

# Gabinete Para Reintegradora De Pulpa De Papel

Andrei Pineda Martínez

2006



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Arquitectura  
Centro de Investigaciones de Diseño Industrial



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**

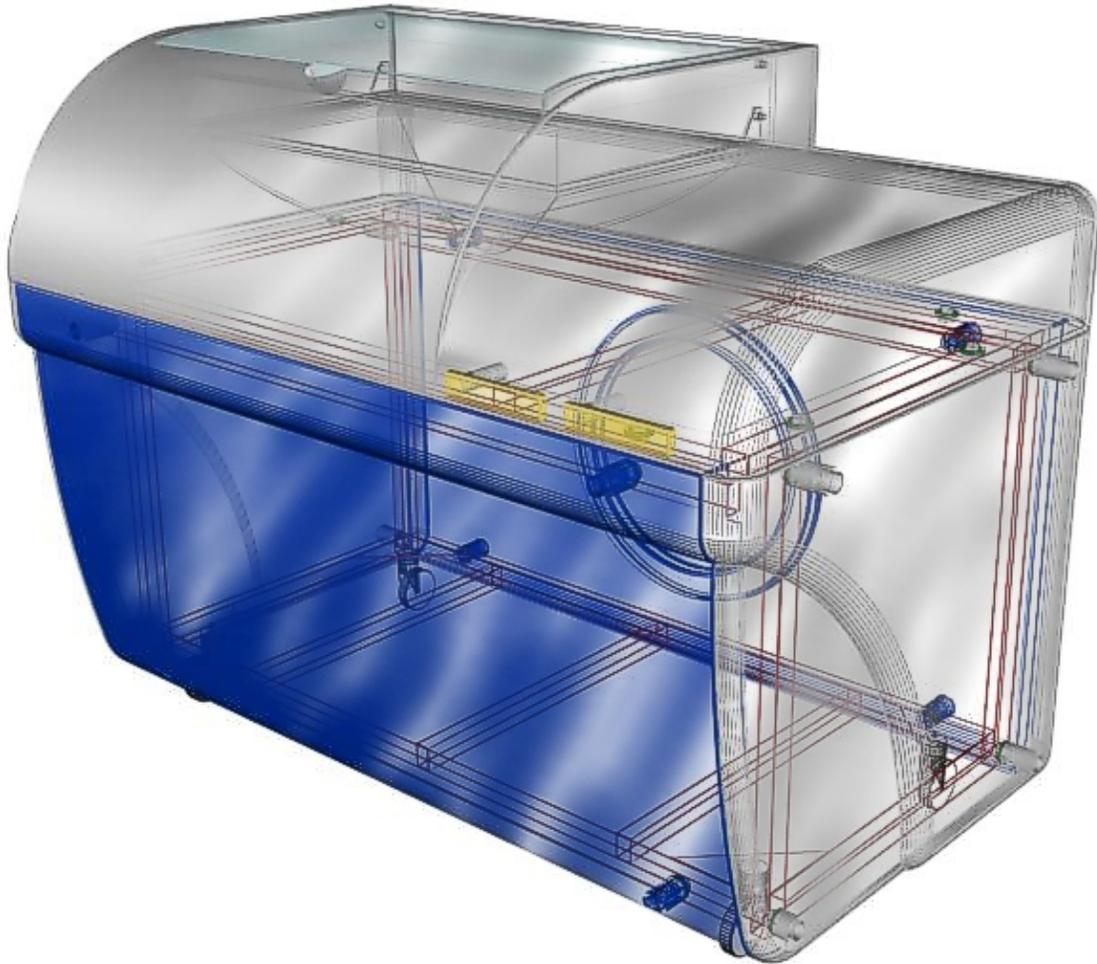


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.





Gabinete Para Reintegradora De Pulpa De Papel

Andrei Pineda Martínez

2006



# Gabinete Para Reintegradora De Pulpa De Papel

Andrei Pineda Martínez

2006



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Arquitectura  
Centro de Investigaciones de Diseño Industrial

# Gabinete Para Reintegradora De Pulpa De Papel

Andrei Pineda Martínez

Los proyectos no surgen de la nada, surgen a partir de una larga historia de formas, funciones y sensaciones...

Renzo Piano

## Gabinete para Reintegradora de Pulpa de Papel

Tesis Profesional que para obtener el Título de Diseñador Industrial presenta: Andrei Pineda Martínez.

Con la dirección de M.D.I. Carlos Daniel Soto Curiel y la asesoría de Ing. Ulrich Scharer Sauberli, M.D.I. Luis Equihua Zamora, M.D.I. Jorge Vadillo López y Lic. Hortensia Pérez Gómez.

Declaro que este proyecto de tesis es de mi autoría y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra Institución Educativa. Y autorizo a la UNAM para que publique este documento por los medios que juzgue pertinentes.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL

Facultad de Arquitectura - Universidad Nacional Autónoma de México

Coordinador de Exámenes Profesionales  
Facultad de Arquitectura, UNAM  
PRESENTE

EP 01 Certificado de aprobación de  
impresión de Tesis.

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE PINEDA MARTINEZ ANDREI

No. DE CUENTA 9537354-4

NOMBRE DE LA TESIS Gabinete para reintegradora de pulpa de papel.

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día            de            de            a las            hrs.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Ciudad Universitaria, D.F. a 19 octubre 2005

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE D.I. CARLOS SOTO CURIEL	
VOCAL ING. ULRICH SCHARER SAUBERLI	
SECRETARIO D.I. LUIS EQUIHUA ZAMORA	
PRIMER SUPLENTE D.I. JORGE VADILLO LOPEZ	
SEGUNDO SUPLENTE LIC. HORTENSIA PEREZ GOMEZ	

ARQ. JORGE TAMÉS Y BATTA  
Vo. Bo. del Director de la Facultad

# Gabinete para Reintegradora de Pulpa de Papel

---

Este proyecto de tesis surge a partir de la necesidad de diseñar un gabinete para un mecanismo diseñado por el Ingeniero Químico Ignacio Delfín, conocido restaurador de libros y documentos antiguos; el cual consiste en restituir las hojas dañadas por medio de la adhesión de celulosa o pulpa de papel. Este proyecto fue asignado por mi director de tesis M.D.I. Carlos Daniel Soto Curiel y con la asesoría de: Ing. Ulrich Scharer Sauberli, M.D.I. Luis Equihua Zamora, M.D.I. Jorge Vadillo López y Lic. Hortensia Pérez Gómez.

Para la realización de esta tesis me documente en libros acerca de antropometría, ergonomía, estética, procesos y materiales, y en sitios web especializados acerca de la restauración de libros, proceso del papel y de la celulosa, etc.

## Perfil de Diseño del Producto

Sistema de cubiertas que protegen el mecanismo de un máquina reintegradora de pulpa de papel, con las consideraciones ergonómicas, funcionales, estéticas y productivas necesarias para convertirlo en un producto exitoso, con una buena comercialización.

El mercado al cual esta destinado son los "talleres de restauración", en donde se reconstruyen todo tipo de documentos deteriorados por el tiempo. El costo de este tipo de máquinas es muy alto debido a que son importadas en su mayoría de España y tienen un valor aproximado de \$204,969.00 pesos. Uno de los objetivos es disminuir considerablemente el costo del producto y mejorar sus cualidades.

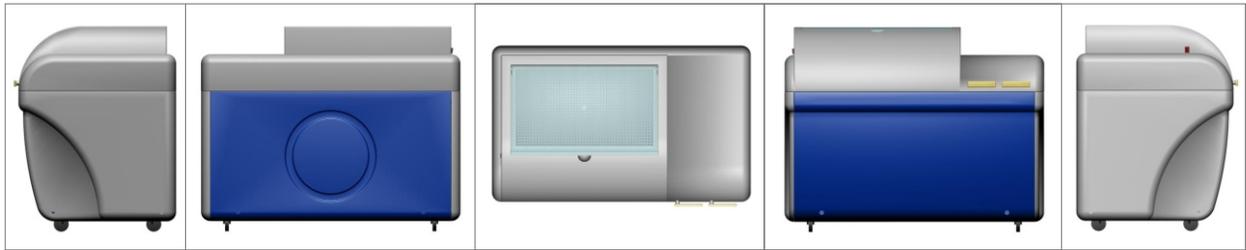
Se consideró el plástico como el material más adecuado para el diseño y como proceso principal el rotomoldeo debido a las dimensiones de las piezas y a sus características configurativas.

El gabinete proporciona seguridad al operador de la máquina y comodidad para trabajar. Además se consideraron los usuarios secundarios para facilitar sus labores (limpieza, mantenimiento, desplazamiento, etc.).

Los colores elegidos tienen relación con los colores utilizados en máquinas auxiliares de los talleres de restauración, las texturas son lisas para facilitar su limpieza.

Se evitaron los vértices ortogonales para evitar lesiones y se manejaron líneas continuas para darle mayor fluidez al diseño.

Para el desplazamiento de la máquina se utilizan ruedas con freno para facilitar el movimiento y permitir que lo realice una sola persona.



# Agradecimientos

---

Agradezco a todas las personas que han influido en mi vida, porque gracias a ellas he llegado hasta este momento.

Papá y mamá: Por su apoyo incondicional toda mi vida, han sido el pilar de mi educación.

Adrián y Omar: Por acompañarme siempre

Angie: Por ser única

A todos mis amigos

Les agradezco que siempre han sido los mejores amigos que alguien pueda desear, lo han demostrado siempre, en las buenas y en las malas. Se que puedo contar con ustedes toda la vida.

Al CIDI por ser mi segundo hogar.

Ingeniero Químico Ignacio Delfin por su apoyo en la configuración del proyecto.

Inki, Jocy, Mary, Hanako, Leslie, Gaby, Lore, Dani, Areli, Sonia, Diana, Ana Luz, Ana rana, Tere, Alicia, Miroslava, Mayra, Paola, Ana Paula, Mónica, Mariana, Karime, Alice...

Héctor, Fernando, Daniel, Hiroshi, Osvaldo, Juan, Isaac, Frank, Alonso, Barojas, Galo, Henoch, Pablo, Omar, Federico, Sergio, Necio, Manson, Primo, Raul, Micha, Toño, Pepe, y todos lo pokemones...

Jorge Vadillo, Carlos Soto, Ulrich Scharer, Luis Equihua, Hortensia Pérez, Fernando Fernández, Martha Ruiz, Arturo Treviño, Alberto Villarreal, Agustín, Ricardo (jefe), Chagas, Sergio, Charlie, Toñito, Daniel, Saúl, Begoña, Vega, Héctor, Roberto, Mónica...

Queta, Mach y David

Horacio Durán: Por hacer del CIDI nuestro hogar

Iris y Juan, Cristo y Ceci, Tala y Melina, Omar, Oscar y Karla, Peter y Claudia, Hugo y Michel, Grisel, Eneida, Nayeli, Chaka y Marlene, Pollo y Erika, Alejandro y Alejandra, Hilda, Charal, Chino, Gabito, Peneke, McKey, el Güero, Cynthia, Ray, Marango, Zavala, Pipu y Azmín, Dante, Heber, Ulises, Carolina y sus hermanas, Enano, Gama, Ervin, Pandita, Alfredo, Harry, Heraclio, Humberto, Los doce monos...

Hugo y Carlos (desde la secundaria)

Omar Chion, Anibal, Gerardo, Ulises, Carlos, Luis, Luisa, Los de las mesas, Vicky, Betty, Richard, Iván, el Dani, Salazar, Alberto, Edgar (Vision), Pollito, Blanca, Berenice...

Mis profesoras Julieta y Laura, a todos los profesores que me han ayudado.

Abuelitos David(qepd) y Rebeca, Abuelita Rita (qepd), Chuy y Arturo, Beto y Laura, Rebeca y Miguel, Rubén y Laura, David y Pilar, Pancho (qepd) y Virginia, Albina y Alejandro, Meche y Bernardino, Noe y Noemi, Janina y Javier, Raúl y Dana, Andrei, Ruben y Martha, Erick, Pato, Panchito, Lupita, Arlette, Emmanuel, Davis, Marco, Vanessa, Miriam y Ray, Mario, Marco, Julio, Beto, Columba, Cristian, Samuel, Blanca, Erick...

Edgardo, Itzel, Victor, Dr. Alfonso Hernández y todo alfher.

El orden de los nombres fue aleatorio, todos son igual de importantes, incluso aquellos que por descuido olvide mencionar

# Índice

---

## Gabinete para Reintegradora de Pulpa de Papel

<b>1. Introducción</b>	01	<b>8. Selección del Proceso</b>	55
<b>2. Antecedentes</b>	03	8.1 Tipos de procesos	55
<b>3. Procesos</b>	09	8.2 Ventajas y desventajas	56
3.1 Definiciones de uso en la industria	09	8.3 Proceso de rotomoldeo	56
3.2 Proceso del papel	10	8.4 Características del proceso	57
3.3 Proceso de la pulpa	12	8.5 Consideraciones del diseño	58
3.4 Métodos de restauración	14	8.6 Criterio de moldes	59
<b>4. Descripción del producto</b>	17	8.7 Estructura	60
4.1 Esquema de funcionamiento	17	8.8 Empaque	62
4.2 Justificación del proyecto	18	<b>9. Planos</b>	63
<b>5. Productos análogos</b>	21	<b>10. Estimación de costos</b>	79
5.1 Reintegradoras de pulpa	21	<b>11. Conclusiones</b>	87
5.2 Máquinas auxiliares	22	<b>12. Bibliografía</b>	89
<b>6. Perfil de diseño del producto</b>	27		
6.1 Descripción del SHOE	28		
6.2 Función Práctica	28		
6.3 Función Ergonómica	29		
6.4 Función Estética	33		
6.5 Producción	35		
<b>7. Proceso de Diseño</b>	37		
7.1 Generación de conceptos	37		
7.2 Análisis de variables	38		
7.3 Propuestas de diseño	39		
7.4 Desarrollo de propuesta final	44		
7.5 Desarrollo del producto	46		
7.6 Operaciones	49		

# 1. Introducción

---

## Reflexiones sobre el diseño industrial

Existen muchas definiciones para “diseño industrial”, lo más importante es entender y expresar nuestra propia definición con base en la experiencia tanto personal como en la de diferentes diseñadores que han trascendido con el tiempo; como mencionaba Thomas Alva Edison “Hay que pararse sobre los hombros de gigantes”.

El diseño industrial no es la creación de un producto a partir de la nada, es importante tener en cuenta que un producto nace para satisfacer una necesidad existente. La necesidad es la raíz de un objeto de diseño y para crear este objeto es necesario entenderla perfectamente. Como dice Renzo Piano “Los productos no nacen de la nada, surgen a partir de una larga historia de formas, funciones y sensaciones”. El deber de un diseñador es transmitir un sentimiento al usuario, crear para su comodidad, entendiendo por comodidad todos aquellos elementos que en comunión provocan armonía entre el usuario y el producto, es decir el Sistema-Hombre-Objeto-Entorno.

Descubrir el “hilo negro” no es la tarea de un diseñador, no debemos tratar de inventar la solución perfecta a partir de tecnologías inexistentes, ya que esto solo provoca idealismos absurdos que terminan en proyectos inconstruibles e inverosímiles. Esto no quiere decir que es malo o perjudicial divagar con el diseño; el diseñador puede y debe soñar para poder crear algo, soñar es parte del proceso creativo y es importante imaginar mejores soluciones para cada objeto existente. Escuché una frase que dice “hay que tener la cabeza en las nubes y los pies en la tierra”; debemos tener siempre la capacidad de hacer una prospectiva del diseño y pensar como evolucionará, para mantener nuestras ideas vigentes, pero debemos tener los pies en la tierra para aterrizar nuestras ideas, porque de nada sirve que se queden en el aire, no volar tanto que olvidemos la raíz de nuestros objetivos.

Cada producto que diseñamos no solo debe cumplir con su función básica, también debe cumplir con su función ergonómica y su función estética. El conjunto de estos factores da como resultado un buen producto. No podemos diseñar una silla que solo cumpla con la función de ser un objeto en el que las personas se sientan, una silla debe diseñarse de tal forma que al verla nos provoque un sentimiento de comodidad, que al tocarla sea agradable y que al estar sentado nos brinde el comfort que requerimos. La belleza de un producto surge a partir de que se cumpla su función práctica, ergonómica y estética, y debemos ser muy cuidadosos con cada detalle en un producto, recordemos las palabras de Mies Van der Rohe “Dios esta en los detalles”.

A lo largo de mi carrera he escuchado que un producto de diseño industrial debe ser producido en serie, pero he observado que muchas veces el diseñador es requerido para crear objetos que no se producen en serie, o que tienen un proceso de baja producción. Es importante analizar cual es en realidad el objetivo de nuestros productos, para no comenzar a diseñar considerando materiales inapropiados y procesos que en realidad no son adecuados. Para iniciar el desarrollo de un producto es necesario tener una investigación previa de mercado, en donde estén claros los objetivos del diseño, desde el usuario, el tipo de proceso, la producción, el material, el presupuesto, etc. Esto es parte de tener los pies en la tierra, tener la información necesaria para comenzar un proceso de conceptualización adecuado y bien fundamentado.

Este proyecto de tesis surge en el momento en que el M.D.I Carlos Soto Curiel comenta acerca de una máquina que puede restaurar papel por medio de un mecanismo diseñado por el Ing. Ignacio Delfín, reconocido restaurador de libros, documentos y obras artísticas que tiene la patente de este mecanismo amparada por el CONACyT. Desde el inicio del proyecto se estipuló que el diseño del mecanismo no podía ser exhibido en la tesis ya que se tenía que conservar la confidencialidad de la patente, es por esto que estoy sometido a ciertas restricciones en cuanto a explicar a detalle la función práctica de cada parte que compone el mecanismo.

La importancia de los documentos antiguos radica en que estos son originales e inalterables, y su conservación es por tanto fundamental, además de su valor histórico. La máquina, a la cual le llamaremos “reintegradora de pulpa”, también puede crear hojas nuevas de papel especial que es utilizado para creaciones artísticas.

Actualmente existen reintegradoras de pulpa, pero el costo de estas es muy alto; esta es la principal ventaja del mecanismo ideado por el Ingeniero Ignacio Delfín, ya que utiliza materiales de bajo costo y fácil de armar.

La importancia de los documentos antiguos radica en que estos son originales e inalterables, y su conservación es por tanto fundamental, además de su valor histórico. La máquina, a la cual le llamaremos "reintegradora de pulpa", también puede crear hojas nuevas de papel especial que es utilizado para creaciones artísticas.

