

**ESTANDARIZACIÓN DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN LOS
PROCESOS DE SECADO Y PRENSADO EN LA ELABORACIÓN DE
LAMINADOS**

**LILIAN ADELA BARBOSA BASTO
GIOVANNI ANDRÉS TORRES TORRES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD INGENIERÍA FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA
2007**

**ESTANDARIZACIÓN DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN LOS
PROCESOS DE SECADO Y PENSADO EN LA ELABORACIÓN DE
LAMINADOS**

**LILIAN ADELA BARBOSA BASTO
GIOVANNI ANDRÉS TORRES TORRES**

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Químico**

**Director
JORGE ENRIQUE PULIDO
Ingeniero Químico M.Sc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD INGENIERÍA FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA
2007**

DEDICATORIA

Primero que todo le agradezco a Dios y a la Virgen por acompañarme en este camino y haber permitido que esta meta se haya cumplido

A mi Mami y a Martha que estuvieron conmigo en este largo recorrido y me brindaron su apoyo y ayuda incondicional; ya que sin ellas no habría cumplido este sueño.

A Marcos y a Nicolás que con su alegría, amor y cariño, me brindaron todo el impulso para cumplir esta meta.

A mis amigos 9835 que me han acompañado en este largo camino y no han dejado que pierda el rumbo.

A Giovanni mi compañero de practica, que me apoyo y ayudo en los momentos difíciles.

Y finalmente a todas las personas que de una u otra forma estuvieron conmigo en este recorrido.

LILIAN

DEDICATORIA

A Dios por ser esa compañía en todo momento de mi vida, por darme el ánimo y el impulso para lograr alcanzar cada meta.

A mis padres Carlos y Rosalía, por sus sueños e ilusiones, por su esfuerzo y apoyo, gracias.

A todas las personas que desean lo mejor en cada paso de mi vida.

GIOVANNI.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander y la escuela de Ingeniería Química por ser la base nuestra de formación académica.

Al profesor Jorge Enrique Pulido, director de este proyecto por el apoyo brindado en todo momento.

Al ingeniero Ludwing Prada, gerente de procesos de la empresa Lamitech S.A, por su apoyo y confianza en la realización de este proyecto.

A los ingenieros, líderes de producción, operarios y personal administrativo de la empresa Lamitech S.A, por brindarnos su amistad y por su colaboración oportuna en todo momento.

A nuestros amigos quienes dejan en nosotros recuerdos muy gratos de la universidad, gracias.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1. MARCO TEÓRICO	17
1.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN	17
1.1.1 Elaboración de la resina fenólica y melamínica	18
1.1.2 Impregnación del papel	18
1.1.2.1 Impregnación de papel Kraft	18
1.1.2.2 Impregnación de papel decorativo	18
1.1.3 Prearmado	18
1.1.4 Armado y prensado	18
1.1.5 Acabado	19
1.1.6 Empaque y despacho	19
2. METODOLOGÍA	20
2.1. BÚSQUEDA, REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO	20
2.2 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE IMPREGNACIÓN Y PRENSADO	20
2.2.1 Variables planta química	20
2.2.2 Proceso y variables de secado del papel	20
2.2.2.1 Condiciones del papel sin saturar	20
2.2.2.2 Reconocimiento de los equipos de saturación	20
2.2.2.3 Estudio de las condiciones de calidad del papel impregnado	21
2.2.2.4 Revisión de las condiciones utilizadas en la impregnación de las diferentes referencias	21
2.2.2.5 Perfiles estudiados para el mejoramiento del proceso de saturación	22
2.2.2.6 de los papeles impregnadora Vits y Babcock	22
2.2.2.6 Impregnadora Tocchio	22
2.2.2.7 Laminado unicolor brillante resistente al rayado	23
2.2.2.8 Laminado estampado brillante de alta resistencia a la abrasión	23
2.2.3 Prensado del material	24
2.2.3.1 Armado en prensa	24
2.2.3.2 Clasificación de los laminados decorativos según su espesor final	25
2.2.3.3 Amortiguadores	25
2.2.3.4 Ciclo de prensa	26
2.2.3.5 Análisis de calidad del laminado	27
2.2.3.6 Temperatura de la lámina central	29

3. RESULTADOS	30
3.1 IMPREGNACIÓN	30
3.1.1 Impregnadora Vits	30
3.1.2 Impregnadora Babcock	32
3.1.3 Impregnadora Tocchio	33
3.1.4 Pruebas realizadas para la determinación de laminado unicolor brillante resistente al rayado	35
3.1.5 Pruebas realizadas para la determinación de laminado estampado brillante de alta resistencia a la abrasión	36
3.2 PRENSA	37
3.2.1 Prensa 1	38
3.2.1.1 Relación blister y ciclo de prensado	38
3.2.1.2 Relación postformado y ciclo de prensado	39
3.2.2 Prensa 2	40
3.2.2.1 Relación blister y ciclo de prensado	40
3.2.2.2 Relación postformado y ciclo de prensado	41
3.2.3 Prensa 3	42
3.2.3.1 Relación blister y ciclo de prensado	42
3.2.3.2 Relación postformado y ciclo de prensado	43
3.2.4 Prensa 4	44
3.2.4.1 Relación blister y ciclo de prensado	44
3.2.4.2 Relación postformado y ciclo de prensado	45
3.2.5 Amortiguadores	46
3.2.6 Temperatura de la lámina central	47
4. CONCLUSIONES	48
5. RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50

LISTADO DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Clasificación referencias papeles en base a su uso.	22
Tabla 2. Clasificación de laminados en base a su espesor.	25
Tabla 3. Norma # 3.14 Nema LD.3, # 31 o 32 EN-438	28
Tabla 4. Norma # 3.15 Nema LD.3, # 33 o 34 EN-438	28
Tabla 5 Condiciones referencias estándar y postformable Impregnadora Vits.	30
Tabla 6. Condiciones Overlay y Tableros Impregnadora Vits.	31
Tabla 7. Condiciones referencias estándar y postformable Impregnadora Babcock.	32
Tabla 8. Condiciones Overlay impregnadora Babcock.	33
Tabla 9. Condiciones operación impregnadora Tocchio.	34
Tabla 10. Condiciones de calidad papel Kraft.	34
Tabla 11. Comparación blister y abrasión con aplicación de silicato.	35
Tabla 12. Resultados muestras laminado unicolor brillante	56
Tabla 13. Distribución temperatura de la lámina central	47

LISTADO DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Perfiles estudiados saturación Kraft y Agente release.	23
Figura 2. Clasificación Meyer Bar	24
Figura 3. Armado Sándwich	25
Figura 4. Resistencia a la abrasión vs apariencia laminados estampado.	37
Figura 5. Condiciones anteriores blister y ciclo de prensado prensa1	38
Figura 6. Condiciones actuales ciclo de prensado prensa1	38
Figura 7. Condiciones Anteriores postformado y ciclo de prensado prensa1	39
Figura 8. Condiciones Actuales postformado y ciclo de prensado prensa1	39
Figura 9. Condiciones Anteriores blister y ciclo de prensado prensa 2	40
Figura 10. Condiciones Actuales blister y ciclo de prensado prensa 2	40
Figura 11. Condiciones Anteriores postformado y ciclo de prensado prensa 2	41
Figura 12. Condiciones Actuales postformado y ciclo de prensado prensa 2	41
Figura 13. Condiciones Anteriores blister y ciclo de prensado prensa 3	42
Figura 14. Condiciones Actuales blister y ciclo de prensado prensa 3	42
Figura 15. Condiciones Anteriores postformado y ciclo de prensado prensa 3	43
Figura 16. Condiciones Actuales postformado y ciclo de prensado prensa 3	43
Figura 17. Condiciones Anteriores blister y ciclo de prensado prensa 4	44
Figura 18. Condiciones Actuales blister y ciclo de prensado prensa 4	44
Figura 19. Condiciones Anteriores postformado y ciclo de prensado prensa 4	45
Figura 20. Condiciones Actuales postformado y ciclo de prensado prensa 4	45

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Proceso de producción del laminado	51
ANEXO B. Pruebas de calidad realizadas a las resinas fenólicas y Melamínicas	52
ANEXO C. Pruebas de calidad realizadas al papel	53
ANEXO D. Condiciones teóricas y de operación impregnadoras vits y babcock	54
ANEXO E. Condiciones propuestas impregnadora vits laminado estándar y postformable	58
ANEXO F. Metodología utilizada para la determinación de laminados unicolores brillantes resistentes al rayado	67
ANEXO G. Metodología utilizada para la determinación de laminados estampados de alta resistencia a la abrasión	68
ANEXO H. Prensa hidráulica	69
ANEXO I. Receta de calentamiento ciclo escalonado	70
ANEXO J. Fases de calentamiento y enfriamiento	71
ANEXO K. Resultados obtenidos mezclas Kg de resina Kg oxido de aluminio tamaño de partícula 30	74
ANEXO L. Pruebas de calidad laminado con relación de kg de resina/ kg de oxido de aluminio 30/2	76
ANEXO M. Resultados obtenidos evaluando resistencia a la abrasión laminado estampado brillante	77
ANEXO N. Figura 1. Resultados obtenidos al comparar laminas impregnadas con meyer bar de 20 y 30.	79
Figura 2. Prueba de resistencia a la abrasión estampados pf cambiando meyer bar.	
ANEXO O. Condiciones de prensado	81
ANEXO P. Producción mensual de laminados decorativos de alta presión	
ANEXO Q. Equipos utilizados en la realización de pruebas	87

GLOSARIO

AGENTE RELÉASE: papel kraft impregnado por una de sus caras con un despegante.

AMORTIGUADOR: Conjunto de hojas de papel kraft sin impregnar, utilizado para cubrir tanto la parte superior como inferior de un sándwich.

COLCHÓN: Conjunto de hojas de decorativo y kraft que se encuentran entre dos placas.

OVERLAY: papel que le confiere propiedades al laminado de brillo y resistencia al rayado al laminado.

PLACA: Lamina de acero inoxidable con acabado brillante, textura, polished, dots, square, wave o cuero, utilizada para dar el acabado al laminado en prensa.

PLATO O FLECHA: Cubierta de hierro utilizada para soportar y transportar un sándwich.

RECETA DE CALENTAMIENTO: son los cambios de temperatura que va sufriendo el laminado a través del ciclo de prensado. Este calentamiento se inicia con un ciclo escalonado desde una temperatura de 30°C hasta alcanzar 138°C en aproximadamente 10 min posteriormente las laminas alcanzan 145°C y finalmente 150°C donde se alcanza la máxima temperatura de curado del laminado y permanece allí el tiempo restante, seguido de esto comienza la fase de enfriamiento en donde se retira la presión ejercida y se procede al desarme. Todo este proceso dura alrededor de 45 minutos.

SÁNDWICH: Conjunto de placas en sus diferentes acabados y de hojas impregnadas tanto de decorativo como kraft previamente armadas que ingresaran a una abertura de la prensa.

RESUMEN

TITULO: ESTANDARIZACIÓN DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN LOS PROCESOS DE SECADO Y PENSADO EN LA ELABORACIÓN DE LAMINADOS *

AUTORES: LILIAN ADELA BARBOSA BASTO
GIOVANNI ANDRÉS TORRES TORRES**

PALABRAS CLAVE: laminados, impregnación, prensado.

DESCRIPCIÓN: Los laminados decorativos de alta presión tienen una amplia gama de aplicaciones en la industria de los revestimientos en general, como son su uso en muebles, pisos, paredes, etc. En este trabajo se realizó una reingeniería al proceso de producción de estos laminados en la empresa LAMITECH S.A. de la ciudad de Cartagena en base a la forma de operación que se venía trabajando, buscando mejorar el proceso en las secciones de impregnación y prensado las cuales son un punto crítico en el control del proceso de producción. Se realizaron ensayos especiales en la sección de impregnación buscando mejorar las características de los laminados para ciertas aplicaciones de referencias unicolores y estampados, logrando así ofrecer dos nuevos tipos de laminados al mercado, los cuales cuentan con muy buenas propiedades de resistencia al rayado y de resistencia a la abrasión. Con este trabajo se logró aumentar la velocidad de producción de laminados decorativos de alta presión de la empresa, además se logró disminuir la salida de producto fuera de especificación (no conforme), gracias a las mejoras que se realizaron tanto en la calidad del papel, las condiciones de operación de las máquinas de saturación, así como en los ciclos de prensado del material.

Adicional a estos logros se implementaron manuales de calidad en las secciones de secado y prensado de la empresa, los cuales son una guía completa para facilitar la operación de las máquinas por parte de los operarios y un apoyo para lograr actualizar la certificación del proceso de producción de laminados decorativos de alta presión de la empresa ante la ISO 9001.

* Trabajo de Grado

** Facultad Ingeniería Físicoquímicas. Escuela de ingeniería química. Director Jorge Enrique Pulido

SUMMARY

TITLE: STANDARDIZATION OF THE VARIABLES THAT INFLUENCE IN THE PROCESSES OF DRYING AND PRESSED IN THE ELABORATION OF LAMINATES*

AUTORS: LILIAN ADELA BARBOSA BASTO
GIOVANNI ANDRÉS TORRES TORRES**

KEY WORDS: Laminates, impregnation, pressing.

Abstract: The high-pressure decorative laminates have a wide range of applications in the coatings industry as a whole, such as its use in furniture, floors, walls, etc. This paper conducted a reengineering process of producing these rolled company LAMITECH S.A. in the city of Cartagena based on the form of transaction that will leave work, seeking to improve the process in sections impregnation and pressed them a critical point in the control of the production process. Special tests were conducted under section impregnation seeking to improve the characteristics of the laminate for certain applications and printed references colors, thereby offering two new types of laminates market, which has very good properties scratch resistance and resistance the abrasion. With this paper we succeeded in increasing the speed of production of high-pressure decorative laminates of the company, also able to reduce the outflow of product out of specification (non-compliant), thanks to the improvements that were made both in the quality of paper, the conditions of operation of the machines saturation, as well as cycles press material.

In addition to these achievements were implemented quality manuals in sections drying and pressing of the company, which is a comprehensive guide to facilitate the operation of the machines by operators and support to achieve certification upgrade of the production process the high-pressure decorative laminates of the company to ISO 9001.

* Working Grade

** Faculty Engineering Físicoquímicas. School of Chemical Engineering. Director Jorge Enrique Pulido

INTRODUCCIÓN

Lamitech S.A. es una empresa dedicada a la elaboración de laminados decorativos de alta presión, dentro de su política de calidad tiene como objetivo el mejoramiento permanente de sus actividades, así como la consistencia en la calidad del producto que ofrece a sus clientes.

Debido a los cambios realizados en los equipos del área de impregnación de la empresa, así como los nuevos procedimientos que se están aplicando y estudiando en ésta sección, se han visto afectadas las condiciones de operación en el proceso de prensado y posterior producto terminado. Por esto y por la falta de documentación al respecto, se hace necesaria una revisión de los parámetros utilizados para la elaboración de laminados, con un estudio para encontrar las mejores condiciones de saturación de papeles, así como su incidencia en el proceso.

Con este trabajo, se pretende estandarizar el proceso según las nuevas condiciones de producción de los laminados, buscando satisfacer los requerimientos del mercado.

1. MARCO TEÓRICO

Los laminados decorativos de alta presión son fabricados a partir de papeles decorativos y kraft impregnados con resinas melamínicas y fenólicas. Estos son prensados a altas presiones y temperaturas, lo cual permite obtener un producto con buena resistencia mecánica y química, para ser utilizado en el recubrimiento de muebles en general.

Estos laminados brindan al usuario un material con alta resistencia, de fácil aplicación y mantenimiento higiénico, con una oferta amplia en variedad de colores, diseños y acabados. Estas cualidades logran que los laminados decorativos de alta presión sean una alternativa de innovación y vanguardia en el mercado de los revestimientos.

Según las propiedades para su manipulación, transformación y adaptabilidad, los laminados, que se fabrican en varios espesores para diferentes aplicaciones, se clasifican en estándar y postformables.

Los laminados estándar se utilizan en aplicaciones tradicionales: planas, verticales, horizontales y cantos; mientras que los laminados postformados, adicional a las ventajas que tienen los laminados estándar, permiten la fabricación de bordes redondeados que agregan estética y funcionalidad a muebles de cocina, baños, supermercados, restaurantes, muebles para oficina, bancos, instituciones, etc.

El proceso de producción de los laminados decorativos de alta presión se puede dividir en las siguientes etapas: (*Ver anexo A*)

- Descarga y Almacenamiento de la Materia Prima.
- Elaboración de resinas melamínicas y fenólicas
- Impregnación y secado del papel
- Prensado del papel
- Corte y lija del laminado
- Almacenamiento del Producto Terminado y Despachos.

1.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN

Los laminados decorativos de alta presión son fabricados a partir de resinas termoestables y papeles decorativos, que por medio de procesos tales como la saturación y prensado conforman un producto compacto y resistente.

Los papeles para el proceso de impregnación y prensado son de características especiales en su conformación y deben ser de fibras largas con el fin de mantener una absorción de resinas uniforme durante el proceso de impregnación. Para esto se utilizan dos clases de papel a saber:

Papel kraft: El cual otorga al laminado el cuerpo y el espesor. Este es impregnado con resina fenólica.

Papel decorativo: Se usa para dar el acabado en la superficie del laminado, pueden ser unicolores claros u oscuros y estampados con diseños como maderas, granitos, mármoles, etc. Estos son impregnados con resina melamínica.

1.1.1 Elaboración de la resina fenólica y melamínica: Las resinas empleadas en la saturación de los papeles son del tipo fenol-formaldehído y melamina-formaldehído. Las resinas fenólicas se obtienen al hacer reaccionar fenol con formaldehído en presencia de un catalizador básico y con la adición de calor y vacío. Las resinas melamínicas se obtienen a partir de dos componentes básicos, estos son la melamina en cristales y el formaldehído, los cuales, junto a otros aditivos, van al reactor con la utilización de temperatura y catalizadores logrando la formación de la resina.

1.1.2 Impregnación de papel: La segunda etapa del proceso la constituye la operación de impregnación. En ella se incorpora la resina al papel.

1.1.2.1 Impregnación de papel kraft: Consiste en sumergir rápidamente el kraft en un baño de resina fenólica, retirar el excedente y secar el papel en un horno. Como suplemento a esta operación se dispone de un sistema de corte automático de las hojas en las dimensiones requeridas. El papel kraft tiene como característica especial su elevada absorción y tensión en húmedo, lo cual le facilita la operación de saturación a alta velocidad.

1.1.2.2 Impregnación de papel decorativo: En esta operación se incorpora la resina melamínica a los diferentes papeles decorativos. Son ellos overlay, unicolores, estampado, etc. Cada uno de los papeles, de acuerdo con su composición y funcionalidad en el producto terminado, posee distintas condiciones de impregnación.

1.1.3 Prearmado En la sección de prearmado se ensamblan los paquetes tanto de decorativos como de kraft para su posterior uso en prensas. Los paquetes de papel decorativo están conformados por una hoja de la referencia y si es necesario una hoja de papel Overlay. Mientras que los paquetes de kraft están conformados por 2, 3 o 4 hojas según el espesor del laminado final.

1.1.4 Armado y prensado En esta etapa los papeles prearmados son unidos para formar el conjunto Kraft-decorativo (colchón), el cual se arma con las caras opuestas debidamente ubicadas entre las placas las cuales tienen acabados como textura, brillante, cristal, polished, wave, square, dots, según los requerimientos del cliente.

Este conjunto es sometido a altas presiones y temperaturas, las cuales le confieren las propiedades finales al laminado. Una vez terminado el ciclo de prensado, éste es desarmado y pasa a la siguiente sección de acabado donde es terminado.

1.1.5 Acabado El laminado finalmente es cortado en las dimensiones establecidas y lijado para darle mayor adherencia cuando sea aplicado en el sustrato de madera, en esta sección también se realiza la marcación o sellado del producto.

1.1.6 Empaque y despacho Una vez el laminado cumpla con las especificaciones de control de calidad se empaca y despacha a los clientes.

2. METODOLOGÍA

2.1. BÚSQUEDA, REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

En esta etapa se revisaron proyectos realizados en la empresa, en los cuales siempre se ha buscado el mejoramiento de los procedimientos realizados en las diferentes secciones de la planta. Dichos proyectos han sido enfocados en las mejoras de las resinas fenólicas y melamínicas, de los procesos de impregnación, secado y prensado.

2.2 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE IMPREGNACIÓN Y PRENSADO

2.2.1 Variables de Planta Química: La sección de planta química se dedica a la elaboración de las resinas melamínicas y fenólicas. Estas resinas deben tener ciertas propiedades para poder ser utilizadas en la impregnación de los papeles.

