

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

---

# Instalación, puesta en marcha y optimización de procesos de producción en LP vidrios

---

Ingeniería mecánica  
Práctica Profesional supervisada


Estudiante: Laiun Francisco

Tutor docente: Ing. Gianluca Lombardo


Tutor de Empresa/institución/Organización: Gerente Hernán Mariani

## Índice

1. Introducción	<b>3</b>
2. Objetivos	<b>4</b>
2.1. Objetivo general	<b>4</b>
2.2. Objetivos específicos	<b>4</b>
3. Plan de trabajo y carga horaria	<b>4</b>
4. Descripción de la práctica profesional efectuada	<b>6</b>
4.1. Análisis de la situación actual	<b>6</b>
4.2. Horno de laminado de EVA	<b>6</b>
4.2.1. Vidrio laminado	<b>6</b>
4.2.2. Características del horno de laminado de EVA	<b>7</b>
4.2.3. Proceso de laminación	<b>11</b>
4.2.4. Instalación y puesta en marcha	<b>12</b>
4.2.5. Recomendaciones de mantenimiento	<b>14</b>
4.2.6. Mejora para la operación	<b>15</b>
4.2.7. Reducción de desperdicios – Horno de Laminado de EVA	<b>19</b>
4.3. Centro CNC	<b>20</b>
4.3.1. Flujo de trabajo	<b>20</b>
4.3.2. Fresa CNC	<b>20</b>
4.3.2.1. Operación	<b>21</b>
4.3.3. Máquina CNC de corte por chorro de agua	<b>21</b>
4.3.3.1. Operación	<b>21</b>
4.3.4. Análisis de los programas precargados en los centros CNC	<b>22</b>
4.3.5. Rayas y Rotura en vidrios	<b>22</b>
4.3.6. Reducción de desperdicios – Centro CNC	<b>23</b>
4.3.6.1. Medidas para la reducción de desperdicios – Centro CNC	<b>24</b>
5. Conclusiones	<b>25</b>
6. Bibliografía	<b>26</b>

 <b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES	Práctica Profesional Supervisada	Página <b>3 de 28</b>

7. Anexos	<b>26</b>
8. Agradecimientos	<b>27</b>

 <b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES	Práctica Profesional Supervisada	Página <b>4 de 28</b>

## **1. Introducción**

LP VIDRIOS es una empresa dedicada al procesamiento y distribución mayorista de vidrio plano para la construcción, ubicada en calle Muscariello 885 en el Parque Industrial de la ciudad de Junín, provincia de Buenos Aires.


En lo que respecta a productos y procesos, la empresa agrega valor a través de diferentes etapas de procesamiento, en las que se distinguen corte, agujereado y pulido, si así lo requiere el cliente. Además, cuentan con líneas de producción de vidrio templado, vidrio laminado y doble vidriado hermético. De esta manera, ofrecen un gran abanico de productos: vidrios planos de diferentes colores, espesores tamaños y formas; monolíticos, texturados, laminados, templados, de control solar y demás productos para el acristalamiento.

LP VIDRIOS, cuenta con una planta de 7200 m<sup>2</sup>, con equipamiento moderno y de última generación. Para poder asegurar la trazabilidad del producto, cuentan con una flota propia de vehículos de diferentes tamaños adaptados al transporte de vidrio, de tal manera de llegar a todos los clientes de nuestro país.

Resaltando la búsqueda del crecimiento y liderazgo en el sector, en 2025, la empresa adquirió un horno de templado de última generación, junto con un horno de laminado de EVA. Estas incorporaciones, aseguran una amplia oferta de productos de alta resistencia, sumados a los ya existentes.

De este modo, se asegura el compromiso con la mejora constante y crecimiento, ofreciendo soluciones competitivas en un mercado cada vez más exigente.

En los años venideros, la empresa busca consolidarse como un referente nacional del procesamiento de vidrio, es por ese motivo, que los directivos, abocan por lograr productos de la más alta calidad, cumpliendo con los estándares nacionales. En este sentido, la empresa busca optimizar sus procesos productivos y uso de su capacidad instalada, dando lugar a lo desarrollado en esta práctica profesional supervisada, particularmente en los procesos de laminado EVA y ejecución de perforaciones.

 <b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES	Práctica Profesional Supervisada	Página 5 de 28

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Instalación, puesta en marcha y optimización de procesos de producción en LP VIDRIOS, contribuyendo a la mejora continua de los sistemas de laminado y mecanizado de vidrio.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Colaboración con el equipo de mantenimiento en la instalación y puesta en marcha del horno laminado de EVA.
- Acompañamiento en el proceso de pruebas de laminado de vidrios templados, verificando parámetros de funcionamiento.
- Análisis de los programas precargados en los centros CNC, identificando faltantes de herrajes y completando la base de datos según catálogo propio.
- Evaluación del proceso productivo de los centros CNC para identificar causas de rotura y rayas en los vidrios.
- Diseñar y redactar un manual de procedimientos para estandarizar y optimizar las operaciones en los centros CNC.

## **3. Plan de trabajo y carga horaria**

En este apartado se detallará el plan de trabajo seguido durante el desarrollo de las Prácticas Profesionales Supervisadas y la confección del informe.

La realización de la práctica abarcó un total de 200 horas, las cuales fueron distribuidas en 16 horas semanales, de tal manera, tuvo una duración de 13 semanas.

Una vez definida la carga horaria, y, en consecuencia, el plazo del trabajo, se continuó con la descripción de plan a seguir para la acreditación. Este plan, se estructuró en 13 semanas, las cuales se ven plasmadas con mayor claridad en la siguiente ilustración.

N°	ACTIVIDADES	TIEMPO DE DURACIÓN												
		SEMANAS												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Reunión con tutor de la empresa	■			■			■			■		■	
2	Reunión con encargados y operarios de los centros CNC	■	■	■			■			■			■	
3	Reunión con docente tutor	■	■			■		■		■		■	■	
4	Análisis de la situación actual		■	■	■	■								
5	Instalación y calibración del horno de laminado EVA			■	■	■	■	■						
6	Redacción de Manual de procedimiento y propuesta de mejora							■	■	■	■	■		
7	Redacción del informe		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
8	Presentación del Manual e Informe													■

Tabla 1. Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Descripción de la Práctica Profesional Efectuada

##### 4.1. Análisis de la Situación Actual

Durante las primeras semanas de la práctica, se realizó la recopilación de información organizacional y técnica. Esta actividad se centró en comprender los productos y procesos productivos desarrollados en la empresa.

En lo que respecta específicamente a las máquinas sobre las cuales se ejecutó la práctica, se procedió a adquirir información sobre las mismas, ya sea, información de las características de la máquina, insumos que requiere, funcionalidad, operacionalidad, fallos y problemas típicos que presentan.

Para obtener la información necesaria, se realizaron entrevistas a operarios, supervisores y encargados. Además, se consultó manuales e instructivos de las máquinas. Estas entrevistas fueron muy importantes ya que ayudaron a conocer mucho mejor el proceso productivo y las máquinas.


Sumado a lo expuesto anteriormente, se realizó una recorrida individual de la planta, para observar lo detallado por los trabajadores y ver el funcionamiento de las máquinas en tiempo real.

Partiendo del análisis anterior, se reconocieron los siguientes equipos:

- Horno de laminado de EVA.
- Máquina CNC de corte por chorro de agua y abrasivo.
- Centro CNC de corte y pulido.

##### 4.2. Horno de laminado de EVA

###### 4.2.1. Vidrio Laminado

 <b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES	Práctica Profesional Supervisada	Página <b>7 de 28</b>

A modo de introducción, se debe conocer que es el vidrio laminado y para que se usa.