Actualmente existen empresas que se dedican a fabricar las reintegradoras de pulpa, pero el costo de estas es muy alto; esta es la principal ventaja del mecanismo ideado por el Ingeniero Ignacio Delfín, ya que utiliza materiales de bajo costo y fácil de armar.

La principal desventaja en el diseño de la reintegradora del Ingeniero, es que carece de los requerimientos ergonómicos y estéticos necesarios que debe tener un producto de diseño industrial.

El papel del diseñador industrial en este proyecto es el de proponer por medio de un proceso de análisis, los factores ergonómicos y estéticos necesarios para comenzar su comercialización de manera exitosa. Para esto debemos considerar que se debe tener un acceso al mecanismo, una baja producción que depende del número de máquinas que se planean construir tomando como base el mercado al cual esta destinado, etc. Así como un análisis de los competidores del mercado, productos análogos, etc.

Para tomar conciencia de la importancia de los libros y del papel y tener una visión más clara de su proceso, se investigó acerca de la historia del papel, los procesos del papel y de la celulosa, los métodos de restauración y las máquinas utilizadas en talleres de restauración; con el fin de crear una conciencia clara de la necesidad de este tipo de objetos.

Al final se presentan las propuestas que considero que cumplen con las funciones prácticas, ergonómicas y estéticas necesarias, así como un análisis de los gastos que representan su fabricación y comercialización.

*"... el papel, artificio maravilloso, que apenas cede a otro alguno ni en ingenio ni en utilidad"  
P. Feijóo, "Teatro crítico" Tomo IV, Discurso 12, nº 54.*

## 2. Antecedentes

---

### El Papel: 2.000 Años De Historia<sup>1</sup>

Iniciemos nuestra historia con estos versos de Lope de Vega y sigamos el consejo que, según el poeta, nos brinda el papel:

*Toma ejemplo del papel,  
que se hace de trapos viejos  
y sube hasta los consejos  
y a que escriba el rey en él.  
¿Quién hay que aliento no cobre  
viendo el papel que ha subido  
a escribirle al rey, si ha sido  
una camisa de pobre?  
"Lo que ha de ser", Acto III*

### El Papel, Protagonista De Nuestra Historia

Después de la expresión oral, la escritura es el principal instrumento de comunicación entre los hombres, permitiendo la supervivencia de su pensamiento a través del tiempo y del espacio.

Cuando la humanidad quiso entenderse por medio de las imágenes y la escritura, tuvo que recorrer un difícil camino, hasta llegar al descubrimiento de un soporte de fácil obtención y almacenamiento, barato, duradero e idóneo para poder plasmar sus inquietudes y saberes: el papel.

Tres etapas de seiscientos años caracterizan su historia: seiscientos años de ocultación por parte de sus inventores, los chinos, seiscientos años de migración hasta su introducción en la cultura europea, y otros seiscientos años hasta llegar al invento de la máquina de papel continuo, que marca el inicio de la etapa actual. El invento del papel proporcionó al hombre un soporte fiel donde habitara la memoria escrita en su recorrido a través de la historia, y gracias a su consistencia y durabilidad, los textos de nuestros antepasados siguen siendo, en la actualidad, un testigo fiel de su tiempo.

La divulgación de la información y de los conocimientos, al que ha llegado la humanidad, no hubiera sido posible sin la invención del papel y la imprenta. La búsqueda de un soporte para el mensaje escrito: El lenguaje gráfico, fue perfeccionándose desde el símbolo o jeroglífico hasta los signos que representan los sonidos, es decir, el alfabeto.

La dificultad del empleo de este lenguaje radicaba en el soporte del mismo, que en principio fue la piedra, la madera, los metales o la arcilla.

Tuvieron que pasar miles de años hasta que la humanidad encontró materiales mas apropiados para sus inscripciones, como el papiro y el pergamino y, finalmente, el papel.

El pergamino es una piel de animal, sin curtir, sin pelo y limpia, macerada en cal y satinada. En Egipto, el pergamino se usaba ya a mediados del segundo milenio antes de J.C. Debe su nombre a Pergamon, ciudad de Asia Menor, donde artesanos especializados lograron mejorar considerablemente su calidad e incrementar la fabricación. Fue un soporte de gran prestigio durante toda la Edad Media.

El "papyrus" lo obtenían los egipcios de la médula del tallo del papiro que crece espontáneamente en las orillas del río Nilo. Una vez cortada en tiras largas y delgadas, se colocaban una al lado de la otra, y encima otras en sentido perpendicular. La hoja, así formada, se prensaba y golpeaba con un mazo para obtener un grueso uniforme. La utilización del papiro terminó, en parte, por la invasión árabe que paralizó el tráfico entre Oriente y Europa y por la competencia del pergamino, de mayor resistencia y durabilidad, iniciada en el siglo II.



---

<sup>1</sup>El texto ha sido extraído de la Asociación Hispánica de Historiadores del Papel

## La Historia Del Papel Comienza En China

China ofreció a la humanidad un material escriptóreo de bajo costo y alta permanencia, que en poco tiempo fue sustituyendo al papiro y al pergamino, con los que convivió en sus inicios. Aunque tenemos conocimientos de la existencia del pseudo papel desde el año 98 a J.C., según la tradición, la historia del papel se inicia en el año 105, cuando el chambelán de la corte Ts'ai Lun ofreció al emperador Hai una blanca hoja de papel. A su muerte este invento era conocido en toda la china imperial. La innovación de Ts'ai Lun fue la desintegración de las fibras vegetales y trapos con un mazo pesado de madera en un mortero de piedra. La forma a mano china estaba constituida por un marco de madera, en el que se sujetaba un tejido fino de bambú, unido con hilos de seda. Como materia cohesiva para unir las fibras y dar la impermeabilidad necesaria, se utilizó un extracto de agar, alga marina que ya se usaba en China, con fines medicinales, desde tiempos remotos.



Desconocemos de qué materiales estaban hechas estas primitivas hojas de papel: lino, esparto, cáñamo. Es de suponer que conociendo los capullos de seda, estudiarían la base de alimentación de los gusanos, es decir la hoja de morera de la que tal vez obtendrían la primera pasta de papel.

## La Ruta Del Papel De Oriente A Occidente: Los Árabes



En el año 751, durante la expedición árabe hacia la frontera China, el gobernador militar del califato de Bagdad capturó, en Samarkanda, tras la batalla de Telas, dos fabricantes de papel. Con su ayuda construyó un molino papelerero en esta ciudad, localidad propicia para ello, ya que tenía mucha agua, canales de regadío y campos de lino y cáñamo. Los árabes tienen el mérito indiscutible de haber extendido la fabricación del papel en su vasto imperio hasta España. La antigua ruta de la seda llevó a Europa otro producto oriental: el papel, convirtiéndose en una preciosa y lucrativa mercancía solicitada por todos los países de Medio Oriente. Es evidente que la posesión del papel fomentó, en el imperio islámico, la cultura de escribir, la instrucción pública, la erudición y la literatura en un tiempo en que Occidente tenía que valerse del pergamino, como único material para la escritura. Así gran parte de la cultura clásica llegó a Europa a través del papel árabe. Los grandes avances introducidos por los árabes, en la técnica de la fabricación del papel fueron: la utilización de la energía hidráulica, el blanqueo de las fibras con cal, el encolado con goma arábiga o engrudo de almidón y perfeccionamiento de la forma papelerera. Las materias primas utilizadas eran el ramio, el lino y el cáñamo.

## España Adelantada Del Papel En El Mundo Occidental

En el siglo X se vive una Época de esplendor cultural en Córdoba. La biblioteca de Alhaquen II llegó a tener 400.000 volúmenes. Si Bagdad, Damasco, El Cairo, grandes centros culturales, poseían molinos papeleros ¿Por qué no Córdoba, que tenía un gran río, trapos, almidón y las bibliotecas y archivos del Califato?. Por lo tanto, en la España musulmana debieron existir molinos papeleros en Córdoba, Sevilla, Granada y Toledo durante los siglos X y XI. En el monasterio benedictino de Santo Domingo de Silos se encuentra el Misal Mozárabe, con el papel occidental mas antiguo que se conoce, ya que debió ser fabricado antes del año 1036, en que fue sustituido este rito por el gregoriano.

Játiva es la primera población de Occidente de la que sabemos, documentalmente, que tuvo industria papelerera. En 1154, el geógrafo árabe El Edrisi (1100-1172) nos dice: "Játiva es una bonita villa con castillos... se fabrica papel como no se encuentra otro en el mundo. Se expide a Oriente y Occidente". Debemos pensar que si tenía tal perfección y difusión, su fabricación había empezado muchos años antes. En estos papeles primitivos españoles encontramos fibras de esparto y cáñamo y tiene mejor trituración del trapo gracias a los avances introducidos en las técnicas hidráulicas.

## El Papel Se Extiende Por Europa

El papel llega al resto de Europa por España y por los movimientos migratorios de los cruzados que lo trajeron directamente desde Oriente; sobre todo, italianos y provenzales que comerciaban con Bagdad y Damasco. Los primeros molinos europeos los encontramos en la cuenca del Mediterráneo, destacando, aparte de los españoles, los de Italia y Francia. La primera cita de un molino papeler italiano lo sitúa en Fabriano, en 1276. Italia fue una importantísima potencia papelera, introduciendo grandes mejoras en su fabricación, como el empleo de mazos, la utilización de cola animal y la invención de la filigrana; por su parte, el primer molino francés está fechado en la segunda mitad del siglo XIII, en la zona de Montpellier. Pronto, los productos franceses entran en competencia con los mejores papeles de Italia, gozando las manufacturas de ambos países de gran prestigio durante los siglos XVI y XVII. Tenemos que esperar hasta fines del siglo XIV para encontrar molinos papeleros en Centro-Europa, donde, mas tarde, gracias a la invención de la imprenta, gozan de una enorme expansión; así, el primer molino alemán, situado a las puertas de Nuremberg, es de 1390 y el de Bélgica, data de 1405 y fue fundado por Juan Español en las afueras de Bruselas. En Suiza existieron molinos de papel desde el año 1411 en Marly y en Austria, Wiener-Naustard, en 1498. Aunque sabemos que existieron molinos de papel en Inglaterra y Holanda desde fines del siglo XV y XVI, respectivamente, su gran desarrollo lo obtuvieron en los siglos XVII y XVIII, sobre todos los holandeses, debido a la inmigración de los papeleros franceses, a los avances técnicos y a la influencia del papel japonés.



## Las Filigranas Como Marca De Fábrica

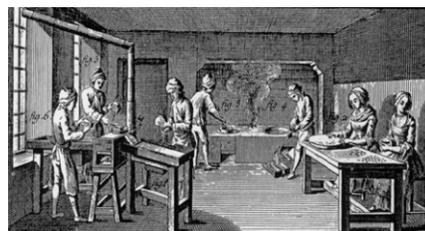
La filigrana es un hilo de plata o latón, con una silueta determinada, que iba cosido a la verjura de la forma papelera y cuya huella puede verse observando la hoja al trasluz. Los temas representados son muy variados; abarcan desde los primitivos geométricos, hasta los mas abundantes, a partir del siglo XVI de simbología heráldica o religiosa y, en fin, cualquier objeto que sirviera para identificar una buena manufactura.

La primera filigrana conocida data de 1282 y procede de Fabriano (Italia). En España las encontramos desde los primeros años del siglo XIV y con anterioridad, en los papeles hispano árabes, aparece la señal de zig-zag, que no podemos considerar propiamente una filigrana, pero sí una señal identificativa de este tipo de papel. Desde el siglo XVI se extiende el uso de introducir en las filigranas las iniciales o el nombre completo del papeler y, a partir del siglo XVIII, la fecha de la fabricación. El estudio de las filigranas, como ciencia auxiliar para la datación del papel, comenzó a fines del siglo XVIII y actualmente hay una abundante bibliografía sobre el tema.



## Gran Demanda De Papel: La Imprenta

En 1440, Johann Gutenberg, de Maguncia, inventa el arte tipográfico, con el que se puede componer textos de cualquier extensión y obtener gran cantidad de copias. La imprenta dio una verdadera medida del valor y utilidad del papel ya que reunía, además de sus cualidades gráficas, el ser abundante, barato (costaba la décima parte que el pergamino), duradero, transportable y asequible a las enormes cantidades que requerían los impresores. Una prensa de imprenta necesitaba tres resmas de papel diarias (1.500 pliegos); por ello existe una relación tan estrecha entre la manufactura del papel y la imprenta, no concibiéndose la prosperidad de una sin otra. A esto se debe que, entre fines del XV y mediados del XVI, Europa se cubra de molinos de papel. Hasta estos momentos el papel era de uso restringido, alternando con el pergamino. Debido a que los libros podían ser editados en grandes tiradas, hubo mas ansia de saber, mas hombres aprendiendo a leer y escribir y al cabo de pocos decenios toda la vida espiritual y cultural alcanzó un total resurgimiento. Además, el descubrimiento de nuevas tierras y vías marítimas amplió los horizontes, aumentándose las relaciones comerciales. El primer libro literario impreso en España, "Les obres o trobes en lahors de la Verge Maria", está fechado en Valencia, en 1474.



## Materias Primas Papeleras

Debido al creciente consumo del papel, la obtención de materias primas, que era casi exclusivamente de trapos viejos, empezó a constituir un problema, creándose una enorme desproporción entre oferta y demanda. Hay informes sobre continuos conflictos entre papeleros y traperos. Por ello, ya desde el siglo XVII, se trabajó en la obtención de nuevas fibras papeleras. El naturalista francés Réamur entregó, en 1719, un informe a la Real Academia de Ciencias de París sobre la forma en que las avispas elaboran sus nidos con un papel obtenido con fibras vegetales e impermeable al agua. El alemán Jacobo Chistian Shaeffer, entre 1765 y 1771, estudió la obtención de papel a partir de varios vegetales: vello de álamo, musgo, abeto, ortigas, cardo, etc; aunque no consiguió la fabricación de papeles blancos para escribir, demostró que estos materiales eran utilizables. En 1777, K.W. Scheele descubrió el efecto del cloro para aumentar la blancura de la pasta de papel. Tuvieron que pasar ciento veinticinco años, desde los primeros estudios de Reamur, hasta encontrar un nuevo material idóneo para la obtención del papel: la madera (Keller, 1844). El padre Sarmiento (1695-1772) aboga por la utilización del agave o pita, usado por los indígenas mexicanos "...las pencas de la pita son incorruptibles, digo que también con ellas se podrá fabricar papel incorruptible". En la segunda mitad del siglo XVIII se fomentó en América las plantaciones de lino y cáñamo para el suministro de materia prima a los molinos peninsulares. En 1800, en la fábrica de Gárgoles de Arriba (Guadalajara), se hacía papel de paja, esparto, junco, olmo, morera, sarmiento, etc.

## El Papel Como Vehículo Cultural En América

Ante el reto cultural del Renacimiento y la invención de la imprenta, los papeleros españoles se ven impotentes para dar respuesta al aumento de la demanda de este material, producida por el descubrimiento y la colonización de América. Además, en estos años hay en España un retroceso de las labores artesanales, debido a las continuas guerras y la expulsión de moriscos (excelentes artesanos) y judíos (grandes conocedores del comercio). En cambio, en Europa, se realizan grandes avances en la selección de materias primas, el cortado y triturado de trapos y la construcción de moldes. El papel fue un medio imprescindible para mantener vivo el complejo tejido de relaciones políticas y humanas entre la Metrópoli y las Indias. La españolización y cristianización de Hispanoamérica no habría sido posible sin la presencia de este importante vehículo cultural. Como ejemplo, en la segunda mitad del siglo XVII salieron de los puertos de Sevilla y Cádiz 34,983 balones de papel (un balón tenía 24 resmas y una resma 500 hojas). Aunque parte de este papel era elaborado en molinos españoles, sobre todo catalanes, fundamentalmente procedía de los centros artesanales de Francia y Génova.



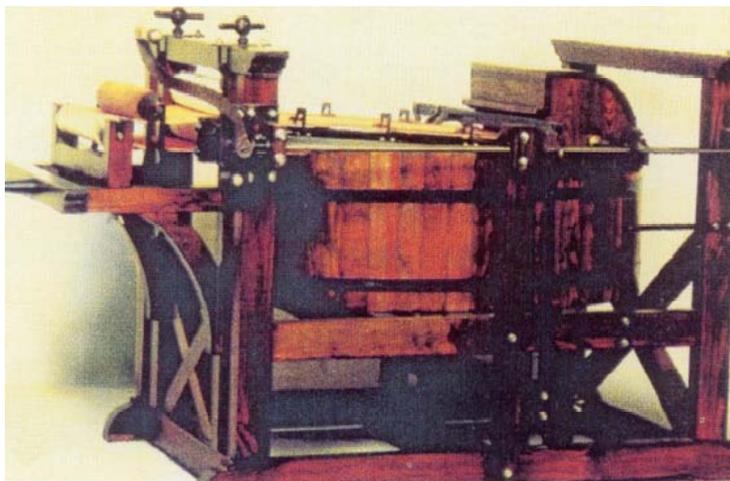
La corona española no fomentó la construcción de molinos papeleros en América, ya que este producto fue, durante largos periodos de tiempo, monopolio real, sobre todo a raíz del establecimiento del impuesto del papel sellado, gran fuente de ingresos para su siempre maltrecha economía. El primer molino papelerero americano se fundó, hacia 1575, en Culhuacán (México). Su producción fue muy pequeña y de uso local. Los pueblos de América Central, antes de su colonización, utilizaban, como soporte para su escritura, el "amatle", elaborado con corteza de higuera silvestre.

### **El Molino Se Moderniza: La Pila Holandesa Y Otros Avances**

A mediados del siglo XVII, los holandeses dieron un avance decisivo en la fabricación del papel. Debido a la falta de fuerza hidráulica, sus molinos fueron accionados por energía eólica. Para la trituración de trapos inventan, hacia el año 1670, la "máquina refinadora de cilindro", que es conocida bajo el nombre de "pila holandesa", y sirve, aún hoy en día (tras varias modificaciones y mejoras), para la descomposición de fibras. Su técnica suministraba, en cinco o seis horas, la misma cantidad de pasta que un molino de mazos, con cinco pilas, en veinticuatro horas. Otro avance en la técnica de la fabricación del papel, en la segunda mitad del s. XVIII, es el "papel vitela" inventado por John Baskerville en 1750, en el que sustituyó el telar metálico por una tela de lino, obteniendo una superficie sumamente lisa, muy apta para los nuevos sistemas de impresión. También en estos años, en 1783, Etienne Mongolfiel, físico y papelerero francés, construye con éxito, el primer globo aerostático cuyo balón estaba elaborado con papel de su fábrica.