A las resinas se le realizan pruebas de calidad como son: tiempo gel, viscosidad, apariencia, porcentaje de sólidos, pH, densidad específica, tolerancia al agua y punto de nube (*Ver Anexo B*)

2.2.2 Proceso y variables de secado del papel

2.2.2.1 Condiciones del papel sin saturar: Todo papel que se utiliza en la fabricación de laminados tiene que cumplir con ciertos requerimientos de calidad, los cuales deben asegurar la penetración de la resina en ellos, dichos análisis son los siguientes:

- **Absorción klemm:** Consiste en determinar la capacidad de absorción de los papeles al ser introducidos en agua por un tiempo determinado, para garantizar el proceso de impregnación.
- **Porosidad gurley:** Determina el tiempo que transcurre en pasar por una muestra de papel, aire almacenado en él embolo del densometro.
- **Determinación del ph de un papel:** Se define como el grado de acidez o alcalinidad que tiene un papel cuando es sometido a una extracción acuosa en caliente por espacio de un tiempo determinado.

2.2.2.2 Reconocimiento de los equipos de saturación La sección de impregnación de la empresa LAMITECH S.A., está conformada por tres máquinas impregnadoras (VITS, BABCOCK Y TOCCHIO), cada una de las cuales está dividida en tres zonas:

- **Zona húmeda:** en ella se realiza la saturación del papel con resina fenólica o melamínica, gracias al paso del papel por una serie de rodillos dispuestos para tal fin.

- **Zona de secado:** es la zona donde se pasa el papel por una serie de hornos de secado tipo túnel para lograr el secado del papel. El sistema de calentamiento en cada uno de los campos del horno de secado horizontal es por medio de un serpentín de tubos. Estos son tuberías de acero dobladas longitudinalmente y están ubicados en la parte superior de cada uno de los hornos los cuales se calientan con aceite térmico (215-220 °C) o con gas natural.

Los hornos de secado de las impregnadoras son horizontales y de tipo continuo, cada zona de secado tiene un ventilador de circulación del tipo de hélices grandes, que introducen el aire que se calienta con los serpentines de calentamiento y lo hacen circular por cada zona, obteniendo así unas temperaturas mas uniformes.

El papel que ha sido tramado en los rodillos tensores y exprimidores se enrolla en la varilla de enfilado que se introduce en el horno hasta que salga del secador y se trame en los rodillos enfriadores para pasar luego a la cortadora.

- **Zona de corte:** Se da al papel saturado las dimensiones dependiendo de la necesidad, y se estiba para su posterior transporte a la sección de prearmado de papel.

Las impregnadoras VITS y BABCOCK, se encargan de la saturación de los papeles decorativos y Overlay, mientras que la impregnadora TOCCHIO, se encarga de la saturación del papel Kraft y el agente release.

2.2.2.3 Estudio de las condiciones de calidad del papel impregnado En esta etapa se observó el efecto del cambio de las variables del proceso (temperatura de los hornos, velocidad de la máquina, ajustes de tensión de los rodillos) sobre las condiciones de calidad del papel. Se realizaron ensayos para determinar las mejores condiciones de saturación, buscando siempre mayor velocidad de la máquina y menor temperatura en los hornos.

En la sección de impregnación de la empresa LAMITECH S.A., se tiene como objetivo saturar, secar y cortar el papel, de manera que cumpla con las especificaciones de calidad requeridas para su posterior uso en la elaboración de laminados decorativos de alta presión.

Las variables de calidad a controlar en el papel saturado son porcentaje de resina, porcentaje de volátil, porcentaje de flujo y tiempo mínimo de curado (*Ver Anexo C*).

2.2.2.4 Revisión de las condiciones utilizadas en la impregnación de las diferentes referencias La velocidad y temperaturas de operación de las máquinas se aplican dependiendo del papel a impregnar. La empresa maneja cerca de 300 referencias, las cuales están divididas de la siguiente manera:

Tabla 1. Clasificación de las referencias de papeles con base a su uso.

USO	REFERENCIA DEL PAPEL						
	UNICOLORS CLAROS	UNICOLORS OSCUROS	ESTAMPADOS	TABLEROS	OVERLAY	KRAFT	AGENTE RELEASE
Estándar	X	X	X	X		X	X
Postformable	X	X	X		X	X	X
Resistente al Rayado	X	X			X		
Resistente a la Abrasión			X				

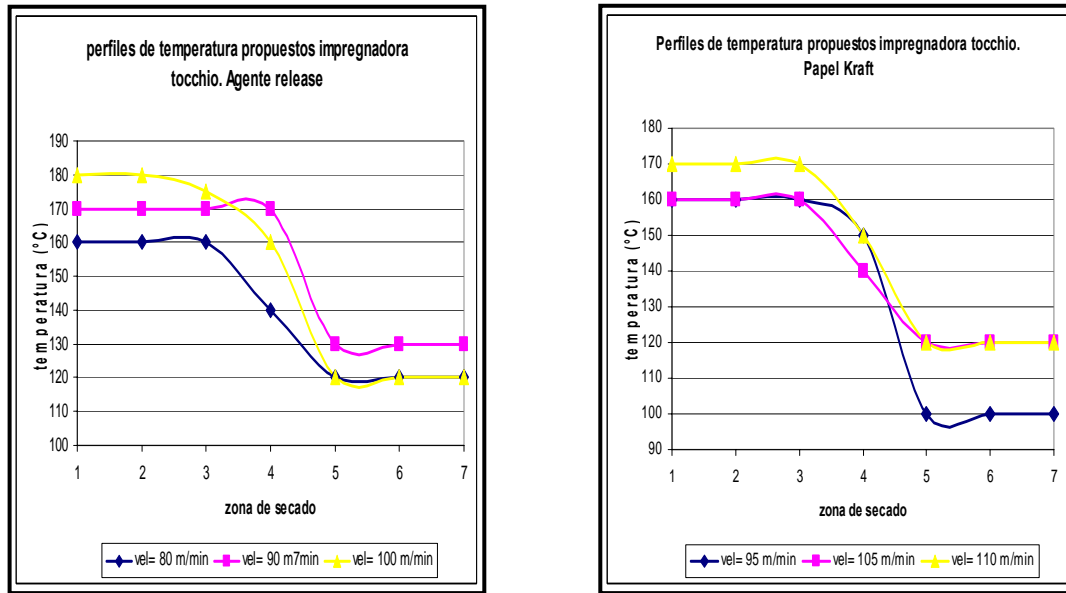
Los datos que se muestran a continuación presentan los valores promedios con que se realizaba la saturación de las distintas referencias (oper) versus las condiciones de operación teóricas del proceso en ese momento (teó) (*Ver Anexo D*).

2.2.2.5 Perfiles estudiados para el mejoramiento del proceso de saturación de los papeles impregnadora Vits y Babcock Para la determinación de los mejores parámetros de saturación de las diferentes referencias en las impregnadoras Vits y Babcock se estudio el aumento en la velocidad de operación de las maquinas, analizando la calidad del papel saturado y así decidir las mejores condiciones de operación de los equipos. (*Ver Anexo E*).

2.2.2.6 Impregnadora Tocchio Los siguientes ensayos se llevaron a cabo con el fin de determinar las nuevas condiciones de operación en la impregnadora Tocchio, después de implementar en ésta dos nuevos hornos de secado transversal marca Vits, los cuales ofrecen la posibilidad de operar la maquina a una mayor velocidad, logrando así disminuir el tiempo de impregnación del papel kraft. En la realización de las pruebas se definió una velocidad y condiciones de impregnación y se tomaron muestras a través del tiempo para observar el cambio en las variables del papel impregnado.

Los perfiles de temperatura estudiados para la estandarización de las condiciones de operación de la impregnadora tocchio se presentan a continuación (Figura 1).

Figura 1. Perfiles estudiados saturación Kraft y Agente release.

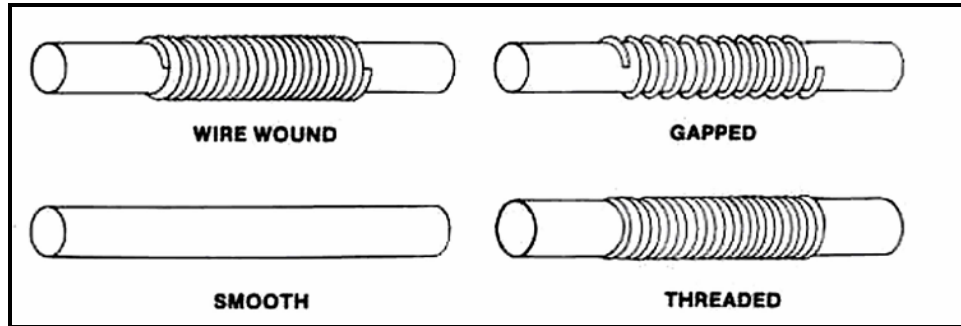


2.2.2.7 Laminado unicolor brillante resistente al rayado Para lograr obtener un laminado unicolor con mayor resistencia al rayado que el laminado normal impregnado con resina melamina-formaldehído, se aplica sobre el papel una saturación adicional compuesta por una mezcla de resina melamina-formaldehído y oxido de aluminio. Para determinar la relación más adecuada se llevó a cabo el siguiente procedimiento (*Ver Anexo F*).

2.2.2.8 Laminado estampado brillante de alta resistencia a la abrasión Para lograr obtener un laminado con mayor resistencia a la abrasión que el laminado normal impregnado con resina melamina-formaldehído, se aplica sobre éste una segunda capa compuesta por una mezcla de resina melamina-formaldehído y oxido de aluminio en una relación mayor que la utilizada para obtener un laminado resistente al rayado. La metodología utilizada para determinar la relación adecuada para la impregnación de referencias estampados para uso brillante, se presenta a continuación. (*Ver Anexo G*).

Al pasar el papel sobre el cabezal de silicato, se cuenta con una varilla llamada “meyer bar o barras de capa”, la cual se encarga de definir la película de resina que va quedar sobre la hoja húmeda. Comercialmente se encuentran una gran variedad de “meyer bar” dependiendo de su aplicación. Para la saturación del papel se utilizan varillas de acero inoxidable del tipo “wire wound”, en las cuales el alambre de acero envuelve firmemente la barra y de esta forma proporcionan al papel la película apropiada para su saturación.

Figura 2. Clasificación de las Meyer Bar



2.2.3 Prensado del material En la etapa de prensado se termina de curar el conjunto de hojas de papel kraft y decorativo previamente impregnadas y prearmadas, esta operación se realiza en una prensa hidráulica de múltiples platos a altas temperaturas y presiones. Estos platos tienen una serie de canales conectados interiormente por un conjunto de tubos, los cuales permiten la entrada y salida del agua en la prensa hidráulica en la etapa de calentamiento y enfriamiento del ciclo, permitiendo de esta manera que la resina en el laminado alcance su temperatura de curado durante dicho proceso.

En este proceso por cada abertura en una prensa hidráulica el bloque de láminas (sándwich) se protege con amortiguadores (hojas de kraft sin impregnar) colocados en la parte superior e inferior de cada bloque. Cada sándwich es armado con siete placas o espejos que pueden ser texturizados o brillantes según al acabado que se desee; estas placas se encargan de reproducir la superficie sobre el papel decorativo durante la etapa de prensado.

Entre cada placa de acero inoxidable se arman dos laminas. El armado de las láminas con sus respectivos amortiguadores se realiza sobre una cubierta de hierro (flecha transportadora) utilizada para soportar y enviar las respectivas láminas hacia la prensa, lugar donde se le aplicara una determinada presión a todo el conjunto. (Ver Anexo H)

2.2.3.1 Armado en prensa El proceso de armado de las láminas se realiza de la siguiente manera:

1. Se ubica la flecha en la sección de armado de la lámina.
2. Se coloca el número de amortiguadores que corresponda a cada referencia
3. Se sitúa la placa o espejo, dependiendo de los requerimientos del cliente (tamaño y acabado)
4. Se coloca papel decorativo impregnado previamente prearmado con o sin overlay
5. Se ubica el número de hojas de papel kraft previamente prearmado según el espesor requerido.

6. Se sitúa la placa
7. Se repite el proceso según el número de placas por abertura o el espesor del laminado.

Figura 3. Armado Sándwich (F8)

ARMADO DEL SÁNDWICH		-----	8 AMORTIGUADORES	
	SE REPITE EL ARMADO 5 VECES MAS (5 COLCHONES)			
	COLCHÓN		-----	PLACA O ESPEJO
			-----	1 HOJA DE OVERLAY (Opcional)
			-----	1 HOJA DE DECORATIVO
			-----	2 HOJAS DE KRAFT (205 g)
			-----	1 HOJA DE KRAFT 205g CON AGENTE RELÉASE
			-----	1 HOJA DE KRAFT 205g CON AGENTE RELÉASE
			-----	2 HOJAS DE KRAFT (205 g)
			-----	1 HOJA DE DECORATIVO
			-----	1 HOJA DE OVERLAY (Opcional)
			-----	PLACA O ESPEJO
			-----	8 AMORTIGUADORES
			-----	FLECHA O TRANSPORTADOR

2.2.3.2 Clasificación de los laminados decorativos Los laminados se clasifican según su espesor en:

Tabla 2. Clasificación de laminados según su espesor.

ESPESOR	ESPESOR (mm)	NUMERO DE HOJAS DE KRAFT
F6	0.47-0.53	2
F8	0.67-0.7	3
F10	0.87-0.93	4

2.2.3.3 Amortiguadores Los amortiguadores son hojas de kraft sin impregnar que sirven para reducir la velocidad de transferencia de calor proveniente de los platos de la prensa.

Dependiendo de la referencia (decorativo) a prensar, se le es asignado un número específico de amortiguadores. Para mejorar el control del proceso en el manejo de los amortiguadores se identificaron los principales inconvenientes que se presentaban:

- Toda hoja de kraft perteneciente a un amortiguador que mostrara grasa o rupturas, debía ser retirada inmediatamente y reemplazada por una hoja nueva de kraft 187g/m² sin impregnar.

- Al realizar el cambio de amortiguadores se verificaba la temperatura de la lámina central con el fin de cumplir con las especificaciones en el laminado.

2.2.3.4 Ciclo de prensa El ciclo de prensa es el tiempo que demora en curarse el papel a determinada temperatura y presión. Estos ciclos son fijados de acuerdo con el tipo de referencia a usar y el espesor de dicho laminado. Los ciclos de prensado se realizan mediante un sistema hidrotérmico de temperatura diseñado para proveer agua presurizada caliente y fría hacia el interior de los platos de la prensa hidráulica, según la receta de calentamiento. *(Ver anexo I)*

Los datos de temperatura del agua y de las láminas son medidos mediante sensores de temperatura tipo J (termocuplas) controlados a su vez por un microprocesador, el cual reporta los perfiles térmicos durante un ciclo de prensado.

Todo el proceso de prensado del laminado es controlado por un computador conectado a un controlador lógico programable (PLC) en el cual se pueden realizar los cambios necesarios para ajustar el ciclo, la presión y la temperatura. El sistema de calentamiento y enfriamiento de los platos de la prensa presenta varias fases de la siguiente manera: *(Ver Anexo J)*

Fase 1 de Calentamiento El agua fría que esta en la prensa se intercambia con agua tibia que se encuentra en el tanque I. El flujo pasa desde la salida de la prensa a través de la válvula de flujo FV-7, entrando por la parte inferior del tanque I. Por la parte superior de éste tanque sale agua, la cual pasa a través de la válvula FV-5 y entra a la bomba de succión P1 y luego se dirige a la prensa. Esta fase se completa en aproximadamente 45 segundos. Al final de esta fase el agua que esta en la prensa queda tibia y la que esta en el tanque I esta fría.

Fase 2 de Calentamiento El agua tibia en la prensa fluye hacia el fondo del tanque II desplazando al agua mas caliente de éste tanque hacia el acumulador. El flujo pasa desde la salida de la prensa a través de la válvula FV-6 y entra al tanque II por la parte inferior. En el acumulador entra agua proveniente del tanque II pasando por la válvula de control CV-1. El agua mas caliente fluye desde el acumulador hacia la bomba de succión y luego hacia la prensa. Esta fase se completa en aproximadamente 45 segundos. Al final de esta fase el agua que esta en la prensa esta aun mas caliente y la que esta en el tanque II esta tibia.

Fase 3 de Calentamiento En esta fase no hay flujo másico por ninguno de los tanques. El agua de la prensa pasa a través de las válvulas FV-8 y CV-1, y luego se dirige hacia el acumulador. El agua bien caliente fluye desde el acumulador hacia la bomba de succión y luego se dirige a la prensa. El control exacto de temperatura se lleva a cabo mediante las válvulas de control moduladas automáticamente CV-1 y/o CV-2

Fase 4 de Enfriamiento El agua mas caliente que esta en la prensa se intercambia con agua menos caliente en el tanque II. El flujo pasa desde la salida de la prensa a través de la válvula FV-8 y entra por la parte superior del tanque II. El flujo sale por la parte inferior del tanque II y pasa a través de la válvula FV-5 y entra a la bomba de succión P1 y luego se dirige a la prensa. Esta fase se completa en aproximadamente 45 segundos. Al final de esta fase, el agua que esta en la prensa esta tibia y la que esta en el tanque II esta caliente.

Fase 5 de Enfriamiento El agua en la prensa se intercambia con le agua fría en el tanque I. El flujo pasa desde la salida de la prensa a través de la válvula FV-6 y entra al tanque I por la parte superior. El flujo sale por el fondo del tanque I y pasa por ambos intercambiadores de calor, entra a la bomba de succión P1 y luego hacia la prensa. Esta fase se completa en aproximadamente 45 segundos. Al final de esta fase, el agua esta fría y la que esta en el tanque I esta tibia.

Fase 6 de Enfriamiento En esta fase no hay flujo por ninguno de los dos tanques. El agua pasa desde la prensa a través de la válvula de flujo FV-7 y por las válvulas de control de enfriamiento CV-3, pasando por ambos intercambiadores de calor y posteriormente se dirige a la bomba de succión de la prensa y luego hacia la prensa. El control exacto de temperatura se lleva a cabo mediante las válvulas de control moduladas automáticamente CV-3 y/o CV-2

Después de conocer el proceso de prensado se realizaron pruebas para mejorar las condiciones de operación y así lograr optimizar las propiedades de blister y postformado del laminado, ya que estas presentaban mayores problemas y disminuían la eficiencia del proceso.

2.2.3.5 Análisis de calidad del laminado Después del desarmado de las laminas se toma una muestra de cada una de las referencias, con el fin de hacer el respectivo análisis de calidad. Dicho análisis se lleva acabo después que el laminado es lijado.

Los análisis realizados al laminado son los siguientes:

Apariencia: en este análisis se verifica cualquier defecto de los que a continuación se indican, los cuales son causales de rechazo para el laminado inspeccionado: (*Norma # 3.1 Nema LD.3, # 4.0 EN -438*)

- **Manchas, sucios, puntos o similares:** Cualquiera de estos defectos cuya área supere 1cm x m² del laminado inspeccionado.
- **Rayones, fibras o similares:** cualquiera de estos defectos cuya longitud supere los 10mm x m² del laminado inspeccionado
- **Esquinas rotas:** Si se presenta una esquina rota se aceptara si la profundidad de la ruptura no supera los 3cm desde el vértice. Para 2 esquinas rotas esta distancia no debe superar los 1.5cm. Más de 2 esquinas se rechaza el laminado.

- **Defectos en los bordes:** Cualquier defecto en los bordes (marcas, humedad, cambio de tono etc.) que supere una longitud de 20mm desde el borde se rechaza.
- **Planalidad (warping):** Será medido con listón de madera paralelepípedo de 1m de longitud, el cual es colocado sobre el laminado. La altura máxima medida del laminado al listón no podrá ser superior de 120mm cuyo laminado sea menor de 2mm y 50mm cuyo espesor sea mayor de 2mm.
- **Diagonales:** La diferencia entre la medición de las diagonales no debe ser mayor a 6mm.
- **Paralelismo:** La diferencia entre lados no debe ser mayor a 1.5mm por cada metro de longitud.
- **Largo y ancho:** Deberá ser siempre el mínimo valor nominal +2.5-0cm (1.22+2.5=124.5 mínimo)
- **Corte, lija y marcación:** El corte debe ser limpio libre de desportille, lijado debe ser homogéneo, la marcación debe ser legible cumpliendo el procedimiento.