El vidrio laminado está compuesto por dos o más láminas de vidrio las cuales están unidas entre sí con una capa polimérica. La unión de estas capas se da por la acción del calor y aplastamiento entre las mismas.

Los vidrios y las capas intermedias pueden variar en espesor y colores. Las láminas poliméricas pueden ser de diferente composición, entre las que se destacan PVB (Polivinyl Butiral), EVA (Etileno Vinil Acetato) y láminas iónico plásticas.

Este tipo de vidrio compuesto tiene ventajas que lo destacan de los comunes. Poseen la característica de ser seguros y muy resistentes. En caso de romperse, las partes rotas quedan adheridas a la capa polimérica evitando que salgan despedidas o caigan. En adición, brindan protección UV y reducción de ruido.

El EVA es un polímero, específicamente un copolímero termoplástico que posee alta resistencia mecánica y flexibilidad incluso a bajas temperaturas. Además, es resistente al aceite y la grasa. La temperatura de fusión, oscila desde los 30 grados centígrados a los 110 grados centígrados, dependiendo del contenido de acetato. Como desventaja, este material debe ser tratado con sumo cuidado, para mantener la calidad e integridad del mismo, para ello:

- Los rollos deben almacenarse de manera horizontal.
- El material debe estar almacenado en interiores y fuera de la luz solar.
- La temperatura y humedad debe ser controlada para evitar degradación.
- Los rollos deben ser tapados, a fin de evitar que se contaminen con el aire y el polvo.

La principal característica que destaca a los vidrios laminados con EVA, es el aumento en resistencia del vidrio, permitiendo utilizarlo en escalones, pisos, multilaminados de seguridad, entre otras aplicaciones.

#### **4.2.2. Características del horno de laminado de EVA**

Se llevó a cabo una relevación técnica del horno, en la cual se analizó cada uno de los subconjuntos que conforman la máquina. A partir del análisis se reconocieron:


- Cuerpo.
- Bandeja.
- Bomba de vacío.
- Unidad de control.

En consecuencia, se pudo comprender de mejor manera que papel cumplía cada parte de la máquina en el proceso, y como el mismo se llevaba a cabo.

El análisis se ve plasmado en el **ANEXO I**: “Características técnicas del Horno de EVA”.

#### **4.2.3. Proceso de laminación**

El funcionamiento de la máquina es simple. El horno de laminado cuenta con una bandeja, la cual permite el ingreso y egreso del vidrio al horno. En su interior, este dispone de resistencias eléctricas,

 <b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES	Práctica Profesional Supervisada	Página <b>8 de 28</b>

las cuales son las encargadas de brindar el calor necesario y un sistema de recirculación de aire caliente mediante ventiladores, que tiene como objetivo asegurar la uniformidad del calentamiento del vidrio. En el exterior, posee una bomba de vacío y el puesto de mando con una pantalla para controlar los parámetros de funcionamiento.

Para obtener el vidrio laminado, se debe operar de la siguiente manera:

- Colocar láminas de vidrio, entre cada una de estas unas o más láminas de “EVA”. La cantidad de capas sucesivas será en función de los objetivos del vidrio.
- Una vez colocado el polímero, cortar los excedentes, enrollar el excedente unido al rollo y colocar una cinta perimetral, la cual impide que el polímero se derrame dentro del horno al llegar a estado líquido.
- Se dispone del conjunto en la bandeja, dentro de la bolsa de silicona especial. Entre la bolsa y el vidrio se debe colocar una lámina de teflón y/o de nylon y una malla de protección.
- Cerrar la bolsa, desplazar la bandeja dentro del horno (previa apertura de la puerta) y conectar la manguera de vacío. Luego cerrar la tapa.


En este punto del proceso, el conjunto se encuentra dentro del horno, y el mismo está cerrado. Ahora, mediante el uso del centro de control se llevan adelante los siguientes pasos:

- El calentamiento, se realiza en dos etapas, “stage 1” y “stage 2”. En la primera etapa, se alcanza 60 grados Celsius de temperatura, mientras que, en la segunda etapa, se alcanzan entre 115 a 140 grados Celsius. El tiempo de cada etapa, se encuentra tabulado, y será en función de la cantidad de capas, espesor de vidrio y lo que especifique el proveedor de EVA.
- Iniciar el proceso de laminación, lo cual hará accionar automáticamente la bomba de vacío, las resistencias eléctricas, y los ventiladores, produciendo una fuerte unión, que da las características del vidrio laminado mencionadas en 4.2.1.
- Finalizado el proceso, abrir la tapa del horno, desconectar la manguera de vacío y desplazar la bandeja nuevamente hacia afuera.
- Desplegada la bandeja por completo, conectar nuevamente la manguera de bolsa al pico que la base fija posee. De esta manera, se mantiene el vacío mientras que el producto se enfría, manteniendo una presión uniforme, evitando la formación de burbujas y delaminación.

#### *Recomendaciones a la hora de operar*

Partiendo del análisis realizado, desde el reconocimiento de cada subconjunto del horno, el funcionamiento del equipo de manera global, y el proceso de laminación con “EVA” se propusieron una serie de recomendaciones a la hora de operar la máquina, las cuales tienen como objetivo el cuidado del equipo y la obtención de un producto sin fallas. Las mismas son:

- Idealmente, los vidrios deben ser completamente planos. En caso de no serlos, se debe elegir una película fina de EVA. Se recomiendan multicapas de EVA.

 <p><b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES</p>	Práctica Profesional Supervisada	Página 9 de 28

- Si no es necesario, no es recomendable la utilización de láminas de vidrio de diferentes espesores en un mismo proceso de laminado, especialmente si hay grandes diferencias de espesor.
- Para un mismo lote de producción, se recomienda mantener una altura uniforme de las bolsas de silicona para evitar calentamiento no uniforme de los vidrios.
- Los cantos de las láminas de vidrio involucradas en el proceso de laminación, deben estar pulidas, esto evitará daños a la bolsa de vacío.
- Las láminas de vidrio deben estar completamente limpias, evitando problemas de laminación.

#### **4.2.4. Instalación y puesta en marcha**

##### *Lugar*

Inicialmente se comenzó por definir el lugar en el cual se establecerá el horno. El mismo debía estar distanciado de paredes, en al menos a un metro de las mismas de modo tal que se pueda acceder al horno para poder realizar mantenimiento. Otra consideración fundamental fue que tenga el espacio suficiente para permitir el correcto desplazamiento de la bandeja y comodidad a la hora de colocar o remover las piezas de la misma. Además, era necesario contar con suministro eléctrico acorde al consumo del equipo, debiendo contar con descarga a tierra y protecciones adecuadas, preferentemente al lado de la máquina. Dada la susceptibilidad a la suciedad, contaminación y condiciones atmosféricas determinadas, para una correcta laminación es ideal que las láminas se preparen en un lugar adecuado, idealmente en una estación de laminado cerrada.

El lugar ideal para este horno, sería en el sector de templado, de modo tal que, de la misma estación de laminación, se preparen los productos en proceso y se dirijan a diferentes caminos según sea necesario. O bien, que exista otra estación de laminado para el "EVA". Sin embargo, este ideal se ve limitado por la falta de espacio, por lo que, se optó, de manera momentánea, por disponer el horno al lado de los centros CNC. Cuando la ampliación de la planta programada, se lleve a cabo, se lo ubicará de la manera expuesta con anterioridad.

Con estas consideraciones, el lugar elegido fue el siguiente.



Ilustración 1. Ubicación del horno. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 2. Ubicación del horno. Fuente: Elaboración propia.