### **200 Años De La Invención De La Máquina De Papel Continuo: Louis Robert**

Con la Ilustración francesa y la publicación de su gran obra "L' Encyclopédie" (1751-1772), y la aparición de los primeros periódicos diarios como el Times (1785), hay una gran demanda de papel, dando lugar a una serie de investigaciones que tienen su fruto, no sólo en la búsqueda de nuevas materias primas, sino en la invención de la máquina de papel continuo. El año 1799 es el punto de partida de una revolución completa en la fabricación del papel: la invención de la máquina de papel continuo, patentada por el francés Louis Robert. Con ella podían fabricarse hojas de doce a quince metros de longitud. Robert no pudo perfeccionarla y completarla y fue desarrollada en Inglaterra por los hermanos Fourdrinier, que habían adquirido la patente, en colaboración con la fábrica de máquinas Hall de Dartford y poco tiempo mas tarde por el ingeniero inglés Bryan Donkin. La máquina inventada por Louis Robert, sigue casi el mismo proceso de la fabricación artesanal, ya que en ella hay una tela, a modo de tamiz, sobre la que se deposita la pasta; esta tela vibra, como lo hacía el "laurente" en la fabricación del papel a mano.



## 3. Procesos

---

### 3.1 DEFINICIONES DE USO EN LA INDUSTRIA

Fibras hv: Son fibras largas las obtenidas fundamentalmente de pino que no son sujetas de un tratamiento mecánico para la obtención de celulosas.

Son fibras cortas aquellas obtenidas de maderas distintas a las coníferas, ó de estas si se ha empleado para una transformación a celulosa en proceso mecánico. Tratándose de fibras secundaria (desperdicios de papel) por regla general se referirá a fibra corta.

#### Definiciones de fibras vírgenes

Celulosas: material fibroso y principal componente de la pared celular de todas las maderas, pajas, pastos, etc.

Celulosa para disolver: es la pulpa celulósica obtenida usualmente por el proceso de sulfato (ácido) con un contenido de alfa celulosa superior al 85% y con una pureza química tal que la hace apropiada para disolver. Se utiliza para fabricar celulosa regenerada, esteres y esteres de celulosa, así como productos de estas materias, tales como placas, hojas, películas, láminas y bandas, fibras textiles y determinados papeles (papel del tipo utilizado como soporte para papel fotosensible, papel filtro y cartón).

Pasta: mezcla de materiales fibrosos y no fibrosos, en suspensión y solución acuosa, en las proporciones adecuadas que se utilizan en la fabricación de papel.

Pasta mecánica: se obtiene únicamente por un procedimiento mecánico, es decir, por molido o raspado (desfibrado) de madera previamente descortezada.

Pasta termomecánica: se obtiene en refinadores ablandando partículas de madera, después de un tratamiento térmico de la madera con vapor a presión elevada.

Pasta química de madera al sulfato: se obtiene por cocción de la madera, generalmente en trozos pequeños, en disoluciones fuertemente alcalinas. O sea, disolución de sosa cáustica modificada. La pasta al sulfato es la más importante hoy en día. Se utiliza en la fabricación de productos absorbentes (materias de relleno, pañales para bebés) así como para papeles y cartones muy sólidos, que necesitan una resistencia elevada al desgarre, a la tracción y al estallido.

Pasta químico-termomecánica o pasta semi-química: se obtiene por un procedimiento que consta de dos partes, durante las cuales la madera, generalmente en virutas, se suaviza primero por medios químicos en autoclaves y después se refina mecánicamente. Esta pasta contiene gran cantidad de impurezas o materias leñosas y se utiliza esencialmente para la fabricación de papel de mediana calidad. Puede ser blanqueada o sin blanquear.

#### Otras pastas fibrosas distintas de la madera.

De bagazo: pasta hecha de los residuos del beneficiado de la caña de azúcar con cualquier método. Puede ser blanqueada o cruda.

De paja: pasta hecha de los residuos (paja) del aprovechamiento del fruto del trigo o la cebada mediante un proceso químico.

De algodón: pasta hecha de algodón.

#### Definiciones de fibras secundarias

Fibras secundarias para reciclar: se determinan como tal todas aquellas fibras que ya han sido sujetas de un proceso de fabricación a papel y que previa su recuperación y clasificación, son nuevamente seleccionadas para reprocesarse y fabricar papel nuevamente.

Desperdicios y desechos de papel o cartón o fibras secundarias: comprenden las raspaduras, recortes, hojas rotas, periódicos impresos, papel periódico sin impresión, publicaciones, pruebas de imprenta y artículos similares, susceptibles de repulparse para la fabricación de papel nuevo.

1ª blanca: recorte y hojas de cuaderno y papel bond blanco sin impresión, libre de contaminantes como: papel carbón, broches plásticos, etc.

Tarjeta tabular: tarjeta para computadora tipo cartoncillo, nueva o usada con ligera impresión, normalmente de color crema, libre de contaminantes como liga, clips, papel carbón, etc.

2ª blanca: recortes y hojas de papel periódico sin impresión, libre de contaminantes como tintas, estopas, gomas, broches, plásticos, papel carbón, etc.

Archivo blanco: archivos de oficinas, seleccionando las hojas de papel bond blanco, con o sin impresión, de máquinas de escribir y tinta soluble, libre de contaminantes como goma, brochez, papel carbón, etc. Se tolera un mínimo de clips.

2ª pinta: recortes y hojas de papel periódico con una ligera impresión de tinta soluble en las orillas, libres de contaminantes como goma, plásticos, etc.

Periódicos: papel periódico nuevo, usado o triturado, libre de contaminantes como gomas, plásticos, etc.

Gris n°1: cartoncillo con cara blanca, con o sin impresión, libre de contaminantes como plásticos, broches, etc.

Revistas: revistas impresas, trituradas o encuadradas, en papel periódico con o sin grapa, sin lomo de pegamento sintético y sin contaminantes como plásticos, broches, etc.

Kraft: cajas de cartón, con o sin impresión, corrugado, nuevas o usadas y papel para fabricación de éstas.

Bolsa n°1: sacos de papel kraft nuevas, defectuosas o usadas de alimento, completamente limpias y sin hilo, sin contaminantes como plásticos, químicos.

Forma continua: papel blanco al sulfato o al sulfito manufacturado en formas continuas para computadoras, ligeramente entintados. Debe de estar libre de papel carbón y otros materiales extraños.

### **3.2 PROCESO DEL PAPEL**

En virtud del gran número de tipos de papel que se producen sería muy extenso referirnos a cada uno de ellos. Sin embargo, a manera muy general, podemos decir que la manufactura de papel comprende operaciones esencialmente mecánicas, las cuales se basan en la tendencia de las fibras celulósicas en suspensión acuosa a unirse entre sí cuando se secan.

El proceso de la elaboración se lleva a cabo en dos grandes áreas, la primera se refiere a la preparación de pastas, mientras que la segunda atañe a la formación del papel propiamente dicha.

#### **1. Preparación De Pastas**

Esta etapa cubre operaciones tales como la recepción y almacenamiento de materias primas, el repulpeo, limpieza y refinación de material celulósico antes de su entrega a la máquina formadora de papel.

##### *A) Materias Primas*

Éstas consisten de pulpas vírgenes de celulosa, fibras secundarias, encolantes y cargas. Las fibras vírgenes provienen del pulpeo de madera o de plantas anuales y dependiendo tanto del grado de integración productiva (astillas, celulosa, papel y su manufactura), como del tipo de papel a manufacturar, éstas se reciben ya sea como suspensión o como pliegos, los cuales pueden estar sin blanquear o blanqueados.

Los pliegos de pulpas registran por lo general un contenido de humedad cercano al 10 por ciento, debido a esto, previamente deberán hidratarse mediante repulpeo. Por otra parte las fibras secundarias o fibras recobradas son las que se obtendrán del reprocesamiento de cartón y papel de desperdicio.

La adición de los encolantes tiene como objetivos principales otorgar al papel propiedades permeables, aumentar su resistencia a la tensión, al doblez, a la explosión y, junto con las cargas, propiciar una superficie que sea adecuada a la escritura e impresión. Entre los encolantes más usuales se encuentran las breas de colofina, los "almidones modificados", la carboximetilcelulosa, y, recientemente, las resinas sintéticas de ureaformaldehído o de melaminaformaldehído.

La descarga de la pasta, se realiza a través de una placa perforada ubicada en el fondo de hidrapulper y que actúa como criba al evitar el paso de partículas extrañas al proceso, tal como grapas, alambres, etc.

Es importante mencionar que durante la operación de repulpeo se efectúa la adición de polvos minerales (cargas) así como un encolado interno de las fibras. Este caso particular de encolado se lleva a cabo agregando breas de colofina, saponificadas y alumbre (sulfato doble de potasio y aluminio hidratado) como dispersante de dicha brea.

### *B) Repulpeo*

Con el reciclaje de las cantidades necesarias de fibras celulósicas y su depósito en los "hidrapulpers" de la fábrica, da comienzo la operación de repulpeo.

Cabe citar que esta operación es imprescindible en papeleras cuya principal fuente de fibra es el papel recuperado o bien en aquéllas no integradas a plantas de pulpa. En el repulpeo se convierte en una suspensión fibrosa o pasta a todo aquel material celulósico que se reciba en forma seca, adicionando la cantidad adecuada de agua en el hidrapulper o "molino". El hidrapulper es un recipiente metálico, de forma cilíndrica vertical, en cuyo fondo se encuentra un rotor o rodete, acoplado por lo general a un motor eléctrico.

El continuo accionar de dicho rotor origina que los diferentes materiales en estado sólido se abran dejando a su vez en libertad fibras de celulosa.

### *C) Limpieza o depuración*

Aunque al momento de drenar los hidrapulpers se efectúa una retención de partículas indeseables, ésta no deja de ser demasiado burda y por lo tanto puede permitir que alguna de ellas llegue a dañar a los refinadores o bien a la máquina de papel. Aunado a lo anterior está el hecho de que cierto tipo de papeles requieren para su comercialización de cumplir con estándares de limpieza muy elevados. Por ende, un área de preparación de pastas debe contar con los dispositivos que permitan seguir procesando la suspensión obtenida en el repulpeo en forma continua.

### *D) Refinación*

Las fibras de celulosa tal y como sale del paso de depuración son inapropiadas para la manufactura de papel, por lo que deben someterse a un tratamiento de modificación superficial. Dicha modificación se realiza al pasar a través de equipos denominados batidores o refinadores.

Durante la refinación, las fibras de celulosa se separan e hidratan a plenitud, se fibrilan y cortan aprovechando que ya en este paso las fibras se encuentran hinchadas por la absorción de humedad, lo que las hace flexibles y manejables. En general, se aduce que con la refinación la capacidad de adhesión entre fibras se incrementa, debido a la modificación originada en su superficie.

Anteriormente, la operación en cuestión se efectuaba en una "pila holandesa", hoy en día se realiza en refinadores continuos del tipo Jordan (cónicos) o del tipo doble disco. Los últimos presentan más ventajas operacionales que los del tipo cónico.

## **2.- Formación Del Papel**

La máquina para elaborar el papel en forma continua, convierte una suspensión fibrosa muy diluida en una hoja seca de papel a velocidad relativamente elevada. La máquina Fourdrinier o de mesa plana consiste básicamente de una malla sin fin, la cual se desplaza a velocidades que oscilan desde una decena de metros por minuto hasta cerca de 1,500 metros por minuto. En uno de los extremos de esta malla se deposita, en régimen laminar, la suspensión

fibrosa, que previamente se ha vuelto a refinar, depurar y diluir hasta alcanzar una consistencia cercana al 0.8 por ciento. Conforme avanza la suspensión a través de la máquina, va perdiendo humedad, originándose simultáneamente el entrelazamiento de las fibras para conformar la hoja de papel.

La operación de desaguado se efectúa cuando la malla pasa sobre cajas de succión y rodillos de mesa, ubicados en la sección de formación de la máquina. En el extremo opuesto de la malla se obtiene una hoja de papel todavía muy húmeda a 20 por ciento de consistencia (contenido de fibra en solución) aproximadamente, por lo que a través de un transportador de fieltro de lana, se conduce a varios juegos de prensas en donde pierde más humedad también en forma mecánica.

Por lo anterior, dependiendo del diseño de las prensas, la hoja se entrega a los secadores de la máquina con una consistencia entre 33 y 48 por ciento.

Por otra parte, cuando se manejan gramajes bajos de papel, como por ejemplo higiénicos y faciales, se aplica un sólo tambor rotatorio cuya dimensión es notablemente superior a los instalados para la deshidratación de papeles de escritura, impresión y empaque.

A fin de incrementar la capacidad evaporativa de la sección de secado, es común utilizar una serie de quemadores a gas, los cuales permiten insuflar aire ambiente a temperaturas altas. Otro dispositivo de uso común para la formación de papel es la máquina cilíndrica, ésta difiere de la Fourdrinier exclusivamente en la sección de formación de la hoja. Aquí, en lugar de una malla continua, se utiliza una serie de fieltros cilíndricos los cuales giran a velocidades periféricas cercanas a los 125 metros por minuto y cuyo diámetro no es mayor a 91 cm. Cada cilindro se encuentra parcialmente sumergido en una tina a la cual se le ha hecho llegar la suspensión fibrosa diluida.

Conforme gira el cilindro, el agua es drenada a través del fieltro, consiguiéndose simultáneamente la formación de una delgada tela de papel en su periferia.

Al llegar a la parte superior del cilindro el pliego es separado y adherido a una lona que circula a todo lo largo de la sección de formación de la máquina. Un efecto similar se registra en cada uno de los demás cilindros, obteniéndose al final de la operación una hoja de elevado gramaje, la cual se integró por la adición sucesiva de capas de fibras.



Fig. 1 Secuencia de fabricación del papel

### 3.3 PROCESO DE LA PULPA

Dentro de los procesos alcalinos de obtención de pulpa a partir de madera, el denominado al sulfato o "kraft" es el más difundido en el ámbito nacional. Las operaciones básicas para la obtención de pulpa por este proceso se presentan en la figura 2. En la primera fase del proceso la madera es astillada y tamizada, antes de pasar al tanque digestor en el tanque tienen lugar una serie de reacciones químicas muy complejas. El proceso en el digestor es básicamente un cocimiento, bajo condiciones controladas de presión (7-8 KG/CM<sup>2</sup>) y temperatura (175°C). En este período se hidrolizan mediante reactivos alcalinos determinados enlaces de la lignina. El efecto químico se lleva de tal manera que asegure el menor degradamiento de las fibras celulósicas.

El nombre de proceso "al sulfato" se deriva de que para reponer el sulfuro gastado se adiciona sulfato de sodio en la corriente de licor negro que es alimentado al horno de recuperación de reactivos. La denominación de "kraft" parte de la palabra alemana que significa resistente. Cuando la digestión a finalizado, los productos principales consisten en una pulpa cruda de color café o de licor negro. El licor negro es una mezcla compleja de material orgánico y reactivos sobrantes. La economía de este proceso de pulpeo, depende en gran parte de un adecuado sistema para recuperar los reactivos empleados en la etapa de digestión. El licor negro y la pulpa se separan mediante operaciones de filtración y lavado. Se recuperan, como parte de las operaciones descritas, una serie de subproductos tales como aguarrás, aceite de bogol, jabón, brea, etc. La pulpa cruda sufre una serie importante de operaciones para su depuración y blanqueo, dependiendo de su destino o uso; primeramente se tamiza y lava con agua, se filtra y se vuelve a lavar de acuerdo con el grado de brillantez que se desea obtener.

### Proceso De Pulpeo Mecánico

Este proceso implica la reducción de la madera a su estado fibroso por medios puramente mecánicos; esto es, sin empleo de reactivos químicos. Este proceso fue desarrollado en 1843 e incluye la molienda en húmedo de la madera hasta obtener una pasta fibrosa, empleándose una piedra de carburo de silicio. En este molino los trozos de madera suaves se fuerzan contra el mortero, el cual funciona casi idénticamente a una piedra de esmeril. Al girar dicho medio transforma a la madera en sus componentes fibrosos, la pasta así formada es arrastrada fuera del molino por un flujo de agua que es asperjado en la superficie de la piedra y que a su vez absorbe el calor desprendido por fricción. La pasta obtenida es depurada en cribas centrífugas y de aquí enviada a una operación de blanqueo en donde se trata con una solución de hidrosulfito de zinc.

### Proceso Químico Termomecánico

Este tipo de pulpeo se inicia al introducir la materia prima celulósica, bagazo desmedulado de caña de azúcar o astillas de madera en una tolva, la cual descarga a un alimentador de tornillo. Dicho alimentador tiene como objetivo forzar a que entre el material celulósico por un tubo digestor, el cual se encuentra presurizado por la adición de sosa/sulfito de sodio a fin de que a su paso a través del digestor provoque una deslignificación moderada en la madera o del bagazo. La adición simultánea de vapor y reactivos químicos conlleva a instalar menor potencia en la etapa de desfibrado del proceso. La plasta ablandada que sale del digestor, es lavada y depurada para de aquí desfibrarse en un tándem de refinadores de doble disco.

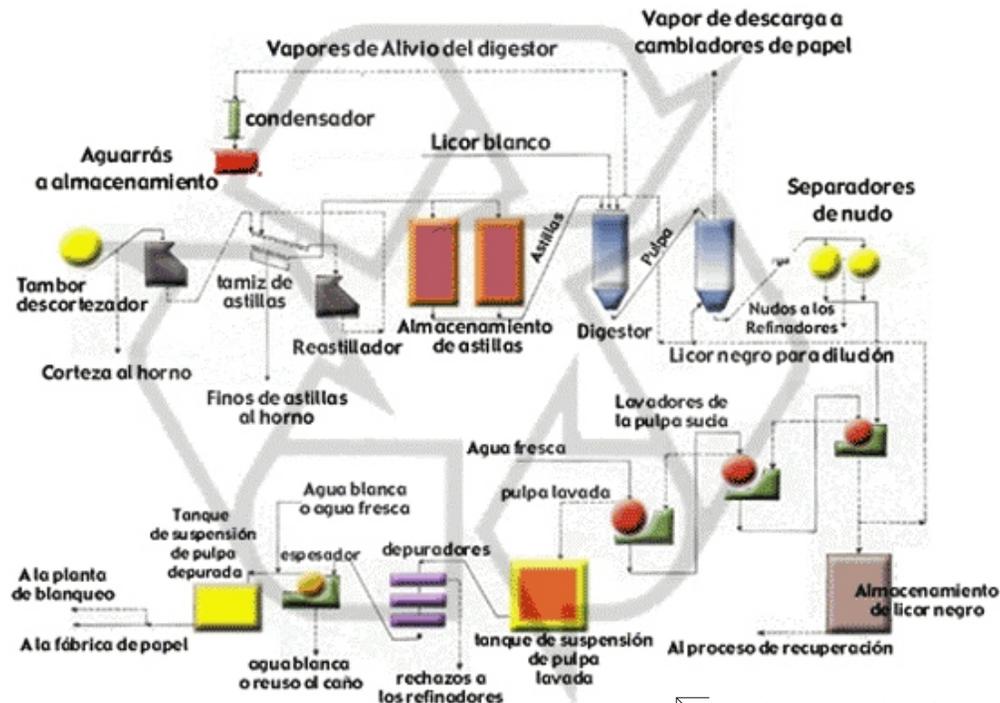


Fig. 2 Secuencia de fabricación de la pulpa

### 3.4 MÉTODOS DE RESTAURACIÓN

Existen diferentes métodos de restauración de libros, muchos de ellos requieren de un proceso largo y tedioso, por lo que resulta una gran inversión de tiempo y esfuerzo para restaurar toda una obra. A continuación se presenta una muestra de la técnica de restauración de los monjes benedictinos.