Post-formabilidad: Cuando una muestra de laminado es sometida a un calentamiento predeterminado y éste es capaz de post-formar una moldura de madera de radio determinado sin agrietarse se dice que el laminado es post-formable. Los valores permitidos son:

Tabla 3. Norma # 3.14 Nema LD.3, # 31 - 32 EN-438

ESPEJOR	POSTFORMADO (Radio, mm)
PF6	< 6
PF8	< 6
PF10	< 7.5

Resistencia al ampollamiento o blister: Mide la habilidad del laminado tipo post-formables a resistir el ampollamiento cuando es sometido a un calentamiento bajo determinada temperatura. Los valores permitidos son:

Tabla 4. Norma # 3.15 Nema LD.3, # 33 - 34 EN-438

ESPEJOR	BLISTER (seg)
PF6	>10
PF8	>12
PF10	>15

Resistencia al rayado: Es la mínima carga aplicada a una punta de diamante de geometría definida la cual produce una continua y visible marca en el laminado y fácilmente perceptible. (Norma # 3.7 Nema LD.3, #25 EN-438)

Resistencia al desgaste de la superficie del laminado: Esta técnica mide la capacidad de la superficie del laminado decorativo para resistir el desgaste bajo

un material abrasivo. Esta abrasión es aplicada por el contacto de un par de ruedas recubiertas con lijas de papel abrasivo las cuales al rotar de forma axial (no tangencial) producen el desgaste, el número de ciclos o vueltas que requiere el material para ser desgastado es medido como su resistencia al desgaste. (*Norma BS EN ISO 1199*)

Resistencia al agua hirviendo (tea - pot): Este ensayo mide la capacidad de la superficie del laminado para mantener su color y acabado en la superficie cuando es sometido al agua hirviendo. (*Norma # 3.5 Nema LD.3*)

Bleeding latente: Este ensayo mide la capacidad de la superficie del laminado decorativo de alta presión, de permitir el paso de la resina fenólica al exterior (lado del decorativo), ocasionando coloración amarillenta en los laminados de colores claros. Se presenta cuando el laminado de color claro antes de los 15 segundos, reacciona ante el ácido sulfúrico (H_2SO_4) mostrando puntos rosados o coloraciones.

Resistencia a la inmersión en agua hirviendo (Absorción de agua en peso y/o calibre): este análisis mide el efecto que sufre un laminado determinado cuando es inmerso en agua hirviendo por una hora, a fin de verificar si ocurre ampollamiento o delaminación. *Norma # 12 EN-438*

Resistencia al impacto con balín pequeño Este ensayo mide la capacidad de la superficie del laminado decorativo de alta presión para soportar el impacto causado por la fuerza ejercida de un resorte sobre un balín pequeño. *Norma #3.8 Nema LD.3, # 20 EN-438*

Resistencia al impacto con balín de diámetro grande: resistencia al impacto se expresa como la altura máxima de caída de un balín de diámetro grande a una altura conocida bajo una caída libre sin que ocurra ningún daño en la superficie del laminado. *Norma #3.8 Nema LD.3, # 21 EN-438*

2.2.3.6 Temperatura de la lámina central Esta prueba se realiza en todos los ciclos de prensado, y permite conocer la temperatura que están alcanzando las laminas en su parte central, y así controlar el grado de curado del laminado y predecir si éste postformará.

3. RESULTADOS

3.1 IMPREGNACIÓN

Después de comparar las condiciones teóricas y de operación de los procesos de impregnación de referencias unicolores claros, oscuros, estampados, tanto estándar como pf, tableros y Overlay. Y después de realizar un seguimiento a cada proceso aumentando la velocidad de operación de las máquinas impregnadoras, se llegó a las siguientes condiciones de operación para estos tipos de laminados

3.1.1 Impregnadora Vits

Tabla 5. Condiciones referencias estándar y postformable Impregnadora Vits.

CONDICIONES	REFERENCIA					
	Unicolores claros estándar	Unicolores oscuros estándar	Unicolores claros pf	Unicolores oscuros pf	Estampado estándar	Estampado pf
Vel (m/min)	18	16	17	17	19	19
T1 (°C)	145	150	125	125	122	122
T2 (°C)	145	150	125	125	122	122
T3 (°C)	145	150	125	125	122	122
RPM 1	750	555	600	600	500	500
RPM 2	750	555	600	600	500	500
RPM 3	750	555	600	600	500	500
% Resina	50-53	50-52	50-53	50-52	45-46	40-42
% Volátil	5-5.5	5-5.5	5-5.5	5-5.5	4.5-5	4.5-5
% Flujo	1-1.5	1-1.5	1-1.5	1-1.5	0.5-1	0.5-1
TMC (seg)	16-20	16-20	34-38	34-38	10-16	20-26

Al comparar las condiciones de saturación final con las teóricas y de operación que se venían manejando (*Anexo E*) se observa:

- **Referencias unicolores claros estándar:** se logró aumentar la velocidad del proceso de impregnación hasta los 18 m/min. Al subir la velocidad a 20 m/min, se observa una disminución en la penetración de la resina en el papel (resina superficial), lo que comienza a afectar la calidad de éste. También al bajar el porcentaje de resina a este rango se mejoró la apariencia del papel

- **Referencias unicolores oscuros estándar:** se consiguió aumentar la velocidad del proceso hasta 18 m/min, al llegar a los 20 m/min, se presentan problemas para ajustar las condiciones de operación ya que los hornos están llegando a su límite de calentamiento y la penetración de la resina comienza a afectar la calidad del papel
- **Referencias unicolores claros pf:** se logró aumentar la velocidad del proceso de impregnación hasta 18 m/min, al aumentar a 20 m/min, comienza a disminuir la penetración de la resina en el papel (resina superficial), lo cual se ve reflejado en la postformabilidad del laminado, el porcentaje de volátiles comienza a disminuir con lo que la calidad del papel es menor.
- **Referencias unicolores oscuros pf:** se logró aumentar la velocidad del proceso de impregnación hasta 17 m/min, al aumentar la velocidad a 20 m/min, se observa un aumento en el porcentaje de volátiles lo cual trae como consecuencia una disminución en la calidad del laminado final (riesgo de laminado opaco)
- **Referencias estampados estándar y pf:** se logró aumentar la velocidad del proceso de impregnación hasta 20 m/min, después de los cuales se comienza a perder el control del proceso ya que el papel se comienza a partir.

Adicional a estas mejoras se logró ajustar las condiciones de calidad del papel impregnado en todas las referencias, lo que trajo como consecuencia una disminución en la salida de producto final no conforme.

Tabla 6. Condiciones Overlay y Tableros Impregnadora Vits.

CONDICIONES	REFERENCIA						
	OVERLAY				TABLEROS		
	Con silicato		Sin silicato		Pizarra	Pizarrón	Blanco nieve
	Gramaje ≤24	Gramaje ≥25	Gramaje ≤24	Gramaje ≥25			
Vel (m/min)	20	20	21	21	16	16	16
T1 (°C)	130	122	132	132	125	120	125
T2 (°C)	132	122	132	132	165	155	155
T3 (°C)	132	122	132	132	165	155	155
RPM 1	500	500	500	500	650	500	500
RPM 2	500	500	500	500	650	500	500
RPM3	500	500	500	500	650	500	500
% Resina	74-76	70-74	70-74	65-68	57-58	57-58	57-58
% Volátil	7-8	7-8	7-8.5	6-7	5-6	5-6	5-6
% Flujo	10-14	10-14	10-14	9-11	1-1.5	1-1.5	1-1.5
TMC (seg)	34-40	40-48	34-40	36-42	10-16	10-16	10-16

Se logro estandarizar el proceso de impregnación de overlay como tableros, al ajustar las condiciones de operación de la máquina en base a los gramajes de éstos, logrando un mejor control del proceso y una mejora en las condiciones de calidad del papel.

3.1.2 Impregnadora Babcock

Tabla 7. Condiciones referencias estándar y postformable Impregnadora Babcock.

CONDICIONES	REFERENCIA					
	Unicolores claros estándar	Unicolores oscuros estándar	Unicolores claros pf	Unicolores oscuros pf	Estampados estándar	Estampados pf
Vel (m/min)	23	20	22	20	23	20
T1 (°C)	145	140	140	125	135	118
T2 (°C)	145	140	140	125	135	118
T3 (°C)	145	140	140	125	135	118
T4 (°C)	145	140	140	125	135	118
T5 (°C)	145	140	140	125	135	118
RPM 1	550	550	550	500	500	450
RPM 2	550	550	550	500	500	450
RPM 3	550	550	550	500	500	450
RPM 4	550	550	550	500	500	450
RPM 5	550	550	550	500	500	450
% Resina	50-53	50-53	50-53	50-52	45-47	41-43
% Flujo	5-5.5	5-5.5	5-5.5	5-5.5	4.5-5	4.5-5
% Volátil	1-1.5	1-1.5	1-1.5	1-1.5	0.5-1	0.5-1
TMC (seg)	16-20	16-20	34-38	34-38	10-16	20-26

Al comparar las condiciones de saturación final con las teóricas y de operación que se venían manejando se observa:

- **Referencias unicolores claros estándar:** se logró aumentar la velocidad del proceso de impregnación a 23 m/min. Al subir la velocidad a 25 m/min, comienza a disminuir la penetración de la resina, disminuyendo la calidad del papel.
- **Referencias unicolores oscuros estándar:** se logró aumentar la velocidad del proceso de impregnación a 20 m/min. Al subir la velocidad a 24 m/min, se comienza a perder el control del proceso ya que el porcentaje de volátiles

disminuye, lo que trae riesgos con la calidad del laminado final ya que este puede salir opaco.

- **Referencias unicolores claros pf:** se logró aumentar la velocidad del proceso de impregnación a 22 m/min. Al aumentar la velocidad a 24 m/min, se comienza a perder el control del proceso ya que el porcentaje de resina comienza a disminuir, lo que trae riesgos ya que puede presentarse *bleeding* en el laminado final.

- **Referencias unicolores oscuros pf, estampados estándar y pf:** se logró aumentar la velocidad del proceso de impregnación a 20-23 m/min. Al aumentar la velocidad a 25 m/min, se comienza a perder el control al partirse el papel en su proceso de saturación.

Tabla 8. Condiciones Overlay impregnadora Babcock.

CONDICIONES	REFERENCIA	
	OVERLAY	
	Gramaje ≤ 24	Gramaje ≥ 25
Vel. (m/min)	28	28
T1 (°C)	130	130
T2 (°C)	130	135
T3 (°C)	130	135
T4 (°C)	130	135
T5 (°C)	130	135
RPM 1	500	500
RPM 2	500	500
RPM 3	500	500
RPM 4	500	500
RPM 5	500	500
% Resina	70-74	65-68
% Flujo	7-8.5	6-7
% Volátil	10-14	9-11
TMC (seg)	34-40	36-42

En el proceso de producción de papel impregnado overlay, se logró estandarizar éste, al ajustar las condiciones de operación de la máquina en base a los gramajes del papel. Logrando un mejor control del proceso y una mejora en las condiciones de calidad del papel.

3.1.3 Impregnadora Tocchio Al estudiar y aplicar los perfiles propuestos para la saturación de papel kraft y agente release en la impregnadora Tocchio y debido al

funcionamiento de la máquina en ese momento, se determinó que las mejores condiciones de operación son:

Tabla 9. Condiciones operación impregnadora Tocchio.

CONDICIONES	REFERENCIA	
	KRAFT	AGENTE
Vel. (m/min)	105	80
T1 (°C)	150	160
T2 (°C)	150	160
T3 (°C)	150	160
T4 (°C)	150	120
T5 (°C)	100	100
T6 (°C)	100	100
T7 (°C)	100	100
RPM 1	1000	1100
RPM 2	1000	1100
RPM 3	1000	1100
RPM 4	1000	1100
RPM 5	1000	1100
RPM 6	1000	1000
RPM 7	1000	1000

Tabla 10. Condiciones de calidad papel Kraft. LI: limite inferior, LC: limite central., LS. Limite superior

	GRAMAJE								
	187 g/m ²			205- 207 g/m ²			155 g/m ²		
	LI.	LC	LS.	LI.	LC	LS.	LI.	LC	LS.
% RESINA	31	32	33	29	30	31	31	32	33
% VOLATIL	7.5	7.9	8.3	7.5	7.9	8.3	7.5	7.9	8.3
% FLUJO	1.2	1.35	1.5	1.2	1.35	1.5	1.2	1.35	1.5

Papel kraft: se logró operar la máquina hasta una velocidad de 105 m/min (25 m/min más rápido en comparación de la máquina operando con cinco hornos), al tratar de subir la velocidad, se comienza a sacrificar la calidad del papel debido a que por las características de la máquina se pierde el control del proceso al tratar de ajustar las condiciones del papel impregnado (el ajuste de la máquina tarda mucho tiempo, y se presenta salida de hojas saturadas fuera de especificación).

Agente release: se logró operar la maquina hasta una velocidad de 80 m/min (10 m/min más rápido en comparación de la máquina operando con cinco hornos), después de esta velocidad se comienza a perder el control de proceso ya que por las características del cabezal de aplicación del agente release, éste deja de penetrar al papel en forma uniforme.

3.1.4 Pruebas realizadas para la determinación de laminado unicolor brillante resistente al rayado A continuación se muestran los ensayos realizados para la determinación de la mejor mezcla de oxido de aluminio (tamaño de partícula de 30 μ) y resina para su aplicación en el laminado unicolor. El primer parámetro de decisión que se tuvo en cuenta fue la apariencia de la lamina, con lo que se determino con qué relación de oxido de aluminio/resina continuaría el estudio, posteriormente se realizaron ensayo de calidad del laminado (*Ver Anexo K*). En este punto se observa que las mejores relaciones Kg de resina / Kg de silicato fueron 30/2 y 30/1.5, por lo que se llevó a prensa otro ensayo con estos papeles a los cuales se les realizaron otras pruebas de calidad encontrando: (*Ver Anexo L*)

- Al realizar las pruebas de calidad de las láminas con las muestras de relaciones 30/2 y 30/1.5, se encontró que estas presentan resultados muy similares, en las pruebas de blister, brillo, calor seco, abrasión, impacto con balón pequeño y rayado.
- El postformado de las láminas impregnadas con relación de silicato 30/1.5 fue en general mejor que para 30/2.
- Debido a la impregnación con silicato el porcentaje de flujo y el porcentaje de resina aumentó, lo cual no significó una disminución en el brillo de las láminas.
- Se presentan los mismos resultados con o sin silicato en las pruebas de resistencia al impacto con balón pequeño (IBP) y rayado.
- El blister y resistencia a la abrasión de todos los laminados mejoró con la aplicación de silicato (Tabla 11).

Tabla 11. Comparación blister y abrasión con aplicación de silicato.

	SIN SILICATO	CON SILICATO
Blister (seg.)	14-18	20-21
Abrasión (ciclos)	200-300	700-1000

- Después de realizados estos ensayos se llevó a prensa 12 laminas por referencia de papel obteniendo:

Tabla 12. Resultados de las muestras de laminado unicolor brillante

LAMINA	RESULTADOS	CAUSA PROBLEMAS
Ruby	1 ok 11 con burbujas	Ciclo de enfriamiento prensa
Lapislázuli	4 ok 7 mal.	Laminas con rayas causadas por las placas
Carbón	3 ok 5 manchadas 4 húmedas	Manchas por desgaste placas. Húmedo impregnación o prensa
Borgundy	2 ok 5 húmedas 4 manchadas	
Negro chino	2 ok 2 húmedas 7 manchadas	

En este punto se observa que las condiciones de saturación con silicato relación 30/1.5, es la más adecuada para la aplicación en laminado unicolor resistente a la abrasión. Para mejorar el postformado de algunas referencias así como su apariencia se procedió a ajustar los ciclos de prensa.

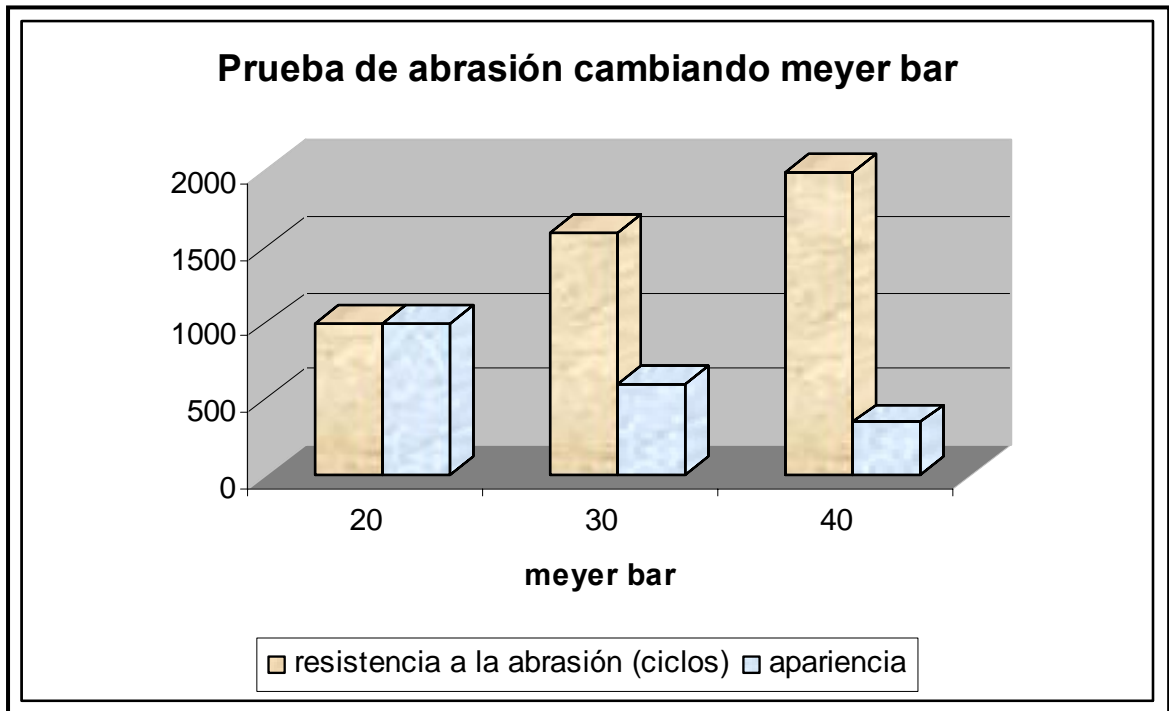
3.1.5 Pruebas realizadas para la determinación de laminado estampado brillante de alta resistencia a la abrasión A continuación se muestran los ensayos realizados para la determinación de la óptima mezcla de óxido de aluminio (tamaño de partícula de 30 μ) y resina para su aplicación en laminado estampado brillante resistente a la abrasión,

Los primeros parámetros de decisión que se tuvieron en cuenta fueron la apariencia de la lámina y su resistencia a la abrasión (mayor de 250 ciclos como indica la norma BS EN ISO 1199), con lo que se determinó que la mejor relación kg de resina/kg de óxido de aluminio es 30/1.5. (Ver Anexo M)

Resultados obtenidos al realizar prueba de resistencia a la abrasión promedio a laminas muestreadas con relación kg de resina/kg de óxido de aluminio es 30/1.5.

LAMINA	MEYER BAR DE 20	Abrasión inicial 1000 ciclos
	MEYER BAR DE 30	Abrasión inicial 1600ciclos
	MEYER BAR DE 40	2000 ciclos y no presenta abrasión inicial

Figura 4. Resistencia a la abrasión vs apariencia laminados estampado.



