



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

Valorar la influencia del espesor en cueros Wet White en resultados de pruebas Dry Shrinkage para tablero automotriz

Trabajo terminal para obtener el grado:

Especialización en Curtido de Pieles

Presenta:

Q.F.B. Ricardo Romo Lucio

Asesor:

Ing. Walter Ronald Valeriano Acevey

León, Guanajuato, febrero 2023.



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

CIATEC

León, Guanajuato, a 27 de febrero de 2023.

Coordinación de Posgrados.
CIATEC, A.C.
PRESENTE.

El abajo firmante Asesor del alumno, **Ricardo Romo Lucio**, una vez leído y revisado el Trabajo Terminal titulado "*Valorar la influencia del espesor en cueros Wet White en resultados de pruebas Dry Shrinkage para tablero automotriz*" autorizo que dicho trabajo sea presentado e impreso por el alumno para aspirar al diploma de Especialización en Curtido de Pieles durante la defensa correspondiente.

Y para que así conste se firma la presente a los 27 días del mes de febrero del año 2023.

Ing. Walter Ronald Valeriano Acevey .



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

Resumen

En este trabajo se demostró que el espesor no influye directamente en resultados de pruebas Dry Shrinkage, se efectuó comparando dos clientes con cuero terminado libre de cromo tipo Nappa de color negro y mediante la caracterización del comportamiento de los cueros dentro de una cabina de condiciones controladas. Se observó que los principales factores que afectan que el cuero pierda su estabilidad dimensional son las etapas de curtido, RTE y secado, ya que el cliente 2 no disminuye tanto su área dimensional como lo hace el cliente 1.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por otorgarme la beca y financiar durante un año mi estadía en CIATEC y así concluir de manera satisfactoria el grado de especialidad en curtido de pieles. También, de manera personal, quiero agradecer a mi familia, mi esposa, mis compañeros y maestros por todo el apoyo que me brindaron y que sin ellos este logro no sería posible.



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

Índice

1.-Descripción del problema.....	4
2.-Marco teórico	5-6
3.-Antecedentes	7-8
4.-Objetivos	9
5.-Alcance	9
6.-Metodología	10-11
7.-Diseño experimental	11-12
8.-Preparación de muestras	12-22
Trazado zona oficial y acondicionamiento de cueros	12-14
Medición de espesor en los cueros	14
Preparación y corte de muestras.....	15
Metodología para cliente 1 Método AA-0565	15-18
Gráficas método 1	18-20
Metodología para cliente 2 Norma DBL 5310 No.21	20-21
Gráficas método 2	22
9.-Resultados	
Medición probetas Método 1 AA-0565	23-24
Gráfica comportamiento caracterización Método 1 AA-0565	25-26
Medición probetas Método 2 Norma DBL 5310 No.21	26-28
Gráfica comportamiento caracterización Método 2 Norma DBL 5310 No.21 ..	28-29
10.-Conclusiones.....	30
11.-Bibliografía	31



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

1.- Descripción del problema

La empresa donde se desarrolló el trabajo está enfocada a la industria automotriz, principalmente en la fabricación de tapicería para interiores, su alcance es desde cuero en verde salado hasta la costura de piezas, este trabajo se centrará en cueros que ya cumplieron el proceso de acabado en seco.

La empresa se ubica en León, Gto y cuenta con una producción aproximada de 20,000 - 30,000 cueros completos semanales, que se distribuyen a varios clientes.

La materia prima con la que se trabaja es de 2 tipos: wet blue y wet White, aproximadamente 75% y el 25% respectivamente en el año 2021.

El año 2021 se produjeron cerca de 657,197 cueros para el cliente 1, de los cuales aproximadamente el 9.86% es un artículo libre de cromo, de los cuales el 30% de los lotes ha sido rechazado y condicionado por la prueba *Dry Shrinkage* lo cual ha presentado problemas internos y en campo en paneles de cuero montados en los tableros de los autos. En el mismo año 2021 para el cliente 2 se fabricaron alrededor de 133,274 cueros, de los cuales el 48.2% son artículos libres de cromo en el cual no se presenta problemas de reclamos por *Dry Shrinkage* por parte del cliente. Por lo tanto, este trabajo se centrará en el análisis de los factores como espesor y el método de prueba estipulado para cada cliente en pruebas *Dry Shrinkage*, comprobando su estabilidad dimensional mediante mediciones de hide size (tamaño de cuero) realizando pruebas de desempeño en cabina de simulación de condiciones ambientales controladas. (CTS)



Figura 1: Representación del problema *Dry Shrinkage* en un panel del tablero automotriz, tomado de internet.



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

2.- Marco Teórico

La transformación de la piel de un animal a cuero implica la realización de una serie de procesos físicos, químicos y mecánicos para lograrlo. En los cuales cada proceso tiene un objetivo específico para transformar la piel cruda en un material estable, bastante resistente a ataques externos y que llegará al cliente final dependiendo a qué tipo de artículo será destinado. Se divide en 4 grandes etapas. (Morera, 2002, p.1)

Las primeras operaciones se le conoce como Ribera u Operaciones en húmedo ya que implica usar mucha agua en los procesos, aquí se incluye los procesos como el remojo, pelambre, calero, desencalado, rendido, desengrase y piquel, dentro de estos procesos se encuentran operaciones mecánicas como el descarnado y el dividido. (Morera, 2002, p.2)

La etapa de curtido aún se considera como operación en húmedo y su finalidad es la estabilización de la proteína frente a la descomposición bacteriana y a los agentes externos, se logra mediante la reacción de productos polifuncionales de peso molecular de peso medio con más de una molécula de colágeno y formar complejos estables. Los curtientes más utilizados son el cromo y el aluminio porque son más baratos, más fáciles de usar y pueden llegar a formar enlaces estables con el grupo carboxilo $-COOH$ de las fibras del cuero (Soler, 2005, p.69)

Existen variedades de curtidos orgánicos e inorgánicos, materiales que pueden reaccionar con diferentes moléculas de colágenos en la piel. Entre ellos, el curtido al cromo, el vegetal, aldehídos, otros metales, fosfonio, etc. Los diferentes tipos de curtido producen características distintivas en el cuero final. (Covington, 2009, p.384)

La siguiente etapa es el acabado en húmedo o RTE (Recurtido, Teñido y Engrase), en esta etapa se sigue utilizando agua donde los productos químicos dentro de los tambores ingresan a los cueros utilizando el agua como vehículo, estos procesos se le da al cuero características específicas que con el curtido no se logra, un color, suavidad y tacto. Se utilizan productos aniónicos (después del neutralizado como extractos vegetales, sintéticos de sustitución y algunas resinas acrílicas) y productos catiónicos (antes del neutralizado como sales metálicas y resinas catiónicas) añadidos en las siguientes secuencias: Recurtientes- colorantes- grasas- ácido fórmico u otra opción es colorantes- grasas- recurtientes- ácido fórmico son algunas de las más empleadas y su orden de adición dependerá del artículo final. (Soler, 2005, pp. 128-139)



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

La última etapa es el acabado en seco del cuero, es un conjunto de operaciones que se realizan después del recurtido, teñido, engrase y secado, tiene como objetivo incrementar la protección frente a la humedad y suciedad, además de mejorar el aspecto de la piel cubriendo ciertos defectos, así como aumentar las resistencias y solidesces exigidas para cada artículo. Consiste en la aplicación sobre la superficie del cuero con una mezcla de sustancias químicas que cuando se seca forma una película otorgando características como color, tacto, uniformidad, solidez, elasticidad, transparencia, etc. (Bacardit & Ollé, 2000, pp. 3-4).

Para este trabajo terminal la etapa crucial es la del curtido, por lo que el curtido le confiere al cuero la resistencia a la putrefacción y a la contracción cuando es sometido al calentamiento (hervido y/o Dry Shrinkage). La eficiencia del curtido se determina con respecto a la estabilidad térmica y la homogeneidad de las interacciones que estabilizan al colágeno-curtiente y este complejo se ve determinado por el tipo de curtiente. (Carçote, et al, 2016, p. 1255).

Se ha requerido la determinación de la resistencia Dry Shrinkage en las pruebas de tapicería de cuero para automóviles, porque el calor y la humedad en el interior de los automóviles pueden tener un efecto particularmente negativo en el cuero. El interior de un coche moderno puede estar expuesto a más de 100°C si está estacionado en la luz del sol, en el otro extremo, la temperatura puede caer por debajo de -10 ° C, por lo que el cuero destinado a su uso como tapicería de automóviles se somete a un régimen de pruebas más riguroso que cualquier otro tipo de cuero ya que se considera como un artículo “de lujo”. (Leather International, 2003)

El cuero como material de alta tecnología para interiores de automóviles es necesario cumplir con estándares de calidad excepcionalmente altos. Se espera que el cuero sea un producto duradero capaz de soportar la exposición a temperaturas extremas y variables, luz, humedad y condiciones de carga mecánica durante muchos años, haciendo honor a su reputación como un material duradero de alta calidad. Sin embargo, uno de los aspectos más difíciles es predecir la durabilidad de un material inmediatamente después de haber sido fabricado por lo que el cuero es sometido a métodos de prueba para determinar las propiedades de envejecimiento acelerado donde los principales problemas son el cambio de color y la contracción, especialmente cuando se usa cuero para paneles de instrumentos y consolas donde es posible alcanzar más de 100 °C. El cuero puede volverse frágil o quebradizo y, peor aún, todo el componente puede ser destruido debido a la interacción del calor y la humedad atmosférica (Leather International, 2001)



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

La prueba Dry Shrinkage se basa en la determinación del % de encogimiento de cueros terminados, las probetas son sometidas a ciclos hidrotérmicos por tiempos prolongados, variando las condiciones de % Humedad Relativa y Temperatura. Esta prueba tiene gran importancia en cueros Wet White ya que el cuero pierde o no, su estabilidad dimensional.

El fundamento de la prueba se basa en la ruptura de puentes de Hidrógeno y otros enlaces débiles por el efecto de la temperatura, la humedad ayuda a que regeneren en cierta manera estos enlaces y el cuero está en constante contracción y expansión dimensional. (Çolak & Kaygusuz, 2020, pp.124-131).

Como se mencionó las etapas críticas que afectan la prueba Dry Shrinkage es el curtido, el RTE y el secado de los cueros. Tanto para el cliente 1 y el cliente 2 se lleva el mismo proceso de RTE y secado que consiste en lo siguiente: Se toma el cuero Wet White se pasa por la operación de escurrido y desvenado, wet stretch y se pasa por el túnel de secado TAIC, después del secado obteniendo el cuero en crust es sometido a operaciones mecánicas como aflojado, desempolvar y flama y empieza la etapa de acabado en seco con un profundo pigmentado, fondo, hybridcoat y top, la única diferencia es que el cliente 2 lleva un proceso extra de colgador aéreo.

3.- Antecedentes:

Actualmente la técnica Dry Shrinkage no se encuentra mucha información sobre el desarrollo o historia del método en la literatura, existe más información de la metodología de la temperatura de contracción ya que es más usada en la industria debido a que es un parámetro para la entrada de materia prima, en especial el cuero Wet White.