“La vida monástica benedictina, fundada en el Siglo V por San Benito de Nursia, es un estilo de vida religiosa cuyo fin principal es buscar a Dios en un marco comunitario de oración, trabajo y soledad.

Al vivir del trabajo de sus propias manos, los monjes son fieles a la exhortación de San Benito, que dice: "...serán verdaderamente monjes si viven del trabajo de sus manos." (de la Regla de los monjes).

Nuestro monasterio, que está bajo la protección de Nuestra Señora de la Paz, fue fundado en el año 1976. Se encuentra ubicado en la zona serrana de la provincia de Córdoba, a 80 Km. al sur de la capital provincial.

*El taller de restauración de libros antiguos*, que funciona en nuestra casa desde el año 1993, es el medio principal de subsistencia de nuestra comunidad monástica.

Las técnicas de restauración fueron aprendidas pacientemente en un laboratorio experimentado como es el de la Abazzia di Praglia, en Italia. Además los monjes han realizado cursos de capacitación con profesionales de Fundación Antorchas (Bs. As.), Smithsonian Center for Materials Research and Education (USA), The Huntington Library (USA), y han recibido asesoramiento del Instituto di Patología del Libro (Italia) y de la British Library (Gran Bretaña)”<sup>2</sup>

Además de haber restaurado diversas obras pertenecientes a particulares (de Argentina y del extranjero), han realizado trabajos para la siguientes instituciones:

- Archivo del Arzobispado de Córdoba.
- Biblioteca Mayor de la Universidad Nacional de Córdoba (Colección Jesuítica).
- Archivo Colonial de la Municipalidad de Córdoba.
- Carmelo San José de Córdoba.
- Archivo Parroquial de San Carlos (Dpto. Minas, Córdoba)

También cuentan con el apoyo de Fundaciones que promocionan el cuidado del patrimonio histórico; entre ellas ha colaborado sostenidamente Fundación Antorchas.



Fig. 3 Taller de restauración

<sup>2</sup> Datos extraídos de la página [www.benedictinos.com.ar](http://www.benedictinos.com.ar)

Pasos que componen el proceso de restauración de libros que utilizan los monjes Benedictinos;

1. Diagnostico de la obra				2. Desmontado del volumen	
			3. Limpieza		
4. Lavado		5. Restauración del proceso papel con materiales de PH neutro			
					
					
	<b>ANTES</b> 	<b>DESPUÉS</b> 			
6. Costura del volumen				7. Colocación de la cubierta	
		8. Caja de conservación			

## 4. Descripción del Producto

Una reintegradora de pulpa tiene la función de acomodar la celulosa de papel en hojas que carecen de algunos fragmentos y de esta forma restaurarla y devolverle su flexibilidad. Para realizar esta función es necesario que la celulosa se mantenga en una solución líquida y después adopte la forma de la hoja manteniendo un espesor igual en toda su área.

Se puede realizar la formación de distintos tipos de papel dependiendo de las propiedades de la celulosa y cada tipo de papel tiene un costo y uso diferente. Además de restaurar hojas, también se pueden formar completamente, así podemos obtener hojas con las características que necesitemos, especialmente hojas para creaciones artísticas.

El mercado al cual esta destinado este tipo de máquina son los talleres de restauración, en donde se encargan principalmente de restaurar archivos y documentos con alto valor (histórico, cultural, etc). Por ejemplo se puede realizar la restauración de los archivos de la nación, o de libros antiguos.

El Ingeniero Químico Ignacio Delfín inventó un mecanismo que permite la restauración de hojas deterioradas y la formación de hojas de papel especializado, a un bajo costo; los componentes de la máquina funcionan a temperatura ambiente y no utilizan sustancias abrasivas o de uso peligroso.

Quisiera poder explicar detalladamente el sistema mediante el cual funciona la máquina, pero me es imposible describir las partes que lo componen por la confidencialidad a la que estoy sometido, ya que este sistema esta protegido por una patente amparada por el CONACyT.

Para efectos de esta tesis se considerará el mecanismo diseñado por el ingeniero Delfín como una "caja negra" y el diseño de la máquina considerará las dimensiones existentes, cambiando únicamente aquellas en que el diseñador considera que no altera el funcionamiento de la misma.

En la siguiente gráfica podemos apreciar las dimensiones generales de la máquina, con esto podemos tener una idea más clara de la proporción que mantiene con el usuario y comenzar a hacer un análisis de su función ergonómica.

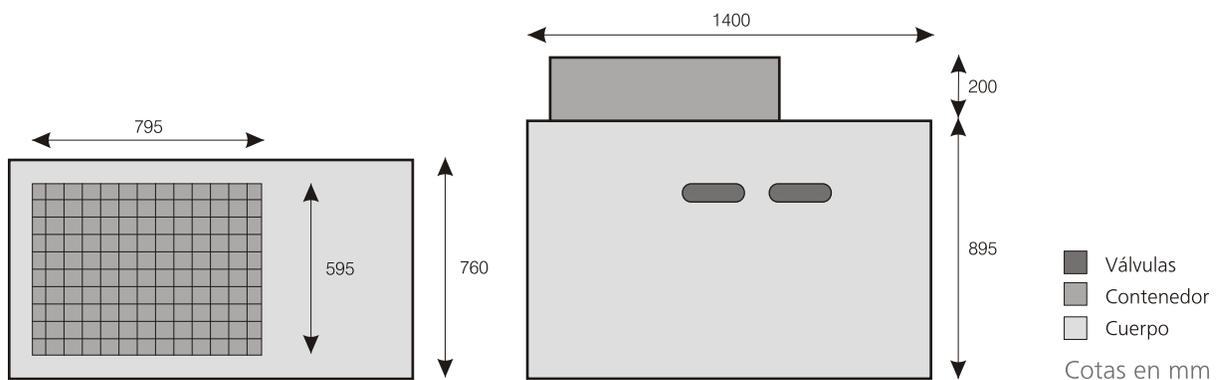


Fig. 4 Componentes de la máquina

### 4.1 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

En la *figura 5* se aprecia la secuencia de uso de la máquina.

El proceso mediante el cual se realiza la restauración consiste en colocar la celulosa de papel en el contenedor, accionar el interruptor de encendido, accionar la primera válvula, accionar la segunda válvula, y de nuevo el interruptor.

Para la realización de hojas completas se realizan los mismos pasos. En nuestro análisis es importante considerar las posturas adecuadas de la persona que opera la máquina, para definir las dimensiones ergonómicas correctas.

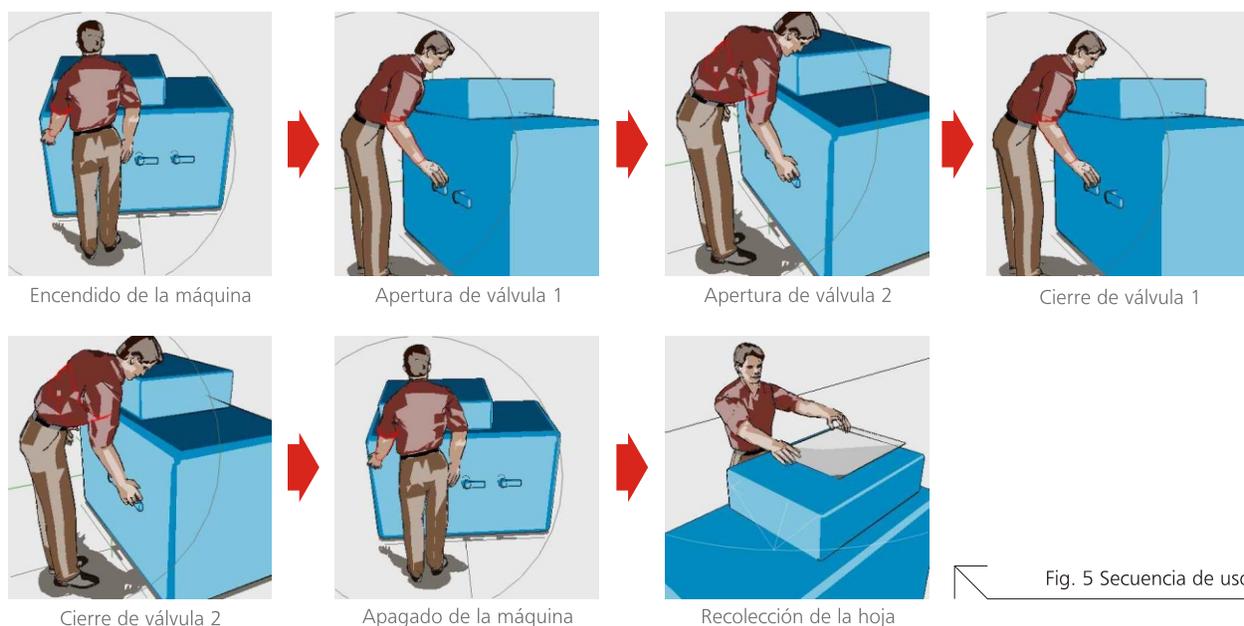


Fig. 5 Secuencia de uso

## 4.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El propósito de este proyecto de tesis es analizar cuales son las deficiencias que presenta esta máquina en cuanto a diseño industrial; es decir, en su función ergonómica, función estética y función productiva; el objetivo del análisis es realizar la venta del proyecto al cliente y que este pueda realizar la comercialización del producto de manera exitosa.

No es posible mostrar gráficamente el mecanismo, ni explicar como funciona; pero si puedo explicar en forma escrita las deficiencias que he encontrado a partir de mi primer análisis.

1. *El mecanismo esta expuesto a la vista del usuario.* Esto representa un problema debido a que debería existir un gabinete para seguridad del operador y para evitar el plagio del sistema de funcionamiento. Además un gabinete le agrega el valor estético, el cual es de suma importancia para que los clientes la encuentren más atractiva.
2. *Se debe acceder fácilmente al mecanismo para repararlo en caso de que sea necesario.* Con base en esto he pensado en hacer un sistema que facilite este tipo de operaciones, dejando completamente descubierto el mecanismo.
3. *La relación entre el operador y la máquina es muy importante,* por lo que es necesario que el operador accione el mecanismo de una manera cómoda sin adoptar posiciones que produzcan fatiga o lesiones. Además el lenguaje de operación debe ser muy claro para que el operador pueda realizarlo sin problema.
4. *Se debe desplazar fácilmente* en caso de que se tenga que cambiar de lugar. Actualmente no tiene nada que permita su movimiento, por lo que sugiero la colocación de ruedas que permitan desplazarla, ya que el peso de la máquina dificulta su movilidad.
5. *La estética del producto debe mantener relación con la función.* La imagen debe provocar la sensación de que es una máquina resistente y durable, además debe lucir limpia, por lo que no deben existir lugares de difícil acceso que permitan la acumulación de polvo.

El ingeniero Ignacio Delfín diseñó la máquina con el propósito de que fuera más económica que las existentes, esta es la mayor ventaja que tiene el producto, pero para poder comercializarla es necesario eliminar las deficiencias ergonómicas y estéticas que tiene, ya que le dan la apariencia de un producto elaborado de forma "casera", es decir, sin los elementos necesarios para que sea un producto terminado.

El diseñador industrial no solo es aquel que se encarga de realizar productos en serie que se producen en grandes cantidades, también debe resolver los problemas de productos de mediana y baja producción. El mercado actualmente se está volviendo más particular, y en este caso se pretende abrir el mercado de la restauración y formación de papel artístico, ya que es un mercado en el que pocas empresas incursionan y por lo tanto hay más posibilidad de vender un producto que en aquellos que ya están saturados y los competidores cuentan con tecnologías más avanzadas.

## 5. Productos Análogos

Para tener una visión clara del producto que vamos a diseñar, es necesario tener presente cuales son las características de nuestros competidores.

Para esto se realiza un estudio de los productos análogos, para analizar las ventajas y desventajas, así como las características ergonómicas y estéticas que existen en este tipo de productos.

En este caso no solo se presentan las reintegradoras de pulpa; también se presentan las máquinas auxiliares en un taller de restauración. El análisis comparativo de estos productos nos ayuda a comprender cual es la estética adecuada del producto y el entorno en el que se encuentra.

A continuación se muestran algunos ejemplos de las máquinas existentes y sus características principales.

### 5.1 REINTEGRADORAS DE PULPA<sup>3</sup>

#### **Máquina Reintegradora De Pulpa Automática**

La máquina reintegradora de pulpa, está diseñada para ofrecer al restaurador un medio rápido, efectivo y de calidad en la restauración de documentos gráficos que han sufrido pérdidas de soporte por causas físicas, químicas y biológicas. Con ella podemos conseguir la reintegración del 100% de las zonas perdidas en pocos minutos, tanto en documentación antigua como en moderna con ayuda de diferentes tipos de fibras celulósicas y de tintes, obteniéndose reintegraciones de calidades y tonos semejante al documento. La máquina está compuesta por dos cuerpos integrados: uno inferior en la que se encuentra la moto bomba, depósito de agua y aire, así como de otro superior formado por el seno, bandeja porta documentos y mandos.



#### **Máquina Reintegradora De Pulpa De Papel Con Seno Móvil R 1000/1**

Es la solución ideal para la restauración de documentos en papel dañados por insectos o micro-organismos cuya actividad devoradora ha ocasionado infinidad de perforaciones, produciendo sensible debilitación del papel. Es en general la propuesta apropiada para "injertar" nuevo papel en todos aquellos orificios o zonas perdidas, sea cual fuese su origen. Su acción resuelve la tediosa, lenta e incluso, a veces, imposible tarea de colocar el nuevo trozo de papel que cubre el orificio o repara el desgarro. Diseñada para ofrecer al restaurador grandes beneficios, tanto en la calidad del trabajo, como en el ahorro del tiempo en la restauración de documentos gráficos afectados por causas físicas, químicas y biológicas.



#### **Máquina Reintegradora De Pulpa Automática**

Dimensiones de la máquina: 1150 (ancho) x 1000 (alto) x 830 mm (profundidad).

Bandeja porta documentos (775 x 555 mm).

Altura de trabajo del porta documentos: 830 mm.

Capacidad del depósito: 150 litros.

Peso neto: 400 Kg.

Potencia: 2,2 KW - 3 HP (Trifásica 220-380 V).

Mecanismos eléctricos a 24 V.



<sup>3</sup>Datos extraídos de **restauroolid** (venta de productos para talleres de restauración), la información de cada máquina se transcribió de forma literal como aparece en su página de internet [www.restauroolidsuministros.com](http://www.restauroolidsuministros.com)

### Ventajas de este modelo

Mando eléctrico único, con el que se realizan todas las maniobras necesarias para el trabajo de reintegración.

Bastidor de soporte inferior, construido totalmente en acero inoxidable pulido, lo cual asegura la protección imperecedera contra la corrosión del agua.

Depósito de agua en PVC, que permite utilizar el agua en circuito cerrado para que el consumo de ésta sea mínimo.

Porta documentos fijo, al que se accede por el seno superior.

Las hojas salen más compactas y perfectas gracias a que al ser fijo el porta documentos, el sistema de estanqueidad es perfecto, por lo que el rendimiento de la bomba de vacío es del 100 % y además no es necesario sustituir las juntas del seno.

El nuevo sistema de válvulas neumáticas de paso de agua, reducen a un mínimo el mantenimiento con respecto a los anteriores modelos.

Compresor totalmente silencioso.

Cuadro eléctrico protegido con una tapa de plástico transparente.

Fácil acceso a todas sus piezas internas para un rápido servicio de mantenimiento y limpieza.

Esta máquina cumple las normas de seguridad del material eléctrico de baja tensión de la Directiva de la Comunidad Europea 73/23 y el Real Decreto Español 7/88.

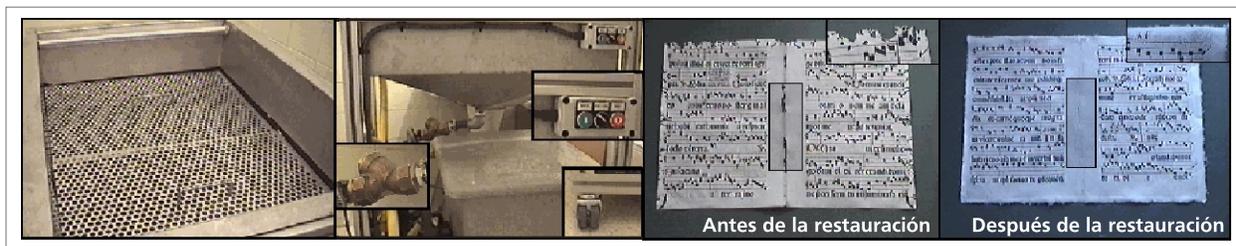
### Máquina Reintegradora De Papel

Diseñada específicamente para profesionales de la restauración.

La estructura de la máquina Reintegradora es de perfil de aluminio y la cubeta y planchas de soporte son de acero inoxidable.

Dispone de un depósito de 100 Lt. de capacidad, con bomba impulsora de cuerpo inoxidable y muy silenciosa.

Es una máquina funcional, económica y con todas las garantías. Incorpora filtro de fácil limpieza, con lo que se evita cualquier tipo de mantenimiento.



