencia que si se efectúa según la dirección perpendicular. No obstante, el cuero es un caso singular dentro de los materiales heterogéneos por cuanto su heterogeneidad es sistemática y predecible ya que es la misma de una piel a otra. Las especificaciones tomadas en cuenta para el corte de las probetas de cuero fueron:

#### **a. Localización**

- Se debía tomar en cuenta que existe una fuerte dependencia de los resultados de los ensayos físicos con relación a la localización de la toma de muestras.
- A efectos de muestreo, un cuero puede considerarse constituido por dos piezas simétricas, dos hojas, cuyas propiedades en los puntos situados simétricamente respecto del espinazo son aproximadamente las mismas.
- La distribución topográfica de las propiedades físicas es distinta para las diferentes propiedades, y depende incluso de las características técnicas del método utilizado para su medición.
- La distribución topográfica de las propiedades físicas es esencialmente la misma de una piel a otra.

#### **b. Direccionalidad**

- Los resultados de los ensayos físicos dependen de la dirección de corte de las probetas. Pero los efectos de la direccionalidad no son los mismos para todas las propiedades físicas (Ejemplo: Para la resistencia a la tracción son mucho más acusados que para la resistencia al desgarro).
- En ciertas áreas de la piel hay más diferencias direccionales en la estructura fibrosa que en otras. En las faldas, cuellos y culata son mucho más pronunciadas que en el centro del cuero.
- En general, las probetas cortadas paralelamente al espinazo dan valores de resistencia a la tracción superior a las cortadas perpendicularmente cuando se

han tomado cerca del espinazo. Pero esto no es así en toda el área del cuero: en la zona de las faldas cercana a las garras las direcciones preferenciales de los haces de fibras se curvan formando un ángulo casi recto con el espinazo. En esa región la mayor resistencia la presentan las probetas cortadas en perpendicular a la línea del espinazo.

## **2. Normalización de la toma de muestras**

La operación de recogida de muestras se efectúa a menudo por personal ajeno al laboratorio de análisis. Esto es así particularmente en empresas que no disponen de un laboratorio suficientemente equipado, y que en consecuencia utilizan con cierta regularidad los servicios de un laboratorio de análisis especializado. En ocasiones no se otorga a la toma de muestras la importancia que realmente tiene, y con cierta periodicidad se reciben en los laboratorios solicitudes de análisis para muestras cuya falta de representatividad es manifiesta.

En aquellos casos en que el muestreo ha sido inapropiado, los resultados son incorrectos y probablemente entrarán en contradicción con los obtenidos por otros laboratorios si se realizan contraanálisis. Existe cierta tendencia a culpar de ello al laboratorio que ha realizado los análisis, con lo que por un mal muestreo se puede entrar en controversias, repeticiones de trabajos y otros problemas adicionales.

## **3. Corte de la probeta de cuero**

Para realizar el corte de la probeta de cuero se procedió de la siguiente manera de acuerdo a la normativa del cuero:

- Las probetas para los ensayos físicos y solidez se cortan del cuadrado HKJG y para los análisis químicos se toma la muestra del cuadrado sombreado de lado HK/2 mostrado en la (figura 9).

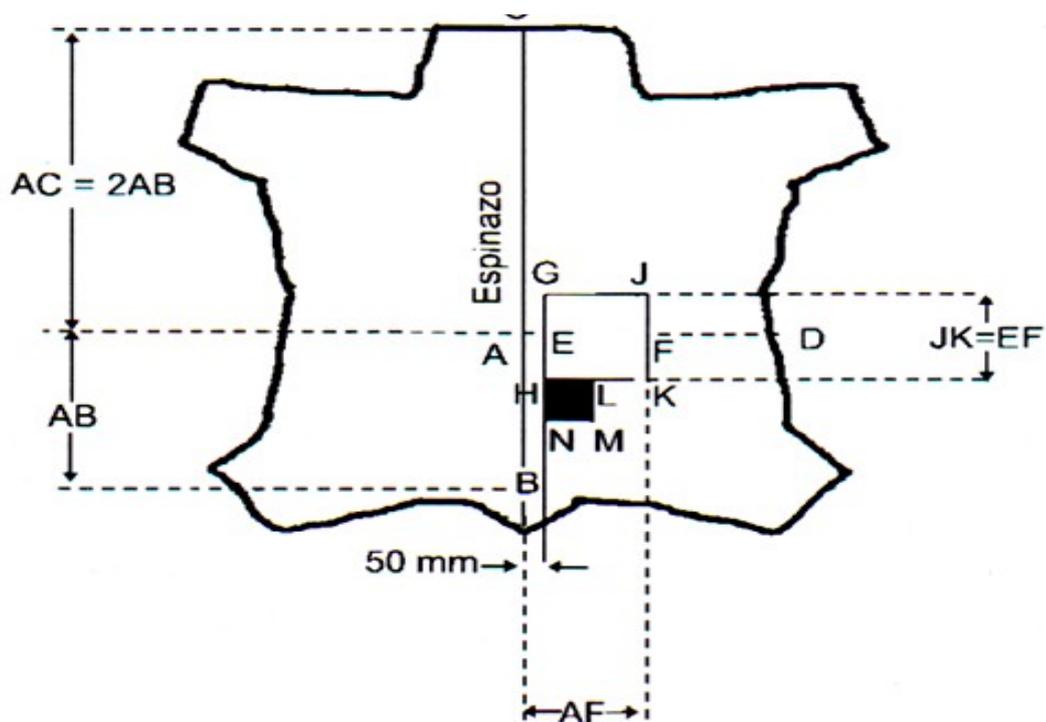
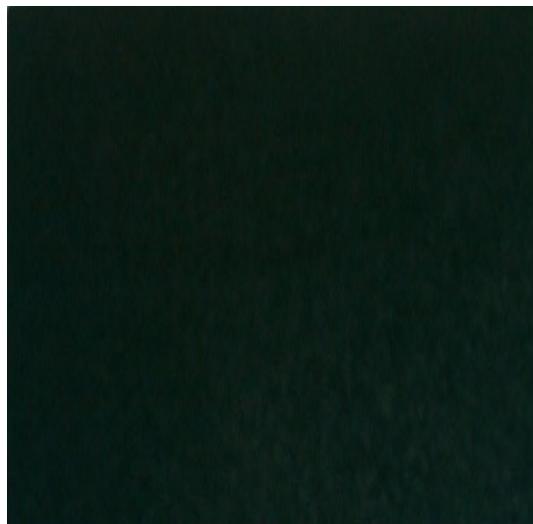


Figura 9. Representación de un cuero mostrando la localización de muestra para hojas, pieles y cueros enteros.

- Una vez determinado el lugar del muestreo se procederá a la toma de la muestra de la probeta cuero, su medida aproximada fue de 11cm de largo x 6 cm de ancho o la forma circular que es de 3.5  $\varnothing$ . En la (fotografía 2), se describe la forma de realizar el corte de la probeta y una probeta ya cortada



Fotografía 2. Corte de la probeta de cuero y probeta de cuero ya cortada.

- Posteriormente se deberá guardar las muestras de laboratorio de forma que se eviten contaminaciones y los efectos de un calentamiento local.
- Finalmente se realizó el etiquetado de la probeta de cuero para lo cual se tomó en consideración los siguientes aspectos, es decir se debió etiquetar la muestra de laboratorio con la siguiente información:
  - Número de referencia del lote de cuero
  - Fecha del muestreo
  - Número de referencia de la muestra (si existe)
  - Referencia a esta norma de la IULTCS
  - Cualquier modificación efectuada a esta norma de la IULTCS.

#### **4. Pasos para programar el dispositivo de variador**

Se utilizó un variador de frecuencia universal Siemens para redes trifásicas o monofásicas. Gracias a su diseño modular fue posible sumar a las nutridas funciones estándar las opciones más diversas. Y para ello no se precisan herramientas, ya que los paneles y los módulos de comunicación sólo tienen que enchufarse, presentan bordes de control sin tornillo para que simplifiquen al máximo las labores de conexión. El control de procesos y el ahorro de la energía son dos de las principales razones para el empleo de variadores de frecuencia. Históricamente, los variadores de frecuencia fueron desarrollados originalmente para el control de procesos, pero el ahorro energético ha surgido como un objetivo tan importante como el primero. Un equipo accionado mediante un variador de velocidad emplea generalmente menor energía que si dicho equipo fuera activado a una velocidad fija constante. Los pasos a seguir para programar el variador son:

- Energice el módulo. (botonera ON)
- Programe el variador a través de panel mediante los siguientes parámetros.
- P0003 = 1
- P0010 = 1
- P0100 = 1
- P0304 = 220 (V)
- P0305 = 3.5 (A)
- P0307 = 1(HP)
- P0310 = 60 (Hz)

- P0311 = 1660 (RPM)
- P0700 = 2
- P1000 = 1
- P1080 = (frecuencia mínima opcional) (10)
- P1082 = (frecuencia máxima opcional) (60)
- P1120 = (tiempo de aceleración) min. 5 seg.
- P1121 = (tiempo de desaceleración) min 6 seg.
- P3900 = 1 (almacenar los datos)
- Finalice el programa pulsando FN. En la (fotografía 3), se aprecia el variador



Fotografía 3. Dispositivo Variador del prototipo mecánico de resistencia al frote en seco.