### Montaje

En lo que respecta al montaje, el horno puede ser dividido en tres conjuntos. Como primer conjunto podemos mencionar al cuerpo del horno y las bandejas, el cual ya se encontraban montados en su totalidad. En segundo lugar, encontramos al sistema de control y su conexionado (eléctrico y de aire). En tercer lugar, el sistema bomba de vacío con su conexión eléctrica y mangueras de aire.

### *Primer conjunto*

El lugar del conjunto de mayor tamaño, fue definido en los párrafos anteriores, por lo tanto, no se harán mayores aclaraciones.

### *Segundo conjunto*

El sistema de control, no tiene mayores inconvenientes a la hora de ubicarlo. Solo debe quedar de manera que pueda usarse con comodidad y seguridad. El mismo puede estar dispuesto atrás del horno o bien a un costado del mismo. La ubicación elegida fue detrás del horno, de manera tal que el mismo sea operado lateralmente.

En lo que respecta a las conexiones las mismas fueron realizadas por los ingenieros de la empresa fabricante del horno.



*Ilustración 3. Ubicación unidad de control. Fuente: Elaboración propia.*

### *Tercer conjunto*

El sistema de bomba de vacío, no tuvo mayores complicaciones a la hora de montarlo, el mismo posee ruedas para desplazarse lo que hace que sea fácil de ubicar. El sitio en el cual se dispuso el equipo, fue cerca del horno, en un lugar adecuado y seguro, pero que permite el fácil acceso para el mantenimiento del mismo. El lugar elegido se muestra a continuación, en el lado opuesto al de la bandeja.



*Ilustración 4. Ubicación de Bomba de Vacío. Fuente: Elaboración propia.*

En lo que respecta a las conexiones las mismas fueron realizadas por los ingenieros de la empresa fabricante del horno.

#### *Revisiones previas al primer arranque*

Antes de que se conecte el equipo al suministro eléctrico e iniciar con la primera puesta en marcha, se realizó una serie de pruebas, para revisar los componentes del equipo y las conexiones.


- Se verificó que la instalación y el voltaje sean el adecuados realizando mediciones, las cuales fueron llevadas a cabo por un electricista matriculado.
- Se repasó el conexionado eléctrico, controlando que todo esté conectado de manera correcta según el diagrama eléctrico.
- Se comprobó que la bandeja se desplace correctamente.
- Se verificó la correcta disposición y conexión de las mangueras de vacío. Se revisó el aceite de la bomba y los filtros, controlando nivel y estado del mismo.

#### *Primera puesta en marcha*

Una vez verificado lo expuesto anteriormente, se conectó la máquina a la red eléctrica y se comprobó el inicio de la máquina al ver la luz verde y la pantalla prendida en el tablero de control. Acto seguido, se realizaron una serie de pruebas, a fin de verificar el funcionamiento de la máquina:

- Comprobación del funcionamiento de las resistencias eléctricas del sistema calefactor.
- Comprobación del sistema de generación de vacío. Para ello se conectó la manguera de la bolsa al pico de vacío y se procedió a dar inicio al proceso de vacío, controlando efectivamente tanto el funcionamiento de la bomba, como del sistema de mangueras y la bolsa.
- Comprobación del funcionamiento de los ventiladores.

#### *Prueba de funcionamiento completa*

 <b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES	Práctica Profesional Supervisada	Página <b>13 de 28</b>

Una vez verificado los sistemas por separado, se procedió a realizar una puesta en marcha de la máquina, en simulación del proceso, es decir, los sistemas funcionando en conjunto, pero sin colocar piezas de vidrio.

Esta prueba sirvió para poder observar y comprobar el funcionamiento real de la máquina, pero sin arriesgar producto.

En dicha prueba, se inició un ciclo de laminado completo, en el cual se pudo verificar el funcionamiento de los distintos sistemas de manera simultánea.

### *Prueba de laminado*

Una vez que se realizaron las pruebas anteriores se llevó a cabo la primera prueba de laminado del equipo.

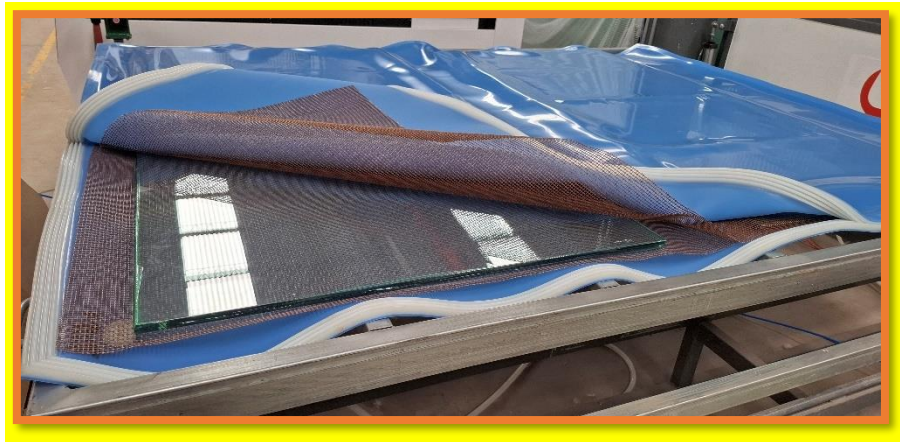
Para ello se eligieron dos piezas de vidrio, sin entrantes ni formas particulares. Para la prueba, se utilizaron:

- Cuatro vidrios templados de 1890 mm x 850 mm de 8 mm de espesor.
- Cinta adhesiva de alta temperatura y baja adherencia.
- Lámina EVA Super Clear de 0,76 mm de espesor y 2400 mm de ancho.
- Tela Kevlar de 1980 mm x 2600 mm.
- Paños de limpieza de fibra sintética y alcohol isopropílico.

Puntos a destacar de la operación:

- Para eliminar impurezas y partículas, se lavaron y descontaminaron ambos vidrios.
- Se encuadraron ambos vidrios. La lámina de EVA fue dispuesta con cuidado, sin estirarla, dejando un borde de no más de 5 mm, y se recortó el excedente.
- Se colocó cinta adhesiva en los bordes del vidrio.
- Se ubicó el ensamble dentro de la bolsa. Se dispuso de una lámina de kevlar entre el ensamble y la bolsa de silicona.

Dada las características del vidrio elegido y del EVA, se realizó un ciclo con stage 1 (etapa 1) de 65 grados Celsius y 40 minutos de mantenimiento de temperatura y un stage 2 (etapa 2) de 135 grados Celsius y 55 minutos de mantenimiento.



*Ilustración 5. Prueba de Laminación. Fuente: Elaboración propia.*

Durante el funcionamiento, se verificó en tiempo real que no haya alarmas ni errores, ruidos ni olores que den indicios de mal funcionamiento o falla. Además, se realizó una estimación de tiempo total de producción, el cual contempla desde el armado hasta el enfriamiento. El mismo fue de cuatro horas y treinta minutos.

Finalmente se realizó un análisis del producto obtenido, buscando fallas que puedan deberse al mal funcionamiento de la máquina. Como resultado se obtuvo que el producto no presentó defectos visibles, tales como delaminación, burbujas, entre otros efectos. Es importante destacar que, en el ensamble, no se respetó el sentido de templado de los vidrios. Es decir, durante la disposición de los vidrios, no se tuvo en cuenta las ondulaciones producidas por los rodillos de templado. Esto resulta en la condición más desfavorable a la hora de obtener los mejores resultados, y permite comprobar la capacidad adherente de la película de “EVA”.


Se pudo comprobar el funcionamiento del horno, desde sus conjuntos individuales hasta el equipo en su totalidad, llegando a la obtención de un vidrio laminado con “EVA” sin defectos, incluso en condiciones desfavorables.