## 5.2 MÁQUINAS AUXILIARES

### Troceadora De Cartones

La máquina está diseñada y fabricada de acuerdo con las necesidades de los laboratorios de restauración para el troceado de las pastas para preparación posterior de la pulpa de la disgregadora. La máquina dispone de una tolva para el vertido de trozos de cartón o pasta y un recipiente para ser recogidos.



### Mezcladora De Pulpa

De 5 litros de capacidad, con depósito en plástico y eje en acero inoxidable  
Programador de tiempo para visualizar la duración del proceso de disgregación de la pulpa.  
Motor: ¼ HP, 220 V.  
Peso neto: 35 Kg.  
Dimensiones: Altura 530 mm. x 500 mm. de ancho x 280 mm. de profundidad.



### Prensa Electromecánica Mod. P - 1080 - M

Máquina de accionamiento electrónico, con la siguiente descripción: Cabezal superior de donde va alojando el husillo de presión, que se acciona mediante motor de accionamiento hidráulico y un accionamiento de corona sin fin. Dicho husillo está protegido contra el límite superior por un final de carrera (detector de posición). El husillo acciona un plato de medidas 1000x800 mm. Este plato hace reacción contra la plataforma inferior, de medidas análogas al plato superior, que esta montada sobre un bastidor provisto de patas, que eleva esta a una altura de 50 cm del suelo, ejerciendo una fuerza máxima de 12.000 Kg., 1,5 Kg./cm<sup>2</sup>. En el husillo de apriete se puede regular su velocidad para conseguir una mayor exactitud de la fuerza ejercida. Todos los mecanismos de esta máquina están cromados para evitar oxidaciones. Así como el bastidor y las chapas están pintadas con un tratamiento anticorrosivo.



### Máquina Troceadora De Cartón O Pasta En Seco (modelo R-1.500)

La máquina está diseñada y fabricada de acuerdo con las necesidades de los laboratorios de restauración, para el troceado de las pastas para la preparación posterior de la pulpa en la disgregadora. La máquina dispone de una tolva para el vertido de trozos de cartón o pasta y un recipiente para ser recogidos. Toda la construcción de la máquina es de material de acero inoxidable y PVC.

Dimensiones: alto 1300 x ancho 350 x profundidad 500 mm.  
Motor 2 HP, 220-380 v.  
Potencia de conexión 1,8 Kw  
Peso: 80 Kg



### Mezcladora De Pulpa (disgregadora)

Disgregadora de pulpa especialmente diseñada para la disgregación y mezcla de cualquier tipo de pulpa, su diseño evita la rotura de las fibras, facilitando la unión de estas en el proceso de reintegración.

Depósito de 5 litros con espiral interna fabricado en PVC.  
Eje, hélice y mecanismo de giro fabricado en acero inoxidable.  
Programador visualizador de tiempo de agitación.  
Estructura fabricada en aluminio, mueble insonorizado.  
Chapas y protecciones pintadas en epoxy al horno.  
Motor 1/4 HP. 220 v  
Peso neto: 35 Kg  
Dimensiones: altura 530 x anchura 500 x profundidad 280 mm.



### Carro Bandejero Para Papel

Los secadores mod. SM están contruidos por un chasis metálico que se desplaza sobre ruedas de nylon permitiendo separarlo o acercarlo rápidamente respecto a la máquina. Sobre el chasis se escalonan las bandejas abatibles contruidas con tubo de hacer, entrecruzándolas unas varillas rígidas para soportar los impresos. Las bandejas van montadas en forma de pisos, apoyándose una sobre la otra en la parte delantera, mediante un taco separador de madera. Las bandejas se elevan automáticamente al ser accionadas hacia arriba mediante un dispositivo combinado de muelles laterales. Entre bandeja y bandeja existe el espacio imprescindible para que el aire pueda circular y facilitar el secado de los soportes impresos.



### Laminadora De Rodillos

La laminadora automática es una máquina pensada especialmente para la utilización en laboratorios de restauración de libros y documentos, pudiéndose utilizar para laminar cualquier tipo de material gráfico, cartas, documentos, periódicos, etc. La máquina se compone de: Prensa de platos calientes y Rodillos de laminación.



### Prensa Automática Electrohidráulica

Máquina de accionamiento electromecánico, con la siguiente descripción:

Bastidor en donde va alojado el husillo de presión, que se acciona mediante motor de accionamiento hidráulico y una transmisión por cadena y piñones dentados. Dicho husillo está protegido contra el límite inferior por un final de carrera (detector de posición).

El husillo acciona un plato de medidas 800 x 600 mm. Este plato hace reacción contra el plato superior, de medidas análogas al plato inferior, que está montada sobre un bastidor provisto de patas, que elevan ésta a una altura de 80 cm. del suelo.

En el husillo de apriete se puede regular la presión para conseguir una mayor exactitud de la fuerza ejercida mediante una válvula de regulación situada en el panel frontal y de accionamiento manual.



### Características técnicas:

Dimensiones Exteriores: ancho 1100 mm., profundidad 700 mm., altura 1.500 mm.

Dimensiones de los platos: 800 x 600 mm. (Opcional: 1.000 x 800 mm. Mod. P-1080-M)

Potencia eléctrica: 1,5 HP, 220/380 V, 50-60 Hz.

Peso neto: 400 Kg.

Todos los mecanismos de esta máquina están cromados para evitar oxidaciones.

Como medida de seguridad, la subida del plato se realiza mediante el accionamiento de dos pulsadores a la vez..

El bastidor y las chapas de esta máquina están pintados con un tratamiento anticorrosivo, compuesto por una primera capa de WASHPRIMER dos componentes, una segunda capa de cromado de zinc y una tercera capa de pintura RAL (Normas Internacionales), al horno.

### **Prensa Manual A Percusión**

Dimensiones interiores: 800 mm ancho x 700 mm fondo y 700 mm entre platos.

Platos de duraluminio anodizados de 30 mm de espesor con resistencia del material 350-400 N/mm<sup>2</sup> límite elástico.

Desplazamiento rápido manual, por medio de contrapesos y desbloqueo del husillo.

Mesa en estructura de tubo reforzada.



### **Prensas Manuales**

Dos platos de compresión fabricados en duraluminio 6082 (antioxidante y antiácido), con husillo manual a volante, martillo de apriete por golpe, sobre meseta metálica de 600 mm de altura con patas regulables, construida en duraluminio estructural de 45 x 45 mm.

Distancia entre platos 500 mm.

MODELO PM-600 - Dimensiones útiles: 600 x 500 mm.

MODELO PM-700 - Dimensiones útiles: 700 X 500 mm.

MODELO PM-1000 - Dimensiones útiles: 1000 x 700 mm.



## 6. Perfil Del Producto

---

Los datos anteriores nos han servido entre otras cosas, a entender la importancia del papel, desde su valor histórico, hasta su valor comercial.

También hemos visto cuales son los procesos para la obtención de papel y celulosa, para tener una idea un poco más clara de la materia prima requerida y el proceso.

Al observar los productos análogos observamos las características técnicas de los productos similares que actualmente se comercializan, así como de las máquinas utilizadas en los talleres de restauración.

Gracias al estudio de los análogos tenemos una idea clara del tipo de lenguaje formal utilizado para diseñar este tipo de productos. Se observaron las virtudes y defectos de cada máquina y esto nos facilita el criterio de elección de elementos compositivos del producto.

Uno de los problemas que observo en estas máquinas es que carecen de un gabinete que resulte estéticamente agradable; en las reintegradoras de pulpa, no se cuenta con un acceso al mecanismo por cualquier parte, solo se limita a la parte frontal y no se tiene acceso por los lados o por atrás.

También vale la pena destacar que todas tienen una estructura monolítica de soporte hecha de perfil tubular; esto le da mayor estabilidad.

Los colores utilizados son azul y gris en su mayoría.

La movilidad de las máquinas es difícil, ya que no cuentan con ruedas para que una sola persona la cambie de lugar.

El costo de estas máquinas es muy elevado; por ejemplo, la máquina reintegradora de pulpa automática tiene un costo de 12,621.25 € mas IVA (16%), esto de un total de 14,640.65 €, con la conversión a pesos nos da un precio aproximado de \$ 204,969.10 pesos.

Considerando los elementos anteriores podemos describir nuestro perfil de diseño del producto de la siguiente manera:

- Función práctica del producto
  - Función básica
  - Usuarios directos e indirectos
- Función ergonómica
  - Elementos del gabinete
  - Ubicación de las partes
  - Desplazamiento
  - Áreas de uso y circulación
  - Limites antropométricos
  - Consideraciones
- Función estética
  - Análisis de productos
  - Inspiración
  - Elementos compositivos
- Producción
  - Tipo de producción
  - Tipos de procesos
  - Consideraciones

## 6.1 DESCRIPCIÓN DEL SHOE (SISTEMA-HOMBRE-OBJETO-ENTORNO)

Cuando diseñamos un producto es importante considerar todos los elementos que mantienen una relación entre sí.

Un producto de diseño está relacionado con el usuario o los usuarios que tienen un contacto directo o indirecto con éste, desde el usuario principal, que en este caso es el encargado de hacer funcionar la máquina, hasta aquellos que realizan la limpieza, transportación, mantenimiento, etc.

También se debe considerar el entorno donde el producto va a desempeñar sus funciones, considerar si está en un lugar húmedo o seco, con o sin iluminación, el tipo de elementos o máquinas que se encuentran en este lugar, etc.

## 6.2 FUNCIÓN PRÁCTICA

En este producto podemos identificar como usuario primario a la persona que se encarga de operar la máquina.

El operador tiene que seguir un plan de trabajo, y este consta de diversos pasos para hacer funcionar el sistema de la máquina.

Su trabajo principal lo podemos desglosar en las siguientes partes :

- Colocación de la pulpa en el contenedor
- Encendido de la motobomba
- Apertura de la primera válvula
- Apertura de la segunda válvula
- Cierre de la segunda válvula
- Cierre de la primera válvula
- Apagar la motobomba
- Sacar el papel del contenedor

Todo el proceso se realiza a temperatura ambiente sin la necesidad de sustancias químicas. Los contenedores tienen un tapón que puede ser abierto para llenarlos de agua; la misma agua se vuelve a utilizar hasta que está saturada de residuos de celulosa, pero es reutilizada en varias ocasiones. El tiempo de uso aproximado en total es de 10 minutos.

Además de considerar al usuario principal, debemos considerar a los usuarios secundarios que son los siguientes:

- La persona que se encarga de ensamblar el gabinete
- La persona que se encarga del empaque y embalaje
- La persona que se encarga del mantenimiento de la máquina
- La persona que se encarga de la limpieza de la máquina

Las características configurativas de la máquina deben tener una amplia relación con cada usuario, ya que cada uno de ellos desempeña una labor distinta en el mismo producto.

Las características configurativas del producto se desarrollarán más adelante en el análisis ergonómico.

La función de la máquina es básicamente la elaboración de papel o restauración de hojas deterioradas por polillas o maltrato.

El material utilizado para la formación de papel consiste en celulosa de papel (la cual varía dependiendo del tipo de papel que se desea obtener), y agua. El agua es colocada manualmente en los depósitos del mecanismo y es reutilizada hasta que esta saturada de celulosa de papel, posteriormente se drenan los depósitos y se vuelven a llenar.

La celulosa se coloca dentro de un contenedor ubicado en la parte superior de la máquina y por medio de agua corriente se coloca uniformemente en toda la superficie, sin llegar a deshacerse por completo; una vez que esta distribuida se acciona la máquina y la celulosa adopta la forma de la hoja o se coloca en las partes faltantes de la hoja en caso de que se quiera restaurar.

Como datos funcionales se pueden mencionar los siguientes:

- No se utilizan productos químicos durante el proceso
- Todo el proceso se realiza a temperatura ambiente
- En los tanques se utiliza solo agua común
- La cantidad de celulosa es determinada con base en la cantidad de papel que se desea formar, o bien, se calcula la cantidad que se va a restaurar.
- Las conexiones son con tubo de cobre y van soldadas, por lo que es necesario tener acceso al mecanismo en caso de que requiera composturas .
- La estructura de la máquina debe soportar un peso de 80 kilogramos aproximadamente debido al peso de las conexiones, tanques y agua.
- El proceso es realizado por una sola persona

El gabinete debe cubrir completamente el mecanismo y su limpieza se tiene que realizar cómodamente, por lo que hay que evitar ángulos que escondan el polvo.

### **6.3 FUNCIÓN ERGONÓMICA**

La ergonomía es el factor más importante en el diseño de este producto. El operador siempre esta en contacto con la máquina y es necesario tener todas las consideraciones pertinentes para que el uso de ésta no provoque lesiones o que el usuario asuma posiciones inadecuadas que afecten su salud. Actualmente la máquina tiene algunos problemas ergonómicos, ya que tanto las válvulas de apertura, como el interruptor de encendido no se encuentran en una posición que faciliten su accionamiento. Otro factor que se tiene que solucionar es la posición del operador con respecto a la máquina, ya que no es una máquina automática; es necesario que se encuentre en una posición que no lo canse y provoque que baje su rendimiento.

También debemos tomar en cuenta los aspectos ergonómicos enfocados a los usuarios secundarios; por ejemplo la persona que se encarga del mantenimiento de la máquina tiene que tener acceso a ella sin verse obligado a desmontar todo el gabinete o a cambiarlo de lugar, por lo que la disposición de los elementos debe establecerse de tal manera que se pueda acceder a ellos de una manera rápida y sencilla.

Se propone que las tapas del gabinete se puedan desmontar cuando sea necesario realizar alguna reparación en el mecanismo.

La forma del gabinete no debe tener ángulos que dificulten su limpieza o que guarden polvo, ya que el aspecto de una máquina sucia siempre es desagradable.

Se pueden colocar llantas que faciliten su traslado, ya que su peso impide que pueda ser cargada con facilidad.

Todos los dispositivos de encendido tienen que estar de frente al usuario y a poca distancia entre ellos para evitar que tenga que cambiarse de posición cada vez que necesite accionar alguno.

Debe contar con un espacio para colocar las hojas que se van formando para ordenarlas sin la necesidad de una mesa adicional.

Para accionar las válvulas es necesario que el usuario se agache; la repetición de este movimiento puede convertirse en fatiga para el usuario ya que existe una constante flexión del tronco y esto puede ocasionar dolor en la espalda baja y en la cintura.

Una solución es cambiar la posición de las válvulas para evitar que el usuario se agache, así evitamos la constante flexión y evitamos fatigas.

Tomando en cuenta la secuencia de uso de la máquina podemos determinar las siguientes conclusiones:

- Es necesario que el botón de encendido y las válvulas se encuentren en una posición accesible para que el usuario pueda accionarlas sin problemas. Tanto el botón de encendido, como las válvulas tienen que estar al frente de la máquina, la distancia entre ellas no debe ocasionar que el usuario se desplace para accionarlas y deben tener un color que las diferencie o un indicador para evitar confusión cuando se activan.
- La altura de las válvulas no debe provocar que el operador se agache, ya que esto provoca dolor en la espalda baja.
- Se crearán propuestas configurativas en donde se hagan modificaciones al mecanismo para dar una mejor solución ergonómica.
- En cuanto al diseño del gabinete, se necesita que sea desmontable para realizar las reparaciones necesarias sin tener que desarmarla totalmente. Se considerarán las partes que necesitan mayor mantenimiento para que se encuentren en una posición accesible para su compostura.
- Se evitarán los vértices y esquinas peligrosas para el usuario, Así como aquellas que acumulen polvo o sean difíciles de limpiar.

La máquina no cuenta con algún elemento que facilite su movilidad. Es necesario considerar como se realizará su desplazamiento tanto en el lugar en donde se opera, como durante su transportación.

La máquina la tiene que desplazar una persona, por lo que se considera necesario el uso de ruedas que permitan este movimiento, al pensar en las ruedas tenemos que considerar que soporten el peso del mecanismo, la estructura y los componentes de la carcasa, por lo que es importante utilizar ruedas con la resistencia mecánica suficiente.

Para transportar la máquina en caso de embalaje es necesario utilizar un pallet con una base de madera, con el fin de poder moverla por medio de un montacargas.

Se analizó el mecanismo de la reintegradora existente y la reubicación de algunos elementos no representa un problema, ya que el mecanismo puede modificarse sin afectar el funcionamiento.

Se hicieron las modificaciones pertinentes para optimizarla ergonómica y estéticamente.

Se consideró desde las áreas de uso y de circulación, hasta la solución formal, con el fin de facilitar su operación y evitar lesiones en los usuarios.