Una vez controlada la frecuencia se deberá continuar con el procedimiento de manejo que incluye los siguientes pasos:

- Energizar para el funcionamiento de la máquina parte intermedia.
- Realizar el encendido del equipo para lo cual fue necesario recordar que al girar la perilla el encendido es al lado izquierdo y el apagado al lado derecho. En la ilustración de la (fotografía 4 y 5), se indica los pasos a seguir para accionar el prototipo mecánico.

Fotografía 4. Perilla de encendido y apagado del prototipo mecánico.



- • Posteriormente se procedió a colocar el fieltro en la máquina.
- Se dejó girar el fieltro alrededor de la capa del acabado de la probeta.
- Y finalmente se extrajo el fieltro en seco y se realizó la comparación con la escala de grises y la determinación de los ciclos utilizados.



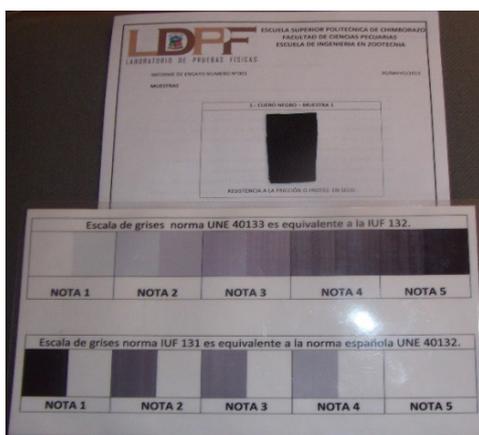
Fotografía 5. Forma de colocar el fieltro en el prototipo mecánico para la medición de la resistencia al frote en seco del cuero.

- Una vez realizó el ensayo de resistencia al frote en seco del cuero se procedió a retirar la probeta, y observar que la resistencia del acabado este intacta, des energizar para volver a empezar.
- La medición que se realizó esta en función de la escala de grises o también en función de 50 ciclos realizados en un minuto de acuerdo a las normas internacionales IUF 450, de la Asociación Española del Cuero, como se ilustra en la (fotografía 6).



Fotografía 6. Filtro manchado después de la medición de la resistencia al frote en seco realizado en el prototipo mecánico de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

- Finalmente una vez realizadas las mediciones físicas correspondientes se procedió al llenado de los formatos que fueron creados para la entrega de los resultados de la medición de resistencia al frote en seco del cuero realizados en el prototipo mecánico. En la (fotografía 7), se indica el formato físico para entrega de los resultados de las pruebas de resistencias al frote en seco realizado en el prototipo mecánico de la Facultad de Ciencias Pecuarias-ESPOCH.



Fotografía 7. Formato físico para entrega de los resultados de las pruebas de resistencias al frote en seco realizado en el prototipo mecánico de la Facultad de Ciencias Pecuarias- ESPOCH.

## **E. MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA Y EL LABORATORIO**

El trabajo de laboratorio presenta unas características específicas que hace que la adopción de medidas de protección colectiva no sea siempre posible o que éstas resulten insuficientes, adquiriendo una gran importancia la utilización de equipos de protección individual (EPI). Un equipo de protección individual debe adecuarse a las disposiciones comunitarias sobre diseño y construcción en materia de seguridad y de salud que lo afecten. En todo laboratorio de control y calidad del cuero pueden existir situaciones inquebrantables de peligro, ante esta ineludible situación los responsables y demás personal técnico y estudiantes, han diseñado técnicas a objeto de evitar el constante perecimientos del usuario, sin embargo a pesar de que se recomienda buscar el epicentro del problema para atacar y solucionar el mismo de raíz, esto no siempre es posible, es por tal motivo que los dispositivos de protección personal (D.P.P) juegan un rol fundamental en el higiene y seguridad del operario, ya que los mismos se encargan de evitar el contacto directo con superficies, ambiente, y cualquier otro ente que pueda afectar negativamente su existencia, aparte de crear comodidad en el sitio de trabajo, en este informe se afianzaran conocimientos acerca del uso, selección y mantenimiento, de estos dispositivos, que cabe destacar pueden ser individuales y colectivos.

Las siguientes normas de prevención que se deben tener en cuenta para poder ingresar en el laboratorio son:

- El ingreso al laboratorio se lo debe realizar con la vestimenta adecuada que consiste en el uso de un mandil blanco, preferentemente calzado adecuado, cofia y mascarilla.

- El equipo de protección individual deberá tener en cuenta las exigencias ergonómicas y de salud del trabajador, como se indica en la (figura 10).



Figura 10. Equipo de protección personal.

- Gafas: Las gafas tienen el objetivo de proteger los ojos del trabajador, para que resulten eficaces, requieren combinar junto con unos oculares de resistencia adecuada, un diseño o montura o bien unos elementos adicionales adaptables a ella, con el fin de proteger el ojo en cualquier dirección. Se utilizan oculares filtrantes en todas aquellas operaciones en las que haya riesgo de exposición a radiaciones ópticas como ultravioleta, infrarrojo o láser. En determinados casos, en que vayan a ser utilizadas de forma continuada por una persona que necesita gafas graduadas, pueden confeccionarse gafas de seguridad graduadas. Téngase en cuenta que la obligación de llevar gafas de modo permanente es bastante habitual en los laboratorios, como se ilustra en la (figura 11).

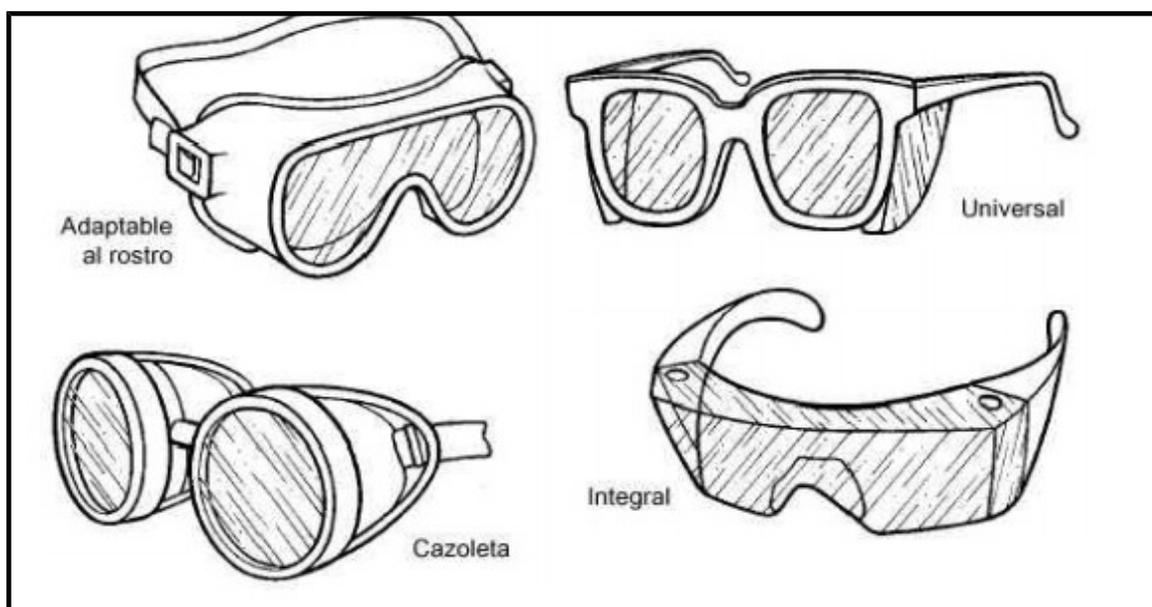


Figura 11. Equipo de protección para los ojos.