#### **4.2.5. Recomendaciones de mantenimiento**

Con el relevamiento del equipo y sus subconjuntos, se reconoció las características de cada uno de ellos, y de la mano con esto, que requiere cada uno para poder funcionar de manera correcta y cumplir su función específica. A tal efecto se elaboraron una lista de recomendaciones de mantenimiento preventivo a fin de reducir al máximo la probabilidad de falla inesperada, y, en menor medida, recomendaciones de mantenimiento correctivo. Las mismas, separadas por subconjunto, se detallan a continuación:

##### *Bomba de vacío*

- Inspección visual.
- Limpieza y cambio de filtro (según manual).
- Verificar nivel y estado de aceite. Cambiar si es necesario.
- Cambio de juntas y sellos (según manual).

 <b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES	Práctica Profesional Supervisada	Página <b>15 de 28</b>

#### *Cuerpo del horno*

- Control de las resistencias calefactoras y cambiar de las mismas en caso de no funcionar.
- Verificación del correcto desplazamiento de la bandeja. Realizar inspección visual de rodamientos y guías. Cambiar rodamientos en caso de falla debido a la constante exposición al calor.
- Control del funcionamiento de los actuadores neumáticos. Verificar que no haya fugas de aire.
- Control del correcto funcionamiento de los ventiladores para la recirculación del aire.

#### *Bolsa de vacío*

- Guardar adecuadamente. Debe guardarse en un lugar fresco y seco lejos de radiación solar directa, evitando daños y degradación.
- Limpiar luego del uso para eliminar residuos de la misma, usando detergente no agresivo y agua tibia. Secar completamente antes de guardar.
- Evitar objetos punzantes. Se debe tener especial cuidado con objetos cortopunzante, ya que afecta la integridad y la vida de la bolsa.
- Realizar inspecciones de daño. Antes de cada uso se debe verificar que no haya signos de daño, los cuales se presentan como agujeros, cortes y zonas de poco material. En caso de presentarse estos signos, se debe cambiar la bolsa.
- Evitar exposición excesiva al calor. Se debe abocar para que la misma este el menor tiempo posible del necesario expuesta a dichas condiciones, ya que le reducen la vida útil.


#### **4.2.6. Mejora para la operación**

Con el conocimiento adquirido del proceso y el equipo, y dado que la empresa tiene como objetivo ofrecer un nuevo producto, resulta de gran necesidad optimizar dicho proceso al máximo. Es por ello, que se encontró una mejora del proceso, la cual brindará un gran beneficio.

Dado que el material "EVA" se dispone en rollos, para poder optimizar el proceso, resulta útil, tener de un sistema el cual permita desenrollar el material, colocarlo, y luego enrollar el excedente, con total facilidad y sin mayores esfuerzos. Por tal motivo, se realizó el diseño CAD de una mesa con sistema portarrollos capaz de desplazarse a lo largo de la mesa, facilitando el trabajo. De esta manera, se puede realizar la disposición de las láminas una sobre otra, cortando excedentes y enrollando el material sobrante. Una vez que se utiliza, tanto el rollo, como la mesa se tapan con una capa fina de nylon, o algún material liviano que proteja la lámina EVA del polvo y contaminación.

Para el diseño, se tuvieron en cuenta varios puntos de interés, tales como dimensiones, tanto de vidrios, como del rollo y de la mesa. También los materiales a utilizar, para cual se reconoció disponibilidad, costo y el proceso de fabricación como factores importantes. Además, se buscó simplicidad, a fin de reducir complejidad y costo.

Las medidas de la mesa, se hicieron tomando de base la altura de trabajo de otras mesas presentes en la planta, asegurando así una adecuada posición de trabajo y una uniformidad en

 <p><b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES</p>	Práctica Profesional Supervisada	Página <b>16 de 28</b>

dimensiones de las mesas existentes. En cuanto al ancho, se tomó como referencia, al rollo de “EVA” disponible en la empresa.

En la parte superior, la mesa cuenta con un paño alfombrado, el cual permite el correcto desplazamiento del vidrio. Se optó por dicho material, porque cumple su función, tiene bajo costo y en caso de desgaste, su reemplazo es simple. Otra opción mejor, pero más costosa, sería la implementación de una serie de ruedas, en reemplazo del paño, lo cual implicaría una mayor complejidad de la estructura al necesitar mayor cantidad de soportes y bulonería, además de mantenimiento, dado que este tipo de dispositivos poseen ruedas de materiales blandos sujetos al deterioro.

El desplazamiento del puente o portarrollos, se realiza mediante una serie de ruedas abulonadas a los pilares de dicho puente. Estas ruedas giran sobre una guía, hecha con un caño de acero común. El sistema elegido se destaca por su simplicidad y facilidad de armado y desarmado. Las ruedas, pueden ser metálicas o no, y poseer buje o rodamiento. En este caso se optó por ruedas con buje a fin de reducir costo inicial, además, dado los ciclos de uso, no era absolutamente necesario disponer de rodamientos en dicha zona.

Con respecto al sistema de sujeción del rollo, el mismo está formado por un cono y una pieza la cual se encarga de unir el cono, con el rodamiento que se encuentra en el pilar del puente. El cono ingresa en el centro del rollo, uniéndose mediante un pequeño eje a la pieza mencionada, a la vez que esta ingresa dentro del rodamiento. Este sistema, cuenta con un bulón el cual traba el rodamiento y no permite que se mueva. Una vez que se saca dicho bulón, el conjunto mencionado, con el rodamiento incluido, salen hacia arriba, posibilitando así el cambio de rollo. Este sistema, es el que actualmente se usa en la zona de laminado. Se decantó por dicho sistema, ya que es uno conocido y se pueden compartir piezas entre estaciones de laminado, lo cual resulta conveniente a la hora de cambiar partes rotas y/o desgastadas, además de ser un sistema confiable.

El objetivo del diseño se centra en la funcionalidad y bajo costo. Llevando el diseño a una mejora completa, se puede incluir el movimiento automatizado del rollo, enrollado y desenrollado con motor eléctrico, junto con una regulación de altura del rollo y desplazamiento eléctrico del cabezal. Para sumar aún más, se podría optar por adicionar a la mesa un sistema de sopapas las cuales trabajen con vacío y desplacen los vidrios.

Los planos y detalles se encontrarán en el **ANEXO II: “Mesa de laminación”**.

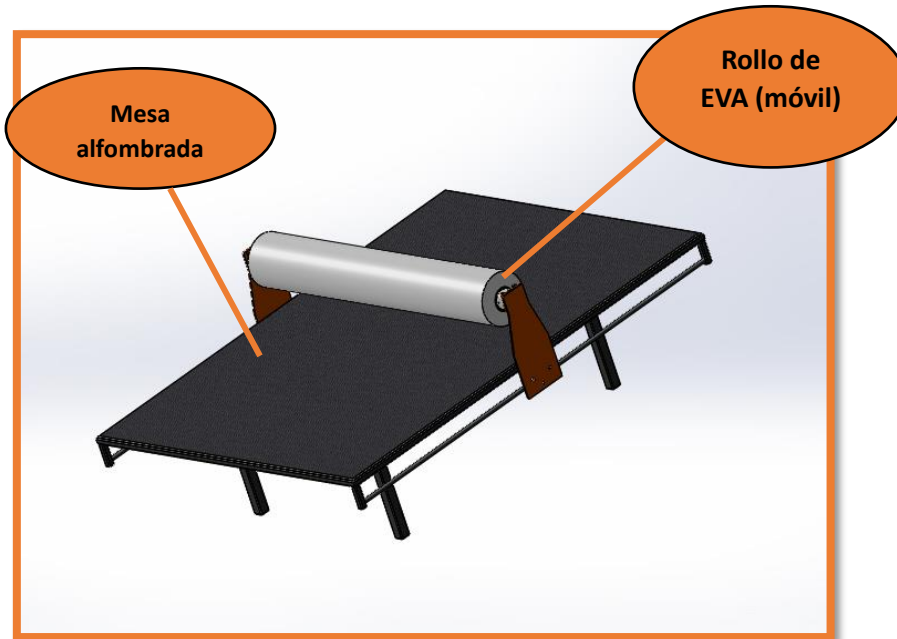


Ilustración 6. Mesa para laminado. Fuente: Elaboración Propia.