La temperatura de contracción (denominada T_s) es uno de los parámetros más importantes en la caracterización de la Estabilidad térmica del cuero. es la temperatura a que la muestra de cuero comienza a encogerse en agua u otro medio de calefacción. Es un método rápido y preciso la determinación de T_s y es de gran importancia para el proceso de producción de cuero a escalas industriales, así como la investigación profunda de los profesionales. (Duo Ning et al, 2011, p. 221)

Hay una serie de enfoques e instrumentos que han sido mejorados a lo largo del tiempo utilizado en la medición de la temperatura de contracción del cuero en el mundo. Los pioneros de esta técnica fueron A. B. Kipnis y Guo Li (1973) quienes diseñaron un registrador automático multipunto que muestra y mide la temperatura de contracción de cuero, su dispositivo puede eliminar errores de mediciones



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

causadas por errores humanos. En 1984, Qinglian Tang midió la temperatura de encogimiento de una piel al sumergir la muestra en agua y estirándolo horizontalmente con un resorte. En 1990, los Mäntysalo, desarrollaron una forma de medir 12 muestras simultáneamente, usando un ecualizador de temperatura que limita la fluctuación de temperatura de las muestras dentro de 1°C.

En 1993, Larsen y sus colaboradores midieron la estabilidad hidrotérmica del cuero (temperatura de encogimiento) por una técnica llamada técnica de micro mesa caliente. Este método es relativamente sencillo ya que solo es visual a micro-escala pero nos da información relevante de la fuerza física y estado de deterioro del material. Su método se basa en como el agua caliente deforma y desestabiliza las fibras del colágeno

En 2011, Ning Duo y colaboradores desarrollaron un método para medir la temperatura de contracción del cuero en tiempo real con precisión de datos y seguridad ambiental, el método ha sido implementado y produce resultados satisfactorios. Su enfoque se distingue en 3 aspectos principales. En primer lugar, se basa en el no contacto. tecnología de inspección de desplazamiento usando un sensor Hall. Esto le permite capturar con precisión y bloquea instantáneamente el momento de la deformación térmica del cuero, realizando la medición en tiempo real y visualización de la temperatura de contracción. En segundo lugar, desarrollaron un chip único sistema de hardware de microcomputadora (SCM) y una PC con un sistema de software. Que ayuda a la recolección de datos en tiempo real, almacenamiento y procesando los datos. Por último, diseñaron un dispositivo de muestreo estándar, un marco de medición y un control de temperatura de calefacción sistema de fácil implementación.

En 2019 Morera y sus colaboradores presentaron un artículo titulado “Un nuevo sistema de medición de la temperatura de encogimiento en cuero” durante la edición 25 del congreso de la IULTCS donde explican lo siguiente. Una característica del cuero es que si se calienta gradualmente en solución acuosa alcanza una temperatura en la que se produce un encogimiento súbito e irreversible. Este fenómeno está relacionado con la desnaturalización de la proteína colágeno que conforma la piel y se conoce como encogimiento del cuero. En concreto, los enlaces internos se rompen provocando un acortamiento de la piel que puede llegar a ser hasta un 35% de su longitud original. Por ello, uno de los métodos más utilizados para comprobar la calidad del proceso de curtido del cuero es la determinación de la temperatura de contracción según la norma ISO 3380:2015. Este método mide la contracción del cuero al aumentar constantemente la temperatura de la muestra. La temperatura de contracción corresponde a la temperatura cuando la muestra se



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

contrae repentinamente. El valor de esta temperatura indica el grado de estabilidad del colágeno y por tanto, cuanto más alta, la piel tendrá mejor calidad y resistencia. El proceso de encogimiento del cuero se puede dividir en diferentes etapas. Varios autores discriminan la temperatura A1 (cuando la primera fibra comienza a encogerse), la temperatura C (cuando hay un encogimiento masivo) y finalmente la temperatura A2 (cuando las últimas fibras se contraen individualmente). El método que describe la norma ISO 3380:2015 utiliza un dispositivo donde la determinación de la temperatura de contracción es realizada de forma visual por el técnico de laboratorio. En consecuencia, el método tiende a ser impreciso y subjetivo. También se debe notar que el dispositivo propuesto por la norma no permite la diferenciación entre las diferentes etapas del proceso de contracción. Existen otros métodos para determinar la temperatura de contracción del cuero, como la calorimetría diferencial de barrido, la mesa caliente microscópica, el análisis termogravimétrico, el análisis térmico diferencial y el análisis termomecánico. Todos estos métodos involucran dispositivos complejos y solo son adecuados para personal especializado. En este trabajo se desarrolló un nuevo dispositivo para medir con precisión la temperatura de encogimiento del cuero y distinguir las diferentes etapas de contracción. Además, el dispositivo propuesto es simple, fácil de usar y económico, lo que facilita su uso en cualquier industria. El sistema desarrollado consiste básicamente en una celda de carga para medir la resistencia que produce el encogimiento del cuero. Con los datos registrados durante la prueba se construye un gráfico de fuerza versus temperatura. Mediante su interpretación se pueden determinar las diferentes etapas de contracción. Ellos propusieron diferentes análisis matemáticos de los datos registrados para determinar las temperaturas de las etapas de contracción, logrando así un alto grado de certeza y repetibilidad. En conclusión, Morera y sus colaboradores desarrollaron un nuevo dispositivo, simple y económico, para medir con precisión la temperatura de contracción del cuero y distinguir las diferentes etapas de contracción.

4.- Objetivos

Objetivos generales

Determinar si los factores como espesor, metodología para cada cliente y el cuero terminado (diferente proveedor, lleva su proceso de RTE y acabado en seco diferente, por lo que sus especificaciones son distintas) afectan el % Dry Shrinkage en cuero libre de cromo mediante una caracterización del comportamiento del cuero terminado dentro de una cabina con condiciones controladas

Objetivos particulares

- 1.- Seguir los métodos y/o normas estandarizadas para realizar las pruebas Dry Shrinkage para cliente 1 y cliente 2 y observar si hay diferencias significativas en las pruebas mediante un diseño de experimentos.
- 2.- Establecer en que ciclo de la prueba Dry Shrinkage el cuero es aceptado o rechazado de acuerdo a la especificación del método y/o norma utilizada para cada Cliente. Y caracterizar su comportamiento.
3. Valorar si los espesores en cueros Wet White influyen en los resultados de pruebas Dry Shrinkage.

5.- Alcance

Se partirán de cueros libres de cromo terminados tipo Nappa de color negro para ambos Clientes. Se realizaran pruebas de Dry Shrinkage para cada cuero wet White del Cliente 1 y del Cliente 2 utilizando métodos y/o normas de cada uno, por duplicado y en pruebas cruzadas realizando la medición ciclo por ciclo y sus ciclos completos para determinar si el espesor, metodología y el cuero en sí influye en los resultados Dry Shrinkage.

6.- Metodología

1. Estado del arte pruebas *Dry Shrinkage*
2. Descripción y especificaciones cueros libres de cromo

Cliente	Espesor 1.6-1.8 mm	Temp de Encogimiento > 68 °C	Humedad 50-60%	pH 4- 5.6	Cont de cenizas < 9%	Cont de Cromo < 1%	Sustancias restringidas	Conservación < 3 meses
Cliente 1	1.6-1.8 mm	76°C	56.4%	5.42	1.5%	No detectado	Cumple	Cumple
Cliente 2	1.6-1.7 mm	73°C	59.2%	5.55	1.4%	No detectado	Cumple	Cumple

Tabla 1: Especificaciones para la compra de materia prima cuero Wet White



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

3. Determinar métodos y/o normas a seguir y descripción del equipo: Para el cliente 1 se utilizó el método AA-0565 y para el cliente 2 la norma DBL 5310 No. 21 "Leather for interior equipment punto 8.7)



La cabina CTS tiene como función proporcionar condiciones controladas de temperatura y humedad, en los cuales muestras de piel terminada son sometidas a condiciones extremas cotidianas, simuladas por este equipo.

El lugar donde está instalado debe encontrarse entre los 15-30°C de temperatura y un intervalo de humedad relativa del 20-75%

El equipo necesita un suministro de agua desmineralizada con una conductividad máxima de 10 μ S/cm y un pH entre 6 a 7

Figura 2: Cabina de condiciones controlada CTS

4. Determinar diseño de experimentos
5. Realizar muestreo de la zona oficial (de acuerdo con ISO 2418) Y acondicionamiento de las muestras de acuerdo con ISO 2419
6. Desarrollo experimental
7. Programación de probetas en cabina CTS
8. Análisis de resultados
9. Conclusiones



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

10. Presentación final

Plan de trabajo a seguir para el desarrollo del trabajo.

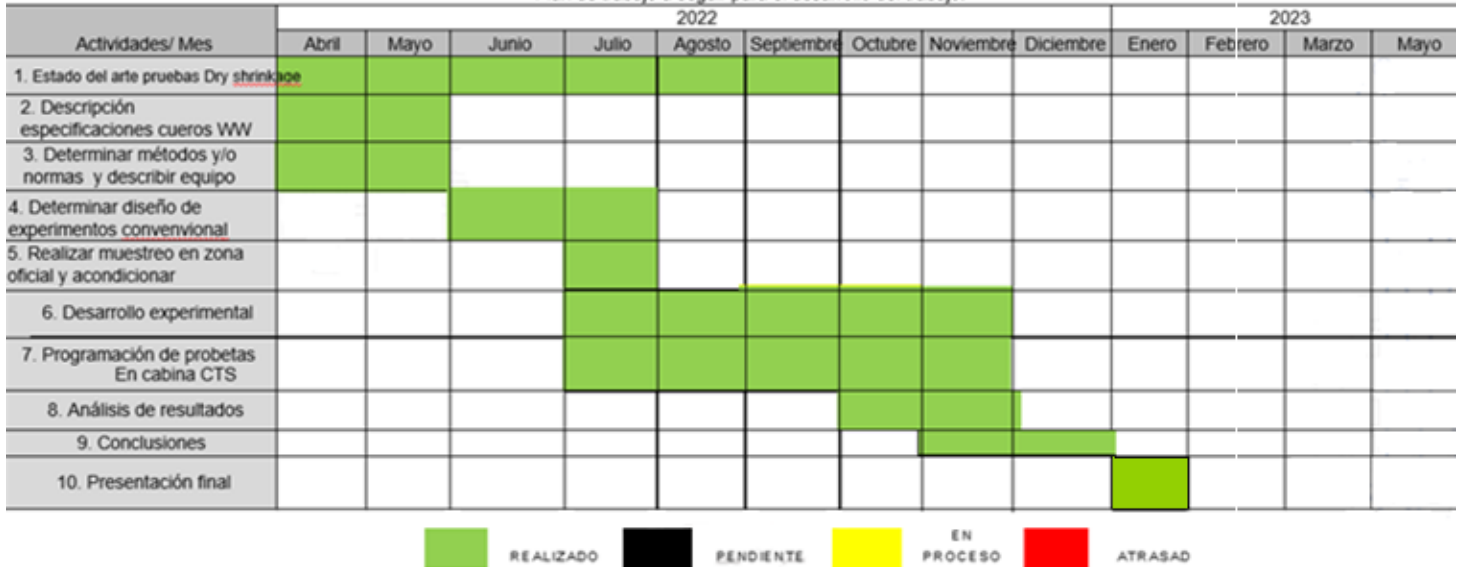


Figura 3: Plan de trabajo

7.- Diseño experimental

Se realizó un diseño de experimentos convencional, teniendo como variables los métodos oficiales para cada cliente y el espesor inferior y superior de acuerdo con la especificación de cada cliente, teniendo como variable de respuesta el encogimiento *Dry Shrinkage*.