- Protección de la piel (manos): El objetivo de estos equipos es impedir el contacto y penetración de sustancias tóxicas, corrosivas o irritantes a través de la piel, especialmente a través de las manos que es la parte del cuerpo que más probablemente puede entrar en contacto con los productos químicos. Sin embargo, no debe despreciarse el riesgo de impregnación de la ropa, que se puede prevenir empleando delantales, mandiles y, en general, ropa de trabajo o protección adecuada a las características de peligrosidad del agente químico manipulado.
- En caso de contacto con el producto debe procederse al lavado inmediato de la protección y si se ha impregnado la ropa de trabajo, quitársela inmediatamente y proceder asimismo a su lavado. Ante la posibilidad de contacto dérmico, la utilización de los guantes, es en muchas ocasiones el sistema de prevención más utilizado. Su uso, a diferencia de las protecciones respiratorias e igual que ocurre con las gafas, no supone fatiga ni especial incomodidad, aunque esto último depende de las operaciones manuales que se realicé. Esta situación, junto al hecho de que a menudo sea la única solución razonable para la prevención del riesgo, hace que haya una mayor tendencia a su utilización sin límite de tiempo (figura 12).

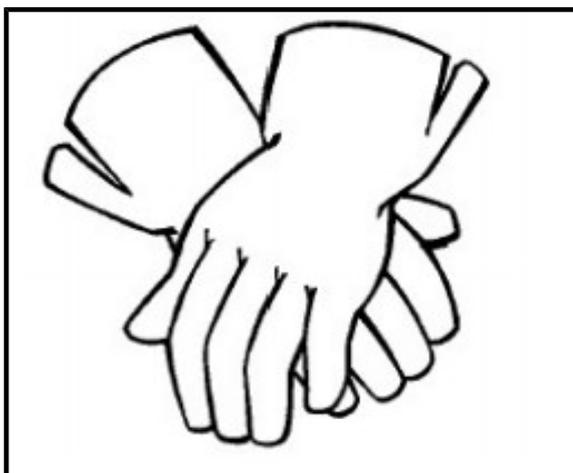


Figura 12. Guantes de protección para las manos.

- Equipos dependientes de protección de la boca: son equipos que utilizan el aire del ambiente y lo purifican, es decir retienen o transforman los contaminantes presentes en el para que sea respirable. Estos equipos no pueden utilizarse cuando el aire es deficiente en oxígeno, cuando las concentraciones de contaminante son muy elevadas o se trata de sustancias altamente tóxicas o cuando existe el peligro de no detectar su mal funcionamiento (por ejemplo, un gas sin olor como el monóxido de carbono). Presentan dos partes claramente diferenciadas: el adaptador facial y el filtro. El adaptador facial tiene la misión de crear un espacio herméticamente cerrado alrededor de las vías respiratorias, de manera que el único acceso a ellas sea a través del filtro. Existen la máscara que cubre la boca, la nariz y los ojos. Debe utilizarse cuándo el contaminante es un irritante, para evitar su efecto sobre la mucosa ocular o en cualquier caso cuando pueda penetrar a través de ella. La Mascarilla que cubre la nariz y la boca exclusivamente. Y la boquilla que ofrece una conexión entre la boca y el filtro y dispone de un sistema que impide la entrada de aire no filtrado por la nariz (pinza). Su utilización se limita exclusivamente a situaciones de emergencia, (figura13).

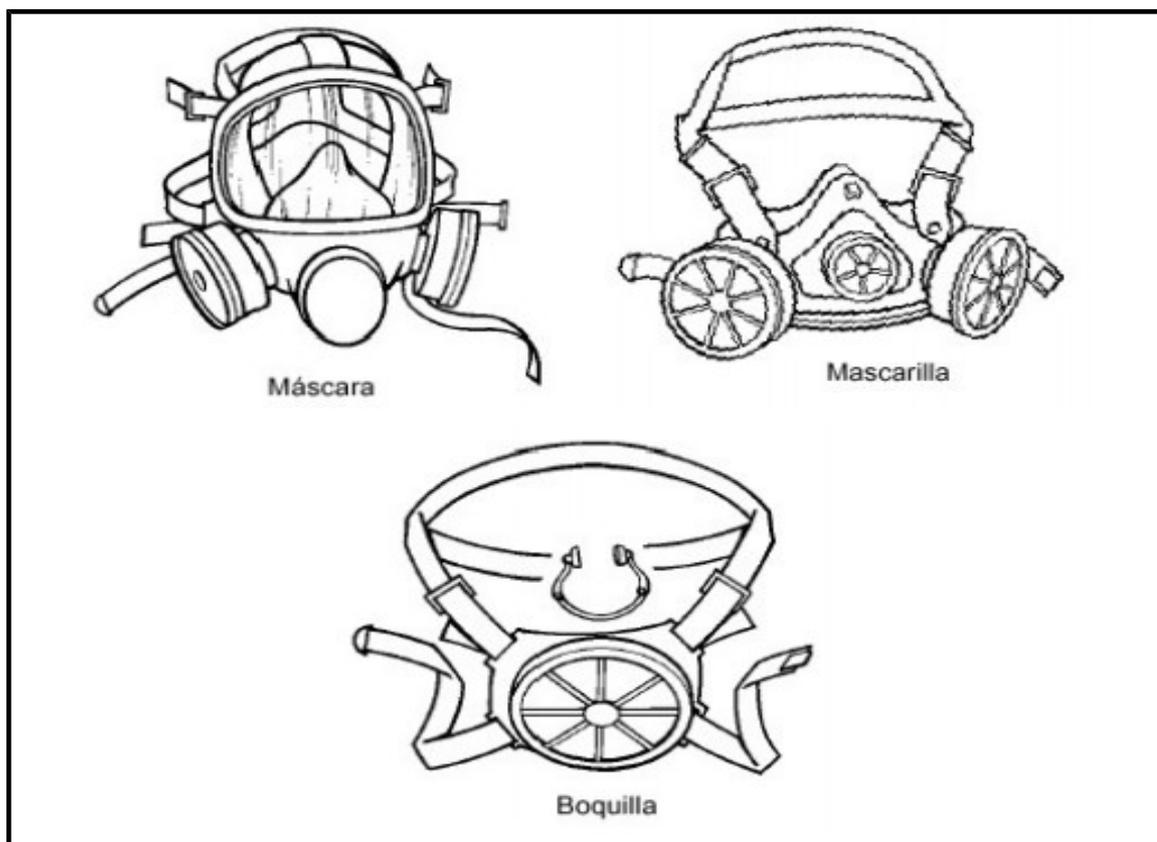


Figura 13. Equipo de protección para la boca.

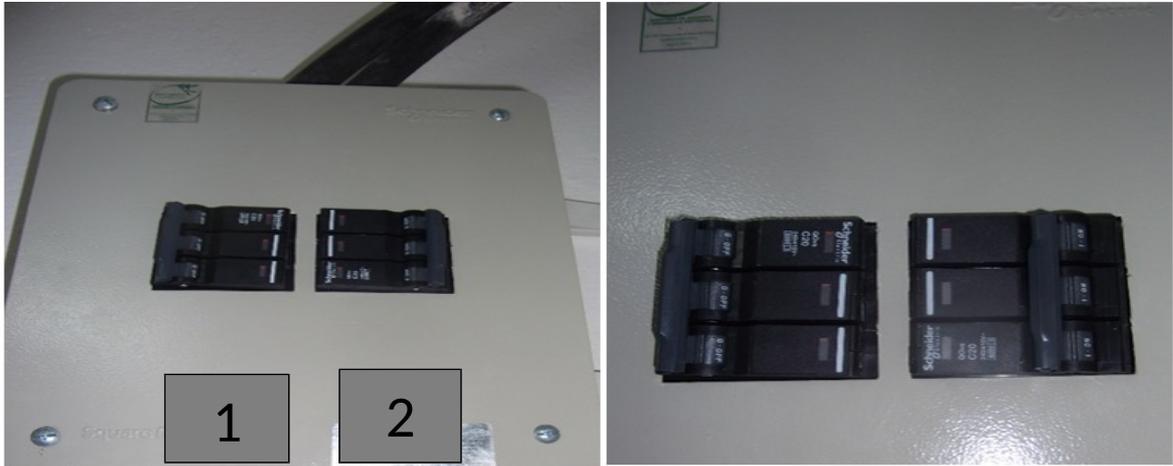
En cuanto a los materiales fue necesario tomar en consideración las siguientes recomendaciones:

- Tener la disponibilidad todos los materiales a ser utilizados para la realización de las pruebas de resistencia a la abrasión del acabado del cuero es decir la probeta de cuero que debía ser cortada de acuerdo a las especificaciones antes mencionadas, el prototipo mecánico debidamente conectado y regulado y el equipo de protección para la persona que realizará la medición.