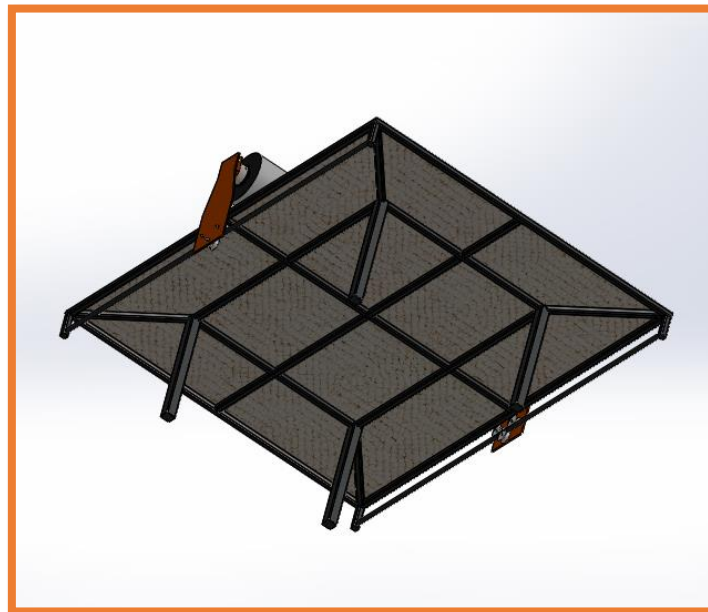
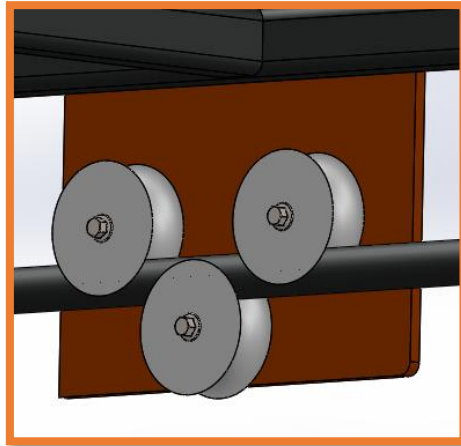


Ilustración 7. Mesa para laminado. Fuente: Elaboración propia.

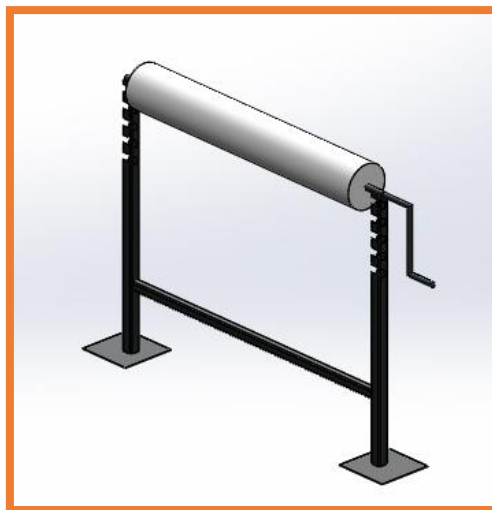


*Ilustración 8. Sistema de desplazamiento del puente. Fuente: Elaboración propia.*

En caso de que, por limitaciones de espacio, no pueda disponerse una mesa como la propuesta, sería útil la incorporación de un portarrollos, el cual permite extraer el material o volver a enrollarlo, mientras que se trabaja directamente sobre la bandeja del horno de laminado.

Este dispositivo, sumamente simple, permite disponer del rollo en un extremo de la bandeja del horno. Según la bandeja y si es o no conveniente, se puede regular la altura del mismo de manera discreta, usando los cortes de los pilares del portarrollos. Para poder enrollar o desenrollar fácilmente, se usa una manija simple, accionada de manera manual.

Una mejora a este sistema, puede ser la implementación de un sistema de regulación de altura eléctrico que permita una regulación no discreta de la altura, ajustándolo de mejor manera. Además de un sistema de enrollado eléctrico.



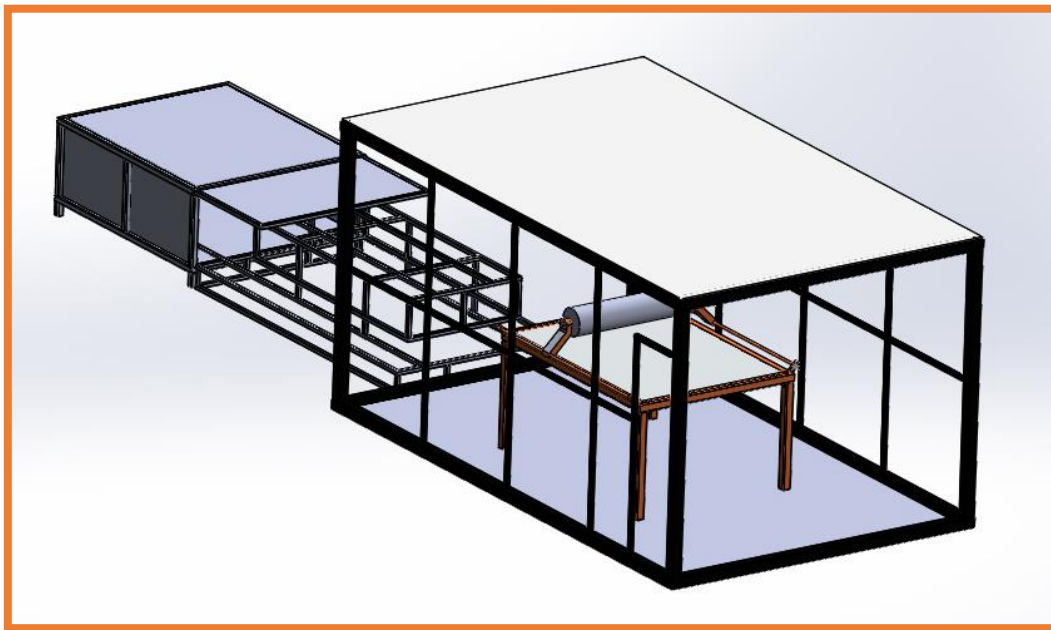
*Ilustración 9. Porta rollo para laminado. Fuente: Elaboración Propia.*

Como propuesta de mejora total del proceso de laminación con "EVA", pero sin escapar de la simplicidad de las máquinas, los mejores resultados se obtendrían con una estación de laminado, en

la cual se disponga de una cabina cerrada y aislada correctamente de aire y espacio exterior. Dentro de la misma, se deberá contar con iluminación adecuada, y con la mesa de laminado desarrollada con anterioridad. En serie con la cabina, se encontraría el horno de laminado de “EVA”. Utilizando este formato se aumenta la productividad, ya que se reducen reprocesos al laminar en un entorno cómodo y controlado, lo que minimiza o elimina riesgos como:

- Contaminación: Presencia de partículas en el producto, que deriva en burbujas, inclusiones y delaminación.
- Calidad del aire: El “EVA” es susceptible a la humedad ambiente y a los cambios de temperatura bruscos. Un ambiente controlado reduce o elimina su degradación acelerada, mejorando la calidad de las piezas.
- Posicionamiento y alineación: La colocación de la lámina en una mesa o superficie no adecuada, puede generar que el “EVA” no quede bien alineado y haya defectos de solapamiento.