Se realizaron 8 pruebas dividida en 2 partes, donde el primer parte se hizo con el método 1 del cliente 1 y la segunda parte con el método 2 del cliente 2. Las pruebas se realizaron ciclo por ciclo, por duplicado y el ciclo completo.

Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
Cuero 1 Espesor 1A	Cuero 1 Espesor 1B	Cuero 2 Espesor 2A	Cuero 2 Espesor 2B

Tabla 2: Diseño experimental parte 1, método 1 cliente 1



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

Prueba 5	Prueba 6	Prueba 7	Prueba 8
Cuero 1 Espesor 1A	Cuero 1 Espesor 1B	Cuero 2 Espesor 2 ^a	Cuero 2 Espesor 2B

Tabla 3: Diseño experimental parte 2, método 2 cliente 2

8.- Preparación de muestras

Acondicionamiento de Cueros y Trazado de Zona de Muestro Oficial de acuerdo con ISO 2418 y 2419

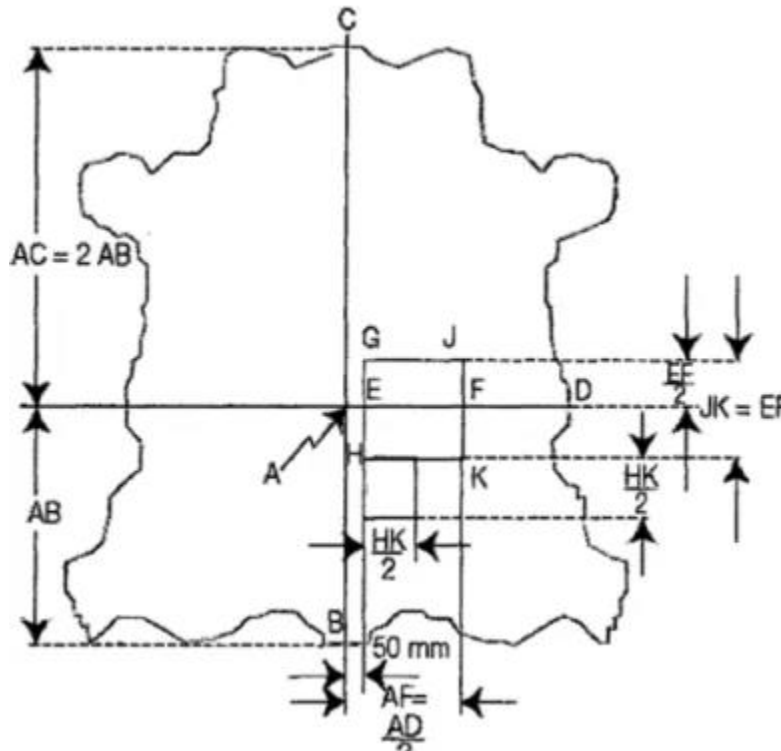


Figura 4: Lugar de muestreo zona oficial siguiendo norma ISO 2418

Los cueros enteros fueron acondicionados a $23^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $50\% \pm 5\%$ como lo indica la ISO 2419 por al menos 2 días



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

Los cueros se midieron para calcular la zona de muestreo oficial de acuerdo con la ISO 2418 como se muestra en las siguientes imágenes.



Figura 5: Cliente 1 Espesor 1A

Delgado 1.1-1.2 mm



Figura 6: Cliente 1 Espesor 1B

Grueso 1.3-1.4 mm

Grueso 1.3-1.4 mm



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC



Figura 7: Cliente 2 Espesor 2A
Delgado 0.95 -1.05 mm



Figura 8: Cliente 2 Espesor 2B
Grueso 1.15 -1.25 mm



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

Medición de espesor en los cueros



Figura 9: Medición de espesor en los cueros

Cliente 1	Cliente 2
Espesor 1A Delgado: 1.1-1.2 mm	Espesor 2A Delgado: 0.95-1.05 mm
Espesor 1B Grueso: 1.3-1.4 mm	Espesor 2B Grueso: 1.15-1.25 mm

Tabla 4: Tolerancia de espesores

Preparación y corte de probetas:



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

Se cortaron las muestras a un tamaño de 20x20 cm siguiendo las metodologías descritas para cada cliente.

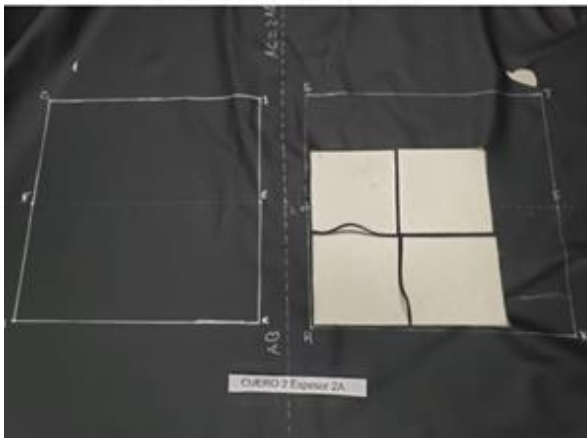


Figura 10: Corte de probetas mediante una suajadora de brazo hidráulico.

Metodología para cliente 1 Método AA-0565

Siguiendo el método oficial proporcionado por el cliente 1 las probetas deben medir 20cm x 20cm y se debe trazar una línea longitudinal y transversal por mi mitad y hacia el exterior del cuero, la muestra debe ser colocada sobre una placa de vidrio y con una inclinación de 10° sobre una felpa de PET de 6 mm de espesor y con el lado acabado hacia abajo sobre la placa, como se muestra en la siguiente imagen.



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

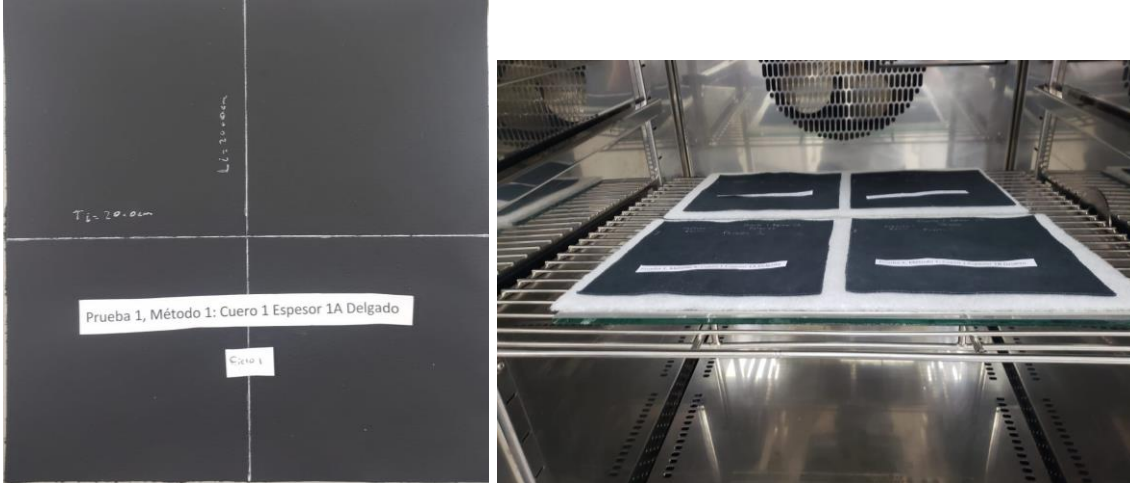


Figura 11: Medición inicial y colocación de probetas dentro de la cabina para el método 1



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

Ciclo 4	29	70	50	Long= 2.5 % Tans= 2.5%	< 3%	<u>Aceptado/</u> Rechazado	Hora inicio	17:55	04/08/2022
	31	120	0				Long= 19.5 cm = 2.5% Trans= 19.5 cm = 2.5%		
	120	120	0						
	20	70	50						
	40	15	95						
	120	15	95						
Ciclo 5	29	70	50	Long= 0 % Tans= 0.5%	< 3%	<u>Aceptado/</u> Rechazado	Hora inicio	12:05	05/08/2022
	31	120	0				Long= 20.0 cm = 0% Trans= 19.9 cm = 0.5%		
	120	120	0						
	20	70	50						
	40	15	95						
	120	15	95						
Ciclo 6	29	70	50	Long= 0.5 % Tans= 1%	< 3%	<u>Aceptado/</u> Rechazado	Hora inicio	05:58	05/08/2022
	31	120	0				Long= 19.9 cm = 0.5% Trans= 19.8 cm = 1%		
	120	120	0						
	20	70	50						
	40	15	95						
	120	15	95						
Ciclo 7	29	70	50	Long= 1.5 % Tans= 1%	< 3%	<u>Aceptado/</u> Rechazado	Hora inicio	12:02	05/08/2022
	31	120	0				Long= 19.7 cm = 1.5% Trans= 19.8 cm = 1%		
	120	120	0						
	20	70	50						
	40	15	95						
	120	15	95						
Ciclo 8	29	70	50	Long= 4.5 % Tans= 5%	< 3%	<u>Aceptado/</u> <u>Rechazado</u>	Hora inicio	18:21	05/08/2022
	31	120	0				Long= 19.1 cm = 4.5% Trans= 19.0 cm = 5%		
	120	120	0						
	20	70	50						
	40	15	95						
	120	15	95						
Rampa de término para retirar probeta	29	70	50				Hora Final	06:22	06/08/2022
	31	120	0						
	180	120	0						

Tabla 5: Ejemplo de registro de resultados y desglose condiciones ciclo por ciclo para el método 1

La cabina CTS grafica en tiempo real las condiciones de temperatura y humedad por cada ciclo, en el eje de las “x” se muestra la hora y fecha y en el eje de las “y” del lado izquierdo son las unidades para la humedad relativa que va desde 0% hasta 100% y del lado derecho es la escala en °C para temperatura donde la más baja es de 15°C y la más alta es de 120°C, como se muestra a continuación:



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

Programación Ciclos Método 1 de acuerdo al método AA-0565

	Tiempo (minutos)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%HR)
Rampa de Estabilización	0	23	50
	900	23	50
	29	70	50
	31	120	0
	120	120	0
	20	70	50
	40	15	95
	120	15	95
Ciclos hidrotérmicos	8X	8X	8X
	29	70	50
	31	120	0
	120	120	0
	20	70	50
	40	15	95
	120	10	95
	Ciclo Final	Ciclo Final	-
29		70	50
31		120	0
180		120	0

Tabla 6: Condiciones medioambientales programadas en la cabina CTS del Método 1 Cliente 1 de acuerdo con el método AA-0565