Dentro del sistema operativo del laboratorio de curtiembre se debe tener las siguientes precauciones:

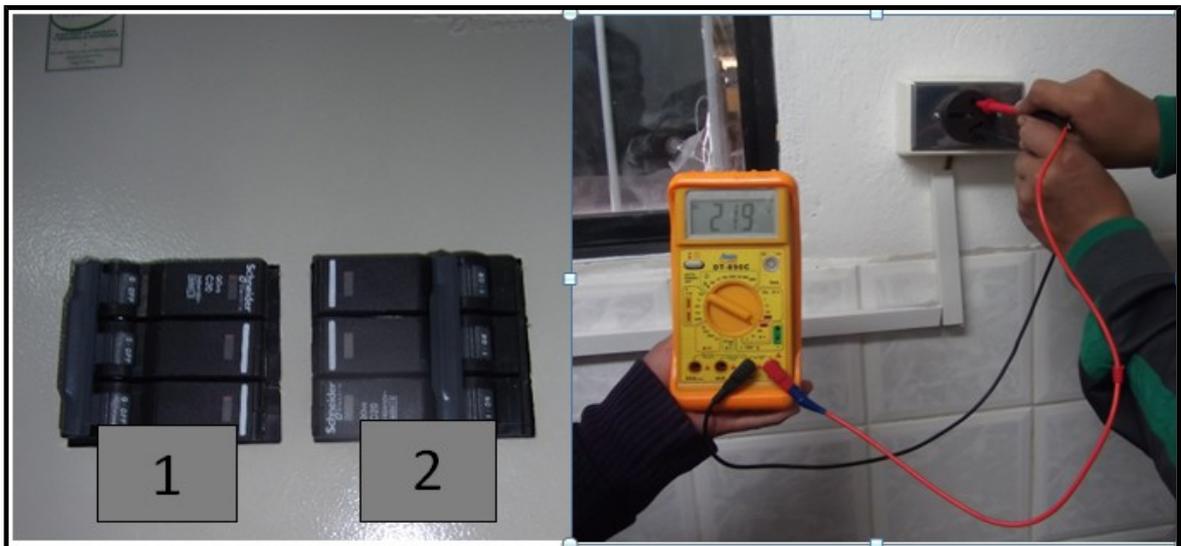
- Asegurarse que todo el sistema eléctrico este siempre desconectado antes y después del uso del laboratorio y de las respectivas máquinas.

- Tener en cuenta el encendido de los breaker correspondientes a cada máquina a utilizar en este caso una o dos, (fotografía 8).



Fotografía 8. Breaker para controlar el encendido y apagado del prototipo mecánico.

- En este caso para la realización de las pruebas de abrasión se seleccionó la conexión número dos.
- Luego se procedió a conectar el enchufe en al tomacorriente correspondiente ya que la máquina funciona con un sistema de energía de 220 V (fotografía 9).



Fotografía 9. Conexión del enchufe en el tomacorriente

- Una vez utilizado la máquina para las pruebas realizadas se deberá desconectar el equipo y el enchufe del tomacorriente.
- En la máquina se encuentra colocado un botón de emergencia que será utilizado en casos de emergencia logrando así la desconexión completa de la máquina.

#### **F. MANUAL DE SEGURIDAD DEL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL CUERO**

En las diferentes actividades que se realizan en el laboratorio de control de calidad del cuero de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se efectúan actividades que requieren mucha precisión, exactitud y sobre toda precaución al momento de ejecutarlas, ya que se está trabajando con prototipos mecánicos, en los cuales se ejerce fuerza y se trabaja con electricidad por lo tanto los riesgos pueden ser mayores, es decir el operario esté expuesto a sufrir accidentes. A continuación se dan las principales recomendaciones sobre este importante factor:

- No se debe comer, beber ni fumar dentro de las instalaciones del laboratorio, y seguir la señalética apropiada que indica los lugares autorizados, (figura 14).



Figura 14. Señalética utilizada en el laboratorio de control de calidad del cuero.

- Colocar alimentos sólo en lugares especialmente destinados a tal fin.

- No usar utensilios ni equipos de vidrio con grietas, rajaduras, etc.
- Mantener limpio el puesto de trabajo, evitando que se acumule suciedad, polvo o restos de cuero, especialmente en los alrededores de las máquinas con órganos móviles. Asimismo, los suelos deben permanecer limpios y libres de vertidos para evitar resbalones.
- Recoger, limpiar y guardar en las zonas de almacenamiento las herramientas y útiles de trabajo, una vez que finaliza el trabajo.
- Limpiar y conservar correctamente las máquinas y equipos de trabajo, de acuerdo con los programas de mantenimientos establecidos.
- Reparar las herramientas averiadas o informar de la avería al supervisor correspondiente, evitando realizar pruebas si no se dispone de la autorización correspondiente.
- Disponer los manuales de instrucciones y los utensilios generales en un lugar del puesto de trabajo que resulte fácilmente accesible, que se pueda utilizar sin llegar a saturarlo y sin que queden ocultas las herramientas de uso habitual. La señalética más común que debería utilizarse en el laboratorio de control de las resistencias físicas y en general en el laboratorio de curtumbre deberá ser.

### **1. Señalética de seguridad necesaria en el laboratorio**

En el lugar donde se colocó el equipo de medición de la resistencia a la tensión es decir el laboratorio de curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se deberá proporcionar de señalética obligatoria en todas las instalaciones, como se ilustra en la (figura 15).

				
Protección obligatoria de la vista	Protección obligatoria de la cabeza	Protección obligatoria del oído	Uso obligatorio de mascarilla	Protección obligatoria de los pies
				
Protección obligatoria de las manos	Protección obligatoria del cuerpo	Protección obligatoria de la cara	Uso obligatorio de reddecilla	Es obligatorio lavarse las manos

Figura 15. Señalética de seguridad necesaria en el laboratorio.

- Materiales inflamables. En este tipo de locales se usan a menudo disolventes y pinturas que responden a este tipo de riesgo, utilizándose la señal indicada en la (figura 16).



Figura 16. Señalética que indica materiales inflamables.

- Riesgo eléctrico. Esta señal debe situarse en todos los armarios y cuadros eléctricos del taller, como se indica en la (figura 17).



Figura 17. Señalética que indica riesgo eléctrico.

- Riesgo de caídas al mismo nivel. Cuando existan obstáculos por el suelo difíciles de evitar, se colocará en lugar bien visible la señal correspondiente como se ilustra en la (figura 18).



Figura 18. Señalética que indica riesgo de tropezar.

- Como en el taller existen desniveles especialmente en las zona que separa al taller de curtiembre con el laboratorio de control de calidad, hay que tomar en cuenta que se pueden originar riesgos de caídas de personas, choques o golpes susceptibles de provocar lesiones, ya que muchas veces existen derrames sobre todo de baños de pelambre o procesos de engrase que vuelven al piso bastante resbaladizo, por lo tanto es necesario delimitar

aquellas zonas de los locales de trabajo a las que tenga que acceder el trabajador y en las que se presenten estos riesgos, se utiliza una señalización consistente en franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deben tener una inclinación de unos 45° y responder al modelo que se indica a continuación en la (figura 19).



Figura 19. Señalética que indica desniveles en el taller.

- Como el laboratorio de control de calidad del cuero se encuentra adyacente al taller de curtiembre se requiere que existan señales en las paredes donde se indique la presencia de materiales inflamables como pueden ser ácidos, alcoholes, e inclusive gas licuado de petróleo, que podría provocar un incendio que contaminaría el laboratorio de control de calidad, (figura 20).



Figura 20. Señalética para indicar peligro por materiales inflamables

## G. MANTENIMIENTO DEL PROTOTIPO MECÁNICO

El mantenimiento mecánico que se requiere para ésta máquina no es tan riguroso. Sin embargo se prevé un mantenimiento de tipo preventivo, en las partes eléctricas, mecánicas e hidráulicas, para garantizar su buen funcionamiento, es recomendable revisar cada seis meses por lo menos todos los sistemas de la máquina y verificar que todos sus elementos trabajen correctamente. Para el mantenimiento rutinario del prototipo mecánico de medición de la resistencia al frote en seco del cuero se deben tomar en consideración los siguientes procedimientos, que se describen en el (cuadro 10).