Utilizar este formato, aumentará eficiencia, productividad y mantendrá un estándar de calidad en los productos, lo cual marca la diferencia a la hora de competir.




*Ilustración 10. Estación de laminado de EVA. Fuente: Elaboración Propia.*

#### **4.2.7. Reducción de desperdicios – Horno de Laminado de EVA**

Al fabricar productos a medida, en el proceso de laminado de vidrio, con “EVA”, existe un excedente de material el cual es cortado. Estos recortes, tienen diferentes tamaños y formas. Dado que es un material muy caro y susceptible, deben tomarse ciertas medidas para cuidarlo.

En respuesta a esta problemática, se elaboraron medidas para la reducción de desperdicios a la hora de laminar con “EVA”:

 <p><b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES</p>	Práctica Profesional Supervisada	Página <b>20 de 28</b>

- Minimizar la necesidad de realizar cortes a la hora de la laminación, modo de tener la menor cantidad de los mismos, reduciendo metros cuadrados desperdiciados.
- Evitar que se contamine o dañe. Cubrir los rollos y mantenerlos en condiciones estables de temperatura y humedad
- Manipular adecuadamente aquellos recortes los cuales puedan llegar a servir para otra aplicación, de modo tal que sean aprovechados y se reduzca la probabilidad de que fallen por contaminación o pérdida de propiedades.

#### **4.3. Centro CNC**

La planta cuenta con dos máquinas CNC, las cuales son las encargadas del mecanizado de vidrios. Una de ellas es la máquina de chorro de agua y abrasivo y la otra es la Fresa CNS la cual posee varias herramientas intercambiables, que le permite realizar varias operaciones. Ambas, resultan fundamentales, para producir formas complejas en los vidrios que de otra manera serían imposibles de lograr.

##### **4.3.1 Flujo de trabajo**

Los vidrios que se dirigen a la zona de mecanizado, proceden directamente de la zona de la máquina de corte automática, en el caso de aquellos que se dirigen a la Fresa CNC. Los que se dirigen a la máquina CNC de corte por chorro de agua y abrasivo, luego del corte, pasan por la zona de pulido y recién es ahí cuando se dirigen a la máquina en cuestión. El flujo de trabajo se sintetiza y se expone de manera clara en el **ANEXO III: "Flujo de trabajo centro CNC"**.

Las piezas que requieren solo de agujeros o entrantes, se realizan en la máquina CNC de corte por chorro de agua. Dado que, generalmente, estos cortes no se pulen, se utiliza una pistola neumática con una piedra esmeril para darle rápidamente un mejor acabado en los agujeros.


En contraparte, cuando se requiere versatilidad, se utiliza la otra máquina CNC, la cual por medio de cambios automáticos de herramientas puede utilizar una fresa o bien una piedra esmeril, entre otros accesorios. Permitiendo llevar a cabo procesos como entrantes, perforaciones y pulido de bordes planos, curvos o circulares.

Una vez mecanizado el vidrio, las piezas son limpiadas con agua, utilizando una manguera con un pico tipo "de riego" para evitar rayas en el transporte hacia la máquina lavadora, la cual le brinda la limpieza final, quedando así, lista para ser entregada o continuar al proceso de templado según sea el caso.

##### **4.3.2 Fresa CNC**

Dispone de seis herramientas, las cuales, puede cambiar de manera automática una vez configuradas correctamente. Lo que permite que realice diferentes tareas de mecanizado de vidrios de manera secuencial sin necesidad de mover la pieza.

Esta máquina se destaca principalmente por la versatilidad, ya que puede hacer las tareas mencionadas en vidrios de formas complejas, siguiendo el plano CAD.

	Práctica Profesional Supervisada	Página 21 de 28

El pulido de vidrios se realiza tanto en una máquina pulidora la cual brinda el mejor acabado, o en la fresa CNC, que, a pesar de brindar menor calidad de acabado, puede realizar el pulido de vidrios con formas complejas que en la otra máquina resulta imposible.

El plano se realiza en AutoCAD, o SolidWorks y luego se lo pasa a la carpeta de la máquina para abrirlo y ejecutarlo. Aunque, puede también ser realizado de manera directa en la computadora que la máquina dispone, donde el software CAD está instalado.

#### **4.3.2.1 Operación**

Para ser operada, la máquina requiere:

- Energía eléctrica
- Suministro de aire a presión
- Agua dispuesta en un reservorio, la cual sirve como lubricante y refrigerante de la pieza de trabajo y la herramienta.

A continuación, se detalla en una serie de pasos a seguir para operar la máquina:

- Encender la máquina, con la llave principal que la misma posee
- Abrir el archivo CAD en el programa “CNC DGM”, y ubicar las pilas en el entorno virtual
- Ubicar las pilas de manera física. Este paso se realiza con ayuda del cabezal especial para dicho objetivo.
- Colocar el vidrio haciendo “tope” en sus bordes con las pilas.
- Accionar las ventosas neumáticas
- Elegir tipo y configuración de proceso (agujereado, fresado y pulido) y herramienta, además se deben contemplar las variaciones de configuración según espesor.

Partiendo de manuales, entrevistas e información buscada, se elaboró un manual de operación de la máquina. En el mismo se incluye desde el reconocimiento de los componentes, pasando por paso a paso de la operación, hasta buenas prácticas y recomendaciones de mantenimiento preventivo. Dicho manual se puede consultar en **ANEXO IV: “Manual de operación de maquina Fresa CNC”**.

#### **4.3.3 Máquina CNC de corte por chorro de agua**


El proceso de corte por chorro de agua resulta útil ya que permite hacer agujeros y entrantes en las piezas, sin mayores complicaciones y de forma rápida.

Básicamente, consta de la utilización de agua a muy alta presión, mezclada con un abrasivo, en forma de gránulos. Esta combinación, permite cortar todo tipo de material, modificando las variables de operación y tipo de polvo esmeril.

#### **4.3.3.1 Operación**

Para su funcionamiento, requiere:

- Suministro de agua, la cual la toma de la red.
- Un abrasivo, el cual se coloca en un sitio de almacenamiento que dispone la máquina.
- Aire comprimido.

 <b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES	Práctica Profesional Supervisada	Página <b>22 de 28</b>

A continuación, se detalla en una serie de pasos como se opera la máquina:

- Encender la máquina desde el sitio de bombeo y desde la unidad de control.
- Cargar el dibujo en AutoCAD, el cual debe estar en formato “.DXF”
- Ejecutar el programa “NC Editor”
- Colocar el vidrio en la mesa de la máquina. Alinear el mismo con la esquina inferior izquierda, el cual es el origen de la máquina.
- Controlar que el cabezal se encuentre en 5 mm de distancia del vidrio (distancia en el “eje Z”). Este proceso se debe repetir cada vez que se cambie el espesor de vidrio.
- Ejecutar el programa.

De igual manera que con la Fresa CNC, partiendo de manuales, entrevistas e información buscada, se elaboró un manual de operación de la máquina. En el mismo se incluye desde el reconocimiento de los componentes, pasando por paso a paso de la operación, hasta buenas prácticas y recomendaciones de mantenimiento preventivo. Dicho manual se puede consultar en **ANEXO V**: “Manual de operación de maquina CNC de corte por chorro de agua y abrasivo”.

#### **4.3.4. Análisis de los programas precargados en los centros CNC**

Con el objetivo de mejorar la eficiencia del flujo de trabajo en los centros CNC, se llevó a cabo el análisis de los dibujos precargados de los herrajes.