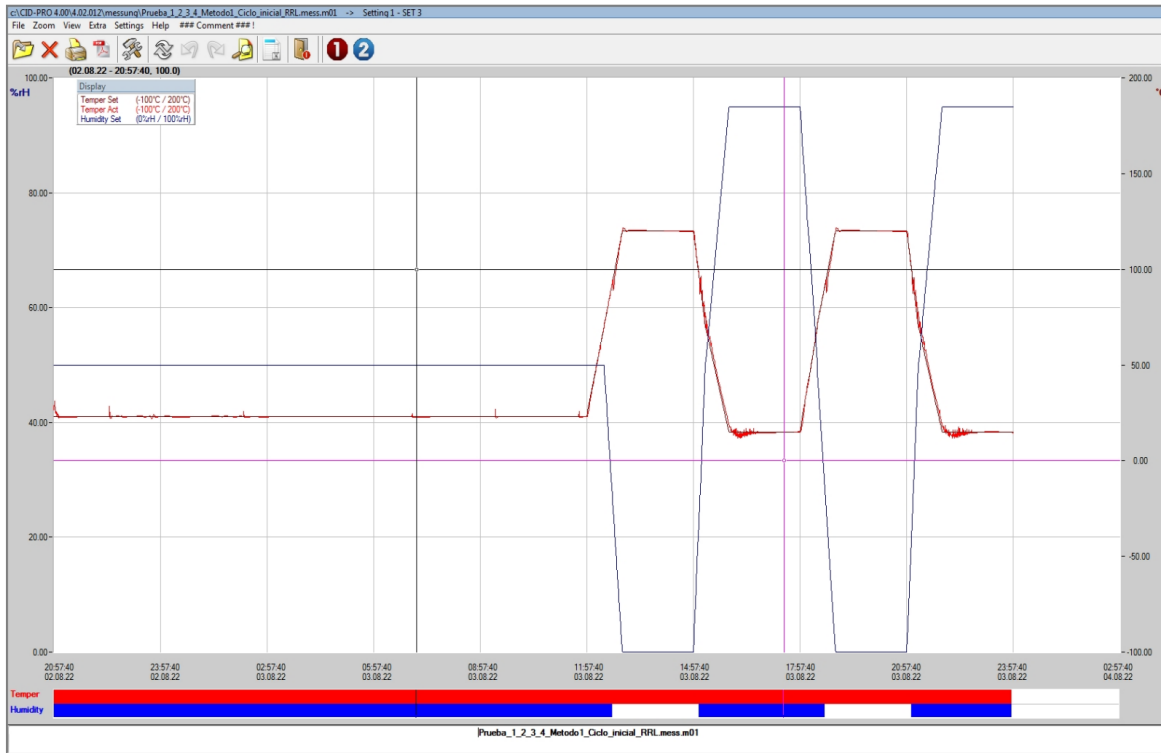
CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

Graphic: CID-Pro 4.02.014 Connect version 05/08/2022 12:25:15



c:\Users\test\Desktop\Pruebas encogimiento RRL\Prueba_1_2_3_4_Metodo1_Ciclo_inicial_RRL.mess.pdf

Page 1 / 1

CTS GmbH ▲ Lotzenacker 21 ▲ D-72379 Hechingen ▲ Deutschland ▲ Tel.: +49 (0) 74 71/98 50-0 ▲ Fax: +49 (0) 74 71/98 50-23 ▲ E-Mail: info@cts-umweltsimulation.de ▲ www.cts-umweltsimulation.de

Figura 12: Gráfica Rampa Estabilización + Ciclo 1, Cliente 1 de acuerdo con el método AA-0565



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

Graphic: CID-Pro 4.02.014 Connect version 05/08/2022 12:26:55



c:\Users\test\Desktop\Pruebas encogimiento RRL\Prueba_1_2_3_4_Metodo1_Ciclo_4_RRL.mess.pdf

Page 1 / 1

CTS GmbH ▲ Lotzenaecker 21 ▲ D-72379 Hechingen ▲ Deutschland ▲ Tel.: +49 (0) 74 71/98 50-0 ▲ Fax: +49 (0) 74 71/98 50-23 ▲ E-Mail: info@cts-umweltsimulation.de ▲ www.cts-umweltsimulation.de

Figura 13: Gráfica de un Ciclo, Cliente 1 de acuerdo con el método AA-0565



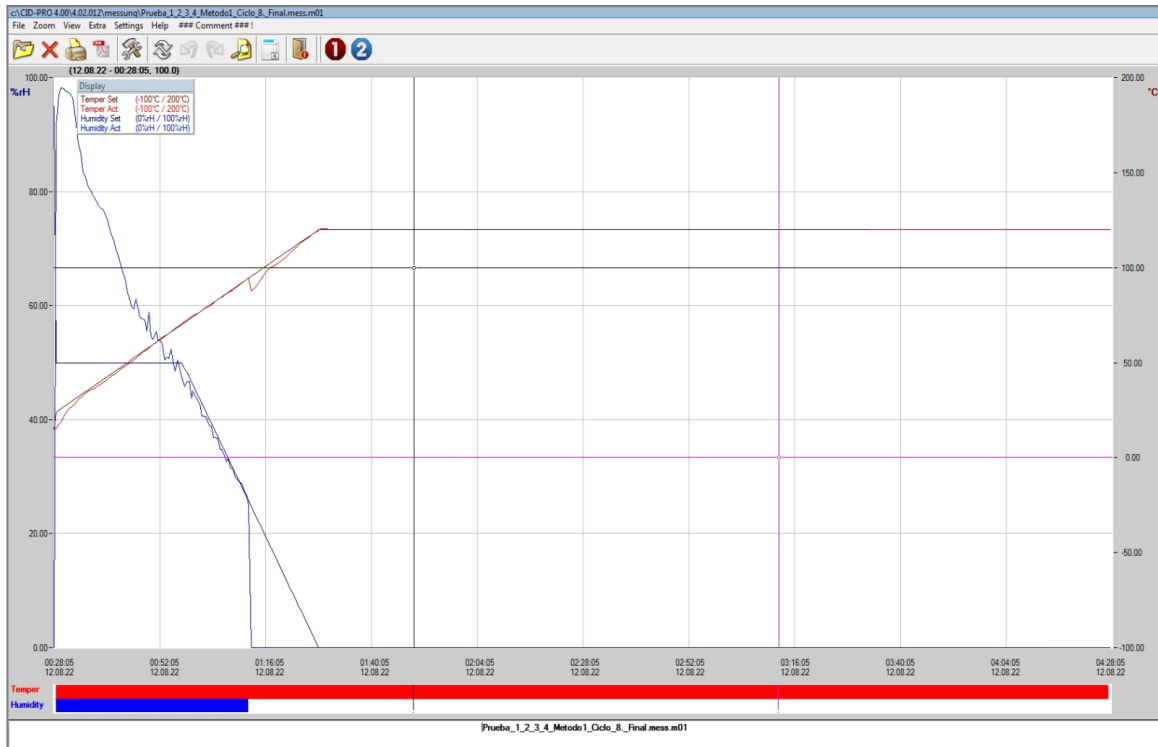
CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

Graphic: CID-Pro 4.02.014 Connect version 22/08/2022 15:08:16



w:\Laboratorio\1. Acabado\Pruebas encogimiento RRL\Prueba 1,2,3,4 M0todo 1 Duplicado\Prueba_1_2_3_4_Metodo1_Ciclo_8_Final.mess.pdf Page 1 / 1
 CTS GmbH ▲ Lotzенаecker 21 ▲ D-72379 Hechingen ▲ Deutschland ▲ Tel.: +49 (0) 74 71/98 50-0 ▲ Fax: +49 (0) 74 71/98 50-23 ▲ E-Mail: info@cts-umweltsimulation.de ▲ www.cts-umweltsimulation.de

Figura 14: Gráfica del Ciclo Final, Cliente 1 de acuerdo con el método AA-0565



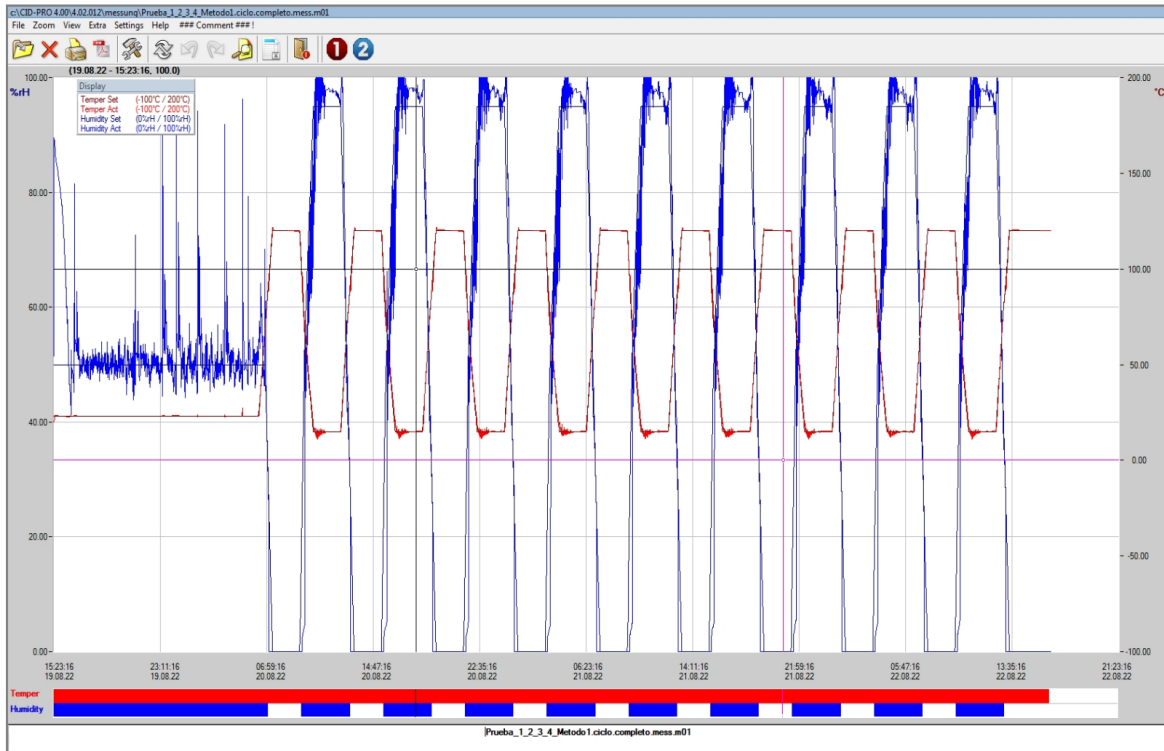
CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

Graphic: CID-Pro 4.02.014 Connect version 23/08/2022 15:37:06



w:\Laboratorio\1. Acabado\Pruebas encogimiento RRL\Prueba_1_2_3_4_Metodo1.ciclo.completo.mess.pdf

Page 1 / 1

Figura 15: Gráfica del Ciclo Completo, Método 1 de acuerdo con el método AA-0565

Metodología para cliente 2 bajo la norma Norma DBL 5310 No. 21 "Leather for interior equipment punto 8.7)

Siguiendo el método oficial proporcionado por el cliente 2 las probetas deben medir 25cm x 25cm o 20cm x 20cm y se debe trazar dos líneas longitudinales y 2 líneas transversales, la muestra debe ser colocada sobre una placa de vidrio con el lado acabado hacia abajo sobre la placa, como se muestra en la siguiente imagen.