Con estos resultados se observa que la mejor opción para laminados estampados brillante con silicato relación 30/15 se obtiene utilizando una meyer bar de 20, ya que presenta la mejor apariencia en comparación con las láminas impregnadas con meyer bar de 30 y 40, además cumple con las especificaciones de calidad para resistencia a la abrasión (mínimo 250 ciclos abrasión inicial). Al comparar en el microscopio las muestras impregnadas utilizando “meyer bar” de 20 y 30, se observa que la meyer bar de 20 satura el papel en una forma mas uniforme, razón por la cual este laminado presenta mejor apariencia. (Ver Anexo N, figura 1 y 2)

3.2 PRENSA

La búsqueda de mejores condiciones del laminado final llevo a la empresa a realizar un análisis de las variables que influían en éstas. Los ciclos de prensa fueron determinamos por medio del análisis estadístico. Para poder cumplir con estas características se tuvo en cuenta cada una de las referencias, en donde finalmente se organizó por grupos así: unicolores claros, unicolores oscuros, estampados claros, estampados oscuros. Conociendo los parámetros a analizar y haciendo el respectivo estudio se obtuvieron los siguientes resultados: (Ver Anexo O)

3.2.1 Prensa 1

3.2.1.1 Relación blister y ciclo de prensado

Figura 5. Condiciones anteriores blister y ciclo de prensado. Prensa 1

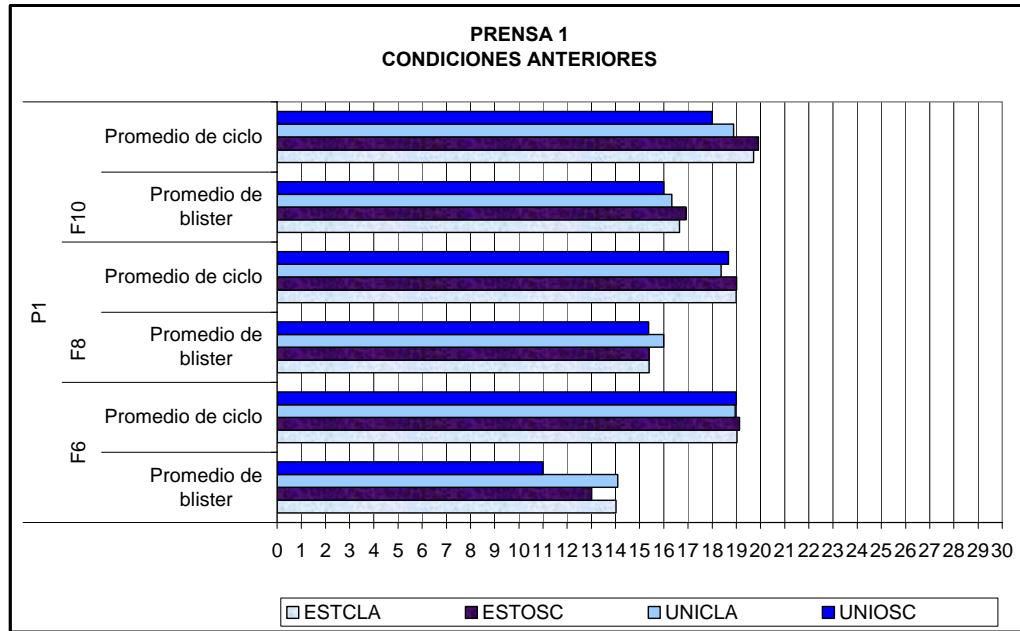
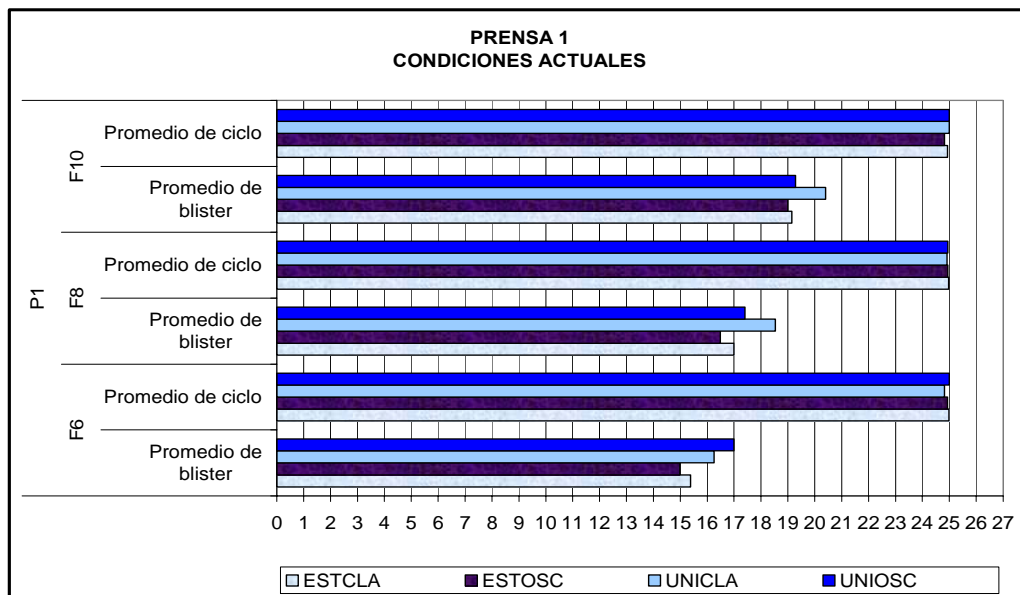


Figura 6. Condiciones actuales blister y ciclo de prensado. Prensa 1



3.2.1.2 Relación postformado y ciclo de prensado

Figura 7. Condiciones Anteriores postformado y ciclo de prensado. Prensa 1

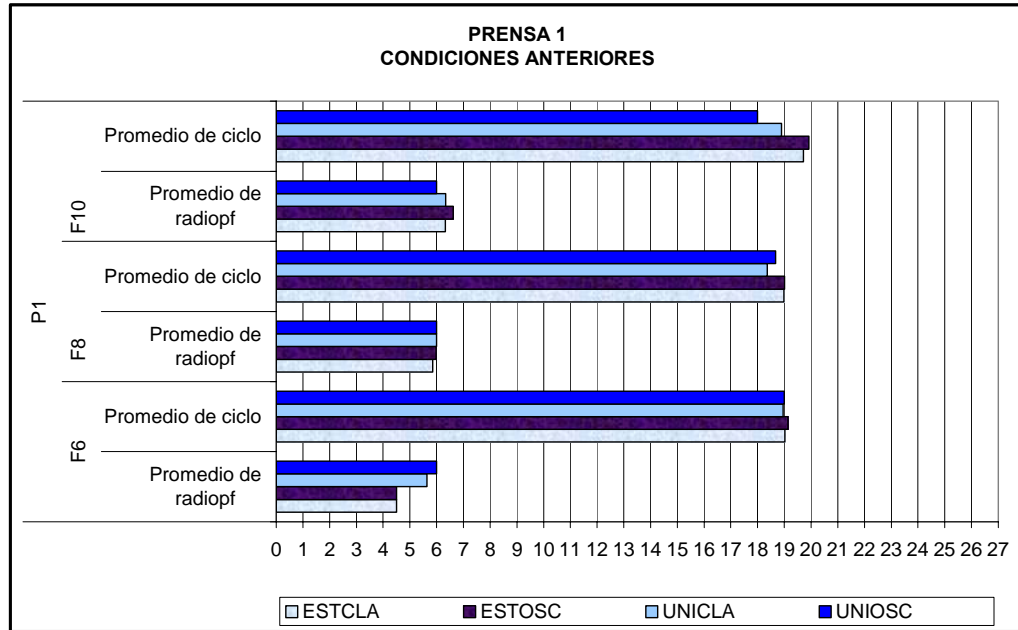
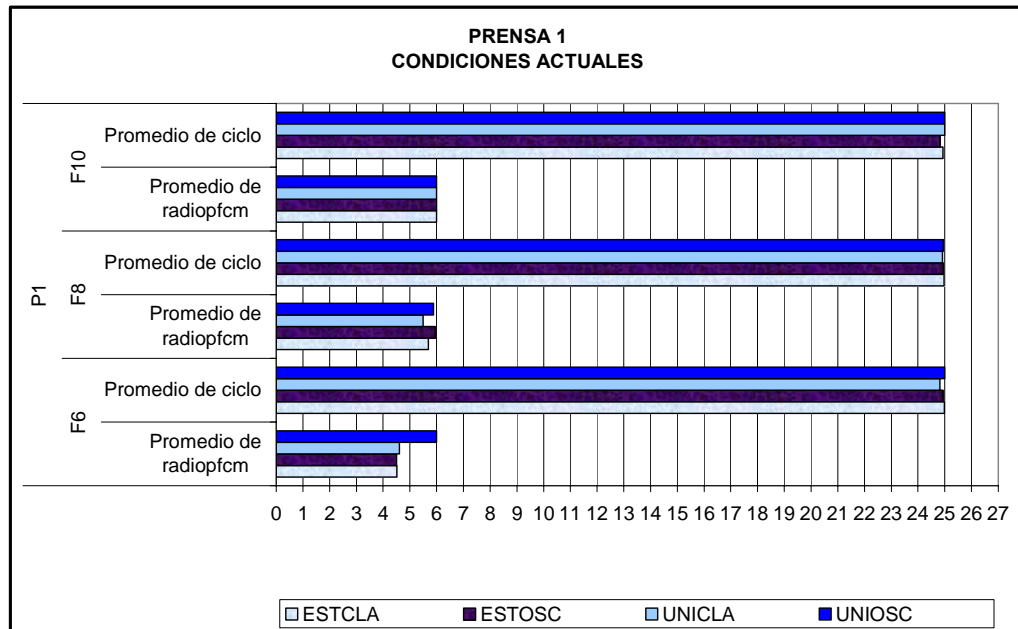


Figura 8. Condiciones Actuales postformado y ciclo de prensado. Prensa 1



3.2.2 Prensa 2

3.2.2.1 Relación blister y ciclo de prensado

Figura 9. Condiciones Anteriores blister y ciclo de prensado. Prensa 2

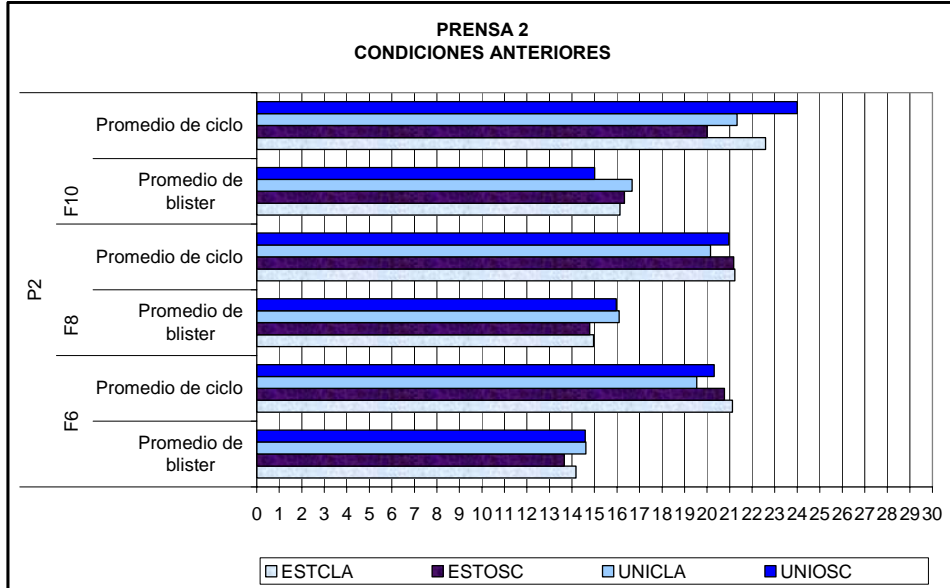
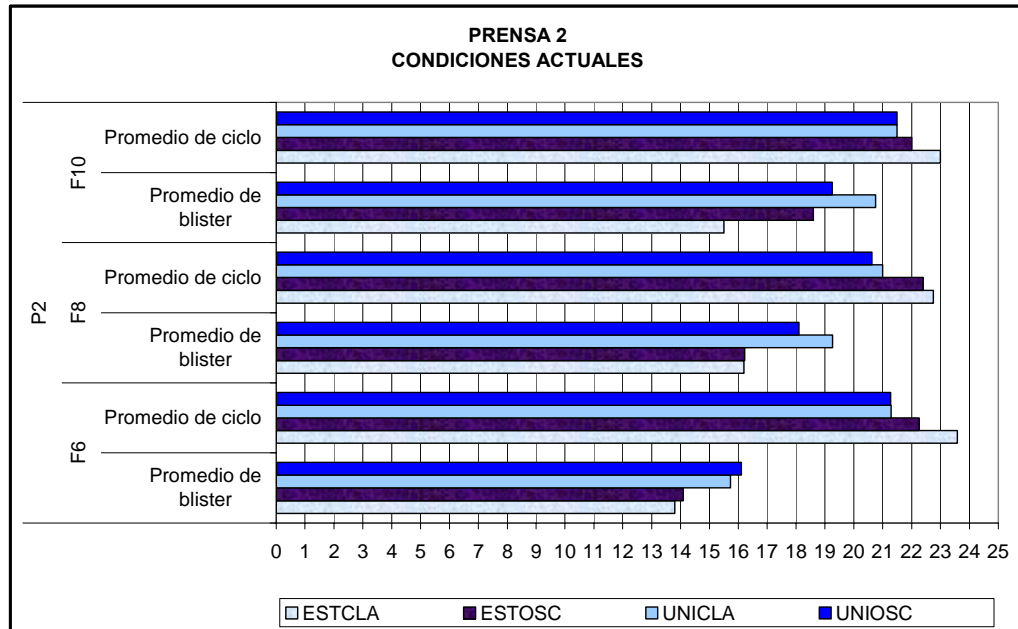


Figura 10. Condiciones Actuales blister y ciclo de prensado. Prensa 2



3.2.2.2 Relación postformado y ciclo de prensado

Figura 11. Condiciones Anteriores postformado y ciclo de prensado. Prensa 2

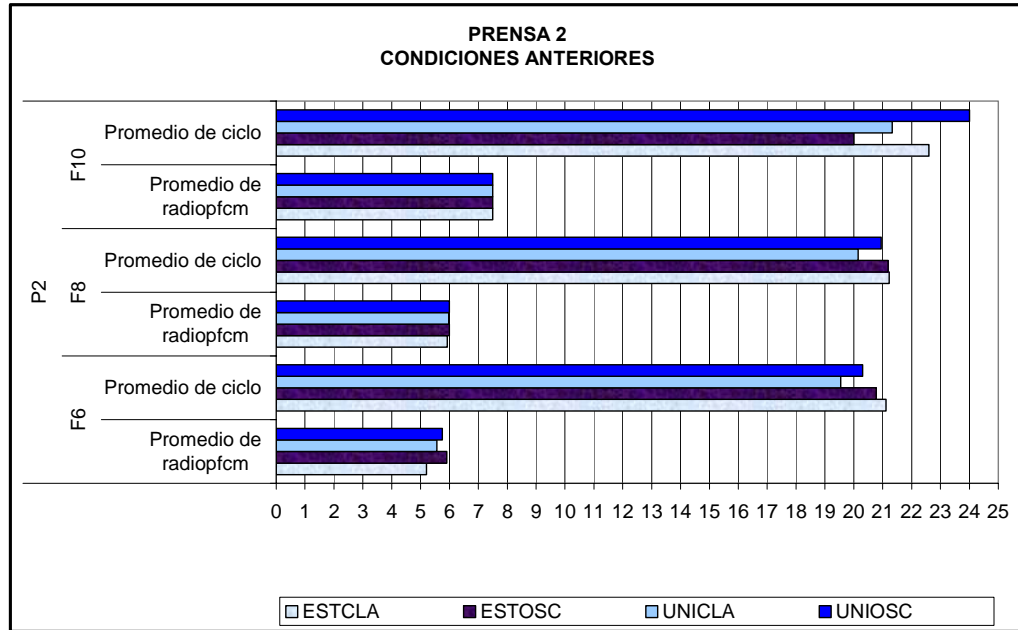
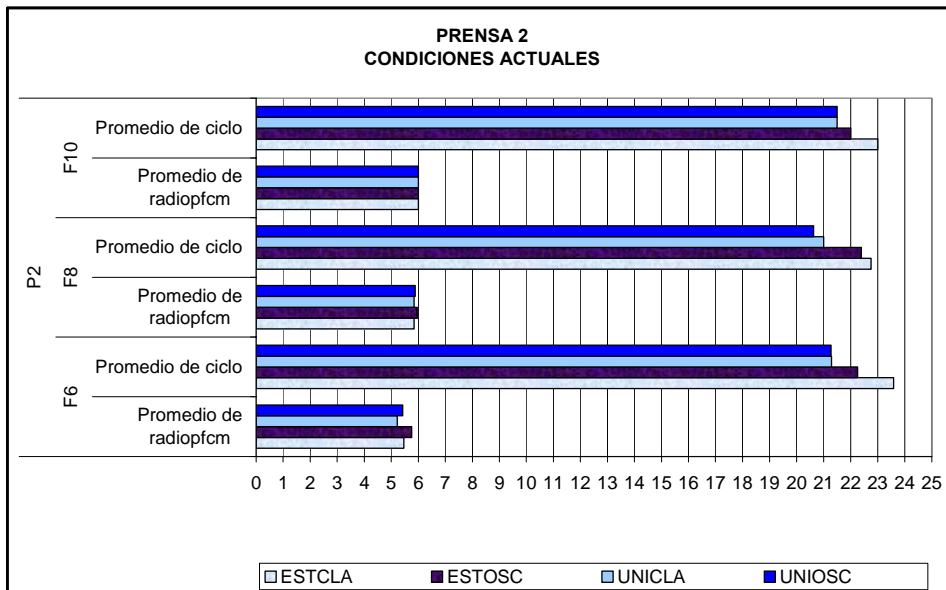


Figura 12. Condiciones Actuales postformado y ciclo de prensado. Prensa 2



3.2.3 Prensa 3

3.2.3.1 Relación blister y ciclo de prensado

Figura 13. Condiciones Anteriores blister y ciclo de prensado. Prensa 3

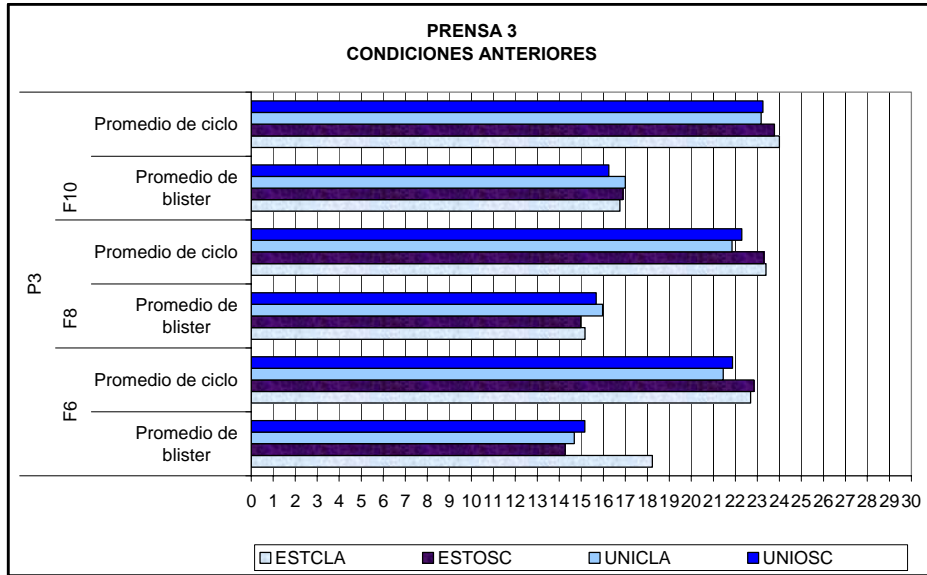
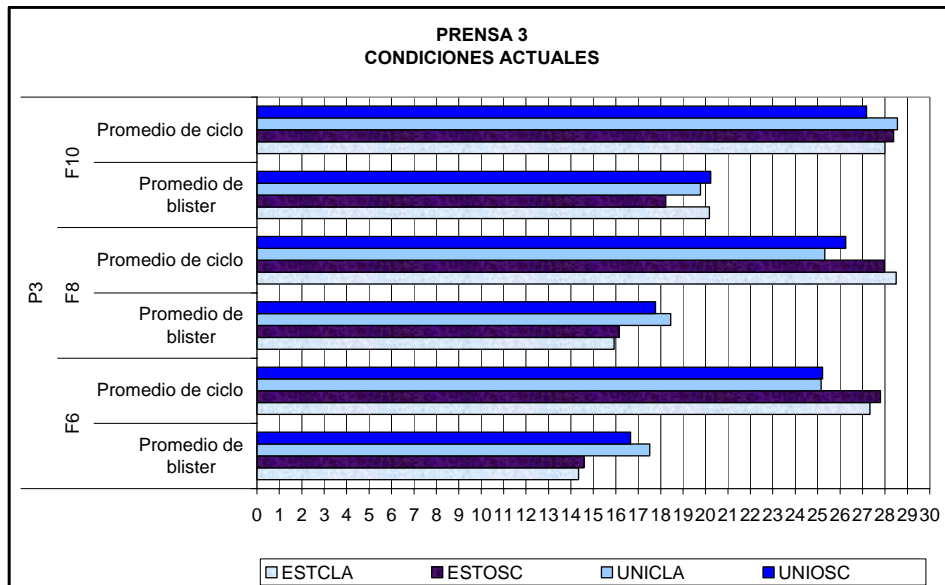