Para ello, se consultó con el encargado de los centros CNC, con quien, en conjunto, se evaluaron los dibujos faltantes. De esta manera, se realizó el dibujo CAD de cada uno de ellos, dejándolos cargados en la base de datos de las máquinas.

Además, se organizaron los dibujos según el catálogo de la empresa, estableciendo un orden en los mismos y facilitando la búsqueda.


La adición de dibujos faltantes, de la mano con el ordenamiento de los mismos según el catálogo de la empresa, permitieron mejorar la eficiencia reduciendo tiempos. También, tener todos los herrajes cargados a disposición, les permitió a los operarios de las máquinas CNC, reducir tiempo, reprocesos y pérdidas de producto, al eliminar los errores sujetos al dibujo de los entrantes y agujeros durante la producción.

Los dibujos fueron realizados en el software SolidWorks, donde se tomó una puerta base como referencia, la cual posteriormente se borró, dejando solo lo herrajes. Los archivos, fueron exportados en formato “.DXF” formato que lee la máquina encargada de ejecutarlos.

Los archivos se encuentran expuestos en el **ANEXO VI**: “Catálogo de herrajes – LP Vidrios”

#### **4.3.5. Rayas y Rotura en los vidrios**

Las láminas de vidrio son un material duro y frágil. Sin embargo, a pesar de su dureza, son susceptibles a las rayas durante el proceso de mecanizado. Además, su fragilidad, obliga a tener especial cuidado durante todas las etapas, más aún, antes del proceso de templado.

 <b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES	Práctica Profesional Supervisada	Página <b>23 de 28</b>

Las principales causas de rayas en los vidrios, corresponden a la incorrecta limpieza de los mismos, dando lugar a que durante la manipulación o procesos en los que se involucre frotación o fricción contra la superficie de los mismo, se rayen.

En lo que respecta a la rotura de vidrio, se reconoce como causas a:

- Manipulación del vidrio por los operarios.
- Problemas durante mecanizado del vidrio.
- Problemas mecánicos.

La manipulación del vidrio es importante, ya que los golpes son causantes de rotura directa, o bien micro fisuras, las cuales durante los procesos siguientes o durante el transporte, deriven en la rotura. La forma de evitar estas roturas, consiste en la instrucción de los operarios, y el equipamiento de los mismos para su seguridad y correcto desempeño.

El segundo punto, hace alusión a los problemas derivados de los parámetros de operación de las máquinas, como son: velocidad de avance, presión del agua, caudal de abrasivo, tipo de herramienta usado, cantidad de refrigeración en el corte, presión de la herramienta contra la pieza, entre otros.

Es en el tercer punto, donde se evidencia la rotura del vidrio. Los problemas mecánicos refieren a situaciones en las que, o bien la máquina funciona de manera incorrecta, o bien hay algo que falla e impide que siga operando.

En dirección a resolver este problema, se elaboraron dos tablas, las cuales exponen lo anteriormente nombrado. En cada anexo se evalúa cada etapa del proceso de mecanizado, donde se analiza causa (que lo genera), el efecto (raya o rotura) y se propone una medida preventiva, para evitar la ocurrencia de dicho problema. Además, resulta beneficioso que, al ser un archivo editable, permite agregar causas y propuestas de mejora, lo cual brinda un registro actualizado y en constante desarrollo. Este documento le va a permitir a la empresa, poder establecer una manera de actuar a la hora de realizar el proceso de mecanizado, evitando tanto rayas como rotura, efectos que implican riesgos para trabajadores, perdidas y disminución de la calidad de sus productos. Lo expuesto, se puede ver en:

**ANEXO VII:** *“Rayas y Rotura en vidrios. Fresa CNC”.*


**ANEXO VIII:** *“Rayas y rotura en vidrios. Corte CNC por agua y abrasivo”.*

#### **4.3.6. Reducción de desperdicios - Centro CNC**

En toda fábrica, en la cual se tienen varios procesos, se generan desperdicios. En lo que respecta de a los centros CNC, se reconocen como fuente de desperdicios a:

- Recortes de vidrio.
- Piezas que fallaron.
- Productos del proceso.

Los recortes de vidrio, se generan todos los días siendo el resultado del corte y mecanizado de vidrio.

 <p><b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES</p>	Práctica Profesional Supervisada	Página <b>24 de 28</b>

Se observó, que los recortes producidos por la máquina Fresadora CNC, se retiran una vez finalizado el corte, dejando la mesa de trabajo limpia. En contraparte, los de la máquina CNC de corte con agua y abrasivo, el material eliminado cae al fondo de la mesa de trabajo, es decir, queda sumergido. Estos se retiran cada ocho o doce meses, y se desechan.

Los recortes solo son desechos, dado que la pieza a mecanizar, ya procede de la estación de corte, o corte y pulido, con las medidas justas para reducir al máximo los desperdicios.

Las piezas que fallaron, son láminas de vidrio las cuales sufrieron una rotura, que imposibilitó que tengan el fin inicial. Sin embargo, si son de un tamaño conveniente, regresan a la zona de corte para reutilizarse. A pesar de lo nombrado, siempre hay piezas falladas la cuales no se pueden reutilizar y se convierten en una pérdida de dinero y tiempo.

Los esfuerzos se deben concentrar en que no se produzcan las roturas, ni tampoco, las rayas, ya que estas pueden desencadenar roturas en procesos siguientes.

Las rayas son originadas por la presencia de suciedad. Se observó que esto no es un problema, ya que se realiza la limpieza de las piezas en la etapa de post mecanizado, y luego en la lavadora para dicho fin.

A raíz de investigar, se concluyó que las roturas que ocurren en la máquina, de corte por chorro de agua, son por fallos mecánicos, puntualmente por falta de mantenimiento preventivo en el cabezal.


El suministro de material abrasivo, resulta fundamental para poder realizar el corte, en caso contrario, se produce la rotura del vidrio. Los gránulos, llegan al reservorio del cabezal, a través de una manguera, conectada a la tolva de abrasivo, la cual es presurizada con aire. Una vez en el cabezal, el abrasivo, se dirige hacia la cámara de mezclado, donde se junta con el agua, saliendo finalmente por el pico.

La falta de un plan de mantenimiento preventivo de los conjuntos de la máquina, lleva a actuar una vez que pasa el problema y no antes, evitando la ocurrencia del mismo. La rotura durante el proceso de corte, se produce por la obstrucción del cabezal en la zona de la cámara de mezclado, debido a la acumulación de sedimentos y material granulado. Con un plan, estableciendo una limpieza cada determinado tiempo de trabajo, se evitaría la rotura, y, por lo tanto, desperdicios.

En esta máquina, como desecho, se obtiene el agua, la cual va a una cámara de tratamiento en el exterior de la planta y el abrasivo el cual se deposita en el fondo de la mesa de trabajo y es retirado de manera simultánea con los recortes que ahí yacen.

En lo que respecta a la fresa CNC, se evidenció que no se obtienen desechos más allá de los recortes. En cuanto a rotura de piezas, estas ocurren por el desconocimiento por parte de los trabajadores sobre la operación de la máquina. Como resultado, ocurren desperdicios por dibujos CAD mal ajustados al proceso de pulido y falta de sujeciones adicionales en zonas críticas durante el corte.

Otra fuente de desperdicios, resulta de problemas con la planimetría o moldes otorgados por clientes. Al no disponer de una normativa a seguir, para estandarizar tanto los dibujos a mano, los dibujos CAD o los moldes, se generan malos entendidos o la elaboración de piezas con dimensiones erróneas.

 <b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES	Práctica Profesional Supervisada	Página <b>25 de 28</b>

#### **4.3.6.1. Medidas para reducción de desperdicios – Centro CNC**

A continuación, se detallarán, una serie de mejoras las cuales tienen como destino reducir los desperdicios generados.