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

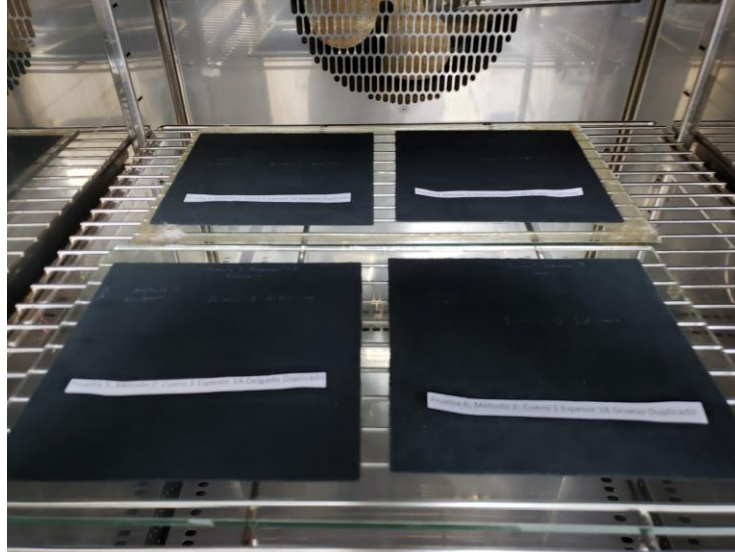


Figura 16: Medición inicial y colocación de probetas dentro de la cabina para el método 2

Siguiendo la norma oficial para el cliente 2 se programaron los ciclos hidrotérmicos y se registraron las fechas y horas cuando terminó cada ciclo para llevar mejor control con el comportamiento de las pruebas, como se describe a continuación:

Programación Ciclos Método 2 de acuerdo a la Norma DBL 5310 No. 21 "Leather for interior equipment punto 8.7)

	Tiempo (minutos)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%HR)	
Rampa de Estabilización	0	40	40	
	20	40	40	
	0	40	40	
Ciclos hidrotérmicos	180	120	10	
	120	120	10	
	80	40	40	
	60	10	92	
	240	10	92	
	60	40	40	
	10X	10X	10X	
	Rampa Estabilización entre cada ciclo y al final			-
	Rampa de Estabilización	0	40	40
		20	40	40

Tabla 7: Condiciones medioambientales programadas en la cabina CTS del Método 2 Cliente 2 de acuerdo con la Norma DBL 5310 No.21



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

De igual manera, la cabina graficó en tiempo real cada ciclo, su duplicado y el ciclo completo, interpretándose como ya se mencionó y obteniéndose las siguientes gráficas:

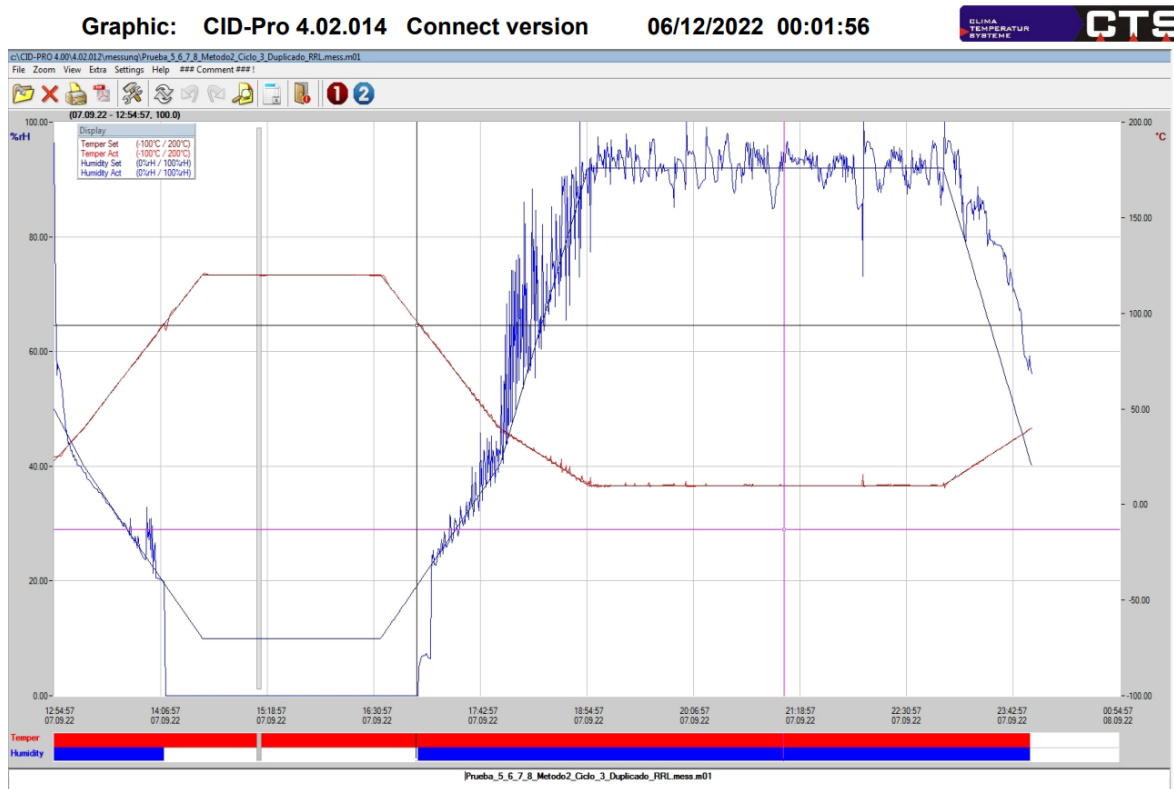


Figura 17: Gráfica de un Ciclo, Método 2 de acuerdo con norma DBL 5310 No.21

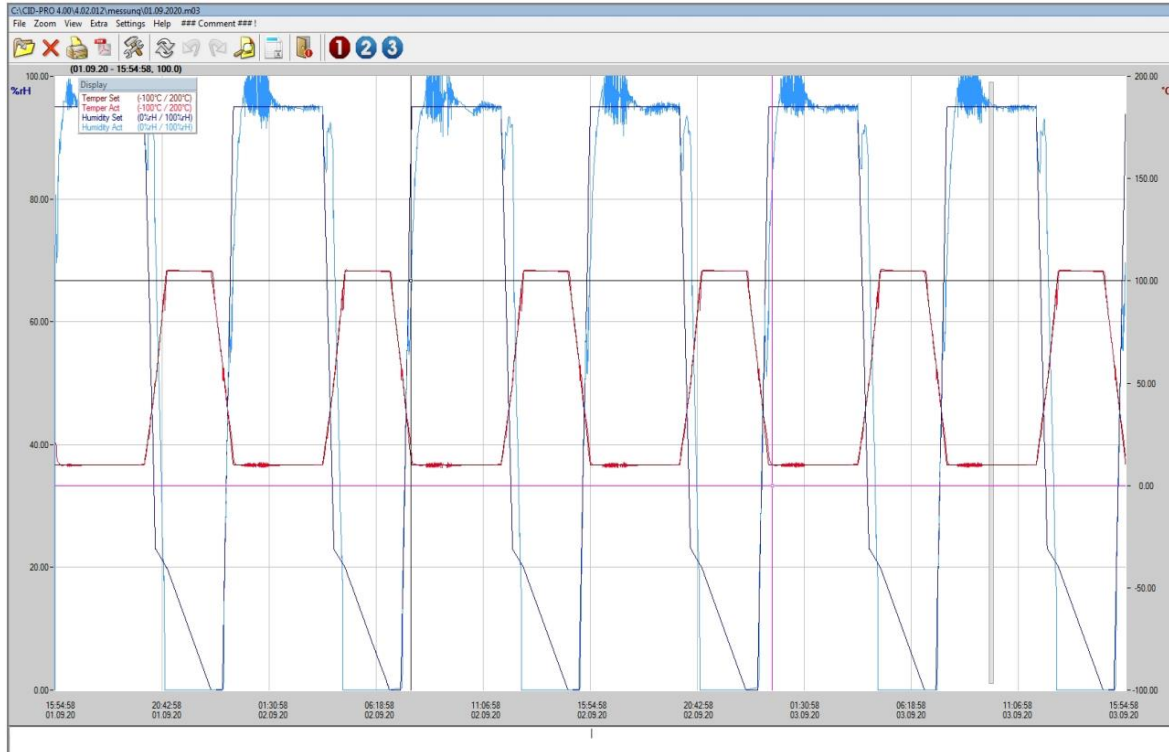


CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC



w:\Laboratorio\1. Acabado\5. Formatos y Foxit\Pruebas encogimiento RRL\Prueba 5,6,7,8 MØtodo 2\CICLO COMPLETO.pdf

Page 1 / 1

CTS GmbH ▲ Lotzenaecker 21 ▲ D-72379 Hechingen ▲ Deutschland ▲ Tel.: +49 (0) 74 71/98 50-0 ▲ Fax: +49 (0) 74 71/98 50-23 ▲ E-Mail: info@cts-umweltsimulation.de ▲ www.cts-umweltsimulation.de

Figura 18: Gráfica del Ciclo Completo, Método 2 de acuerdo con norma DBL 5310 No.21

9.- RESULTADOS

Como ya se mencionó en la parte de diseños de experimentos, las pruebas se dividieron en 2 partes, la parte 1 consiste en someter las probetas 1A, 1B, 2A Y 2B a la metodología del cliente 1, obteniendo resultados ciclo por ciclo, un duplicado y la programación del ciclo completo. La segunda parte consistió en igual manera correr probetas de los respectivos cueros, pero con la metodología del cliente 2, recolectando los resultados ciclo por ciclo, por duplicado y el ciclo completo.

Los resultados obtenidos ciclo por ciclo, se realizaba la medición de las muestras aproximadamente 5-10 minutos después de que acabara la prueba y las probetas eran regresadas a la cabina lo más rápido posible para que completaran su total de ciclos (para el método 1 son 8 ciclos y para el método 2 son 10 ciclos). Y para las



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



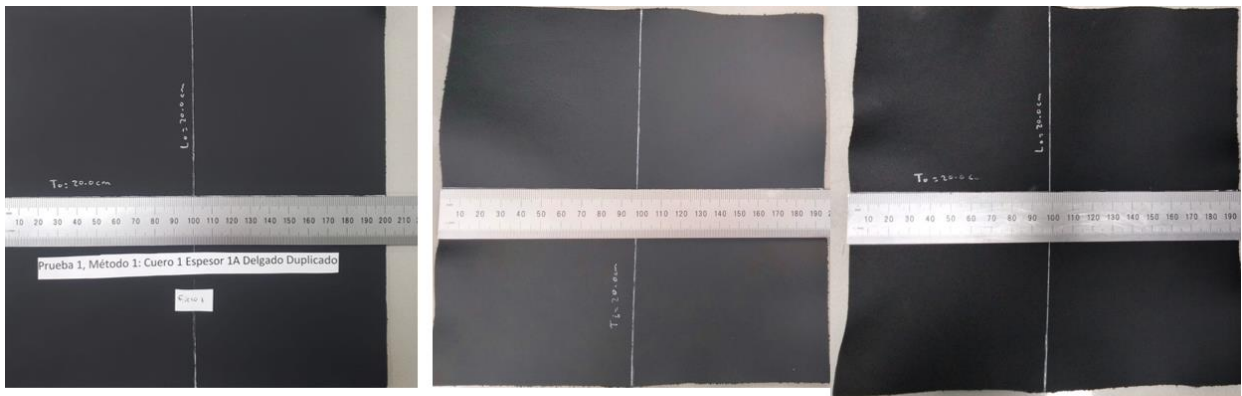
CIATEC

pruebas que eran de ciclo completo, se deja que la cabina complete todos los ciclos y solo se hace una medición hasta el final (ésta es la manera correcta de programar las pruebas, pero en este trabajo se realizó la medición de ciclo por ciclo para conocer el comportamiento de las muestras)