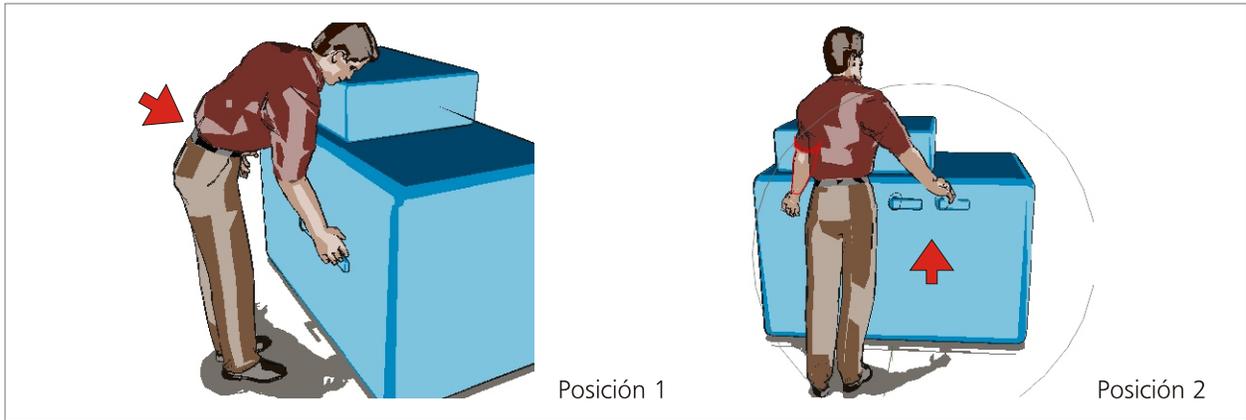


Fig. 6 Reubicación de las válvulas

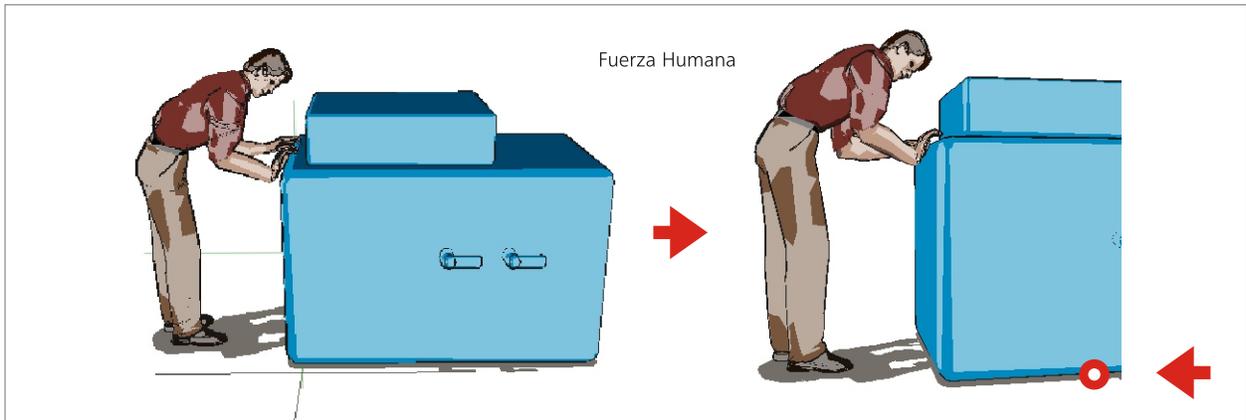


Fig. 7 Desplazamiento por fuerza humana

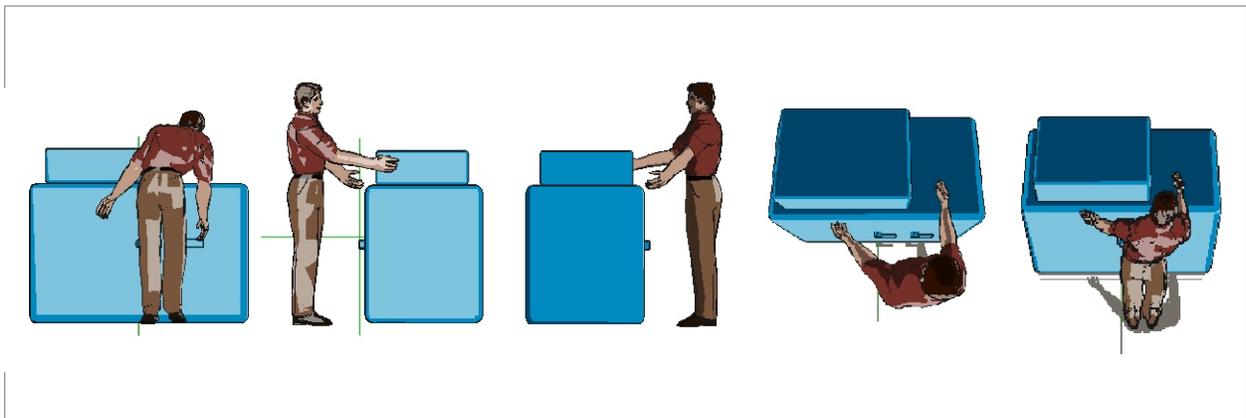


Fig. 8 Colocación del operador

El operador debe contar con un área de uso suficiente para que pueda realizar su trabajo sin que otras personas o elementos le estorben. También debe dejar libre un área de circulación para permitir el paso de otras personas y no estorbarse entre sí.

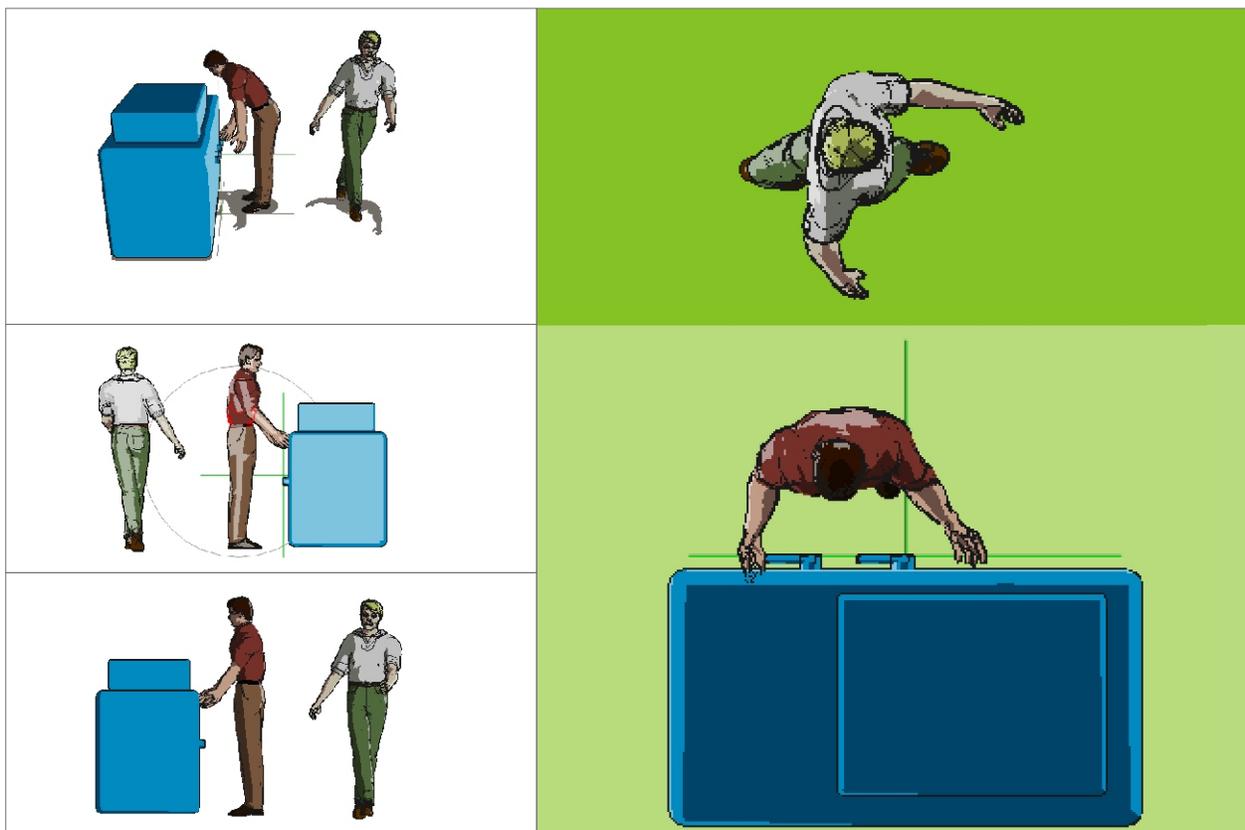
Debe existir un área de uso de 900mm alrededor de la máquina para que el operador trabaje sin estorbos, podemos prescindir de este espacio en la parte posterior, ya que el operador solo se desplaza en la parte frontal y las laterales.

Para determinar las dimensiones de la máquina, debemos considerar los alcances humanos, basandonos en las tablas antropométricas establecidas. Por ejemplo, es necesario considerar el alcance punta mano extendida, para que sea posible alzar el capelo y la rejilla.

En este caso tomamos como límite el percentil 5, ya que hay que considerar a la población de menor estatura para satisfacer a la mayoría.

El alcance en este percentil es de 823mm; si consideramos que tenemos una distancia en la mesa de 595mm para el contenedor, y a esto sumamos la profundidad máxima del cuerpo humano con el percentil 95 (para abarcar un mayor número en la población) que es de 330mm tenemos un total de 925mm. *Ver figura 10*

A los 925mm le restamos los 823mm y obtenemos un resultado de 102mm. Ahora bien, esos 102mm que nos faltan para concretar la distancia son fácilmente de recuperar con un movimiento articular de flexión de la columna vertebral; la cual tiene una capacidad de flexión de 70° y solamente necesitamos una flexión de 20° para obtener el máximo alcance requerido. *Ver figura 11*



Área de circulación   
 Área de uso

Fig. 9 Áreas de uso y circulación

Para el alcance lateral del brazo debemos considerar el percentil 5, que es de 737mm. Si consideramos que nos encontramos situados justo en el centro del contenedor, nuestro punto medio está aproximadamente a 400mm de la orilla izquierda; si sumamos los 737mm de alcance lateral del brazo, tenemos 1137mm, que es la distancia aproximada de la primera válvula. Ver figura 12

La distancia lateral del brazo es apropiada para el accionamiento de las válvulas, para el cual se efectúa un movimiento articular de inclinación lateral. El máximo ángulo de inclinación es de 40°, pero nuestra inclinación será de 20° aproximadamente. Ver figura 13

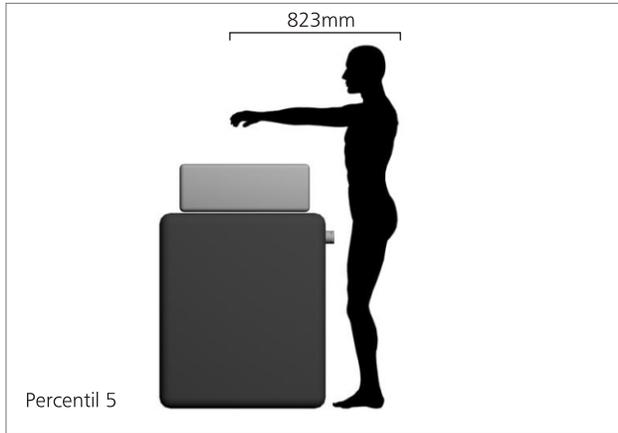


Fig. 10 Alcance punta mano, extendida

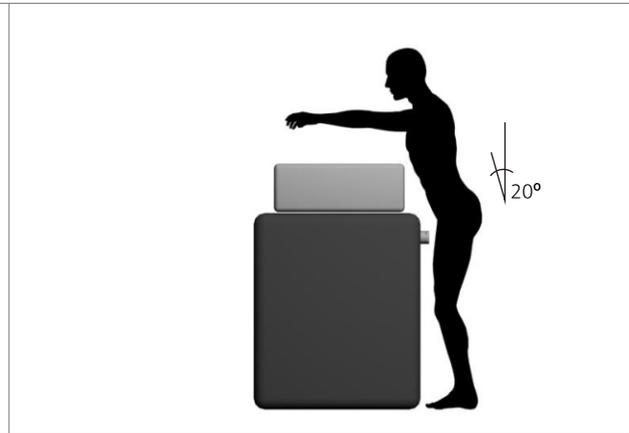


Fig. 11 Flexión de la columna vertebral

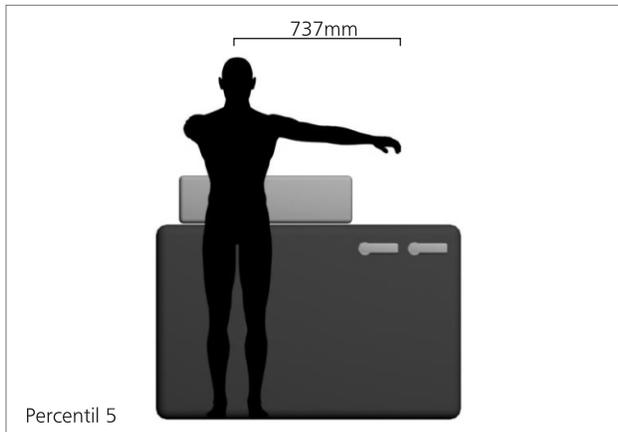


Fig. 12 Alcance lateral del brazo

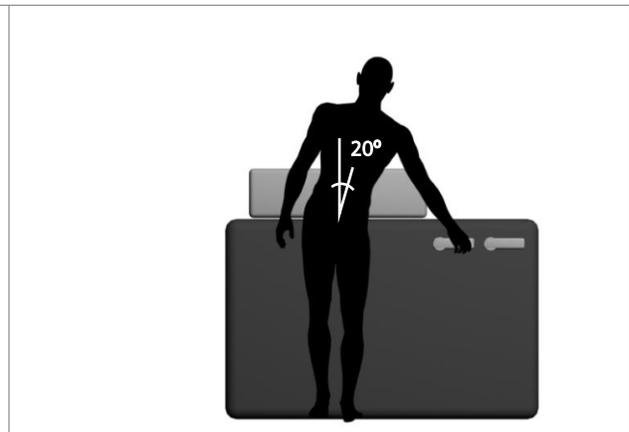


Fig. 13 Inclinación lateral de la columna

## 6.4 FUNCIÓN ESTÉTICA

La estética del producto está fuertemente ligada con la función ergonómica. La estética es el resultado de la comprensión y adaptación de cada uno de los elementos compositivos de la máquina; desde su relación con el usuario hasta la relación que guardan sus partes entre sí.

La forma y los materiales no son elegidos de manera "gratuita", deben ser el resultado de una investigación que determina cuáles son los más adecuados para el tipo de proyecto que estamos realizando, así como del tipo de producción y el mercado al que está destinada.

La apariencia de esta máquina debe provocar la sensación de seguridad al usuario y a las personas que no tienen una acción directa con ella, pero que laboran cerca del área de uso. Debe proporcionar seguridad a los usuarios secundarios, el que se encarga de limpiarla, de darle mantenimiento, etc.

Debe verse como un producto con una buena tecnología, para que el cliente tenga la sensación de que esta comprando un producto bueno.

El gabinete debe cubrir completamente el mecanismo, esta es una medida de seguridad obligatoria, además de que es conveniente mantener el mecanismo cubierto para impedir el plagio del mecanismo.

Las válvulas y el sistema de encendido deben distinguirse fácilmente para que el operador las ubique de forma rápida y las accione sin equivocaciones.

Podemos observar algunos productos análogos para entender el lenguaje que manejan este tipo de máquinas; no solo las máquinas reintegradoras de pulpa, también las máquinas que se utilizan en un taller de restauración, para ampliar nuestra percepción del tipo de productos que se encuentran en este lugar y tener una idea clara del entorno en el que se encuentra.

Además de los productos que se encuentran en un taller de restauración, también deben considerarse y analizarse aquellos que nos sirven de inspiración para resolver los aspectos formales-estéticos del producto.

En este caso para recaudar las imágenes pensé en conceptos como *tecnología, futuro, máquinas, nuevo, innovador, restaurar, conservar, crear, formar, movimiento, seguridad*, entre otros.

También tomé como punto de comparación la máquina reintegradora de pulpa automática, para observar si realmente existe una evolución entre ese diseño y el nuevo diseño, además de explicar más a fondo cuales son las cualidades y aportaciones del nuevo diseño.

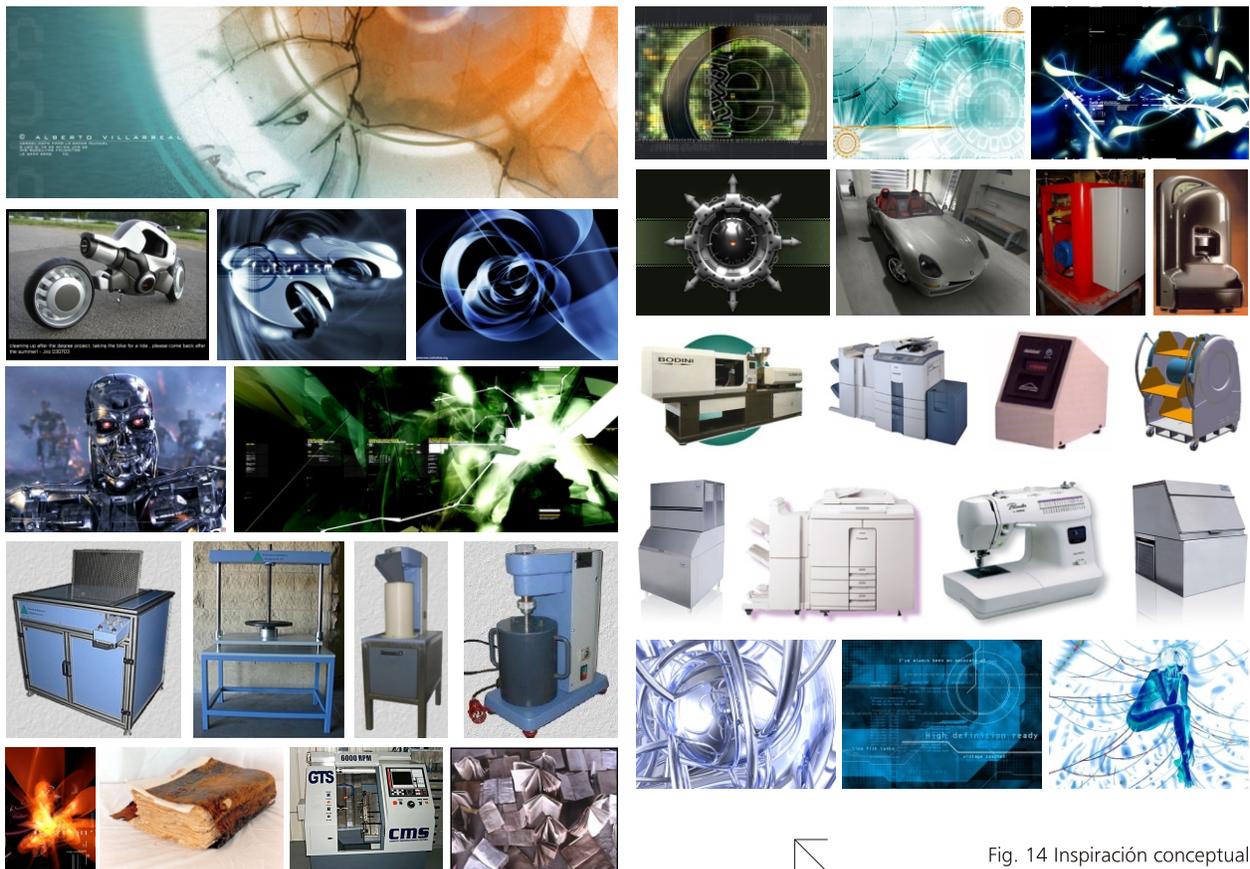


Fig. 14 Inspiración conceptual

La innovación es fundamental en la estética del producto. En este caso debe ser un valor agregado para mejorar sus cualidades.

Este producto puede romper paradigmas en cuanto al sistema de ensamble del gabinete. Se consideró que es preferible abstenerse de la utilización de tornillería ya que siempre se presentan problemas con esto. Uno de los inconvenientes de la tornillería es que se requiere de desarmador o llave, además que suelen perderse por ser piezas pequeñas. El tiempo que se requiere para armar y desarmar el gabinete es mucho mayor.

Por estos motivos se analizaron opciones para resolver el sistema de ensamble y se llegó a la conclusión que se utilizará un sistema a base de imanes, ya que la estructura metálica nos permite utilizarlos de manera eficaz.