##### *Documentación de roturas*

Se debe indicar como fue, características del proceso (tipo, velocidad, herramienta/abrasivo) y del vidrio (espesor y tipo), cuales procesos se le hicieron antes, y posible causa. De esta manera se tiene un registro y se puede verificar si hay frecuencia de rotura y si estas están relacionadas con algún fallo particular.

##### *Control de calidad por etapa*

Realizar una inspección rápida de la pieza en búsqueda de fisuras o puntos que den origen a las mismas, derivando en una posterior rotura. Idealmente deberían realizarse antes del mecanizado y después. Analizar el post mecanizado, resulta fundamental en aquellas láminas las cuales pasarán por el horno de templado, dado que, en este, ocurre un cambio de temperatura, óptimo para la propagación de grietas y fisuras por concentración de tensiones.

##### *Reutilización del abrasivo*

El material granulado utilizado, decanta en la parte inferior de la mesa de trabajo. Cada un determinado número de meses, se lo retira, y se almacena. Actualmente, el material usado, solo es almacenado. Sin embargo, tendría un gran impacto, la reutilización del mismo. Para ello se deben realizar pruebas con el abrasivo recuperado, para poder comprobar si puede ser efectivo en más de un uso, dado que hay una disminución del tamaño de grano y/o filo de gran parte de los mismos una vez usados. De esta manera se reduce el desperdicio, y se brinda una reducción de costo de maquinado al obtener una posible reducción el consumo de unos de los insumos. Se debe evaluar el costo/beneficio de reutilizarlo, en caso de que deba someterse a un proceso para ser útil nuevamente.


##### *Establecer un plan de mantenimiento preventivo*

El plan de mantenimiento preventivo resulta muy eficaz a la hora de reducir fallas, que derivan en mal funcionamiento y rotura de la máquina y/o de la pieza. Además, permite aumentar la vida útil de las máquinas y tener un mejor control de la vida de las misma y sus conjuntos, permitiendo hacer una propia evaluación de los tiempos de cambio de componentes según el uso que se le da, lo cual es beneficioso.

##### *Manual de procedimiento para clientes*

Se elaboró un manual para clientes, en el cual se establecen los lineamientos a la hora de entregar los planos y moldes. De esta manera, se establecen criterios a seguir para evitar malos entendidos, consultas recurrentes y reprocesos. Mediante este manual, aumentará la productividad, al eliminar tiempos muertos por consultas y/o reprocesos, al mismo tiempo mejorará la relación con los clientes, además de evitar pérdidas para ambos. El mismo se expone en el **ANEXO IX: “Manual de procedimiento para clientes”**.

#### **5. Conclusiones**

 <b>UNNOBA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES	Práctica Profesional Supervisada	Página <b>26 de 28</b>

Las prácticas profesionales en LP VIDRIOS, me permitieron adquirir conocimientos y capacidades que no podría haber adquirido y desarrollado en otro entorno. Durante esta experiencia, pude aplicar gran parte de lo que estudié durante mi paso por la universidad y aplicarlo a un entorno real de trabajo.

Se realizó la instalación y puesta en marcha del horno de laminado de EVA, lo cual fue un gran desafío. Implicó conocer los materiales utilizados, el proceso y el producto obtenido. También interiorizarme en características del horno, como funciona, como se opera y como es el mantenimiento del mismo. Con toda esta información se elaboró un plan el cual derivó finalmente en obtener un producto más en la cartilla de la empresa y una máquina funcionando correctamente, lo cual es muy importante. Además, se presentó una mejora para aumentar productividad y asegurar la calidad del producto.

Otra de las actividades constó conocer como es el trabajo que realiza el centro CNC que opera en la empresa. Inicío con comprender el flujo de trabajo, los insumos, procesos y productos. Sumado a esto, aprender sobre el funcionamiento, operación y mantenimiento de las máquinas involucradas. Todo lo nombrado derivó en la identificación de fallas que llevaban a las rayas y/o rotura de vidrio y finalmente una serie de medidas para poder reducir dichos efectos y los desperdicios, mejorando la eficiencia.

Para mejorar la eficiencia en los centros CNC, mediante la herramienta CAD “SolidWorks” se realizaron los dibujos de los herrajes utilizados por producción. Los mismos, fueron organizados según el catálogo de la empresa. Este aporte, permite organizar los cortes y al estar todos disponibles, se reducen los errores relacionados a dibujar durante el procesamiento, lo cual, no es ideal.

Finalmente, se elaboraron manuales de operación para ambas máquinas, en los cuales se brinda conocimiento no solo de los conjuntos, y partes, sino también como operarlas, buenas prácticas y recomendaciones de mantenimiento. Por último, se elaboró un manual, no para los operarios, sino para los clientes de LP VIDRIOS. En el mismo se establece la normativa para la estandarización de planos y moldes, permitiendo reducir al máximo reprocesos, malos entendidos y pérdidas.

Resulta fundamental destacar, que estas prácticas no solo me permitieron aplicar conocimientos, aprender y consolidarme como ingeniero, sino que también resulta un gran aporte a la empresa, permitiendo ser más eficientes en sus procesos productivo y también ofrecer un producto más al mercado.


## **6. Bibliografía**

- [1] Apuntes de Cátedra de Procesos de Fabricación.
- [2] Apuntes de Cátedra de Tecnología Mecánica.
- [3] Manual del Vidrio Plano 4ta edición (Cámara del Vidrio Plano y sus Manufacturas de la República Argentina).
- [4] Catálogo “EVALAYER”
- [5] Manual de usuario, Hornos “PUJOL”.

## **7. Anexos**

Los Anexos:

- ANEXO I: Características técnicas del horno de EVA.
- ANEXO II: Mesa de laminación.
- ANEXO III: Flujo de trabajo centro CNC.

 UNNOBA UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE   BUENOS AIRES	Práctica Profesional Supervisada	Página 27 de 28

- ANEXO IV: Manual de operación de maquina Fresa CNC.
- ANEXO V: Manual de operación de maquina CNC de corte por chorro de agua y abrasivo.
- ANEXO VI: Catálogo de herrajes – LP Vidrios.
- ANEXO VII: Rotura y Rayas en Vidrios - Fresa CNC.
- ANEXO VIII: Rotura y Rayas en Vidrios - Corte CNC por agua y abrasivo.
- ANEXO IX: Manual de procedimiento para clientes.

Se pueden ver en el siguiente link:

[https://drive.google.com/drive/folders/1nMJF1nExzVGxt-5FX1eigZz8p-1PwjS?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1nMJF1nExzVGxt-5FX1eigZz8p-1PwjS?usp=drive_link)

### **8. Agradecimientos**

Quiero agradecer a mi familia que fue el pilar fundamental, que me contuvo, apoyo y alentó en todo momento, permitiéndome llegar hasta donde estoy. Sin ellos, hubiera sido mucho más difícil.

También, quiero agradecer a aquellos que hace unos años eran totales desconocidos y hoy se convirtieron en grandes amigos los cuales ayudaron a transitar de la mejor manera esta gran etapa.

Agradecer al personal de la UNNOBA, al tutor docente quien me ayudó en la última etapa del trayecto en la facultad y en especial a todos esos profesores que dedican tanto tiempo de sus vidas a formar alumnos de carreras tan importantes como ingeniería, y que hacen que esas materias difíciles sean más llevaderas.

Por último, un especial agradecimiento a Hernán Mariani y todo el equipo de LP Vidrios por dejarme terminar esta gran etapa en su empresa, en la cual me sentí muy cómodo y contento.



**UNNOBA**  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
NOROESTE | BUENOS AIRES

Práctica Profesional Supervisada

Página  
**28 de 28**