Figura 14. Condiciones Actuales blister y ciclo de prensado. Prensa 3



3.2.3.2 Relación postformado y ciclo de prensado

Figura 15. Condiciones Anteriores postformado y ciclo de prensado. Prensa 3

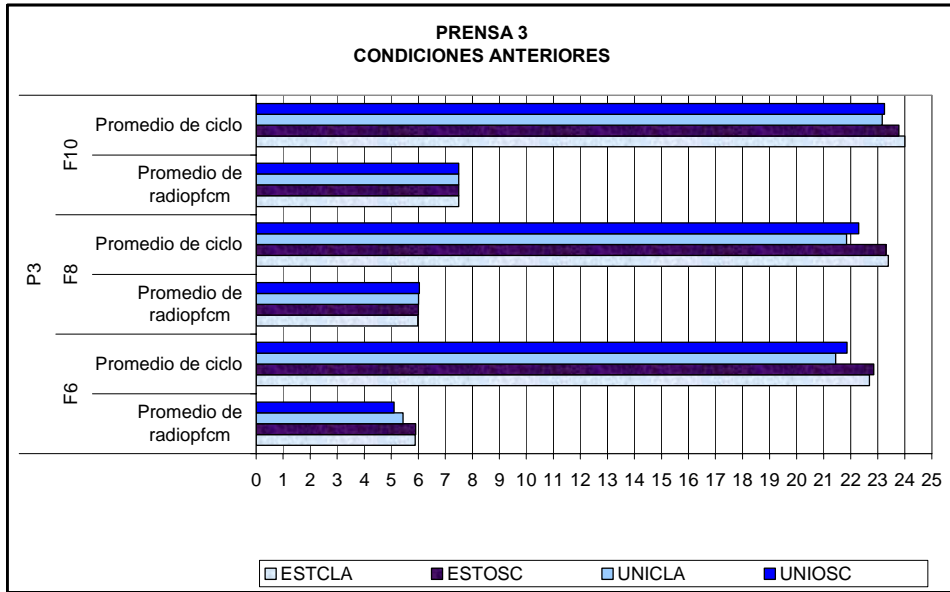
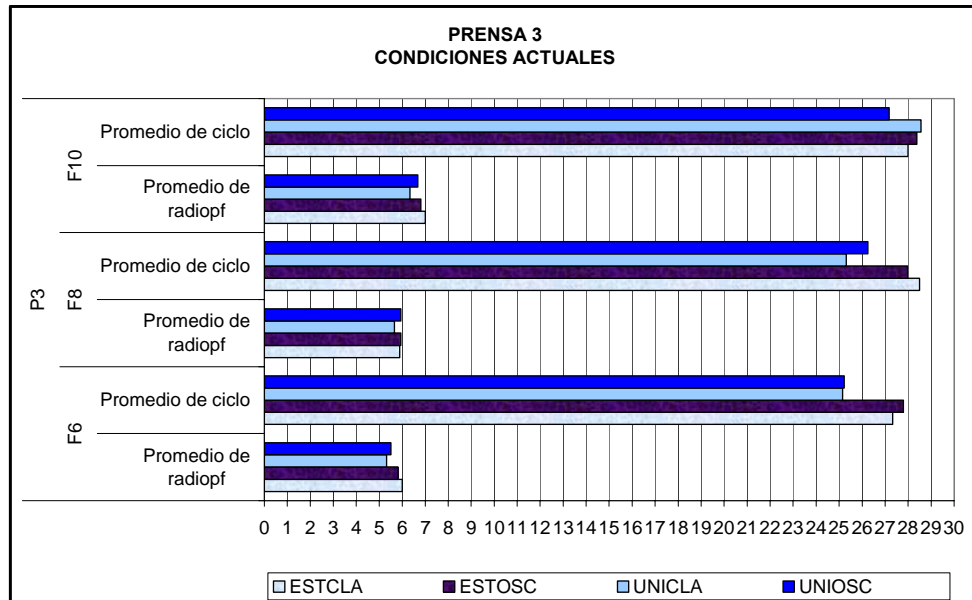


Figura 16. Condiciones Actuales Postformado y ciclo de prensado. Prensa 3



3.2.4 Prensa 4

3.2.4.1 Relación blister y ciclo de prensado

Figura 17. Condiciones Anteriores blister y ciclo de prensado. Prensa 4

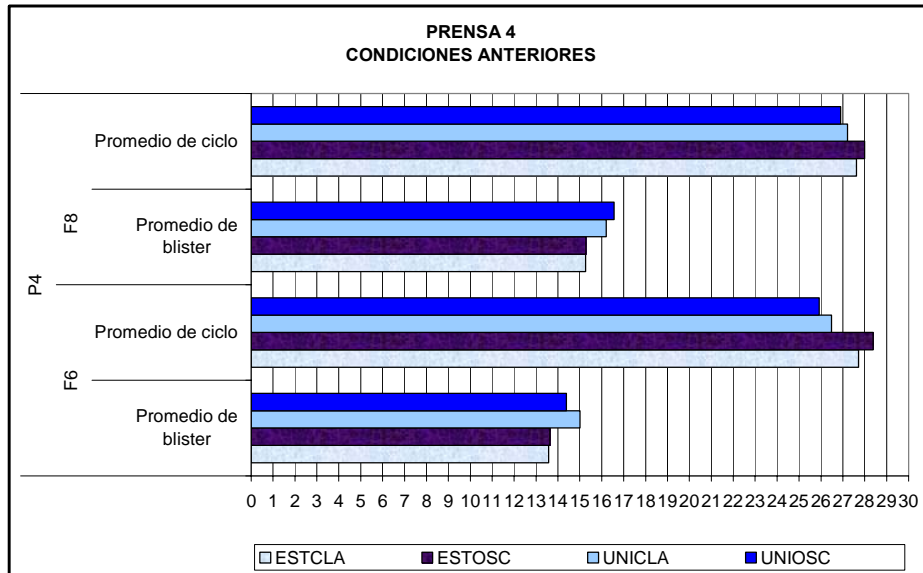
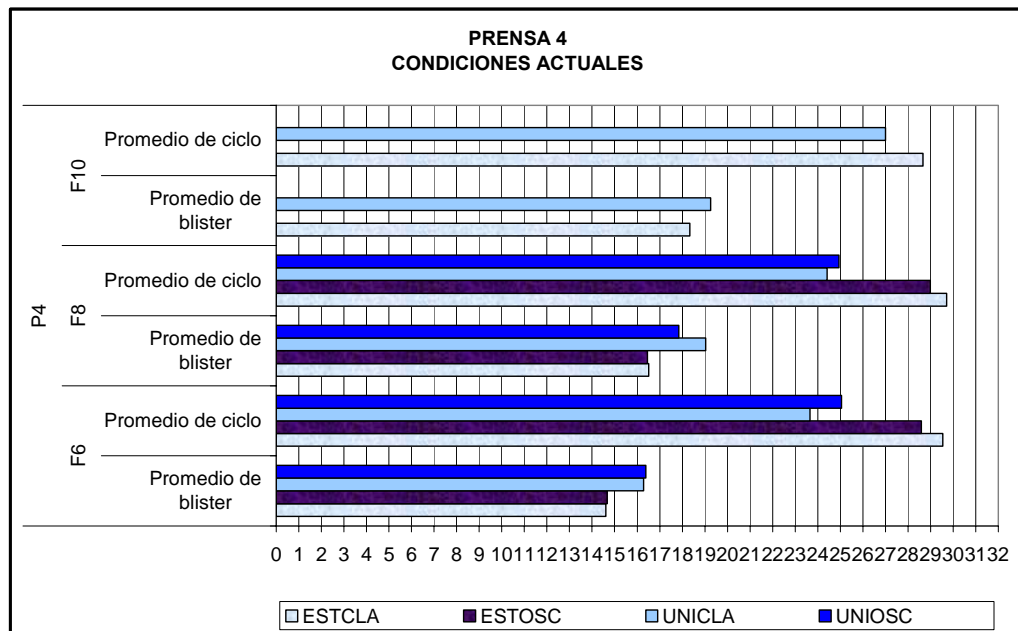


Figura 18. Condiciones Actuales blister y ciclo de prensado. Prensa 4



3.2.4.2 Relación postformado y ciclo de prensado

Figura 19. Condiciones Anteriores postformado y ciclo de prensado. Prensa 4

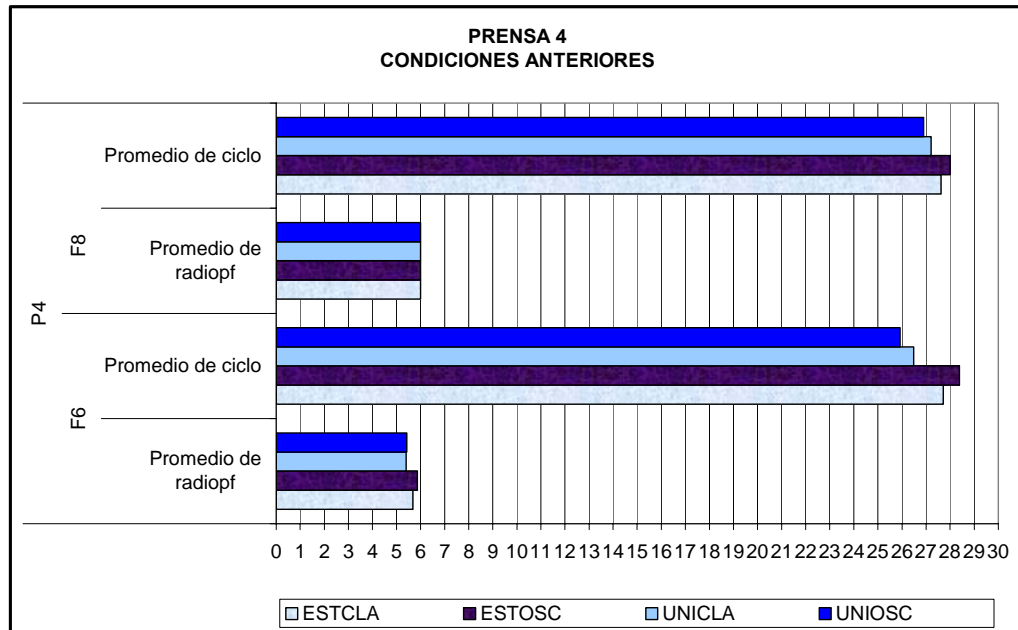
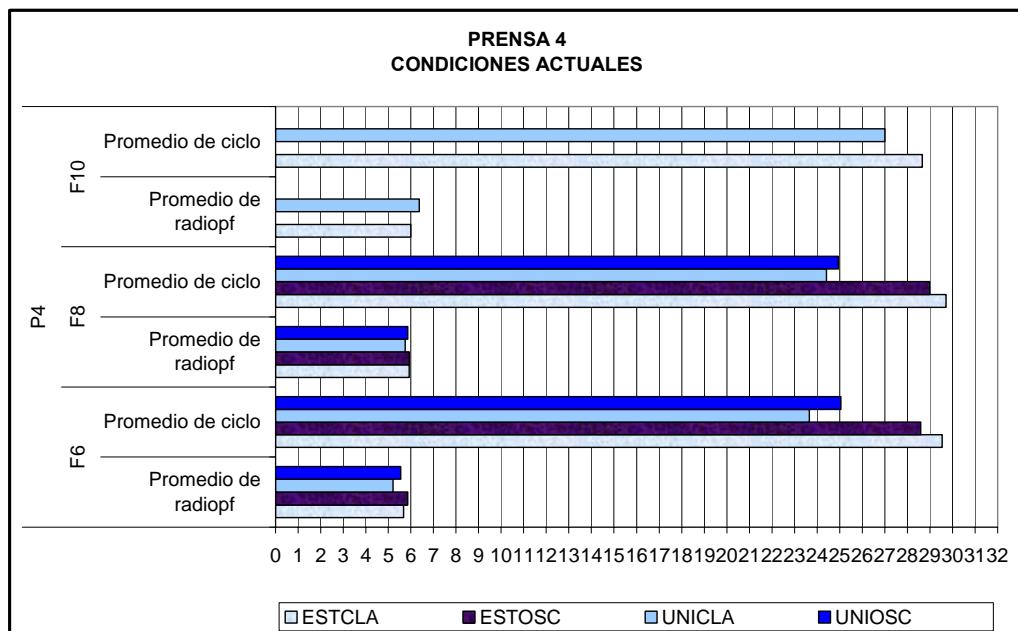


Figura 20. Condiciones Actuales postformado y ciclo de prensado. Prensa 4



En todas las prensas tanto los ciclos como las condiciones de postformado y blister variaron debido al cambio de receta de calentamiento.

El Ciclo directo presentaba un aumento subitico de temperatura (*Ver anexo I*), lo cual hacía que los ciclos fueran mas cortos, pero también se tenían condiciones de blister y postformado muy cercanos a los limites, lo que en ocasiones provocaba no conformidades en el laminado.

Tratando de mejorar estas condiciones, se busco un ciclo que no presentara un aumento de temperatura tan brusco en el laminado; permitiendo que las condiciones de temperatura de la lámina central no fueran tan elevadas y con esto mejorar las propiedades de blister y postformado.

En prensa 1 se manejaron ciclos de 25 /150 (min/°C) para todas las referencias y tamaños. Obteniéndose mejores resultados al momento de controlar el calentamiento del laminado con la disminución o aumento de los amortiguadores.

En prensa 2 los tiempos de ciclo no aumentaron significativamente a pesar del cambio en la receta de calentamiento, pero si se mejoraron las condiciones de blister y postformado del laminado.

En prensa 3 los ciclos aumentaron debido al cambio de receta, mejorando el blister y postformado en el laminado.

En prensa 4 se mejoraron los resultados en cuanto al blister con el ciclo escalonado.

En general, la cantidad de laminado conforme fue mayor, lo cual nos indica un aumento en la eficiencia del proceso de producción de laminados decorativos de alta presión. (*Ver anexo P*)

3.2.5 Amortiguadores El uso de los amortiguadores era aleatorio en cuanto a su preservación; eran remplazados a cualquier hora el día y sin control, lo cual influía en el calentamiento del laminado y el posterior producto terminado. Para mejorar el proceso se comenzó a realizar el cambio de los amortiguadores en el primer turno de cada día de la siguiente manera.

A los amortiguadores junto a la flecha se le cambia el que se encuentra en la parte superior junto a la placa y a los amortiguadores de la tapa se les cambia el que se encuentra en la parte inferior junto a la placa. Remplazándolos por amortiguadores del mismo tamaño y gramaje. Así se tiene mayor rotación en todo el conjunto y aproximadamente cada semana se tiene un conjunto nuevo.

Con esto se logro controlar los cambios bruscos en la temperatura de la lámina central, evitando así que el laminado presentara problemas de calidad, tales como postformado y blister.

3.2.6 Temperatura de la lámina central La temperatura de la lámina central en las 4 prensas se comenzó a distribuir de la siguiente manera:

Tabla 13. Distribución temperatura de la lámina central

PRENSA	TLC (°C)	TIEMPO DE (120°C A 120°C)
1	128-139	8-9 min
	130-132	10-12 min
	133-134	13-15 min
2	128-133	9-11 min
	134-137	12-13 min
	138-140	16-17 min
3	131-132	14-15 min
	133-134	16 min
	135-136	17 min
4	130-132	10-12 min
	133-134	13-14 min
	134-135	14-15 min
	136-137	16-17 min

Según un estudio realizado anteriormente el curado de una lámina se lleva acabo entre 120°C y 120°C, dependiendo de la prensa y de la temperatura de la lámina central. Debido a esto se determinaron los rangos de tiempo en los cuales el laminado debe ser curado, facilitando así la búsqueda de los posibles problemas presentados en el laminado no conforme.

Después de analizar el uso de los amortiguadores como controladores de transmisión de calor hacia el laminado, se encontró que para las prensas 2, 3 y 4 es mejor utilizar siempre 8 amortiguadores cambiando los ciclos de prensado para obtener los resultados deseados. En cambio para la prensa 1 es mejor cambiar los amortiguadores y dejar el mismo ciclo de prensado, ya que de esta forma se tiene control del laminado.

4. CONCLUSIONES

- Se logró estandarizar el proceso de producción de laminados decorativos de alta presión en las secciones de impregnación y prensado.
- Se mejoró el proceso de impregnación del papel aumentando las velocidades de saturación del mismo y ajustando los rangos en las pruebas de calidad realizadas al papel saturado.
- Se ajustaron los ciclos de prensa en base a las nuevas condiciones del papel saturado, lo que trajo como consecuencia un aumento en la cantidad de laminado conforme. Con esto se consiguió controlar el proceso de prensado en sus diferentes etapas.
- El hecho de mejorar las condiciones de operación en la elaboración de laminados, trajo como consecuencia indirecta una mejora en la eficiencia del proceso y una disminución en los costos debido a las pérdidas que se presentaban por la salida de laminado fuera de especificación (no conforme).
- Adicional a estos logros se implementaron manuales de operación en las secciones de la planta, los cuales son una guía completa para mejorar y facilitar la operación de las máquinas por parte de los operarios.

5. RECOMENDACIONES

Para mejorar el control del proceso en la sección de impregnación se recomienda instalar comparadores de carátula en los rodillos exprimidores los cuales serán un aporte importante, ya que estos permitirán ajustar los rodillos de las máquinas de saturación desde el momento mismo del enhebrado del papel.

Se recomienda realizar nuevamente los balances de masa y calor del papel impregnado con el fin de conocer los consumos actuales de resina en el proceso de saturación y los costos de los mismos.

Se recomienda crear un nuevo formato de registro de información en las prensas, para poder realizar un mejor seguimiento al proceso y los problemas que se puedan presentar en el mismo.

BIBLIOGRAFIA

CYANAMID. Decorativ Laminates. American Cyanamid Company. Plastics and resins division. USA. 1985

Guías de especificaciones de calidad laminados decorativos de alta presión. lamitech s.a.

MANUAL DE CALIDAD IMPREGNADORAS VITS, BABCOCK, TOCCHIO. LAMITECH S.A.

MANUAL DE CALIDAD PRENSAS. LAMITECH S.A.

Nacional Electrical Manufacturers Association (NEMA). Standar publication. USA. 1995.

PULIDO Jorge, CORREDOR Ruth. PRADA Mónica. Mejoramiento de los procesos de impregnación y secado usados en laminados decorativos de alta presión. Tesis de Grado UIS. 1998.

MENDOZA Dina, HERVAN José. Modelamiento de la transferencia de calor en estado transitorio durante el ciclo de prensado de laminados decorativos de alta presión. Tesis de Grado UIS. 1999.

PRADA Ludwing. RODRÍGUEZ Luis. Mejoramiento de las resinas fenolica y melaminica utilizadas en la fabricación de laminados de alta presión en la planta sintéticos S.C.A.

REYES, Hernando. PEREIRA Carlos. Modificación de la resina fenólica utilizada en la fabricación de laminados decorativos de alta presión, mediante la adición de resina triazona. Tesis de Grado UIS. 2005.

VILLALBA Harold, OCHOA Carlos. Mejoramiento en la aplicación de monómeros ureicos en resinas fenólicas termoestables para laminados de alta presión. Tesis de Grado UIS. 2003.