Cuadro 10. OPERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.

Procedimiento	Operación	Frecuencia
Lubricación de las ruedas dentadas	Los componentes que se encuentran en movimiento cuyo roce produce un deslizamiento deben ser lubricados con aceite o grasa de baja densidad. Para el lubricado primero se debe desconectar el equipo y colocar las partes móviles en la posición más baja, posteriormente se debe colocar el aceite con la ayuda de una brocha en todo el rodamiento procurando no derramar el mismo en otras zonas del equipo. Posteriormente se debe encender el equipo y operar desde la posición más baja hasta la más alta. Finalmente se debe retirar los excesos de lubricante.	Se debe lubricar las ruedas dentadas del equipo cada 6 meses teniendo en cuenta en el mejor de los casos el uso que se le vaya a dar a la máquina si ésta es de uso muy frecuente se lo realizará a los 3 meses.
Lubricación de la cola de milano	Cada parte de la máquina que sufra o tenga lugar a una fricción tiene que ser lubricados ya sea esto per medio de grasas o aceites de baja densidad. Para lo cuál en primer lugar la máquina tiene que estar totalmente apagada, procediendo así en el caso de uso de	Se debe lubricar la cola de milano al mismo tiempo que se realiza la lubricación para las ruedas dentadas siendo esta a los 6 meses o a los 3 meses

	<p>grasa con la ayuda de una brocha a colocar en cada parte donde se producirá el rozamiento tras el funcionamiento de la máquina teniendo en cuenta que este medio a ser utilizado para la lubricación no se vaya a derramar por otras partes del equipo. Una vez finalizado se procede a encender el equipo partiendo desde la velocidad más baja hasta la más alta, al final se debe retirar el exceso.</p>	<p>si es de uso frecuente el equipo.</p>
<p>Revisión aislantes eléctricos</p>	<p>Para asegurar la inexistencia de pérdidas de energía eléctrica y evitar accidentes por electrocución se debe revisar la integridad de los aislamientos eléctricos fijándonos en que estos no estén dañados, rotos o desconectados, para lo cual se utiliza un multímetro para análisis de fugas, para esto el equipo no tiene que estar en funcionamiento sino solo energizado, se utilizan los electrodos de análisis y se registran las lecturas que no son homogéneas, las cuales representan fugas según el amperaje que registra el equipo por fuera los aislamientos. Se debe instalar la máquina en un área con cubierta para protección de lluvias; el tablero eléctrico de control se debe encontrar en una área seca, libres de aceite, corrientes de aire o ambientes de grasa que afecte el buen funcionamiento de los controles eléctricos de la máquina.</p>	<p>La revisión de fugas de corriente en el equipo por alteraciones en los aislamientos se debe realizar cada 6 meses.</p>

Calibración del equipo	Para asegurarnos que los datos obtenidos por el equipo, se debe calibrar el mismo, para ellos se debe realizar la medición de un cuero del cual se conozca con exactitud la resistencia al frote en seco del acabado del cuero, posteriormente se mide la resistencia al frote en seco con el equipo y se comparan los datos obtenidos por el equipo con los datos reales, se procede a ajustar el equipo para minimizar la diferencia entre los valores citados hasta un umbral de exactitud aproximado de 99%.	La calibración del equipo se debe realizar cada 2 meses para lo cual se revisará que la codificación del variador sea la correcta.
------------------------	--	--

## H. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para el diseño, construcción e implementación del prototipo mecánico para la medición de la resistencia al frote en seco del cuero, se incurrió en diversos tipos de gastos divididos en costos de materiales para la parte mecánica que fueron de 3,200.35, como se reporta en el cuadro 11 y 12, donde se incluyeron, ejes, planchas de acero, felpas, rodelas, tuercas, electrodos, pernos, etc., y para la parte eléctrica se tomó en cuenta los rubros ocasionados por la Instalación eléctrica en el laboratorio y programación de la máquina, ya que los equipos que trabajan cotidianamente en los procesos de transformación de piel en cuero requieren de energía de 220V, mientras que para el prototipo mecánico se trabajó con un sistema eléctrico al cual se le quito una fase para poder bajar la intensidad de la luz eléctrica de 360V a 220V, requiriéndose por lo tanto realizar adecuaciones eléctricas que llegaron a costar 506,90 dólares americanos. Por lo tanto en los dos rubros importantes para la implementación del prototipo mecánico se realizó el gasto de 3,200.35 dólares americanos, considerándose un equipo bastante económico, pese a trabajar con materiales de primera calidad.

Cuadro 11. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN PARTE MECÁNICA (PARTE 1).

Cantidad	Código/de descripción	Precio unitario	Precio total
30 mm	Eje de acero SAE 1082 de 6"	33,00	33,00
100 mm	Eje de acero SAE 1082 de 3"	20,00	20,00
50 mm	Eje de acero SAE 1082 de 2"	5,00	5,00
150 mm	Eje de acero SAE 1082 de 1"	3,00	3,00
30 mm	Eje de acero INOX de 1 ¼"	5,00	5,00
150 mm	Eje de acero INOX de 7/8	7,00	7,00
1 p	Plancha de 300x100x50	40,00	40,00
1 p	Plancha de 140x140x5/8	20,00	20,00
1 p	Plancha de 400x45x3/4	30,00	30,00
1/2 p	Plancha negra de 2 mm	50,00	50,00
1	Acero perforado ASSAB de 2,147 M 100 x 80 mm	4,64	4,64
1	Acero transm, SAE	20,00	20,00
1	Panel programa básico S11291	45,00	45,00
1	Variador de vele. 1.5HP	414,00	414,00
1	Motor 3F 1 HP	281,00	281,00
1	Felpa semidura 6 mm espesor	110,00	110,00
8	Pernos de 3/8 x 1"	0,40	3,20
8	Rodela de presión 3/8	0,30	2,40
2	Tuercas con sello de seguridad 5/8	1,50	3,00
2	Electrodos de acero INOX	0,75	1,50
5	Pernos 5/16 x 1"	0,30	1,50
24	Pernos pequeños	0,10	2,40

Cuadro 12. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN PARTE MECÁNICA (PARTE 2).

Cantidad	Código/de descripción	Precio unitario	Precio total
1	Caja de tornillos auto perforantes	5,00	5,00
1 mt	Platina de 1 1/2 X 3/8	5,00	5,00
100 mm	Perfil G de 8"	10,00	10,00
1 mt	Perfil ángulo de 3/4 x 1/8	3,00	3,00
500 mm	Platina de 1/2 x 1/8	2,00	2,00
1	Par de bisagras de ventana	1,00	1,00
1	Chapa de vitrina de botón evergood	8,71	8,71
1	Libra de electrodos 6011	2,00	2,00
1	Discos de corte grinding	3,00	3,00
1	Discos de pulir grinding	3,00	3,00
1	Hoja de sierra sandflex	1,50	1,50
1	Pliego de lija # 80	1,00	1,00
1	Pliego de lija # 120	1,00	1,00
1 Lt	Fondo acrílico	10,00	10,00
1 LT	Pintura blanco hueso	20,00	20,00
1	Funda de guaípe	1,00	1,00
2 Lt	De disolvente	1,50	1,50
1/4 p	De cuero	15,00	15,00
1/2 p	De polietileno	30,00	30,00
1	Diseño	300,00	300,00
1	Planos	100,00	100,00
1	Animaciones en 3D	120,00	120,00
1	Señalética de seguridad	20,00	20,00
1	Mano de obra	1035,00	1035,00
1	Imprevistos	400,00	400,00
	TOTAL		3200,35

La reducción del costo del equipo se debió principalmente a que se trabajó con mano de obra calificada propia de la zona que construyen este tipo de maquinaria con fines didácticos y no de lucro únicamente fundamentados en convenios de cooperación técnica entre la ESPOCH y el Colegio Cisneros. Sin embargo pese a este prototipo tener un costo bajo al realizar las comparaciones de los resultados con otros equipos similares (ANCE), se puede validar la tecnología creada ya que los resultados son muy similares sin existir en varios parámetros diferencias estadísticas, por lo tanto se abaratan los costos por análisis ya que en el laboratorio de ANCE, el valor promedio de cada uno de los resultados está bordeando los 8 a 12 dólares por muestra, y al disponer en la Facultad de

Ciencias Pecuarias de este equipo los estudiantes, señores investigadores, y otros; podrán evitar estos rubros.