Resultados de la Primer Parte:

Las muestras del cliente 1 y del cliente 2 (delgado y grueso respectivamente) se denominó Prueba 1 (Cliente 1 Cuero 1A Delgado), Prueba 2 (Cliente 1 Cuero 1B Grueso), Prueba 3 (Cliente 2 Cuero 2A Delgado) y Prueba 4 (Cliente 2 Cuero 2B Grueso). Estas cuatro pruebas fueron programadas usando la metodología del cliente 1 y se obtuvieron los siguientes resultados en la estabilidad dimensional:

Resultados Ciclo por Ciclo Pruebas 1,2,4 y 4



Ciclo 1, Resultado Dry Shrinkage

Long=20.0 cm = 0%

Tans= 20.0 cm = 0%

Ciclo 2, Resultado Dry Shrinkage

Long=19.9 cm = 0.5%

Tans= 19.8 cm = 1%

Ciclo 3, Resultado Dry Shrinkage

Long=19.5 cm = 2.5%

Tans= 19.4 cm = 3%

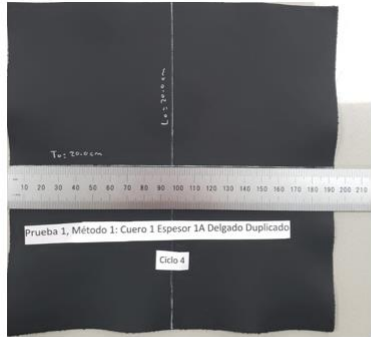


CONACYT

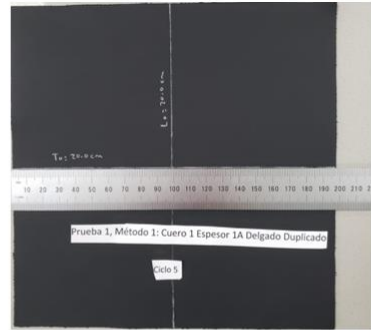
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



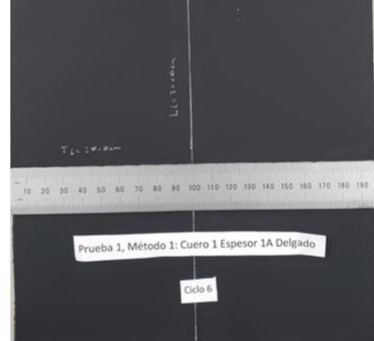
CIATEC



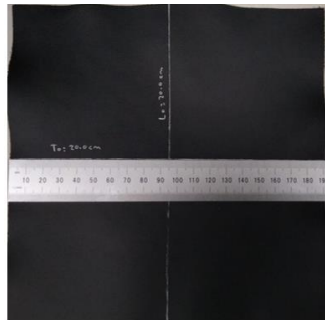
Ciclo 4, Resultado Dry Shrinkage
Long=19.5 cm = 2.5%
Tans= 19.4 cm = 3%



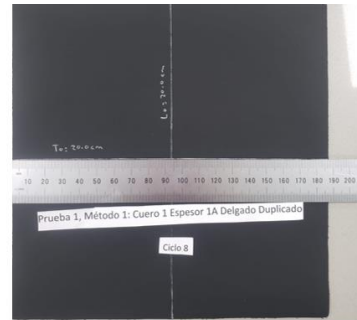
Ciclo 5, Resultado Dry Shrinkage
Long=19.9 cm = 0.5%
Tans= 19.9 cm = 0.5%



Ciclo 6, Resultado Dry Shrinkage
Long=19.8 cm = 1%
Tans= 19.7 cm = 1.5%



Ciclo 7, Resultado Dry Shrinkage
Long=19.6 cm = 2%
Tans= 19.7 cm = 1.5%



Ciclo 8 Final, Resultado Dry Shrinkage
Long=19.0 cm = 5%
Tans= 18.8 cm = 6%

Especificación $\leq 3\%$

Figura 19: Resultados Ciclo por Ciclo Método 1 AA-0565, Prueba 1, Cliente 1, Cuero 1A Delgado



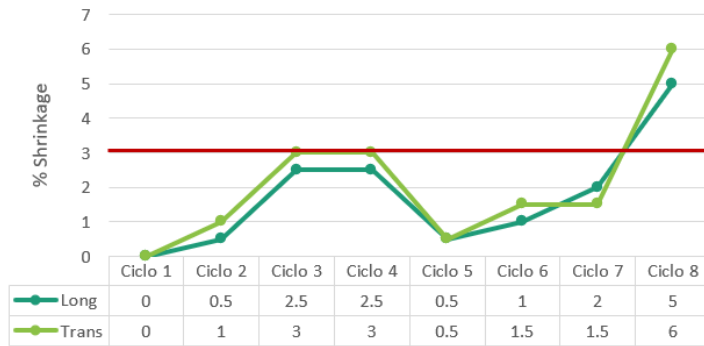
CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

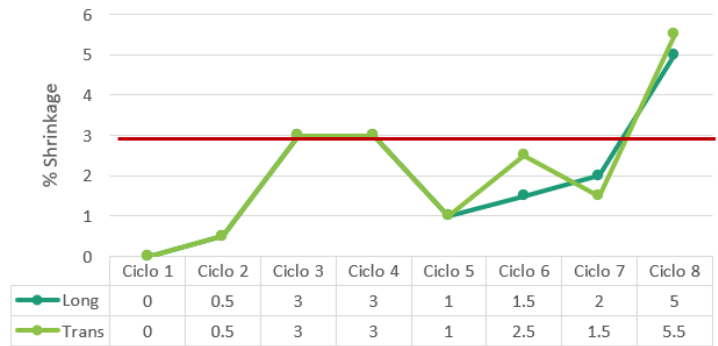


CIATEC

Resultados Dry Shrinkage Prueba 1 Cuero 1A
Delgado, Método 1

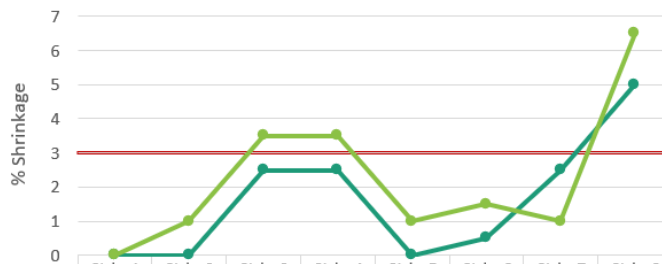


Resultados Dry Shrinkage Prueba 1 Cuero 1A
Delgado Duplicado, Método 1

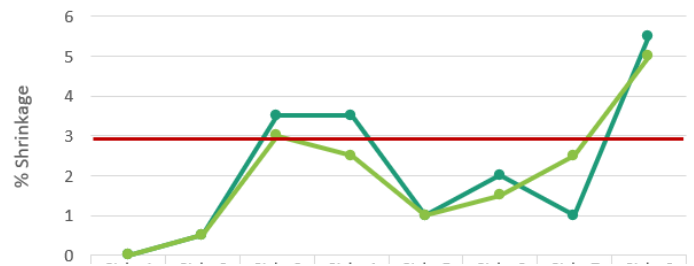


Especificación $\leq 3\%$

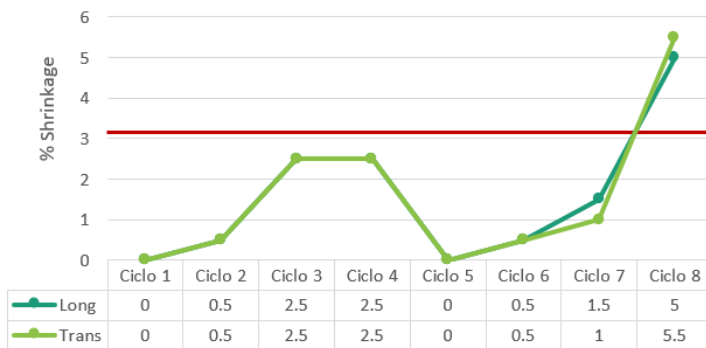
Resultados Dry Shrinkage Prueba 2 Cuero 1B
Gruoso, Método 1



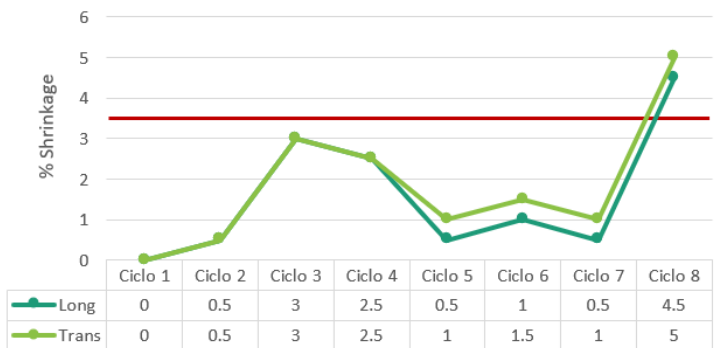
Resultados Dry Shrinkage Prueba 2 Cuero 1B
Gruoso Duplicado, Método 1



Resultados Dry Shrinkage Prueba 3 Cuero 2A
Delgado, Método 1



Resultados Dry Shrinkage Prueba 3 Cuero 2A
Delgado Duplicado, Método 1



Especificación $\leq 3\%$



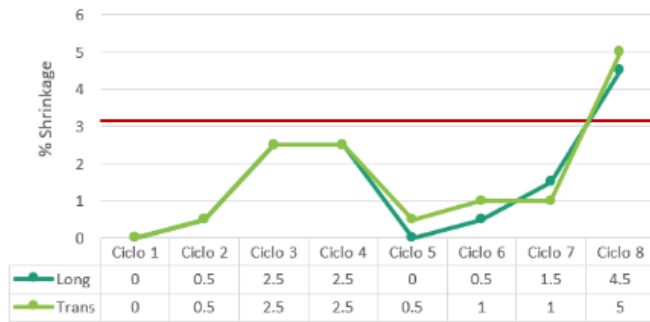
CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