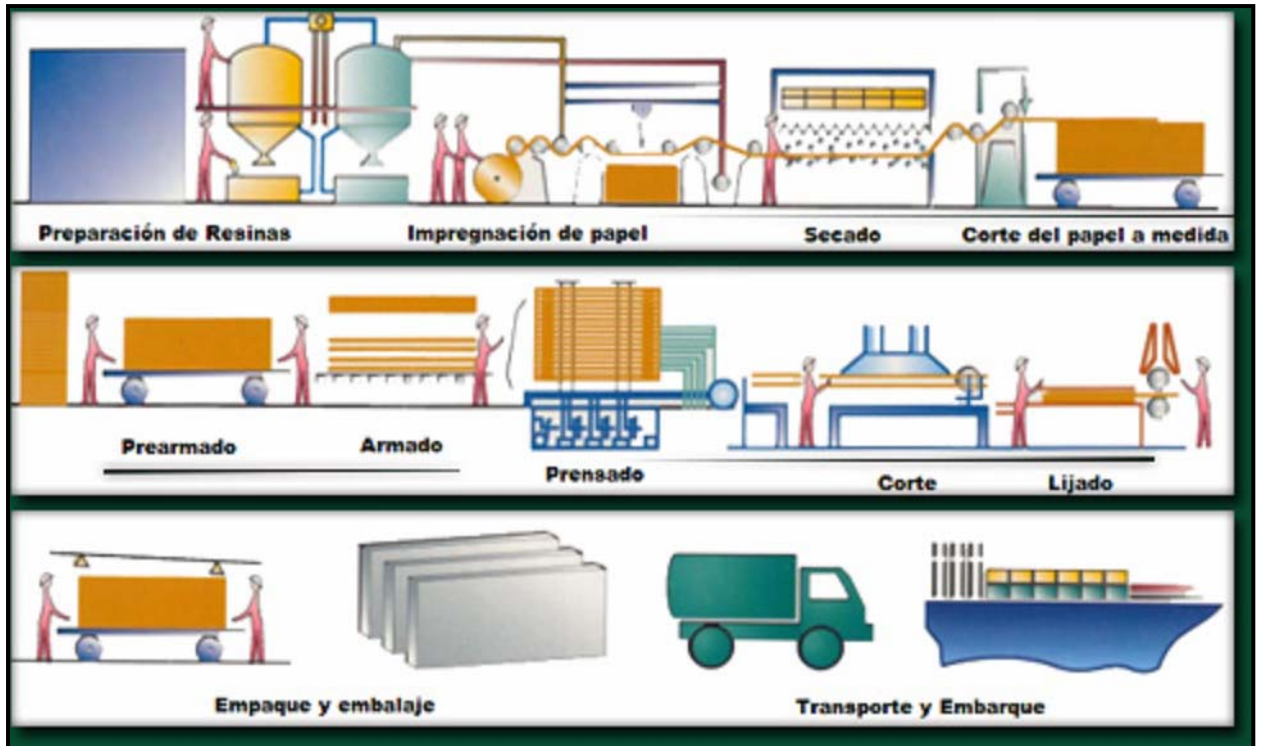
www.fundermax.at

www.rdspecialties.com

www.vits.com

ANEXO A

PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL LAMINADO



ANEXO B

PRUEBAS DE CALIDAD REALIZADAS A LAS RESINAS FENÓLICAS Y MELAMÍNICAS

PRUEBA	DESCRIPCIÓN
TIEMPO GEL	Es la medida del tiempo en el cual una resina fenólica o melamínica sometida a una temperatura constante se convierte en un polímero termoestable e infusible. (Ver Anexo Q, figura 1)
VISCOSIDAD	Es la medida de la fricción interna de un fluido, el cual cuando dos capas de éste están en movimiento crean una fricción tal que genera un movimiento y éste es transferido en forma de fuerza (torque)
APARIENCIA	Consiste en el análisis organoléptico de un polímero para garantizar que se cumplan las especificaciones para tal fin.
PORCENTAJE DE SÓLIDO	Se define como el porcentaje de polímero sólido formado
pH	Mide el grado de acidez de una solución, se define como el logaritmo negativo de la concentración de ión hidrogeno (Ver Anexo Q, figura2)
DENSIDAD ESPECIFICA	Es la relación existente entre la masa de la resina y el volumen que ocupa.
TOLERANCIA AL AGUA	Es una medida indirecta del grado de polimerización de la resina fenólica o melamínica.
PUNTO NUBE	Mide el grado de avance de polimerización de la resina mediante la determinación de la solubilidad en agua de los metiloles formados.

ANEXO C

PRUEBAS DE CALIDAD REALIZADAS AL PAPEL

PRUEBA	DESCRIPCION
Porcentaje de Resina	<p>Se define como la cantidad de resina que ha penetrado en el papel durante la saturación y posterior secado del papel. Se determina en base a la siguiente fórmula: (ver anexo Q, figura 4)</p> $\% \text{ Resina} = \frac{\text{Peso probeta impregnada} - \text{Peso papel en base seca}}{\text{Peso probeta impregnada}} * 100$
Porcentaje de flujo	<p>Se define como la cantidad de resina que puede fluir a través de un conjunto de hojas sometidas a condiciones de prensado estándar (presión y temperatura) y determina el grado de polimerización de la resina en la hoja saturada. Se determina en base a la siguiente fórmula: (ver anexo Q, figura 4)</p> $\% \text{ Flujo} = \frac{\text{Peso probetas impregnada} - \text{Peso probeta prensada}}{\text{Peso probetas impregnadas}} * 100$
Porcentaje de Volátil	<p>Indica la cantidad de material volátil que ha quedado en la hoja saturada después de haber sido secada en el horno. Se determina en base a la siguiente fórmula: (ver anexo Q, figura 3)</p> $\% \text{ Volátil} = \frac{\text{Peso probeta impregnada} - \text{Peso probeta seca}}{\text{Peso probeta impregnada}} * 100$
Tiempo Mínimo de Curado (TMC)	<p>Es una medida del grado de polimerización de la resina dentro de la hoja saturada. Se determina observando una muestra prensada a 1100 lb, y una temperatura de 300°F variando el tiempo de acuerdo al resultado encontrado. (ver anexo Q, figura 4)</p>

ANEXO D

CONDICIONES TEÓRICAS Y DE OPERACIÓN IMPREGNADORAS VITS Y BABCOCK

LAMINADO ESTÁNDAR Y POSTFORMABLE.

CONDICIONES	REFERENCIA											
	Unicolores Claros Estándar		Unicolores Oscuros Estándar		Unicolores Claros Pf		Unicolores Oscuros Pf		Estampad Estándar		Estampad Pf	
	ope	teó	ope	teó	ope	teó	ope	teó	ope	teó	ope	teó
Vel. (m/min)	15	17	14	X	16	18	15	15	16	18	18	18
T1 (°C)	145	135	155	X	130	125	130	120	125	125	120	115
T2 (°C)	145	135	155	X	130	135	130	130	125	135	120	115
T3 (°C)	145	135	155	X	130	125	130	120	125	125	120	115
RPM 1	800	1000	500	X	600	1400	600	1000	500	800	500	800
RPM 2	800	1000	500	X	600	1400	600	1000	500	800	500	800
RPM 3	800	1000	500	X	600	1400	600	1000	500	800	500	800
% Resina	50-54	50-54	52-54	X	50-52	50-52	49-51	50-52	44-46	43-45	41-42	36-40
% Volátil	5-5.5	5-5.5	5-6	X	5-6	4.5-5	4.5-5	5.5.5	4.5-5	4.5-5	4.5-5.5	4.5-5
% Flujo	1-1.6	1-1.5	1-1.5	X	1-1.1	1-1.5	0.8-1.5	1-1.5	0.5-1	0.5-1	0.5-1	0.5-1
TMC (seg)	16-24	16-20	16-20	X	34-36	36-40	36-38	24-28	8-14	12-14	18-26	16-24

OVERLAY Y TABLEROS

CONDICIONES	REFERENCIA					
	OVERLAY				TABLEROS	
	Con silicato		Sin silicato		Operación	Teórico
	Operación	Teórico	Operación	Teórico		
Vel. (m/min)	18	X	20	20	16	22
T1 (°C)	125	X	130	120	120	120
T2 (°C)	125	X	135	120	155	140
T3 (°C)	125	X	130	120	155	140
RPM 1	500	X	500	600	600	500
RPM 2	500	X	500	600	600	500
RPM 3	500	X	500	600	600	500
% Resina	70-76	X	72-76	74-76	56-60	56-58
% Volátil	7-8	X	7-8	7-8	5-6	5-5.5
% Flujo	10-18	X	12-14	12-14	1-1.5	1-2
TMC (seg)	30-40	X	34-38	34-38	10-18	12-14

CONDICIONES TEÓRICAS Y DE OPERACIÓN IMPREGNADORA BABCOCK

LAMINADO ESTÁNDAR Y POSTFORMABLE

CONDICIONES	REFERENCIA											
	Unicolores Claros Estándar		Unicolores Oscuros Estándar		Unicolores Claros Pf		Unicolores Oscuros Pf		Estampado Estándar		Estampado Pf	
	oper	teó	oper	teó	oper	teó	oper	teó	oper	teó	oper	teó
Vel. (m/min)	20	18	20	X	20	20	20	20	20	20	17	28
T1 (°C)	145	120	145	X	145	135	125	120	120	120	115	100
T2 (°C)	145	138	145	X	145	135	125	120	120	125	115	100
T3 (°C)	145	138	145	X	145	135	125	120	120	125	115	100
T4 (°C)	145	138	145	X	145	135	125	120	120	125	115	100
T5 (°C)	145	138	145	X	145	135	125	120	120	125	115	100
RPM 1	550	500	450	X	550	500	500	500	450	500	450	500
RPM 2	550	500	450	X	550	500	500	500	450	500	450	500
RPM 3	550	500	450	X	550	500	500	500	450	500	450	500
RPM 4	550	500	450	X	550	500	500	500	450	500	450	500
RPM 5	550	500	450	X	550	500	500	500	450	500	450	500
% Resina	52-54	50-52	52-54	X	50-52	50-52	49-51	50-52	46-48	43-45	41-42	36-40
% Volátil	5-5.5	5-5.5	5-6	X	5-6	4.5-5	4.5-5	5-5.5	4.5-5	4.5-5	4.5-5.5	4.5-5
% Flujo	1-1.6	1-1.5	1-1.5	X	1-1.8	1-1.5	0.8-1.5	1-1.5	0.5-1	0.5-1	0.5-1	0.5-1
TMC (seg)	16-20	16-20	16-20	X	34-40	36-40	36-38	24-28	8-16	12-14	18-26	16-24

OVERLAY

CONDICIONES	REFERENCIA	
	OVERLAY	
	Operacionales	Teóricos
Vel. (m/min)	25	25
T1 (°C)	125	122
T2 (°C)	125	125
T3 (°C)	125	122
T4 (°C)	125	122
T5 (°C)	125	122
RPM 1	500	600
RPM 2	500	600
RPM 3	500	600
RPM 4	500	600
RPM 5	500	600
% Resina	73-78	74-76
% Flujo	7-10	7-8
% Volátil	12-14	12-14
TMC (seg)	34-38	34-38

ANEXO E

**CONDICIONES PROPUESTAS IMPREGNADORA VITS LAMINADO ESTÁNDAR Y
POSTFORMABLE**

UNICOLORES CLAROS ESTÁNDAR			
	CONDICIONES ESTUDIADAS		
	1 (Oper)	2	3
Vel (m/min)	15	18	20
T1 (°C)	145	145	145
T2 (°C)	145	145	145
T3 (°C)	145	145	145
RPM 1	750	800	750
RPM 2	750	800	750
RPM 3	750	800	750
% RESINA	50-54	49-51	50-52
% FLUJO	5-5.5	4.5-5	4 -5
% VOLÁTIL	1-1.6	1-1.5	1.1-1.8
TMC (seg)	16-24	16-20	16-21

UNICOLORES OSCUROS ESTÁNDAR				
	CONDICIONES ESTUDIADAS			
	1 (Oper)	2	3	4
Vel (m/min)	14	16	18	20
T1 (°C)	155	150	150	145
T2 (°C)	155	150	150	145
T3 (°C)	155	150	150	145
RPM 1	500	555	500	500
RPM 2	500	555	500	500
RPM 3	500	555	500	500
% RESINA	52-54	50-52	50-52	48-50
% FLUJO	5 y 6	5-5.5	5-5.5	4.5-5
% VOLÁTIL	1-1.5	1-1.5	1-1.5	1-1.5
TMC (seg)	16-20	16-20	18-20	18-20

UNICOLORS CLAROS PF			
	CONDICIONES ESTUDIADAS		
	1 (Oper)	2	3
Vel (m/min)	16	18	20
T1 (°C)	130	125	125
T2 (°C)	130	125	125
T3 (°C)	130	125	125
RPM 1	600	600	550
RPM 2	600	600	550
RPM 3	600	600	550
% RESINA			
	50-52	50-53	50-53
% FLUJO			
	5-6	5-5.5	4.5-5
%VOLÁTIL			
	1-1.1	1-1.5	1-1.5
TMC (seg)			
	34-36	34-38	34-38

UNICOLORS OSCUROS PF			
	CONDICIONES ESTUDIADAS		
	1 (Oper)	2	3
Vel (m/min)	15	17	20
T1 (°C)	130	125	125
T2 (°C)	130	125	125
T3 (°C)	130	125	125
RPM1	600	600	550
RPM2	600	600	550
RPM3	600	600	550
% RESINA			
	49-51	50-52	48-50
% FLUJO			
	4.5-5	5-5.5	5-5.5
% VOLÁTIL			
	0.8-1.5	1-1.5	1-1.5
TMC (seg)			
	36-38	34-38	34-38

ESTAMPADOS ESTÁNDAR				
	CONDICIONES ESTUDIADAS			
	1 (Oper)	2	3	4
Vel (m/min)	16	18	20	22
T1 (°C)	125	125	125	125
T2 (°C)	125	125	125	130
T3 (°C)	125	125	125	130
1	500	500	550	550
RPM 2	500	500	550	550
RPM 3	500	500	550	550
% RESINA	44-46	45-46	45-46	44-46
% FLUJO	4.5-5	4.5-5	4.5-5	4.5-5
% VOLÁTIL	0.5-1	0.5-1	0.5-1	0.5-1
TMC (seg)	10-14	10- 16	10 -16	10- 16

ESTAMPADOS PF			
	CONDICIONES ESTUDIADAS		
	1 (Oper)	2	3
Vel (m/min)	18	19	21
T1 (°C)	120	122	125
T2 (°C)	120	122	125
T3 (°C)	120	122	125
RPM 1	500	500	500
RPM 2	500	500	500
RPM 3	500	500	500
% RESINA	41-42	40-42	40-42
% FLUJO	4.5-5.5	4.5-5	4.5-5
% VOLÁTIL	0.5-1	0.5-1	0.5-1
TMC (seg)	18-26	20-26	20-26

**CONDICIONES PROPUESTAS IMPREGNADORA BABCOCK LAMINADO ESTÁNDAR Y
POSTFORMABLE**

UNICOLORES CLAROS ESTÁNDAR			
	CONDICIONES ESTUDIADAS		
	1 (Oper)	2	3
Vel (m/min)	20	23	25
T1 (°C)	145	145	145
T2 (°C)	145	145	145
T3 (°C)	145	145	145
T4 (°C)	145	145	150
T5 (°C)	145	145	150
RPM 1	550	550	550
RPM 2	550	550	550
RPM 3	550	550	550
RPM 4	550	550	550
RPM 5	550	550	550
% RESINA	52-54	50-53	50-51
% FLUJO	5-5.5	5-5.5	4.5-5.5
% VOLÁTIL	1-1.6	1-1.5	1-1.5
TMC (seg)	16-20	16-20	16-20

UNICOLORS OSCUROS ESTÁNDAR			
	CONDICIONES ESTUDIADAS		
	1 (Oper)	2	3
VEL (m/min)	20	20	24
T1 (°C)	145	140	145
T2 (°C)	145	140	145
T3 (°C)	145	140	145
T4 (°C)	145	140	145
T5 (°C)	145	140	145
RPM 1	450	550	550
RPM 2	450	550	550
RPM 3	450	550	550
RPM 4	450	550	550
RPM 5	450	550	550
% RESINA	52-54	50-53	48-51
% FLUJO	5-6	5-5.5	4.5-5
%VOLÁTIL	1-1.5	1-1.5	1-1.5
TMC (seg.)	16-20	16-20	16-20

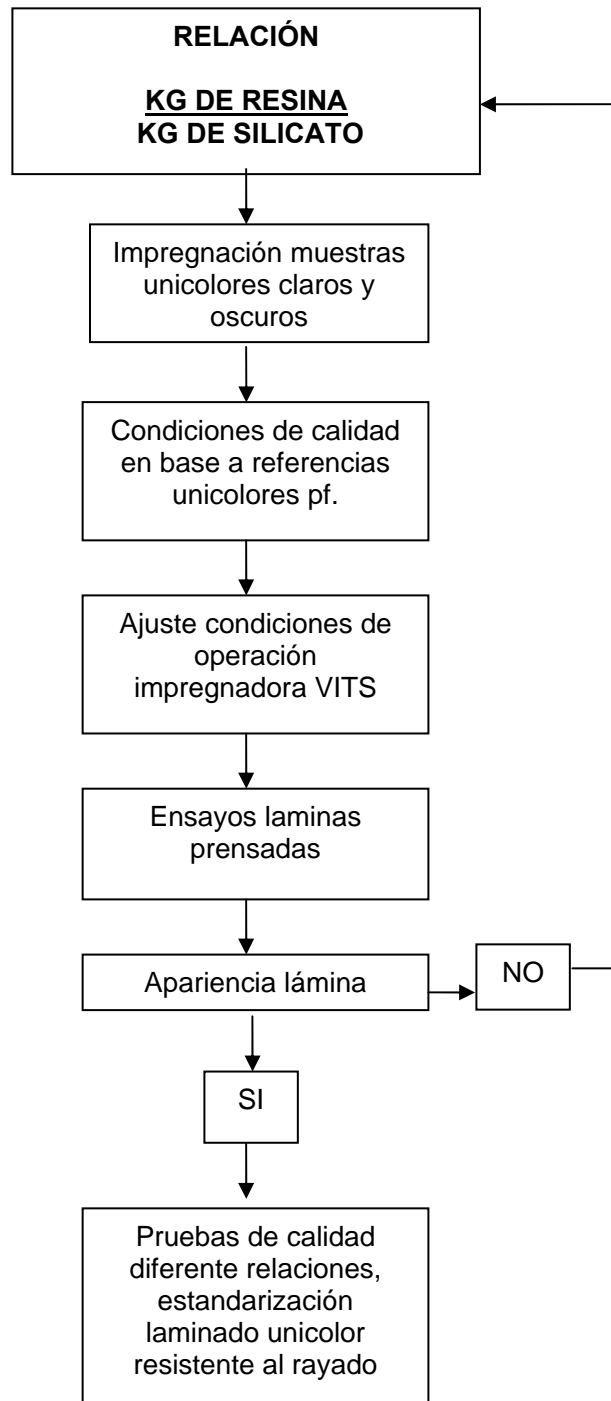
UNICOLORS CLAROS PF			
	CONDICIONES ESTUDIADAS		
	1 (Oper)	2	3
VEL (m/min)	20	22	24
T1 (°C)	145	140	140
T2 (°C)	145	140	140
T3 (°C)	145	140	145
T4 (°C)	145	140	145
T5 (°C)	145	140	145
RPM 1	550	550	550
RPM 2	550	550	550
RPM 3	550	550	550
RPM 4	550	550	550
RPM 5	550	550	550
% RESINA	50-52	50-53	48-49
% FLUJO	5-6	5-5.5	4.5-5
% VOLÁTIL	1-1.8	1-1.5	1-1.5
TMC (seg.)	34-40	34-38	34-38

UNICOLORES OSCUROS PF			
	CONDICIONES ESTUDIADAS		
	1 (Oper)	2	3
VEL (m/min)	20	20	25
T1 (°C)	125	125	130
T2 (°C)	125	125	130
T3 (°C)	125	125	130
T4 (°C)	125	125	130
T5 (°C)	125	125	130
RPM 1	500	500	550
RPM 2	500	500	550
RPM 3	500	500	550
RPM 4	500	500	550
RPM 5	500	500	550
% RESINA	49-51	50-52	50-52
% FLUJO	4.5-5	5-5.5	5-5.5
% VOLÁTIL	0.8-1.5	1-1.5	1-1.5
TMC (seg)	36-38	34-38	34-38