Gracias al sistema de ensamble por fuerza magnética, el tiempo de armado y desarmado del gabinete es mucho más corto y sencillo; además de que la apariencia es mejor.

Los colores elegidos serán el gris y azul, ya que son los más utilizados en las máquinas de los talleres de restauración y son colores que no causan distracción visual al operador; las válvulas serán en color amarillo, ya que estas son piezas estandarizadas que ya cuentan con ese color.

La textura es lisa para que sea fácil su limpieza y sea agradable al contacto.

Se buscará la continuidad de líneas en la forma para que se denote fluidez en el diseño. Además se eliminarán los ángulos ortogonales en las partes que puedan ocasionar golpes al usuario.

## 6.5 PRODUCCIÓN

Para este producto se piensa tener una mediana producción, ya que no es un producto que utilizan las grandes masas, sino que va dirigido a un mercado mucho más específico.

El material que se piensa utilizar es el plástico, ya que presenta excelentes cualidades y métodos de transformación.

Como procesos de transformación podemos descartar la inyección de plástico, debido a que es un proceso utilizado para grandes volúmenes y su inversión inicial es muy alta.

Los métodos más convenientes serían el rotomoldeo y la aplicación de fibra de vidrio reforzada con resina.

Más adelante se realizará un estudio del tipo de proceso más conveniente para nuestro producto (*véase 8. Selección del proceso*).

El tipo de mercado es muy específico, se utilizará en talleres de restauración y uno de los propósitos es incursionar en el mercado extranjero. Las máquinas reintegradoras existentes están fabricadas en el extranjero (en España por ejemplo), y su costo es muy alto, además del problema de importación.

El material y el proceso deben ser adecuados para bajar el costo de la máquina, para que ésta sea la principal ventaja de nuestro producto; además, claro está, de sus ventajas ergonómicas y estéticas.

La estructura debe ser monolítica, para aprovechar al máximo sus propiedades mecánicas, y asegurar la resistencia necesaria.

Al considerar una estructura monolítica, debemos pensar en la forma más adecuada de empaquetar el producto, para facilitar su embalaje.

La mejor opción es colocar el producto ya armado en una caja de madera con entrecalles en la parte inferior para moverlo con un montacargas. Este tipo de empaque también es el más recomendable para exportaciones.

El producto llevará una envolvente de cápsulas de aire para mayor protección. Además se incluirá un instructivo de uso y una póliza de garantía.

## 7. Proceso De Diseño

Durante el proceso de diseño se estudian las características del producto y tomando esto como base se realizan modificaciones formales para adecuarlo a los requerimientos estéticos necesarios.

Una vez que se tiene la idea conceptual del producto, se analiza el proceso adecuado, tanto para el tipo de producción como para el tipo de material y con esto hacemos las modificaciones necesarias hasta tener una propuesta de diseño viable.

En este caso la estética del producto esta inspirada en elementos de tipo tecnológico, desde imágenes hasta máquinas y se pretende crear un diseño que tenga la apariencia de ser actual, tanto en tecnología como en aspectos formales.

A continuación se presenta una síntesis del trabajo durante el proceso de diseño para tener una idea de como se va desarrollando un producto.

### 7.1 GENERACIÓN DE CONCEPTOS

Los bocetos preliminares se realizan de forma rápida para captar las principales ideas conceptuales, una vez que se tienen éstos se realizan bocetos más detallados tomando de cada preliminar las cualidades que nos parezcan mas adecuadas para conformar el diseño del producto.

En los bocetos detallados podemos apreciar la forma que tendrá el producto y se explica cuales son sus características formales, funcionales y productivas.

Una vez que se tienen los bocetos detallados se procede a darles color para representar el producto en forma. El color nos ayuda a tener una mejor apreciación del producto terminado.

Los bocetos se realizan con una consideración previa de los factores ergonómicos y antropométricos necesarios.

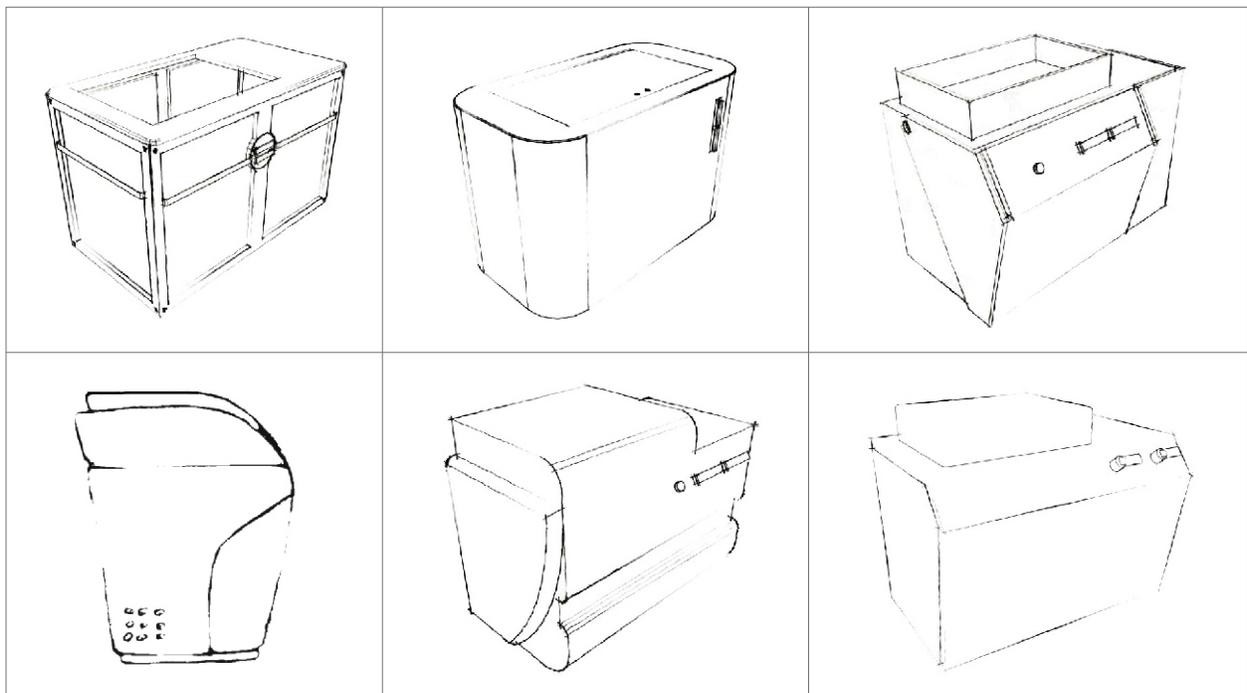


Fig. 15 Bocetos preliminares

## 7.2 ANÁLISIS DE VARIABLES

Para hacer el análisis de variables es necesario tener un punto de comparación entre las máquinas existentes y nuestra propuesta de diseño.

Este tipo de análisis es muy importante, ya que nos ayuda a comprender mejor cada elemento de la máquina existente y con esto podemos tomar decisiones importantes en cuanto al diseño, ya que podemos determinar cuales son los elementos necesarios e inamovibles, así como aquellos que podemos modificar sin alterar su funcionamiento.

También podemos determinar si los materiales empleados son los mas adecuados o si se pueden modificar para incrementar sus cualidades físicas, estéticas y por supuesto disminuir su costo.

A continuación se muestra la reintegradora de pulpa existente y se realizará un análisis de sus elementos compositivos para determinar cuales son necesarios y cuales podemos modificar.

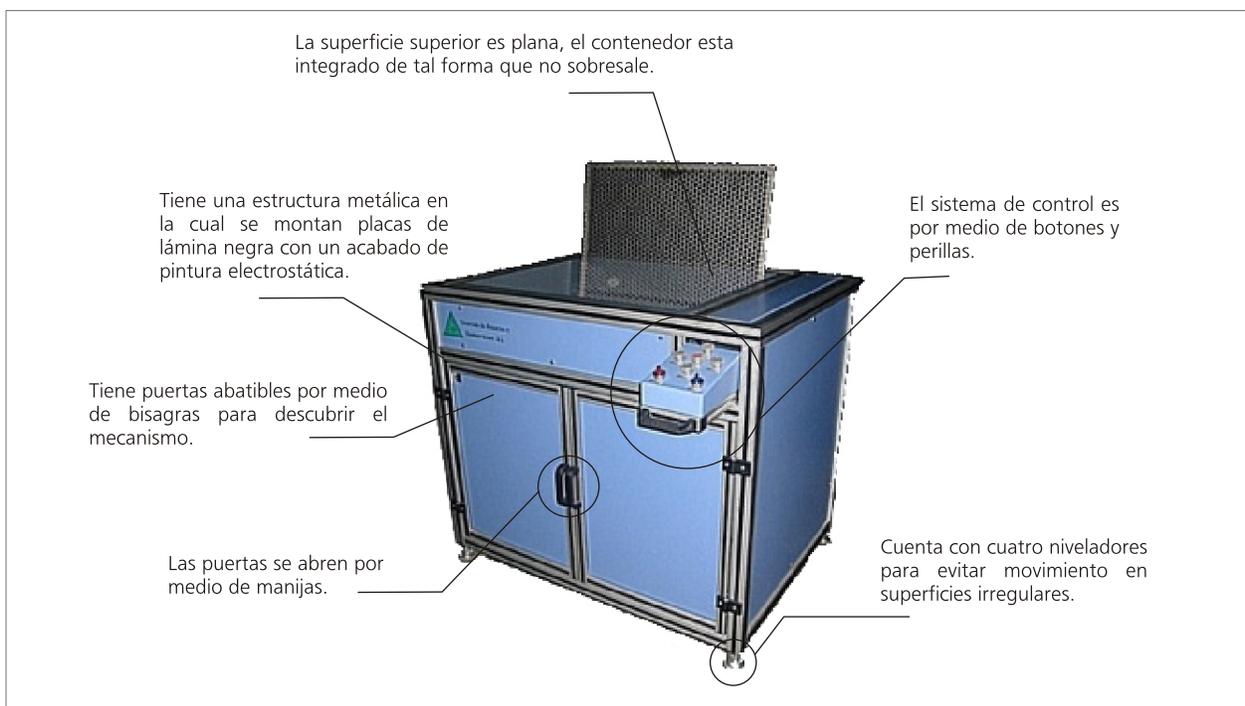


Fig. 16 Análisis de componentes

Como conclusión al análisis podemos determinar lo siguiente:

- 1 El contenedor puede ser plano o sobresalir sin alterar el mecanismo.
- 2 El material puede ser cambiado por plástico para reducir costos e incrementar la producción.
- 3 El proceso tiene que ser de mediana o baja producción.
- 4 Los controles no pueden ser automáticos, ya que el mecanismo con el que trabajamos funciona por medio de dos válvulas y no lo podemos modificar, sin embargo si podemos cambiarlas de lugar para que el operador las accione con mayor facilidad,

- 5 Las puertas abatibles no son una buena opción porque no permiten trabajar con comodidad; lo ideal es un desprendimiento total de las cubiertas para que se pueda trabajar con el mecanismo. Además es necesario que también en la parte posterior y en las laterales se tenga un acceso fácil.
- 6 Se tratará de evitar el uso de manijas, porque son elementos que estorban al operador y pueden provocar que se lastime con ellas.
- 7 Los niveladores no son tan necesarios, por lo que podemos suprimirlos o bien cambiarlos por ruedas para facilitar su movimiento.
- 8 El color azul y gris me parecen adecuados, ya que la mayoría de las máquinas de taller de restauración tienen estos colores, además de que son colores que no provocan distracción al usuario.
- 9 Es recomendable evitar el uso de herramientas para retirar las cubiertas, por lo que no se utilizarán tornillos para sus ensambles.

### 7.3 PROPUESTAS DE DISEÑO

#### Primera propuesta

En la primera propuesta de diseño se determinó que las piezas serían moldeadas en fibra de vidrio reforzada con poliéster. Se colocaron las válvulas en el centro y las tapas se retiran completamente para realizar el mantenimiento. Las tapas se unen por medio de imanes y pivotes que sirven de guía para colocarlas en su lugar.

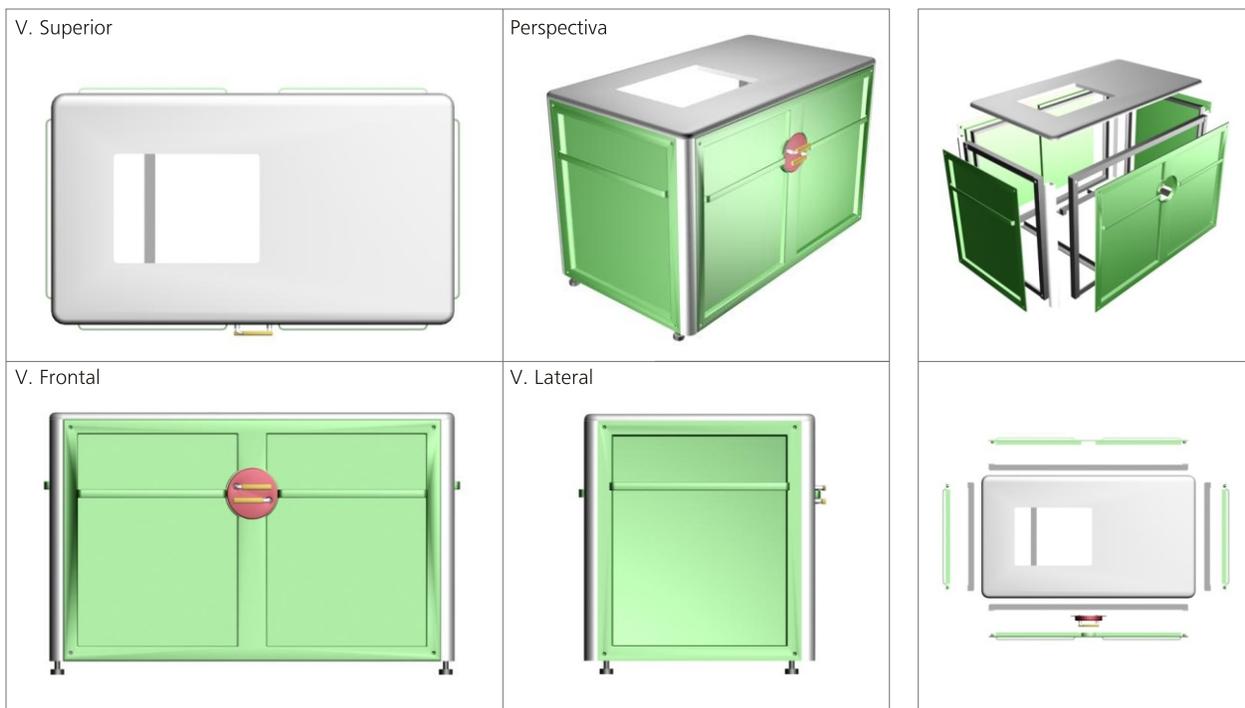


Fig. 17 Primera propuesta (vistas generales)

Fig. 18 Despiece

La estructura es monolítica de solera angular tipo "L", lleva en la base cuatro niveladores y en cada extremo se le fija un perfil de aluminio por medio de pijas, para evitar los vértices ortogonales.

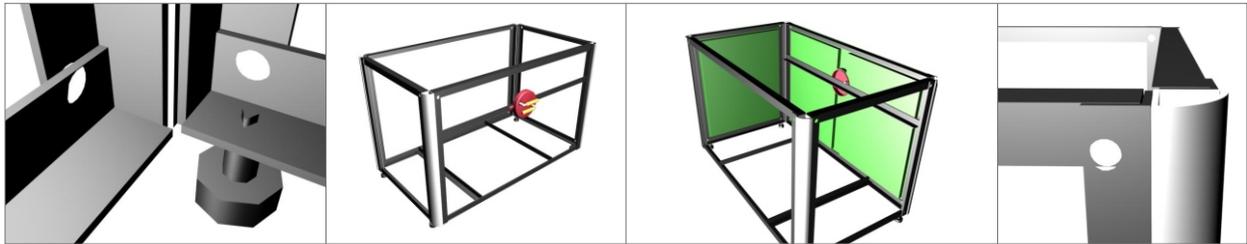


Fig. 19 Estructura (propuesta 1)

Las válvulas se colocan sobre una pieza fija, para que se puedan retirar las cubiertas.

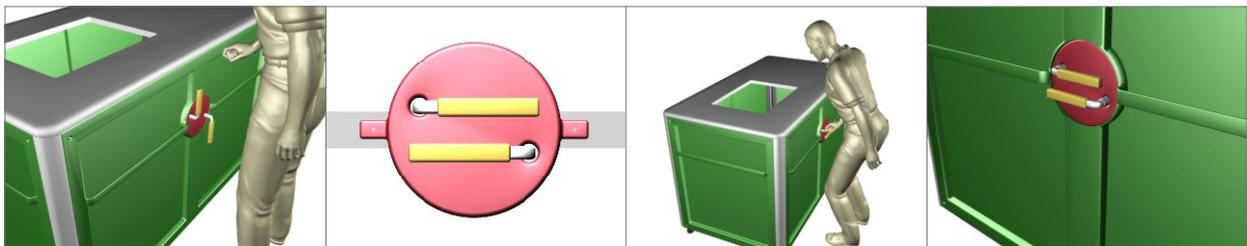


Fig. 20 Colocación de válvulas

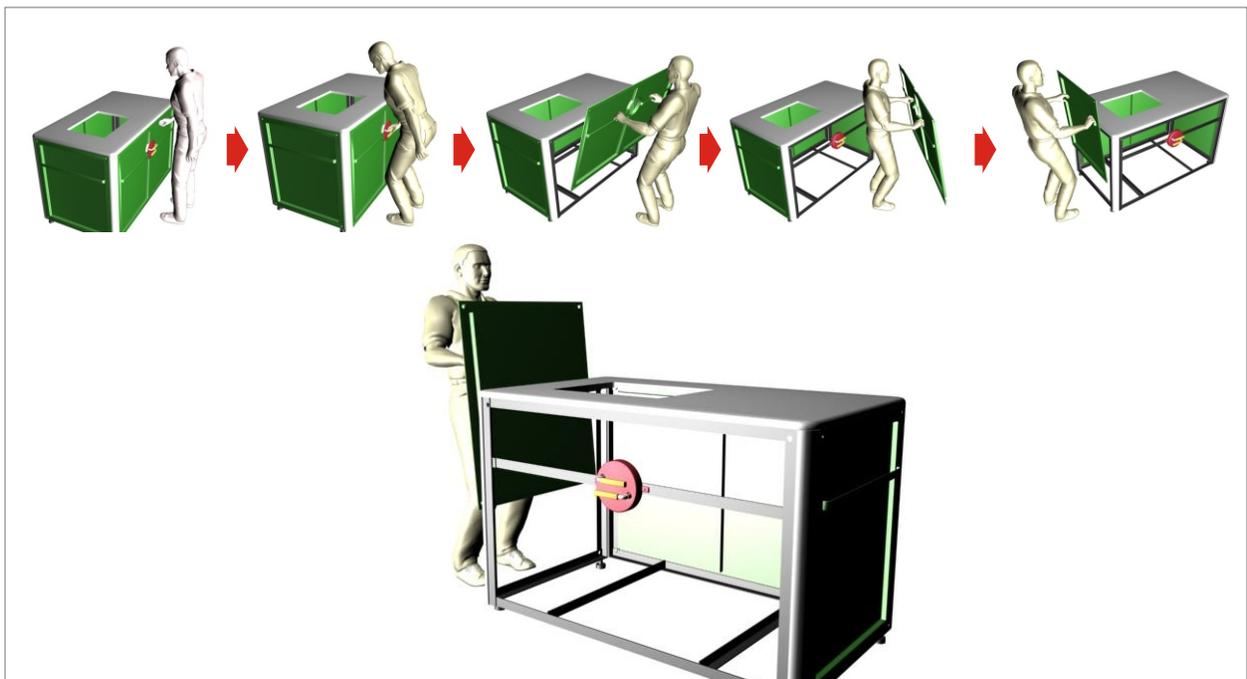


Fig. 21 Desprendimiento de las cubiertas

## Segunda Propuesta

En la segunda propuesta de diseño se utilizó como material lámina negra con acabado en pintura electrostática y se cambió la posición de las válvulas. La cubierta frontal se abate hacia atrás, descubriendo el frente sin que estorbe.