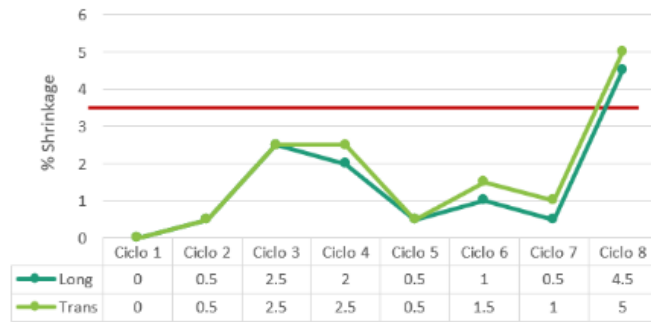


CIATEC

Resultados Dry Shrinkage Prueba 4 Cuero 2B
Grueso, Método 1

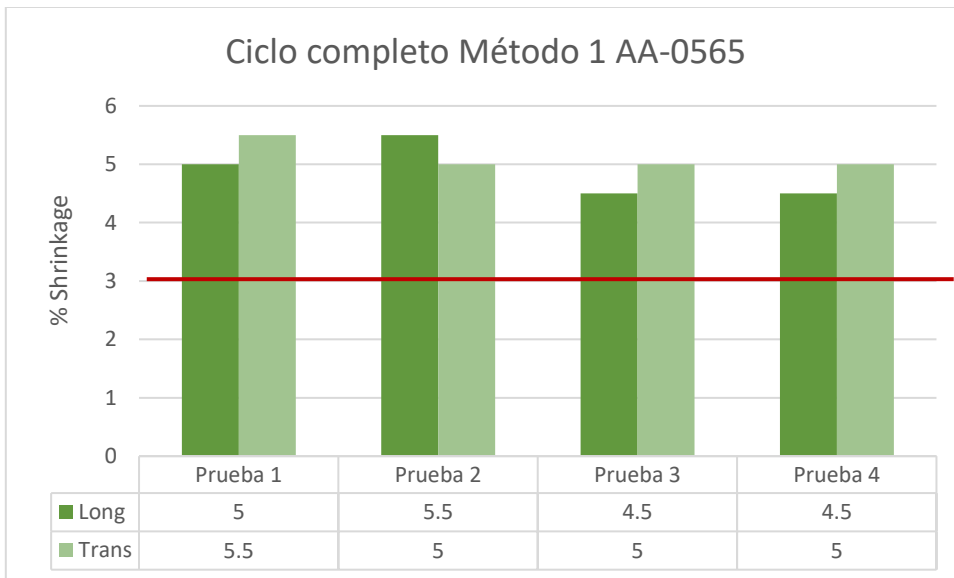


Resultados Dry Shrinkage Prueba 4 Cuero 2B
Grueso Duplicado, Método 1



Especificación $\leq 3\%$

Ciclo completo Método 1 AA-0565





CONACYT

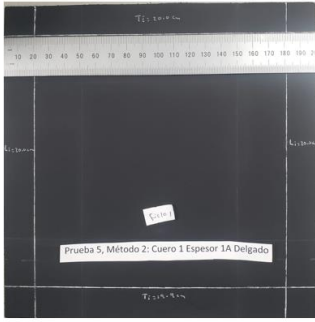
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



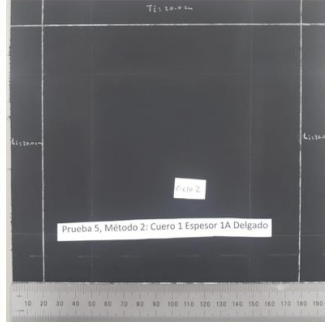
CIATEC

Resultados de la Segunda Parte:

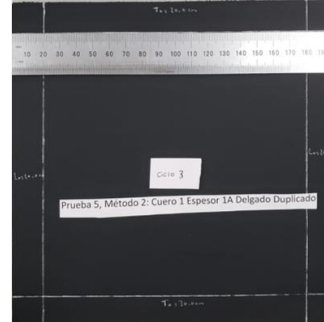
Resultados Ciclo por Ciclo Método 2 DBL 5310 No. 21 , Prueba 5 Espesor 1A



Ciclo 1, Resultado Dry Shrinkage
Long 1=19.8 cm = 1%
Long 2=19.8 cm = 1%
Tans 1= 19.8 cm = 1%
Tans 2= 19.8 cm = 1%

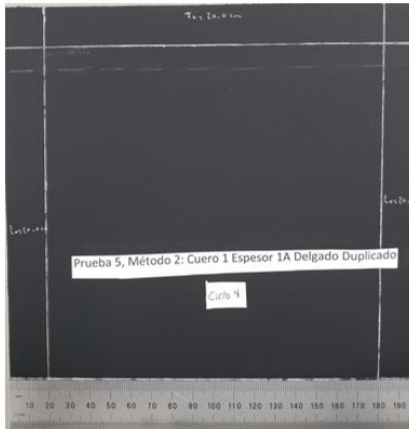


Ciclo 2, Resultado Dry Shrinkage
Long 1=19.9 cm = 0.5%
Long 2=19.9 cm = 0.5%
Tans 1= 19.9 cm = 0.5%
Tans 2= 19.9 cm = 0.5%

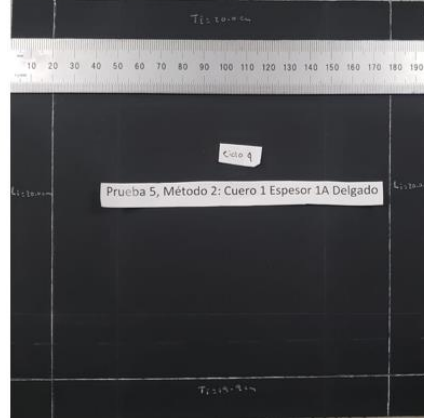


Ciclo 3, Resultado Dry Shrinkage
Long 1=20.0 cm = 0%
Long 2=20.0 cm = 0%
Tans 1= 20.1 cm = -0.5%
Tans 2= 20.1 cm = -0.5%

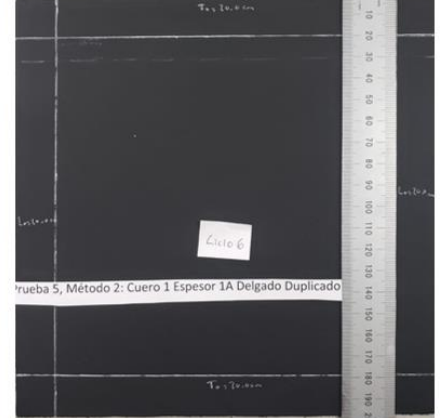
Resultados Ciclo por Ciclo Método 2 DBL 5310 No. 21 , Prueba 5 Espesor 1A



Ciclo 4, Resultado Dry Shrinkage
Long 1=19.7 cm = 1.5%
Long 2=19.5 cm = 2.5%
Tans 1= 19.6 cm = 2%
Tans 2= 19.6 cm = 2%



Ciclo 5, Resultado Dry Shrinkage
Long 1=19.9 cm = 0.5%
Long 2=19.9 cm = 0.5%
Tans 1= 20.0 cm = 0%
Tans 2= 20.0 cm = 0%



Ciclo 6, Resultado Dry Shrinkage
Long 1=19.8 cm = 1%
Long 2=19.8 cm = 1%
Tans 1= 19.9 cm = 0.5%
Tans 2= 19.9 cm = 0.5%



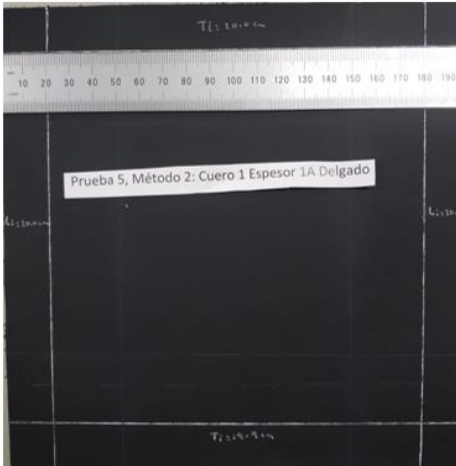
CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

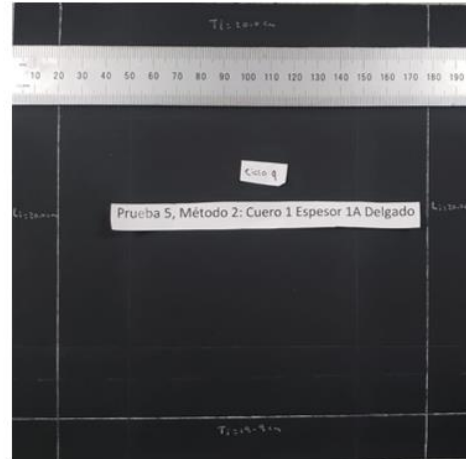
Resultados Ciclo por Ciclo Método 2 DBL 5310 No. 21 , Prueba 5 Espesor 1A



Ciclo 7, Resultado Dry Shrinkage

Long 1=19.8 cm = 1%

Long 2=19.8 cm = 1%



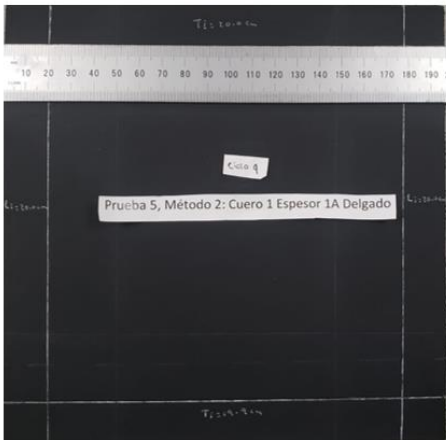
Ciclo 8, Resultado Dry Shrinkage

Long 1=19.8 cm = 1%

Long 2=19.8 cm = 1%

Figura 20: Resultados Ciclo por Ciclo Método 2 DBL 5310 No. 21, Prueba 5, Cliente 1, Cuero 1A Delgado

Resultados Ciclo por Ciclo Método 2 DBL 5310 No. 21 , Prueba 5 Espesor 1A



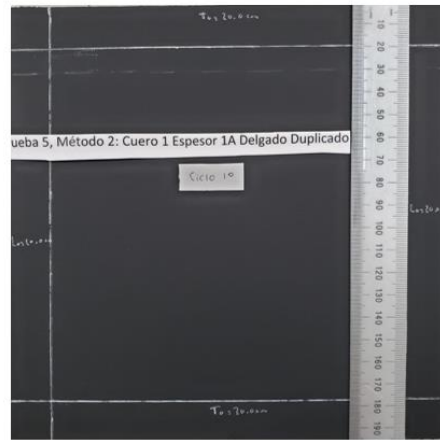
Ciclo 9, Resultado Dry Shrinkage

Long 1=19.6 cm = 2%

Long 2=19.6 cm = 2%

Tans 1= 19.7 cm = 1.5%

Tans 2= 19.7 cm = 1.5%



Ciclo 10, Resultado Dry Shrinkage

Long 1=19.5 cm = 2.5%

Long 2=19.5 cm = 2.5%

Tans 1= 19.4 cm = 3%

Tans 2= 19.5 cm = 2.5%



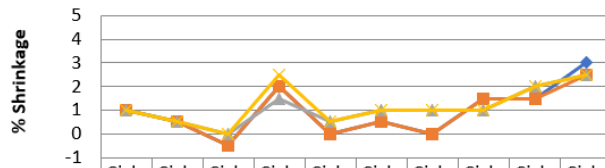
CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



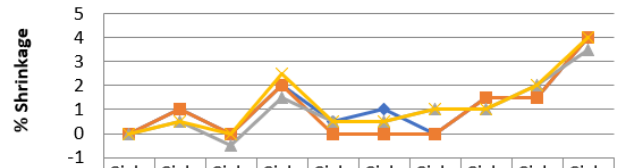
CIATEC

Resultados Dry Shrinkage Prueba 5 Cuero 1A Delgado, Método 2



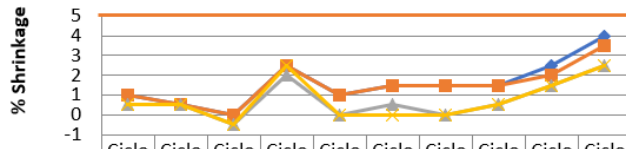
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10
Transversal 1	1	0.5	-0.5	2	0	0.5	0	1.5	1.5	3
Transversal 2	1	0.5	-0.5	2	0	0.5	0	1.5	1.5	2.5
Longitudinal 1	1	0.5	0	1.5	0.5	1	1	1	2	2.5
Longitudinal 2	1	0.5	0	2.5	0.5	1	1	1	2	2.5