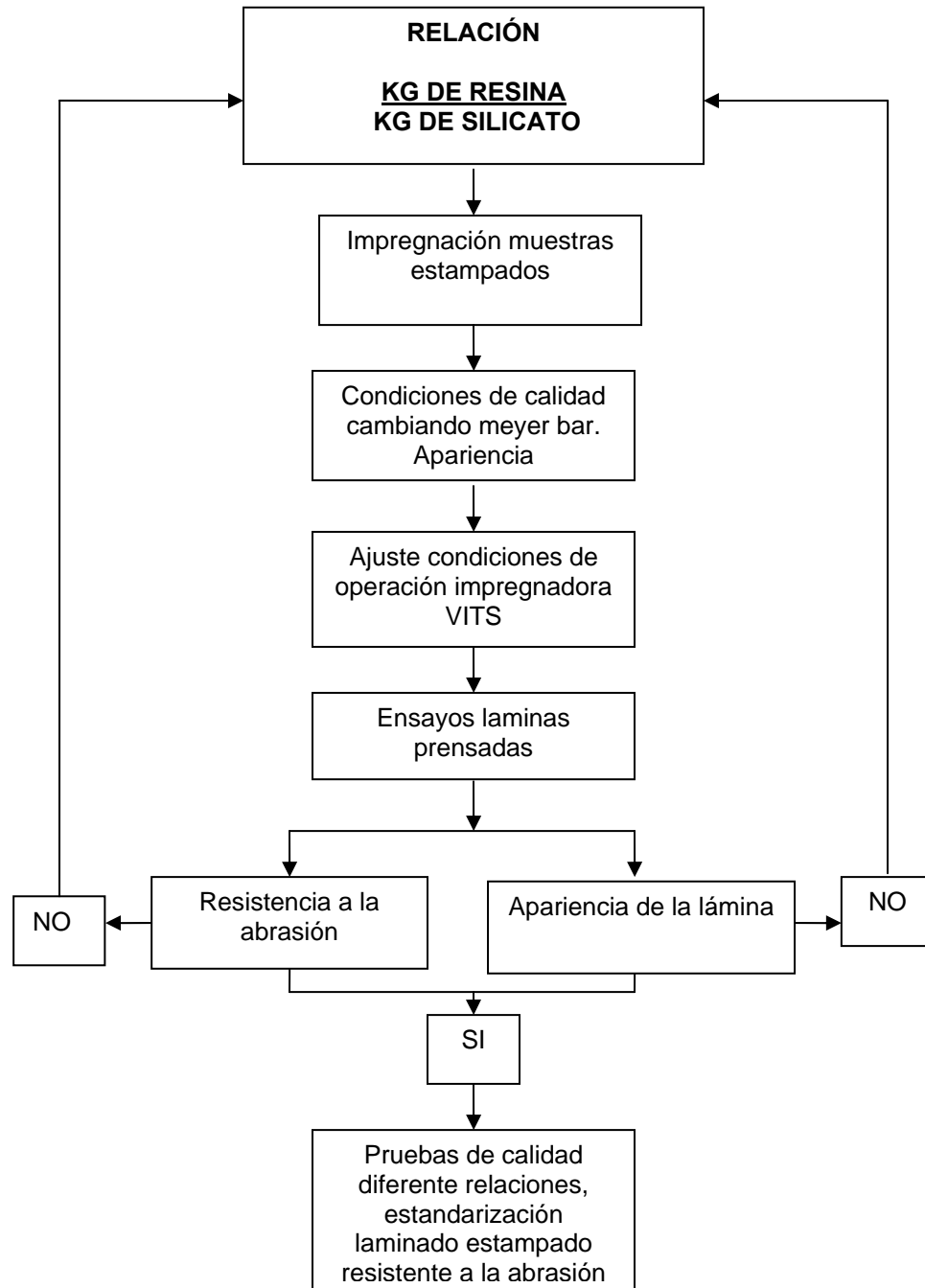
ESTAMPADOS ESTÁNDAR			
	CONDICIONES ESTUDIADAS		
	1 (Oper)	2	3
VEL (m/min)	20	23	25
T1 (°C)	120	130	135
T2 (°C)	120	130	135
T3 (°C)	120	135	135
T4 (°C)	120	135	135
T5 (°C)	120	135	135
RPM 1	450	500	550
RPM 2	450	500	550
RPM 3	450	500	500
RPM 4	450	500	500
RPM 5	450	500	500
% RESINA	46-48	45-47	44-47
% FLUJO	4.5-5	4.5-5	4.5-5
% VOLÁTIL	0.5-1	0.5-1	0.5-1
TMC (seg)	8-16	10-16	10-16

ESTAMPADOS PF			
	CONDICIONES ESTUDIADAS		
	1 (Oper)	2	3
VEL (m/min)	17	20	23
T1 (°C)	115	118	120
T2 (°C)	115	118	120
T3 (°C)	115	118	120
T4 (°C)	115	118	120
T5 (°C)	115	118	120
RPM 1	450	450	500
RPM 2	450	450	500
RPM 3	450	450	500
RPM 4	450	450	500
RPM 5	450	450	500
% RESINA	41-42	41-43	40-43
% FLUJO	4.5-5.5	4.5-5	4 Y 5
% VOLÁTIL	0.5-1	0.5-1	0.5-1
TMC (seg)	18-26	20-26	20-26

ANEXO F. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAMINADOS UNICOLORES BRILLANTES RESISTENTES AL RAYADO



ANEXO G. METODOLOGIA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAMINADOS ESTAMPADOS DE ALTA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN



ANEXO H
PRENSA HIDRÁULICA



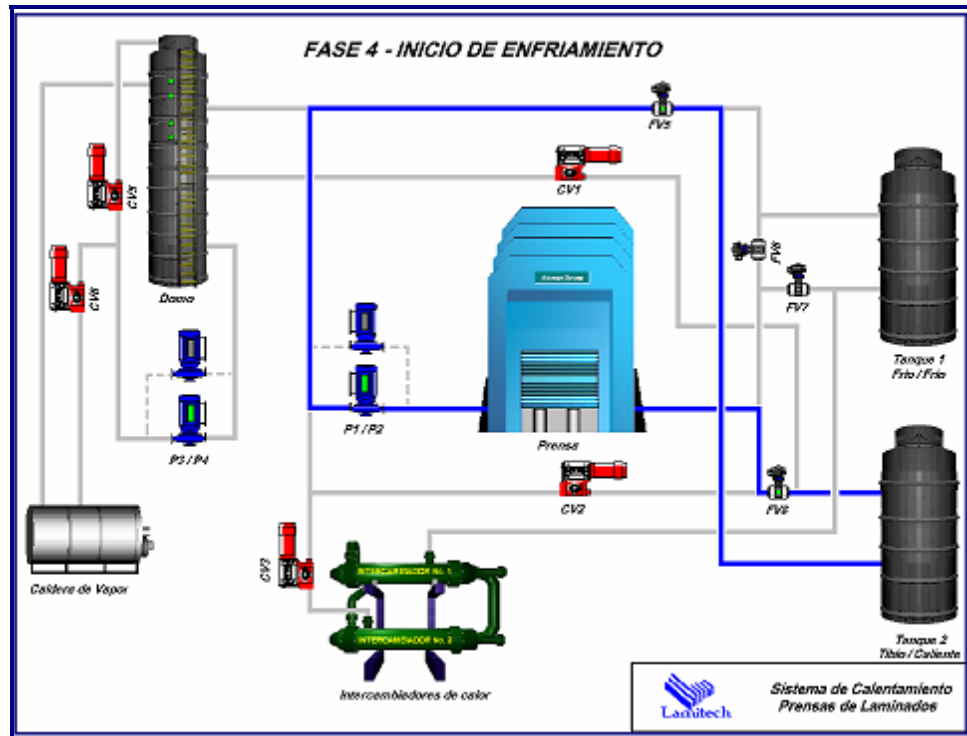
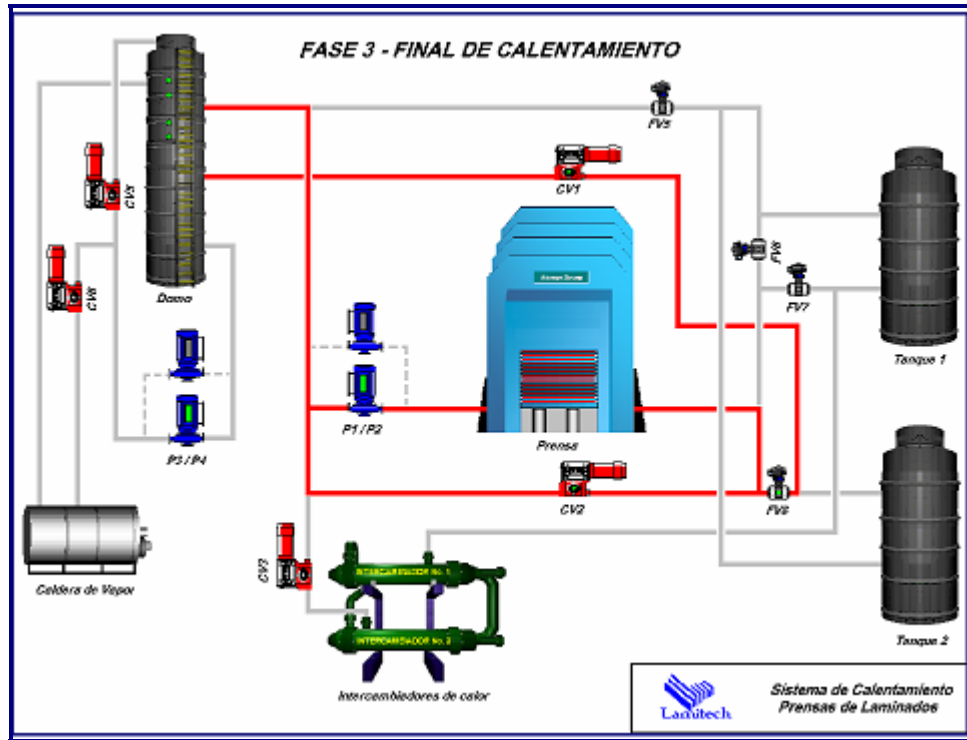
ANEXO I.

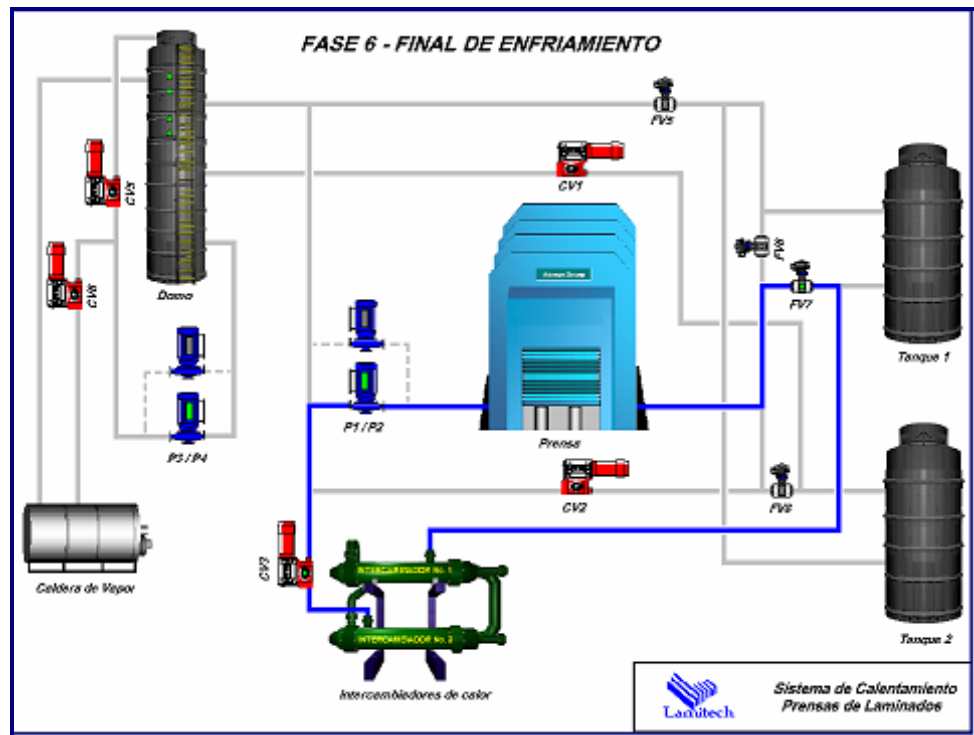
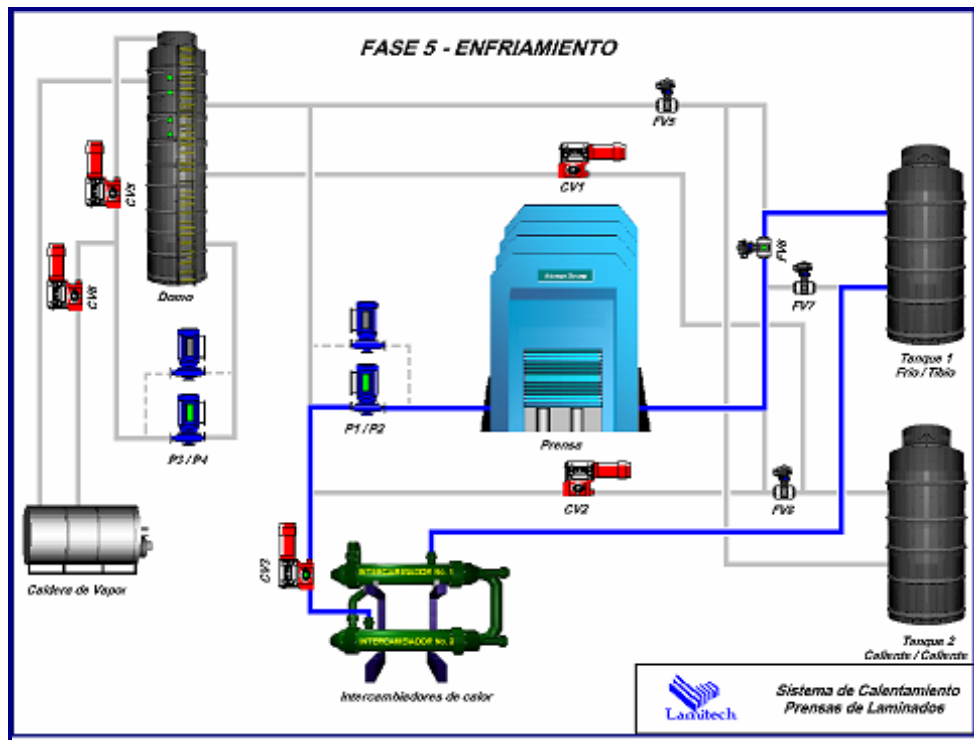
RECETA DE CALENTAMIENTO CICLO DIRECTO

TIEMPO	TEMPERATURA
0	30
2	150
3	150
4	150
6	150
8	150
10	150
12	150
14	150
20	150
23	150
25	30
27	30
29	30
31	30
33	30
35	30
37	30
39	30
50	30

RECETA DE CALENTAMIENTO CICLO ESCALONADO

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)
0	30
2	150
3	150
4	150
6	140
8	140
10	140
12	138
14	138
20	138
23	138
25	30
27	30
29	30
31	30
33	30
35	30
37	30
39	30
50	30





ANEXO K

**RESULTADOS OBTENIDOS MEZCLAS Kg DE RESINA Kg OXIDO DE ALUMINIO
TAMAÑO DE PARTÍCULA 30**

Relación kg resina/ kg de silicato	REFERENCIA	% RESINA	% VOLÁTIL	% FLUJO	TMC	APARIENCIA LÁMINA
30/5	Ruby	58	8.5	3.5	34	X
	Lapislázuli	57.8	9	3.5	33	X
	Borgundy	57.8	8	3.5	32	X
	Negro chino	55	9.8	2.8	32	X
	Carbón	56	11	3.5	32	X
	Mouse	54	8.7	3	33	X
	Niebla	54.5	8.7	1.9	33	X
	Sílice	58	11.8	2.5	30	X
	Blanco 2112	58.7	11	2.8	35	X
	Vainilla	60.2	9	2.5	32	X
	Blanco polar	55	9	2.5	32	X
Blanco neón	54.7	9	2.5	32	X	
30/3	Ruby	54	7	2.5	32	X
	Lapislázuli	56	8	2.5	32	X
	Borgundy	58	8	2.8	30	X
	Negro chino	57	8.5	2.5	31	X
	Carbón	52.3	8.3	2.4	33	X
	Mouse	54	9.2	2.4	30	X
	Niebla	53.3	8	2.6	28	X
	Sílice	54.5	7.5	2.5	30	X
	Blanco 2112	53.3	6.6	2.3	33	✓
	Vainilla	56	7	2.3	32	X
	Blanco polar	56.5	7.5	2.3	29	X
	Blanco neón	56.5	7	2.4	30	X

Relación kg resina kg de silicato	REFERENCIA	% RESINA	% VOLÁTIL	% FLUJO	TMC	APARIENCIA LÁMINA
30/2	Ruby	55.9	7.8	3.2	32	✓
	Lapislázuli	54.5	6	3.1	28	X
	Borgundy	52	5.6	2.5	34	✓
	Negro chino	54	5.1	2.5	44	✓
	Carbón	53	5.2	2.4	32	X
	Mouse	55.5	6.4	2.8	29	✓
	Niebla	53	5.6	3	27	✓
	Sílice	53.5	5.2	3	33	X
	Blanco 2112	54.6	6	2.8	29	✓
	Vainilla	53.5	5.5	2.5	35	✓
	Blanco polar	55	5.5	3	34	✓
	Blanco neón	54	5.5	2.8	32	✓
30/1.5	Ruby	53	5.5	1.8	30	✓
	Lapislázuli	53.5	5	2	32	X
	Borgundy	52	4.9	1.5	31	✓
	Negro chino	52	5.2	1.7	30	X
	Carbón	52.5	5	1.3	30	✓
	Mouse	54	5.64	1.46	30	X
	Niebla	53.6	5.2	1.9	30	X
	Sílice	52.5	4.79	1.8	30	X
	Blanco 2112	52.3	5.0	2.4	32	✓
	Vainilla	52	5.4	1.6	34	✓
	Blanco polar	52	5.65	1.46	34	✓
	Blanco neón	51.6	5.64	1.4	30	X

ANEXO L PRUEBAS DE CALIDAD LAMINADO CON RELACIÓN DE Kg DE RESINA/ Kg DE OXIDO DE ALUMINIO 30/2

LAMINA	PF	BLISTER (seg.)	BRILLO (UB)	CALOR SECO	ABRASIÓN (CICLOS)	IBP (N)	RAYADO (GRADO)	SCRUB
Ruby	12 (163°C)	20	109.7	E3 (26 ub)	700 ini. 825t.	20	2	E4 (3 mg)
Lapislázuli	15 (163 °C)	20	108.7	E3 (24 ub)	>2000	21	2	E4 (1.8 mg)
Negro chino	9 (149°C)	20	109.2	E3 (30 ub)	>1000	20	2	E4 (2.0 mg)
Mouse	12 (163 °C)	20	90	E3 (26 ub)	900 ini. 1050 t	20	2	E4 (3 mg)
Niebla	12 (163 °C)	20	109.7	E3 (20 ub)	600 ini. 775 t	20	2	E4 (2.0 mg)
Sílice	12 (163 °C)	21	110.4	E3 (24 ub)	1000 ini.	19	2	E4 (2.0 mg)
Blanco 2112	9 (163°C)	21	109.6	E2 (30 ub)	170 ini.	19	2	E4 (3.0 mg)
Vainilla	9 (163°C)	21	108.2	E3 (30 ub)	650 ini.	19	2	E4 (3.0 mg)
Blanco neón	9 (163 °C)	20	105.6	E3 (29 ub)	600 ini.	19	2	E4 (3.0 mg)

PRUEBAS DE CALIDAD LAMINADO CON RELACIÓN DE Kg DE RESINA/ Kg DE OXIDO DE ALUMINIO 30/1.5

LAMINA	PF	BLISTER (seg.)	BRILLO (UB)	CALOR SECO	ABRASIÓN (CICLOS)	IBP (N)	RAYADO (GRADO)	SCRUB
Ruby	9 (163°C)	21	90	E3 (20 ub)	1500 ini. 2000 t.	20	2	E4 (1.8 mg)
Lapislázuli	12 (163°C)	20	109.7	E3 (24 ub)	700 ini.	21	2	E4 (3 mg)
Negro chino	9 (149°C)	21	105.6	E3 (29 ub)	1500 ini. 2000 t.	19	2	E4 (2.0 mg)
Mouse	9 (149°C)	21	108.3	E3 (29 ub)	1000 ini.	19	2	E4 (2.0 mg)
Niebla	9 (163°C)	20	109.7	E3 (20 ub)	600 ini. 775 t	20	2	E4 (3 mg)
Sílice	9 (163°C)	21	110.4	E3 (24 ub)	750 ini.	19	2	E4 (3.0 mg)
Blanco 2112	9 (149°C)	21	109.6	E2 (30 ub)	600 ini.	20	2	E4 (3.0 mg)
Vainilla	9 (149°C)	21	108.2	E3 (30 ub)	650 ini.	19	2	E4 (2.0 mg)
Blanco neón	9 (149°C)	20	105.6	E3 (29 ub)	650 ini.	19	2	E4 (3.0 mg)