Por lo tanto resulta totalmente rentable la incursión en este tipo de actividades industriales ya que se proporcionará un ahorro de tiempo y dinero a los usuarios del Laboratorio, además es necesario recordar que los equipos normalmente son importados de Alemania, Italia, Inglaterra, entre otros y su costo tanto por la marca del equipo como por los impuestos llega a costar por lo menos 3 veces más por lo tanto la construcción del equipo de medición física resulta rentable e innovador ya que en las curtiembres se requiere realizar controles de calidad tanto físicos como sensoriales para validar la calidad del cuero. Los costos ocasionados por el factor eléctrico se describen en el (cuadro 13).

Cuadro 13. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN SISTEMA ELÉCTRICO.

Cantidad	Código/De Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1	Conductor eléctrico	6,90	6,90
1	Instalación eléctrica y programación de la maquina	140,00	140,00
1	Instalación eléctrica en el laboratorio	360,00	360,00
Subtotal			506,90
Costo total			3707,25

## **V. CONCLUSIONES**

- En el mercado nacional no se elaboran prototipos mecánicos para la medición de las resistencias físicas del cuero por lo tanto fue necesario realizar una recopilación, selección, adaptación, diseño e implementación de mecanismos, sistemas y materiales para obtener mejores alternativa en la construcción e implementación de este tipo de equipos para la Facultad de Ciencias Pecuarias.
- Una vez realizados los cálculos y comparaciones con otros equipos (ANCE), se determinó que la eficiencia de la máquina fue del 82% en frote con fieltro seco y de 56% con fieltro húmedo; que resultan muy alentadores ya que se

trata de quipos de construcción nacional y manipulados por personal sin mayor capacitación en el área de control de calidad del cuero que resulta muy compleja, ya que es necesario evitar todo tipo de errores.

- Al realizar el análisis de las resistencias físicas y pruebas sensoriales del cuero se aprecia que de acuerdo al estadístico t student no existieron diferencias estadísticas en lo que tiene que ver con el calibre, resistencia al frote en seco, adherencia y poder de cobertura del cuero; sin embargo, para la resistencia al frote en húmedo si existieron diferencias entre los resultados de los dos laboratorios comparados (ANCE vs ESPOCH), determinándose por lo tanto que la calibración del equipo fue aceptable.
- La evaluación económica de la construcción e implementación de un prototipo mecánico, arrojaron resultados económicos positivos ya que el costo de construcción incluida la parte mecánica y eléctrica fue bajo en relación al costo de equipos similares pero de procedencia extranjera validando de esta manera la mano de obra calificada de nuestro país que puede fácilmente competir con sistemas más avanzados de construcción.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos se derivan las siguientes recomendaciones

- Es necesario que se tenga mucho cuidado desde el momento del encendido del prototipo mecánico para evitar primeramente errores de cálculo que influirán sobre la veracidad de la calidad del cuero.
- Antes de efectuar el procedimiento de determinación de la resistencia al frote en seco será necesario empaparse de los manuales de operación y mantenimiento del equipo para saber cada uno de los factores necesarios para realizar una buena lectura y operacionalidad del prototipo mecánico.

- Se debe cumplir con un mantenimiento periódico del prototipo mecánico, así se asegura la vida útil de los sistemas que la componen. Igualmente se debe efectuar un chequeo periódico de juntas, uniones y conexiones tanto mecánicas como eléctricas.
- Divulgar los resultados de la presente investigación hacia diversos sectores como pueden ser empresas curtidoras, grandes pequeños y medianos artesanos industriales para permitir que repliquen este tipo de equipos y prescindan de la importación de prototipos similares pero a precios mucho más caros.
- Incursionar en proyectos de construcción de prototipos mecánicos para la medición de la resistencia al frote en seco del cuero en forma industrial, proporcionando a los futuros profesionales y orientarse en proyectos relacionados a este sector productivo en pro del desarrollo de nuestro país y la generación de fuentes de trabajo.
- Aplicar las normas de seguridad industrial y buenas prácticas de manufactura en el interior del laboratorio para evitar posibles accidentes que atenten con la seguridad de las personas que frecuentan dichas instalaciones.

## **VII. LITERATURA CITADA**

1. ADZET J.2005. Química Técnica de Tenerife. España. 1a ed. Igualada, España. Edit. Romanya-Valls. pp. 109,198 – 205.
2. ARTIGAS, M. 1987. Manual de Curtiembre. Avances en la curtición de pieles. 2a ed. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana. pp. 14, 16, 20-22.
3. ANEIROS, M. 2005. “Problemas de Diseño de elementos de maquinarias” 3a ed. Chihuahua, Mexico. Edit. Pueblo. pp. 201-208
4. BACARDITT, A. 2004. Procesos de curtidos. 2a ed. Catalunya, España. Edit. CETI. pp. 3, 5, 45, 49,80.

5. BUXADE, C. 2004. Técnicas Especiales de Curtido. 2a ed. México, México D.F. Edit. LACE. pp. 15, 25, 32.
6. CASA QUÍMICA BAYER. 2007. Curtir, teñir, acabar. 1a ed. Munich, Alemania. Edit. BAYER. pp. 11 – 110.
7. CÓRDOVA, R. 2009. Industria del proceso químico. 2a ed. Madrid, España. Edit. Dossat, S.A. pp. 42 – 53.
8. CORDERO B. 2010. Tecnología de la Curtición. 1a Ed. Cuenca, Ecuador. Sin editorial. Primer tomo. pp 28-29, 30-42.
9. COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos. pp. 23 - 32.
10. ECUADOR. ESTACIÓN AGROMETEREOLÓGICA DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES. ESPOCH. Registros meteorológicos.
11. ESPAÑA. ESPAÑA, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN DEL CUERO. 2002. Norma técnica IUP 6. Resistencia a la tensión.
12. ESPAÑA. ESPAÑA, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN DEL CUERO. 2002. Norma técnica IUP 9. Porcentaje de elongación.
13. FRANKEL, A. 2009. Manual de Tecnología del Cuero. 2da ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 112 -148.
14. FONT, J. 2001. Análisis y ensayos en la industria del cuero. 2a ed. Igualada, España. Edit. CETI. pp. 12-18, 40-49, 52-58.
15. GRATACOS, E. 2002. Tecnología Química del Cuero. 1a ed. Portavella, España. Edit Boleda Lluch. pp. 38-42.
16. GRAVES R. 2008. La materia prima y su conservación. 2 a. ed. se. Igualada, España. sl. pp. 25-28.

17. GROZZA, G. 2007. Curtición de Cueros y Pieles Manual práctico del curtidor. Gius. 1a ed. Barcelona, España. .EditSintes. S.A. pp 126-129.
18. HERFELD, H. 2004. Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero. 2a ed. Rusia, Moscú Edit. Chemits. pp 157 – 173.
19. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de pieles. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 10 – 56.
20. HIDALGO, L. 2015. Escala de calificación sensorial para cueros caprinos. Riobamba, Ecuador. Edit ESPOCH. p 1.
21. <http://www.aqeic.org>. 2014. Artigas, M. Equipos de medición de las resistencias físicas del cuero.
22. <http://www.neutralizado.com>. 2014. Vargas, L. Adherencia del acabado del cuero.
23. <http://www.flujograma/recurtido2.htm>. 2014 Font, J. Calidad del cuero caprino.
24. <http://www.aqeic.es>. 2014. Segundo, A. Como determinar la resistencia al frote seco de los cueros.
25. [http://www.cueronet.com/terminacion/acabados\\_clasificacion2.htm](http://www.cueronet.com/terminacion/acabados_clasificacion2.htm). 2014. Vargas, L. Acabado del cuero.
26. <http://www.gemini.udistrital.com>. 2014. Jimenez, L. Deficiencias calidad del cuero.
27. <https://wwwupcommons.upc.edu>. 2014. Labastida, M. Normativas de calidad del cuero caprino IUP 450.
28. <http://www.aqeic.org>. 2014. Sarabia, M. La determinación de las resistencias físicas del cuero.
29. <http://www.edym.net>. 2015. Mendoza, A. Características de los quipos para la medición de la resistencia del cuero.