Resultados Dry Shrinkage Prueba 5 Cuero 1A Delgado Duplicado, Método 2



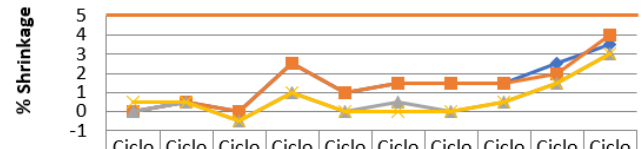
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10
Transversal 1	0	1	0	2	0.5	1	0	1.5	1.5	4
Transversal 2	0	1	0	2	0	0	0	1.5	1.5	4
Longitudinal 1	0	0.5	-0.5	1.5	0.5	0.5	1	1	2	3.5
Longitudinal 2	0	0.5	0	2.5	0.5	0.5	1	1	2	4

Resultados Dry Shrinkage Prueba 6 Cuero 1B Grueso, Método 2



	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10
Transversal 1	1	0.5	0	2.5	1	1.5	1.5	1.5	2.5	4
Transversal 2	1	0.5	0	2.5	1	1.5	1.5	1.5	2	3.5
Longitudinal 1	0.5	0.5	-0.5	2	0	0.5	0	0.5	1.5	2.5
Longitudinal 2	0.5	0.5	-0.5	2.5	0	0	0	0.5	1.5	2.5

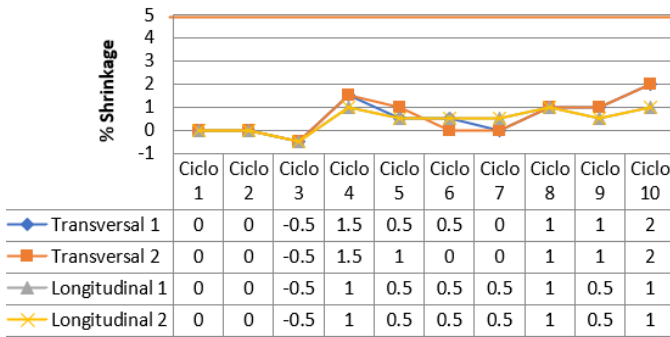
Resultados Dry Shrinkage Prueba 6 Cuero 1B Grueso Duplicado, Método 2



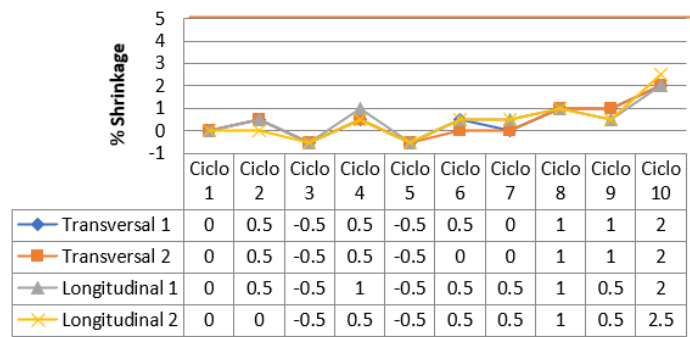
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10
Transversal 1	0	0.5	0	2.5	1	1.5	1.5	1.5	2.5	3.5
Transversal 2	0	0.5	0	2.5	1	1.5	1.5	1.5	2	4
Longitudinal 1	0	0.5	-0.5	1	0	0.5	0	0.5	1.5	3
Longitudinal 2	0.5	0.5	-0.5	1	0	0	0	0.5	1.5	3

Especificación ≤ 5%

Resultados Dry Shrinkage Prueba 7 Cuero 2A Delgado Método 2

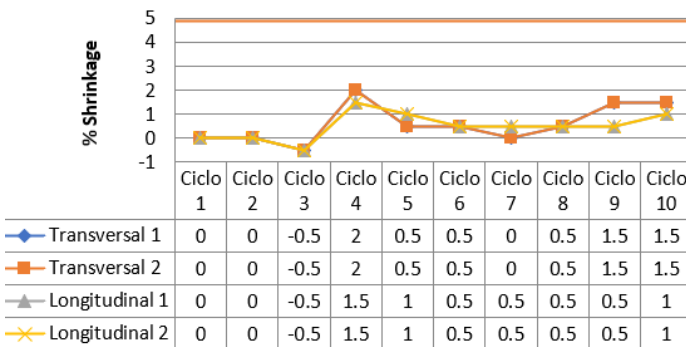


Resultados Dry Shrinkage Prueba 7 Cuero 2ª Delgado Duplicado, Método 2

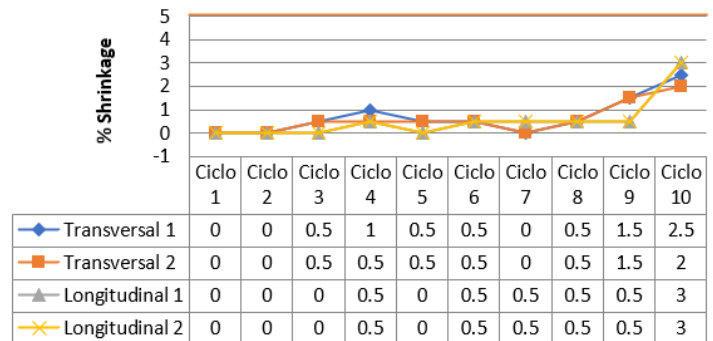


Especificación ≤ 5%

Resultados Dry Shrinkage Prueba 8 Cuero 2B Grueso, Método 2



Resultados Dry Shrinkage Prueba 8 Cuero 2B Grueso Duplicado, Método 2

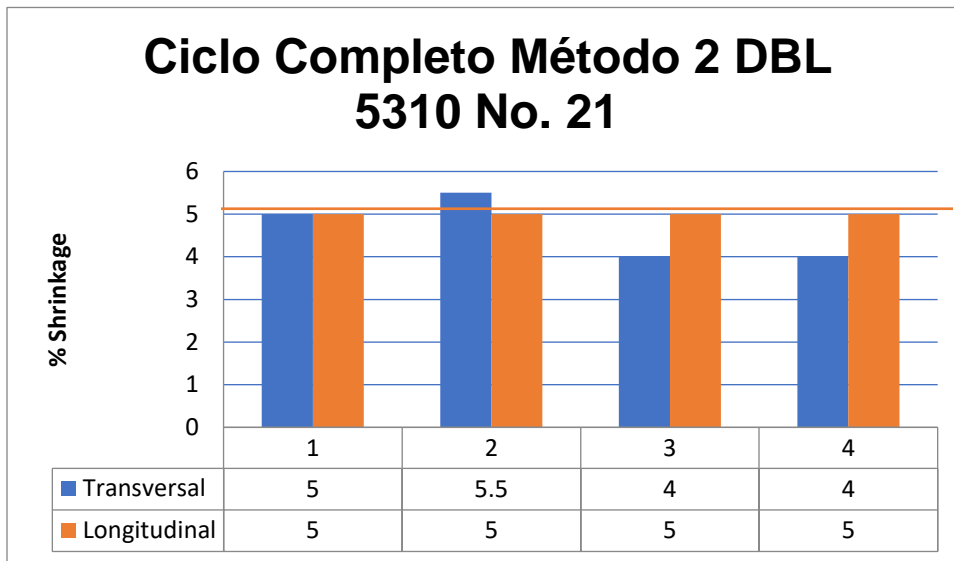


Especificación ≤ 5%



10.- Conclusiones

- ✓ De acuerdo con los resultados obtenidos, se observó la misma tendencia en el comportamiento de los cueros de ambos clientes en ambos métodos, donde en el ciclo 4 subían su % de Dry Shrinkage (solo falló la prueba 2 Cuero 1B Grueso) y después los cueros regresaban a sus dimensiones iniciales e iban encogiéndose poco a poco ciclo por ciclo.
- ✓ Se observó un mayor % de Dry Shrinkage en el ciclo completo del método 2 y un comportamiento muy parecido al método 1, aunque solo 1 probeta falló y se le atribuye a que el método 2 es más flexible con la especificación ya que es aceptado con valores hasta el 5%
- ✓ Acorde a los resultados obtenidos en este trabajo terminal se logró conocer que



ninguna variable descrita afecta directamente el % Dry Shrinkage, por lo que se sugiere indagar en el proceso de curtido de los proveedores y mejorarlo para obtener menor % Dry Shrinkage y así tener menos reclamos del cliente 1.

- ✓ Acorde con la literatura, el proceso en el que se ve más afectado el % de Dry Shrinkage es el curtido y en menor medida el recurtido en RTE, por lo que este trabajo terminal ayudará si se hacen mejoras en estos procesos.



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



CIATEC

11.- Bibliografía

Bacardit, A., & Ollé, Ll., (2000). El acabado del cuero, Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica d'Igualada, Escola Superior d'Adoberia d'Igualada, 3-4.

Carşote, C., Badea, E., Miu, L., Gatta, G. et al. (2016). Study of the effect of tannins and animal species on the thermal stability of vegetable leather by differential scanning calorimetry. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 124, 1255-1266.

Çolak, S., & Kaygusuz, M., (2020) Dry Heat Resistance of Leathers of Different Tannage. *SLTC Journal*, Vol. 125, 124-131

Covington, A. D., (2009). *Tanning Chemistry: The Science of Leather*, Cambridge, UK, 384.

Duo, N., Yahua, L., Jianbing, H., Bin, L., Ting, Z., et al.(2011). A Method for Measuring Shrinkage Temperature of Leather. *SLTC Journal*, Vol 95, 221-224

Kipnis, A. B., & Guo, L., (1973) Determination of shrinkage temperature of multi-point automatic recorder. *China Leather*, Vol. 09, 60-62

Larsen, R., Vest, M., Nielsen, K., et al. (1993). Determination of hydrothermal stability (Shrinkage temperature) of historical leather by the micro hot table technique. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists* , Vol. 77, 151-156.

Leather International (2001). Recuperado el 5 de diciembre de 2022 de [Ageing properties of automotive leather - Leather International \(leathermag.com\)](https://www.leathermag.com/features/featuretesting-automotive-leather/)

Leather International (2003). Recuperado el 5 de diciembre de 2022 de <https://www.leathermag.com/features/featuretesting-automotive-leather/>

Mäntysalo, E., & Mäntysalo, A., (1990) Computer measurement of the shrinkage temperature of leather samples. *J. Amer. Leather Chem. Ass.*, Vol. 85, 142-149

Morera, J. M., (2002). Química técnica de curtición, Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica d'Igualada, Escola Superior d'Adoberia d'Igualada, 1-2.

Morera, J. M., Esteban, B., Baquero, G., Cuadros, R., et al. (2019) A new system to measure leather Shrinkage temperature, IULTCS Congress 25, 1-4.

Soler, J., (2005) Diseño de Procesos de curtido, Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica d'Igualada, Escola Superior d'Adoberia d'Igualada, 69 & 128-139.

Tang, Q.L.,(1984) The SW-1 measure instrument of leather Shrinkage temperature. *China Leather*, Vol. 10, 30-31.