ANEXO M

RESULTADOS OBTENIDOS EVALUANDO RESISTENCIA A LA ABRASIÓN LAMINADO ESTAMPADO BRILLANTE

RELACIÓN KG RESINA KG DE SILICATO	REFERENCIA	MEYER BAR	% RESINA	APARIENCIA LÁMINA	RESISTENCIA A LA ABRASIÓN (CICLOS)
30/20	Wengue	20	59	X	-
		30	60	X	-
		40	59	X	-
	Nogal clásico	20	59	X	-
		30	60	X	-
		40	60	X	-
	Zebrawood	20	59	X	-
		30	58	X	-
		40	58	X	-
	Chocolate	20	58	X	-
		30	61	X	-
		40	60	X	-
30/15	Wengue	20	58	✓	1000 inicial
		30	59	✓	1600 inicial.
		40	59	X	Mayor de 2000
	Nogal clásico	20	58	✓	800 inicial
		30	59	✓	1600 inicial.
		40	59	✓	Mayor de 2000
	Zebrawood	20	56	✓	800 inicial
		30	60.1	✓	900 inicial
		40	62	X	Mayor de 2000
	Chocolate	20	57	✓	1000 inicial
		30	58	X	1600 inicial
		40	61	✓	Mayor de 2000

RELACIÓN KG RESINA KG DE SILICATO	REFERENCIA	MEYER BAR	% RESINA	APARIENCIA LÁMINA	RESISTENCIA A LA ABRASIÓN (CICLOS)
30/12	Wengue	20	57.5	✓	100 inicial.
		30	59	✓	100 inicial.
		40	59	✓	50 inicial.
	Nogal clásico	20	57	✓	100 inicial.
		30	58	✓	50 inicial.
		40	59	X	150 inicial.
	Zebrawood	20	58.5	✓	100 inicial.
		30	59	✓	150 inicial.
		40	59	✓	100 inicial.
	Chocolate	20	59	✓	50 inicial.
		30	59	✓	100 inicial.
	30/7	Wengue	20	58	✓
30			58	✓	
40			58	✓	
Nogal clásico		20	59	✓	
		30	58	✓	
		40	59	✓	
Zebrawood		20	60	✓	
		30	62	✓	
		40	62	✓	
Chocolate		20	58	✓	
		30	58	✓	
		40	60	✓	

ANEXO N

FIGURA 1. RESULTADOS OBTENIDOS AL COMPARAR LAMINAS IMPREGNADAS CON MEYER BAR DE 20 Y 30

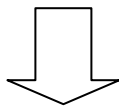
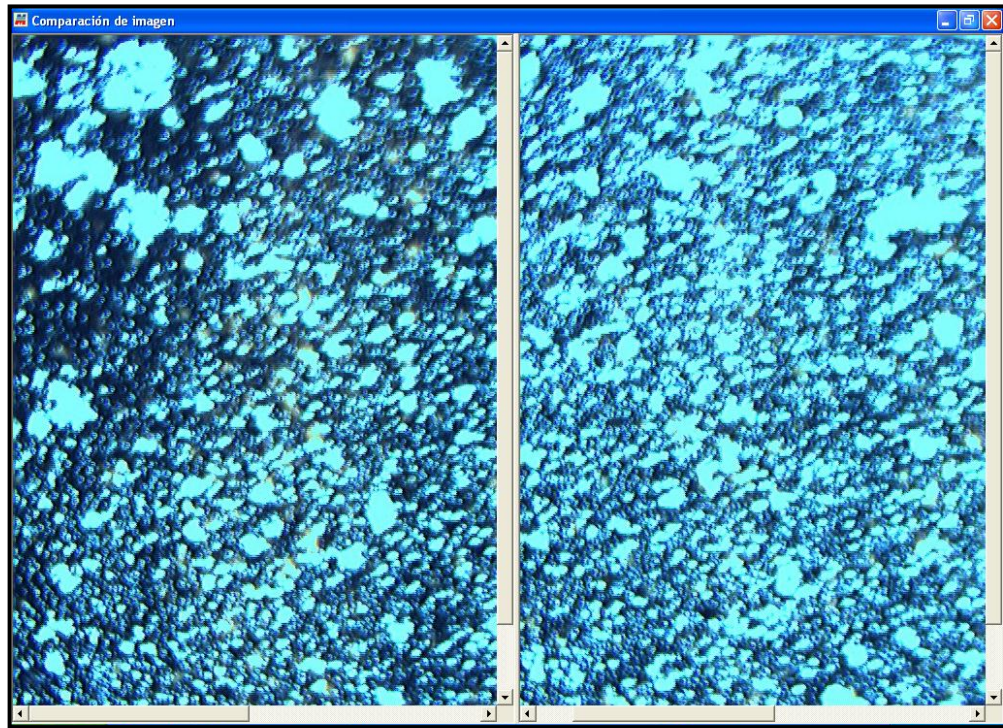


Lámina saturada con meyer bar de 30

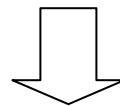


Lámina saturada con meyer bar de 20

FIGURA 2. PRUEBA DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN ESTAMPADOS PF CAMBIANDO MEYER BAR.



ANEXO O

CONDICIONES DE PRENSADO

PRENSA 1

RELACIÓN POSTFORMADO, BLISTER Y CICLO DE PRENSADO

Condiciones Anteriores

PRENSA	ESPESOR		DISEÑO			
			ESTCLA	ESTOSC	UNICLA	UNIOSC
P1	F6	Promedio de radiopf	4.5	4.5	6	6
		Promedio de blister	14	13	14	11
		Promedio de ciclo	19/150	19/150	19/150	19/150
	F8	Promedio de radiopf	6	6	6	6
		Promedio de blister	15	15	16	15
		Promedio de ciclo	19/150	19/150	18/150	19/150
	F10	Promedio de radiopf	6.5	6.5	6.5	6
		Promedio de blister	16	17	16	16
		Promedio de ciclo	20/150	20/150	19/150	18/150

Postformado (mm); Blister (s); Ciclo (min/°C). Ciclo directo

Condiciones Actuales

PRENSA	ESPESOR		DISEÑO			
			ESTCLA	ESTOSC	UNICLA	UNIOSC
P1	F6	Promedio de radiopf	4.5	4.5	4.5	6,0
		Promedio de blister	15	15	16	17
		Promedio de ciclo	25/150	25/150	25/150	25/150
	F8	Promedio de radiopf	5.5	6	5.5	6
		Promedio de blister	17	16	18	17
		Promedio de ciclo	25/150	25/150	25/150	25/150
	F10	Promedio de radiopf	6	6	6	6
		Promedio de blister	19	19	20	19
		Promedio de ciclo	25/150	25/150	25/150	25/150

Postformado (mm); Blister (s); Ciclo (min/°C). Ciclo escalonado

PRENSA 2

RELACIÓN POSTFORMADO, BLISTER Y CICLO DE PRENSADO

Condiciones Anteriores

PRENSA	ESPESOR		DISEÑO			
			ESTCLA	ESTOSC	UNICLA	UNIOSC
P2	F6	Promedio de radiopf	5.5	6	5.5	5.5
		Promedio de blister	14	13	14	14
		Promedio de ciclo	21/150	21/150	20/150	20/150
	F8	Promedio de radiopf	6	6	6	6
		Promedio de blister	15	15	16	16
		Promedio de ciclo	21/150	21/150	20/150	21/150
	F10	Promedio de radiopf	7.5	7.5	7.5	7.5
		Promedio de blister	16	16	16	15
		Promedio de ciclo	23/150	20/150	21/150	24/150

Postformado (mm); Blister (s); Ciclo (min/°C). Ciclo directo

Condiciones Actuales

PRENSA	ESPESOR		DISEÑO			
			ESTCLA	ESTOSC	UNICLA	UNIOSC
P2	F6	Promedio de radiopf	4.5	6	4.5	4.5
		Promedio de blister	14	14	15	16
		Promedio de ciclo	24/150	22/150	21/150	21/150
	F8	Promedio de radiopf	6	6	6	6
		Promedio de blister	16	16	19	18
		Promedio de ciclo	23/150	22/150	21/150	21/150
	F10	Promedio de radiopf	6	6	6	6
		Promedio de blister	15	18	20	19
		Promedio de ciclo	23/150	22/150	22/150	22/150

Postformado (mm); Blister (s); Ciclo (min/°C). Ciclo escalonado

PRENSA 3

RELACIÓN BLISTER Y CICLO DE PRENSADO

Condiciones Anteriores

PRENSA	ESPESOR		DISEÑO			
			ESTCLA	ESTOSC	UNICLA	UNIOSC
P3	F6	Promedio de radiopf	6	6	4.5	4.5
		Promedio de blister	18	14	14	15
		Promedio de ciclo	23/150	23/150	21/150	22/150
	F8	Promedio de radiopf	6	6	6	6
		Promedio de blister	15	15	16	15
		Promedio de ciclo	23/150	23/150	22/150	22/150
	F10	Promedio de radiopf	7.5	7.5	7.5	7.5
		Promedio de blister	16	16	17	16
		Promedio de ciclo	24/150	24/150	23/150	23/150

Postformado (mm); Blister (s); Ciclo (min/°C). Ciclo directo

Condiciones Actuales

PRENSA	ESPESOR		DISEÑO			
			ESTCLA	ESTOSC	UNICLA	UNIOSC
P3	F6	Promedio de radiopf	6	5.5	5.5	5.5
		Promedio de blister	14	15	17	16
		Promedio de ciclo	27/150	28/150	25/150	25/150
	F8	Promedio de radiopf	6	6	6	6
		Promedio de blister	16	16	18	18
		Promedio de ciclo	29/150	28/150	25/150	26/150
	F10	Promedio de radiopf	6.5	6.5	6	6.5
		Promedio de blister	20	18	19	20
		Promedio de ciclo	28/150	28/150	29/150	27/150

Postformado (mm); Blister (s); Ciclo (min/°C). Ciclo escalonado

PRENSA 4

RELACIÓN BLISTER Y CICLO DE PRENSADO

Condiciones Anteriores

PRENSA	ESPESOR		DISEÑO			
			ESTCLA	ESTOSC	UNICLA	UNIOSC
P4	F6	Promedio de radiopf	5.5	5.5	6	5.5
		Promedio de blister	13	13	15	14
		Promedio de ciclo	28/138	28/138	26/138	26/138
	F8	Promedio de radiopf	6	6	6	6
		Promedio de blister	15	15	16	16
		Promedio de ciclo	28/150	26/150	27/150	29/150

Postformado (mm); Blister (s); Ciclo (min/°C). Ciclo directo

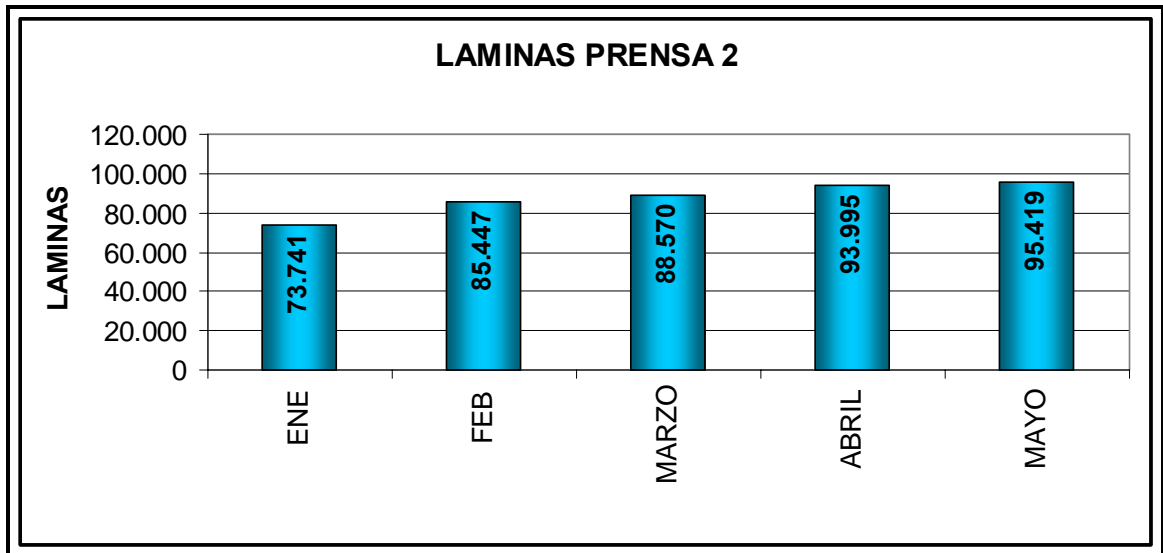
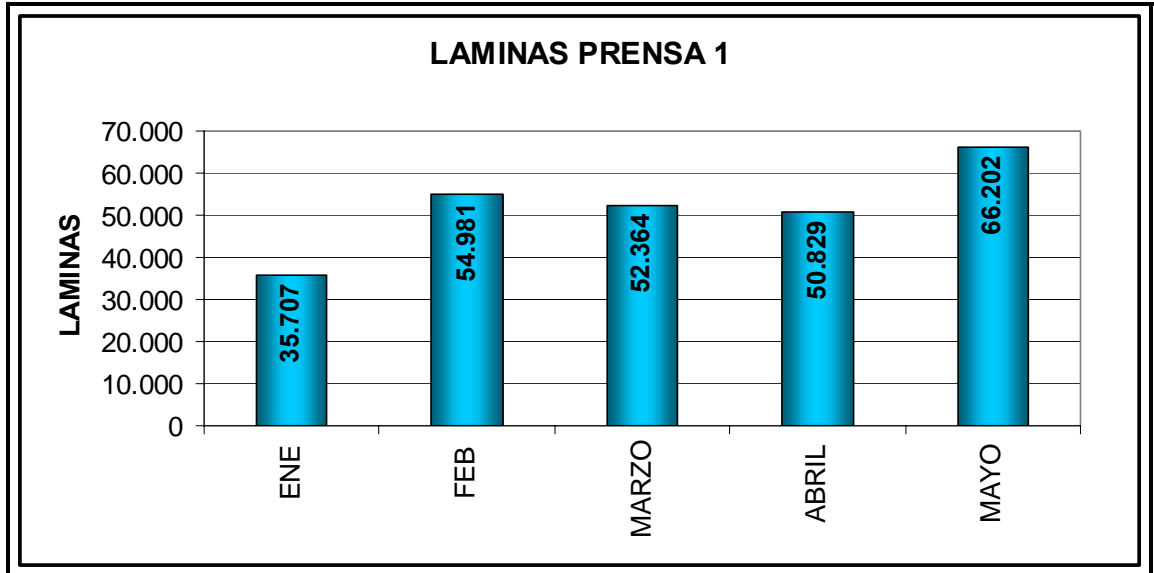
Condiciones Actuales

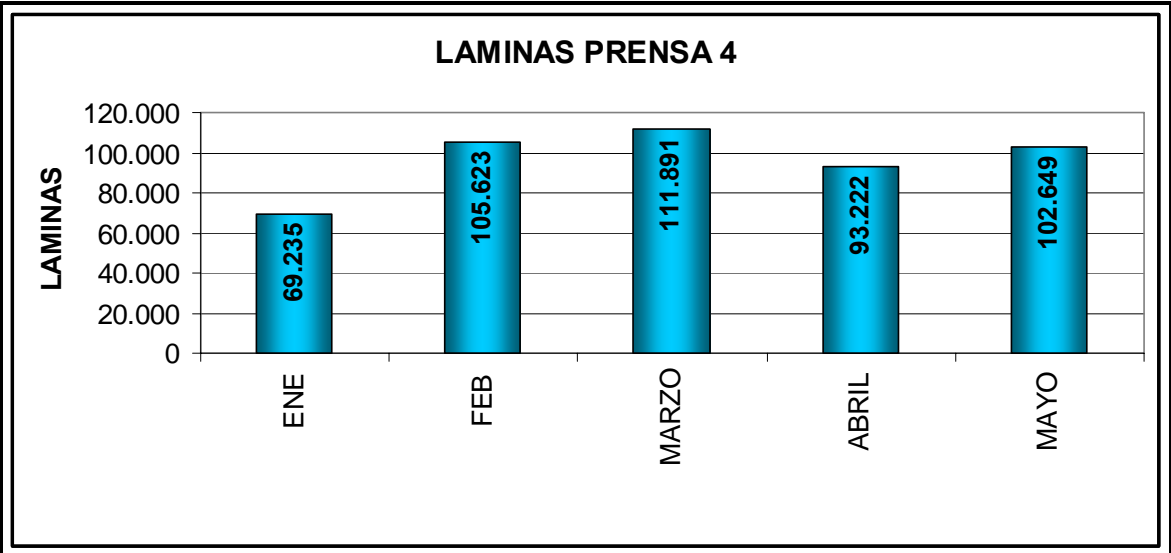
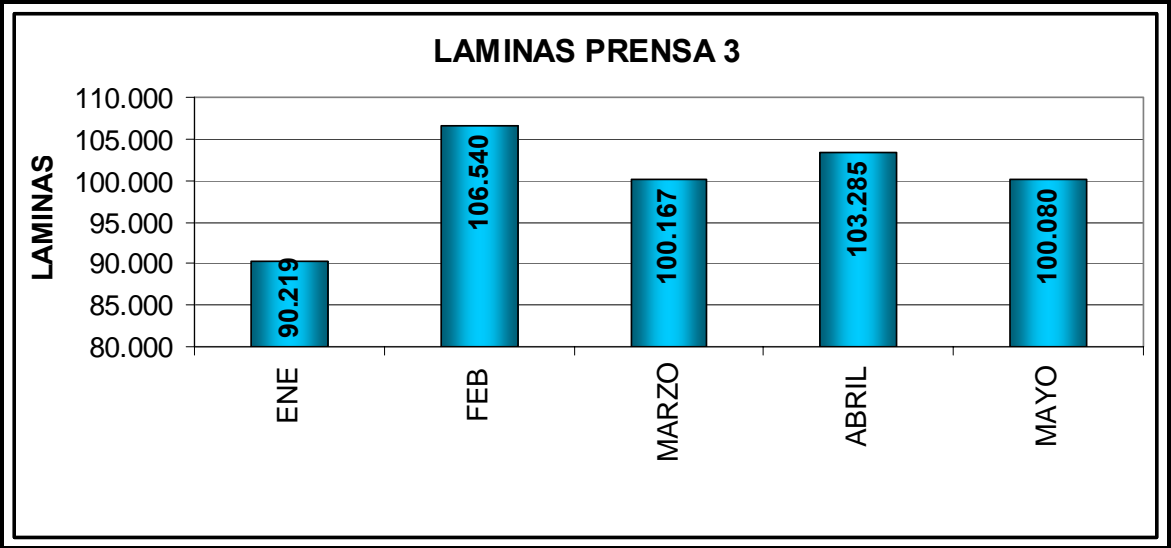
PRENSA	ESPESOR		DISEÑO			
			ESTCLA	ESTOSC	UNICLA	UNIOSC
P4	F6	Promedio de radiopf	5.5	6	5.5	5.5
		Promedio de blister	14	14	16	16
		Promedio de ciclo	30/150	29/150	24/150	25/150
	F8	Promedio de radiopf	6	6	6	6
		Promedio de blister	16	16	19	18
		Promedio de ciclo	30/150	29/150	24/150	25/150
	F10	Promedio de radiopf	6		6	
		Promedio de blister	18		19	
		Promedio de ciclo	29/150		27/150	

Postformado (mm); Blister (s); Ciclo (min/°C). Ciclo escalonado

ANEXO P

PRODUCCIÓN MENSUAL DE LAMINADOS DECORATIVOS DE ALTA PRESIÓN



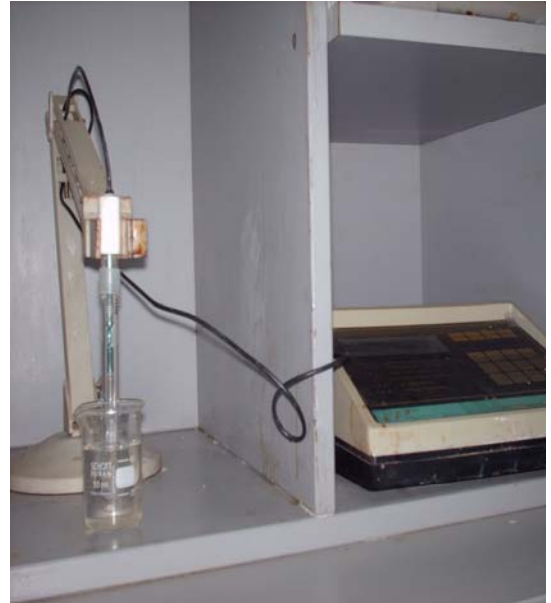


ANEXO Q

EQUIPOS UTILIZADOS EN LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS



**Figura 1. Medidor tiempo gel.
Suashine**



**Figura 2. Medidor de pH.
Cole Parmer**



**Figura 3. Medidor de porcentaje de
volátil. Secador DHAUS**



Figura 4. Prensa Carver