30. <http://www.cueronet.terminacion.com>. 2015. Pomaquero. P. Aplicación de las capas de acabado y su finalidad.
31. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1. a ed. Igualada, España. Edit. EUETII. pp. 13 – 24, 56, 72.
32. LULTCS, W. 2003. Physical Testing Commission. sn. Belmont, Estados Unidos. Edit. Leather Techno Chem. pp. 5- 23.
33. MORERA, J. 2000. Química técnica de la curtición. 1a. ed. Igualada, España. Edit. CETI. pp. 233 – 255.
34. MONSALVE, Y. 2009. Estudio de Caracterización del Cuero. Santa Fe de Bogotá. Edit. SENA. pp. 84 -87.
35. RIVERO, A. 2001. Manual de Defectos en Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. CIATEG A.C. pp. 23 – 29.
36. SCHORLEMMER, P. 2002. Resistencia al frote del acabado del cuero. 2a ed. Asunción, Paraguay. Edit. Limusa. pp. 19 – 26.
37. SOLER, J. 2008. Procesos de Curtido I. 1a ed. Barcelona, España. Edit. CETI. pp. 12, 45, 97,98.
38. THORSTENSEN, E. 2002. El cuero y sus propiedades en la Industria. 3a ed. Múnich, Italia. Edit. Interamericana. pp. 325- 386.
39. YUSTE, N. 2002. Utilización de ligantes de partícula fina en el acabado de pieles finas. Barcelona, España. Edit Albatros. pp. 52 – 69.

**ANEXOS**

Anexo 1. Motor de la máquina.



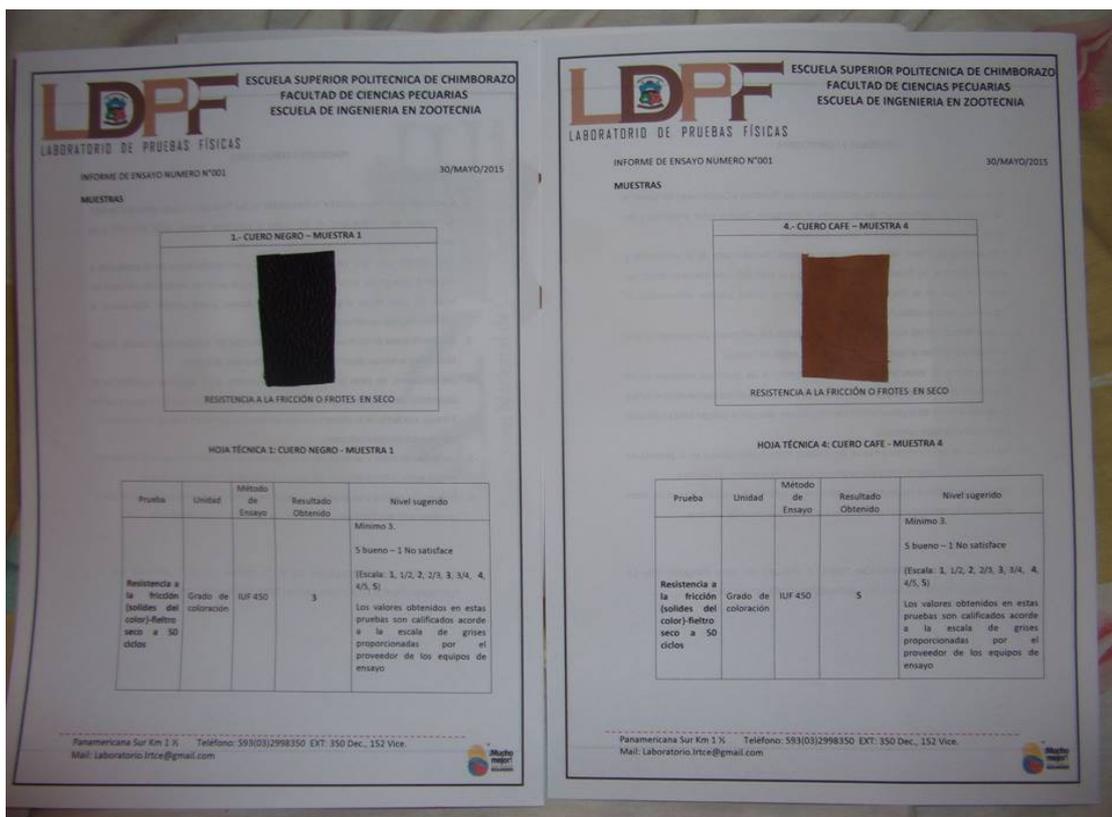
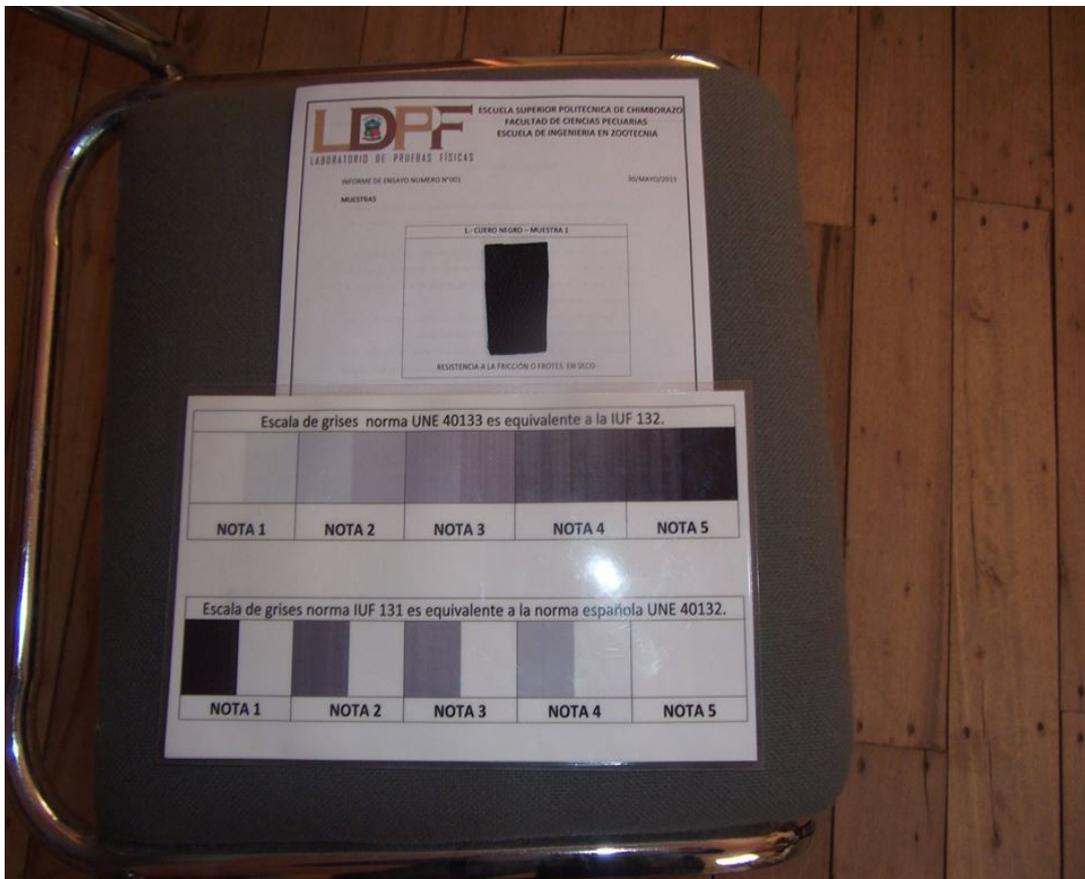
Anexo 2. Construcción del equipo.



Anexo 3. Toma de muestras.



Anexo 4. Resultados de las muestras.



Anexo 5. Comportamiento del calibre de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE).

A. Análisis de los resultados evaluados en el laboratorio de ANCE

MUESTRA	Calibre	Esperado	Obs - Espr
1	1,1	1,0	0,1
2	1,3	1,0	0,3
3	1,1	1,0	0,1
4	1,0	1,0	0,0
5	0,8	1,0	-0,2
6	0,7	1,0	-0,3
7	0,9	1,0	-0,1
8	1,0	1,0	0,0

B. Análisis de los resultados evaluados en el laboratorio de la ESPOCH

MUESTRA	Calibre (mm)	Esperado	Obs - Espr
1	1,2	1,1	0,1
2	1,4	1,1	0,3
3	1,2	1,1	0,1
4	1,1	1,1	0,0
5	0,9	1,1	-0,2
6	0,8	1,1	-0,3
7	1,0	1,1	-0,1
8	1,1	1,1	0,0

C. Análisis de la estadística

Media	0,99	1,09
Error típico	0,07	0,07
Mediana	1,00	1,10
Moda	1,10	1,20
Desviación estándar	0,19	0,19
Varianza de la muestra	0,04	0,04
Curtosis	(0,02)	(0,02)
Coficiente de asimetría	0,07	0,07
Rango	0,60	0,60
Mínimo	0,70	0,80
Máximo	1,30	1,40
Suma	7,90	8,70
Cuenta	8,00	8,00

#### D. Prueba de T-student

	ANCE	ESPOCH
Media	0,99	1,09
Varianza	0,04	0,04
Observaciones	8,00	8,00
Varianza agrupada	0,04	
Diferencia hipotética de las medias	-	
Grados de libertad	14,00	
Estadístico t	(1,06)	
P(T<=t) una cola	0,15	ns
Valor crítico de t (una cola)	1,76	
P(T<=t) dos colas	0,31	
Valor crítico de t (dos colas)	2,14	

Anexo 6. Comportamiento del frote en seco de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE).

A. Análisis de los resultados evaluados en el laboratorio de ANCE

MUESTRA	Frote en Seco	Esperado	Obs - Espr
1	3,0	4,0	-1,0
2	3,0	4,0	-1,0
3	3,0	4,0	-1,0
4	3,0	4,0	-1,0
5	5,0	4,0	1,0
6	5,0	4,0	1,0
7	5,0	4,0	1,0
8	5,0	4,0	1,0

B. Análisis de los resultados evaluados en el laboratorio de la ESPOCH

MUESTRA	Frote en Seco	Esperado	Obs - Espr
1	3,0	4,1	-1,1
2	3,0	4,1	-1,1
3	2,5	4,1	-1,6
4	5,0	4,1	0,9
5	5,0	4,1	0,9
6	4,5	4,1	0,4
7	4,5	4,1	0,4
8	5,0	4,1	0,9

C. Análisis de la estadística

Media	4,00	4,06
Error típico	0,38	0,37
Mediana	4,00	4,50
Moda	3,00	5,00
Desviación estándar	1,07	1,05
Varianza de la muestra	1,14	1,10
Curtosis	(2,80)	(1,83)
Coficiente de asimetría	-	(0,59)
Rango	2,00	2,50
Mínimo	3,00	2,50
Máximo	5,00	5,00
Suma	32,00	32,50
Cuenta	8,00	8,00

D. Prueba de T-student

	ANCE	ESPOCH
Media	4,00	4,06
Varianza	1,14	1,10
Observaciones	8,00	8,00
Varianza agrupada	1,12	
Diferencia hipotética de las medias	-	
Grados de libertad	14,00	
Estadístico t	(0,12)	
P(T<=t) una cola	0,45	ns
Valor crítico de t (una cola)	1,76	
P(T<=t) dos colas	0,91	
Valor crítico de t (dos colas)	2,14	

Anexo 7. Comportamiento del frote en húmedo de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE).

A. Análisis de los resultados evaluados en el laboratorio de ANCE

MUESTRA	Frote en húmedo	Esperado	Obs - Espr
1	1,0	2,0	-1,0
2	1,0	2,0	-1,0
3	1,0	2,0	-1,0

4	1,0	2,0	-1,0
5	3,0	2,0	1,0
6	3,0	2,0	1,0
7	3,0	2,0	1,0
8	3,0	2,0	1,0

#### B. Análisis de los resultados evaluados en el laboratorio de la ESPOCH

MUESTRA	Frote en húmedo	Esperado	Obs - Espr
1	2,0	2,8	-0,8
2	2,0	2,8	-0,8
3	2,5	2,8	-0,3
4	2,5	2,8	-0,3
5	3,0	2,8	0,3
6	3,0	2,8	0,3
7	3,5	2,8	0,8
8	3,5	2,8	0,8

#### C. Análisis de la estadística

Media	2,00	2,75
Error típico	0,38	0,21
Mediana	2,00	2,75
Moda	1,00	2,00
Desviación estándar	1,07	0,60
Varianza de la muestra	1,14	0,36
Curtosis	(2,80)	(1,46)
Coefficiente de asimetría	-	-
Rango	2,00	1,50
Mínimo	1,00	2,00
Máximo	3,00	3,50
Suma	16,00	22,00
Cuenta	8,00	8,00

#### D. Prueba de T-student

	ANCE	ESPOCH
Media	2,00	2,75
Varianza	1,14	0,36
Observaciones	8,00	8,00
Varianza agrupada	0,75	
Diferencia hipotética de las medias	-	
Grados de libertad	14,00	
Estadístico t	(1,73)	

P(T<=t) una cola	0,01	**
Valor crítico de t (una cola)	1,76	
P(T<=t) dos colas	0,11	
Valor crítico de t (dos colas)	2,14	

---

Anexo 8. Comportamiento de la adherencia de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE).

A. Análisis de los resultados evaluados en el laboratorio de ANCE.

MUESTRA	Adherencia	Esperado	Obs - Espr
1	3,0	3,8	-0,8
2	4,0	3,8	0,3
3	3,0	3,8	-0,8
4	4,0	3,8	0,3

5	3,0	3,8	-0,8
6	5,0	3,8	1,3
7	4,0	3,8	0,3
8	4,0	3,8	0,3

#### B. Análisis de los resultados evaluados en el laboratorio de la ESPOCH

MUESTRA	Adherencia	Esperado	Obs - Espr
1	3,0	3,9	-0,9
2	3,0	3,9	-0,9
3	4,0	3,9	0,1
4	3,0	3,9	-0,9
5	4,0	3,9	0,1
6	5,0	3,9	1,1
7	4,0	3,9	0,1
8	5,0	3,9	1,1

#### C. Análisis de la estadística

Media	3,8	3,9
Error típico	0,3	0,3
Mediana	4,0	4,0
Moda	4,0	3,0
Desviación estándar	0,7	0,8
Varianza de la muestra	0,5	0,7
Curtosis	-0,2	-1,4
Coficiente de asimetría	0,4	0,3
Rango	2,0	2,0
Mínimo	3,0	3,0
Máximo	5,0	5,0
Suma	30,0	31,0
Cuenta	8,0	8,0

#### D. Prueba de T-student

	ANCE	ESPOCH
Media	5	3,88
Varianza	0	0,70
Observaciones	0	8,00
Varianza agrupada	0	-
Diferencia hipotética de las medias		-

Grados de libertad	0	14,0	
Estadístico t	)	(0,32	
P(T<=t) una cola	8	0,3	ns
Valor crítico de t (una cola)	6	1,7	
P(T<=t) dos colas	5	0,7	
Valor crítico de t (dos colas)	4	2,1	

---

Anexo 9. Comportamiento del poder de cobertura de los cueros caprinos evaluados en el laboratorio de control de calidad de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador, (ANCE).

A. Análisis de los resultados evaluados en el laboratorio de ANCE

MUESTRA	Poder de cobertura	Esperado	Obs - Espr
1	4,0	4,0	0,0
2	3,0	4,0	-1,0
3	3,0	4,0	-1,0
4	3,0	4,0	-1,0
5	4,0	4,0	0,0

6	5,0	4,0	1,0
7	5,0	4,0	1,0
8	5,0	4,0	1,0

#### B. Análisis de los resultados evaluados en el laboratorio de la ESPOCH

MUESTRA	Adherencia	Esperado	Obs - Espr
1	3,0	3,9	-0,9
2	2,0	3,9	-1,9
3	3,0	3,9	-0,9
4	4,0	3,9	0,1
5	5,0	3,9	1,1
6	5,0	3,9	1,1
7	4,0	3,9	0,1
8	5,0	3,9	1,1

#### C. Análisis de la estadística

Media	4,00	3,88
Error típico	0,33	0,40
Mediana	4,00	4,00
Moda	3,00	5,00
Desviación estándar	0,93	1,13
Varianza de la muestra	0,86	1,27
Curtosis	(2,10)	(0,99)
Coefficiente de asimetría	-	(0,49)
Rango	2,00	3,00
Mínimo	3,00	2,00
Máximo	5,00	5,00
Suma	32,00	31,00
Cuenta	8,00	8,00

#### D. Prueba de T-student

	ANCE	ESPOCH
Media	4,0	3,9
Varianza	0,9	1,3
Observaciones	8,0	8,0
Varianza agrupada	1,1	
Diferencia hipotética de las medias	0,0	
Grados de libertad	14,0	
Estadístico t	0,2	
P(T<=t) una cola	0,4	
Valor crítico de t (una cola)	1,8	
P(T<=t) dos colas	0,8	
Valor crítico de t (dos colas)	2,1	