Fig. 22 Segunda propuesta (vistas generales)

Consta de cuatro piezas: cubierta superior, la base con ruedas, cubierta posterior y cubierta frontal abatible

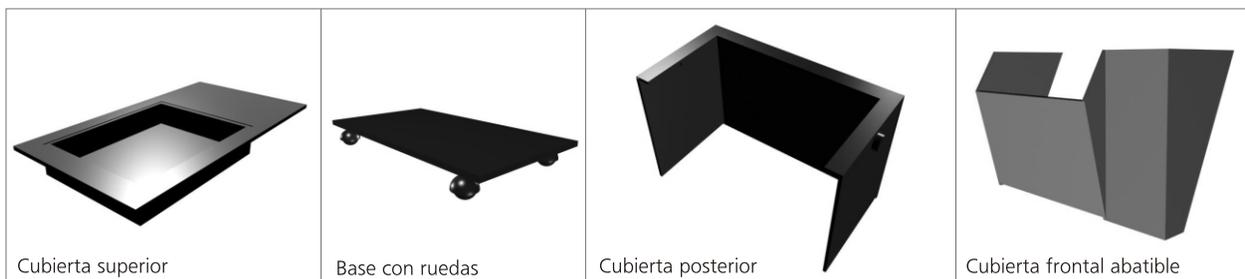


Fig. 22 Componentes (propuesta 2)

## Tercera propuesta

En esta propuesta se recurre nuevamente a la fibra de vidrio reforzada con resina. La posición de las válvulas cambia de horizontal a vertical y se colocan del lado derecho para que no le estorben al operador.

Los vértices no son ortogonales para evitar que se lesione el operador. La forma simple facilita la limpieza.

Todas las tapas se desprenden totalmente, y están fijadas por medio de pivotes.

También se utilizan ruedas para su movilidad y tiene un capelo transparente de PET G termoformado.



Fig. 23 Tercera propuesta (vistas generales)

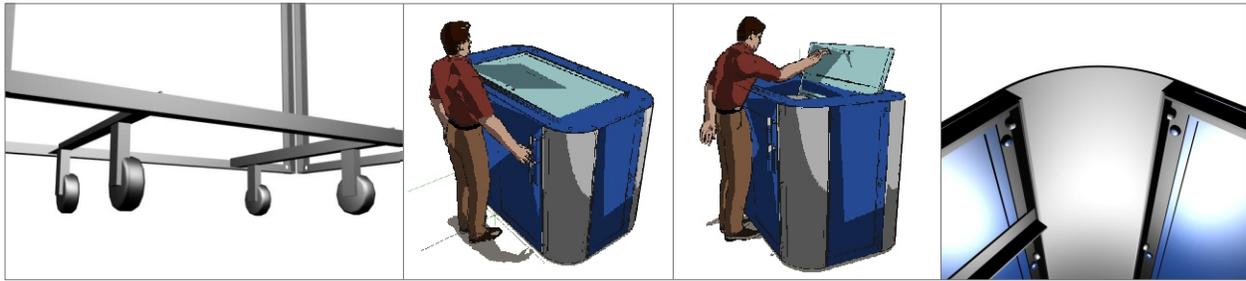


Fig. 24 Detalles (propuesta 3)



Fig. 25 Despiece (propuesta 3)

## Conclusiones

En las tres propuestas existe una evidente carencia de elementos estéticos que provoquen la reacción de atracción del cliente, por lo que la forma tiene que ser modificada, sin llegar a ser compleja.

A continuación se enumeran las ventajas y desventajas de cada propuesta con el fin de obtener lo mejor de cada una y de esta forma llegar a un producto terminado.

### Propuesta 1

#### Ventajas

1. El gabinete consta de cinco partes, lo cual facilita su producción
2. Se le puede dar un acabado liso
3. Se pueden retirar todas las tapas, facilitando el acceso al mecanismo
4. La unión de las tapas por medio de imanes evita la utilización de tornillería
5. Las tapas se retiran rápidamente

#### Desventajas

1. El proceso de fibra de vidrio reforzada con resina es un proceso lento y de muy baja producción
2. La estructura de perfil "L" es muy pesada y necesita varios refuerzos
3. La falta de ruedas provoca dificultad para su desplazamiento
4. Las válvulas al centro le estorban al operador

#### Propuesta 2

##### Ventajas

1. El gabinete consta de cuatro partes
2. Las ruedas facilitan su movilidad
3. Las válvulas están más arriba, por lo que el operador no necesita agacharse
4. La tapa se abate hacia atrás, así deja descubierta la parte frontal sin estorbos

##### Desventajas

1. Las tapas laterales y la posterior no se pueden retirar
2. Los controles quedan justo donde se tiene que parar el operador
3. Tiene ángulos ortogonales en los vértices

#### Propuesta 3

##### Ventajas

1. Tiene un capelo para proteger el contenedor
2. Los vértices están redondeados
3. Las válvulas no estorban
4. La fijación por medio de pivotes evita la tornillería
5. La simpleza de la forma facilita su limpieza
6. Las ruedas facilitan su movilidad
7. Pueden hacerse las piezas en rotomoldeo

##### Desventajas

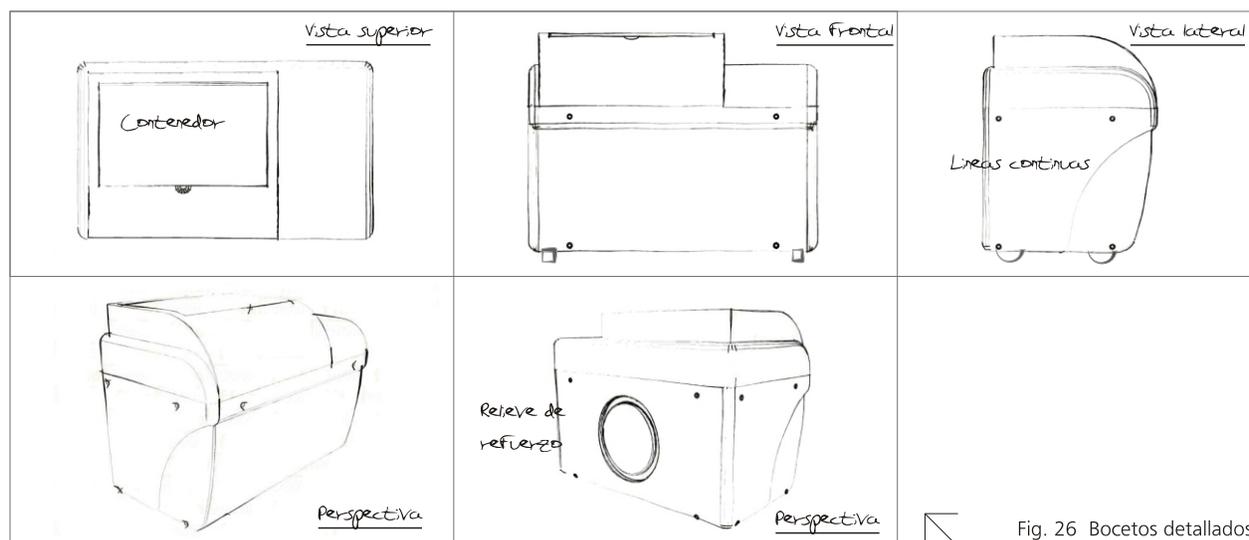
1. Tiene once piezas en la carcasa
2. Colocar los postes se dificulta por la precisión que requiere
3. Carece totalmente de elementos estéticos atractivos

## 7.4 DESARROLLO DE PROPUESTA FINAL

Una vez que analizamos las características de las propuestas anteriores, comenzamos a diseñar nuestro producto. Las cualidades con las que tiene que cumplir son las siguientes:

- 1 El proceso utilizado será el de rotomoldeo, ya que tiene mayor ventaja por el tamaño de las piezas y las características del material (las consideraciones se pueden observar en el apartado 8. *Selección del proceso*)
- 2 Se utilizarán ruedas para facilitar la movilidad y se suprimirán los niveladores
- 3 Se utilizará el menor número de piezas posible
- 4 La estructura será cambiada a perfil tubular de 1" x 1 1/2" para mejorar su soporte y que sea más ligera
- 5 Las válvulas se colocarán en la parte superior derecha, para que no estorben y evitar que el operador se agache
- 6 Se utilizarán los imanes como medio de adhesión y los pivotes para colocación y ajuste
- 7 Todas las cubiertas se podrán quitar para facilitar el acceso al mecanismo
- 8 Se evitarán los vértices ortogonales y se utilizarán los colores azul y gris
- 9 Se evitará el uso de manijas para desprender las cubiertas, ya que éstas estorban

Teniendo como base las consideraciones anteriores procedemos a realizar los bocetos de la propuesta de diseño final.



Ahora que tenemos una imagen conceptual de nuestro diseño debemos idear la forma de construirlo. Para esto es necesario estar conciente del material y tipo de producción, de esta manera determinamos nuestras limitantes. Para el proceso de rotomoldeo existen ciertas normas en cuanto a espesores, separación y tipos de material adecuados (todo esto lo podemos observar con mayor profundidad en los apartados *8.4 características del proceso* y *8.5 consideraciones del diseño*).

A este diseño se le añade la ventaja de que se incorporó la tarja a la cubierta superior, con esto nos ahorramos el tener que hacerla por separado (la tarja estaba contemplada con el mecanismo, pero así reducimos costos, procesos y material).

Sobresale el contenedor y la curva ayuda al operador a que se recargue sin lastimarse. Tiene un capelo que cubre el contenedor. El lado derecho de la tapa sirve para resguardar un tanque interno y las dos válvulas.

Tiene relieves estructurales en cada pieza para evitar pandeos.

Las curvas continuas proporcionan esos elementos estéticos de los cuales carecían las propuestas anteriores.

Las tapas laterales pueden hacerse en una sola pieza y posteriormente separarlas para ahorrar tiempo y dinero, al igual que la frontal y posterior. En la tapa superior se colocan las válvulas, así podemos separar las otras tapas sin que estas estorben.



Fig. 27 Bocetos a color



Fig. 28 Modelo virtual tridimensional

## 7.5 DESARROLLO DEL PRODUCTO

Ahora que esta definido el diseño, comenzamos a desarrollar el producto, así como evaluar sus ventajas y aportaciones.

Para la movilidad de la máquina se utilizarán llantas de la marca CYMISA, mod. PK2VFA, ya que cumple con las condiciones necesarias para su uso específico.

### Especificaciones

#### Llantas Go!

##### Modelo PK2VFA (distribuidor CYMISA)

- Algunas aplicaciones de esta llanta son: patas de mesa, mesas pequeñas, carritos de servicio y sillones entre otras.
- El perno viene fijo en el soporte de la llanta.
- Los soportes de las llantas son plásticos en color negro o aluminio.
- El freno funciona simultáneamente para el giro y el rodado.
- Capacidad de carga 120kg.
- El perno tiene cuerda M10.



Fig. 29 Llantas mod. PK2VFA

Este tipo de llantas tiene una gran resistencia, ideal para soportar el mecanismo interno de la máquina que es de aproximadamente 100 Kg.

El freno es necesario para evitar que se mueva una vez que la colocamos en su sitio.

El giro de la llanta también es importante, ya que permite su desplazamiento de mejor manera.

En la parte superior de la máquina esta el contenedor, el cual esta cubierto por un capelo y una rejilla en donde se colocan las hojas que se van a restaurar.

El capelo se levanta colocando el dedo en la muesca ubicada en la parte delantera

La rejilla se levanta para colocar la hoja que va a ser restaurada.

El contenedor tiene las preparaciones necesarias para que se puedan colocar estas piezas por medio de pernos de aluminio. También tiene topes para que asienten cuando están cerradas.

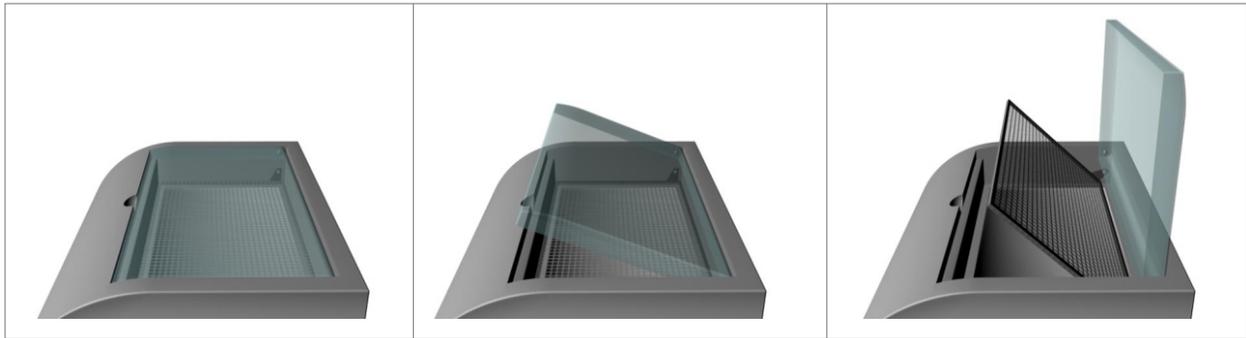


Fig. 30 Apertura del capelo y la rejilla

La rejilla tiene unas "orejas" en la parte posterior, que facilitan el giro para poder levantarla. Aquí observamos los ejes de giro en aluminio.

Las válvulas están colocadas en la parte frontal derecha, son fáciles de accionar y no estorban durante la operación de la máquina.

El control de encendido está colocado del lado izquierdo, se colocó en esta posición porque no estorba durante la operación y está en un lugar accesible para que lo accionen; en caso de que empujaran la máquina contra una pared, el dispositivo de encendido está a salvo porque no se encuentra expuesto, gracias al desnivel de la tapa.

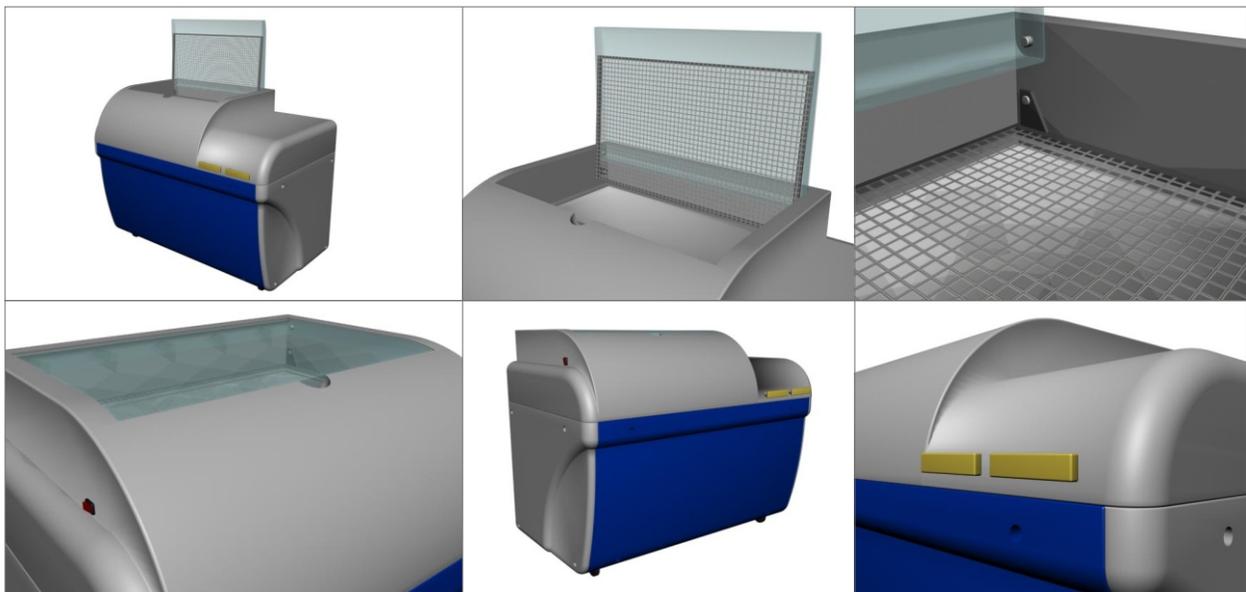


Fig. 31 Detalles (diseño final)

Para armar la máquina se colocan las piezas de plástico sobre la estructura metálica.

La estructura tiene unos barrenos en donde entran los pernos de las piezas; en cada perno se encuentra un imán con forma de anillo que sirve para que las piezas queden adheridas a la estructura sin necesidad de colocar tornillos. Las piezas del gabinete no están sometidas a ningún tipo de esfuerzo, por lo que es suficiente con la unión magnética.

Una vez que se colocan las piezas, estas pueden ser desmontadas en cualquier momento para poder realizar reparaciones en el mecanismo interno de la máquina. La única pieza que no es desmontable es la tapa, ya que las válvulas no le permiten separarse.



Fig. 32 Montaje de las cubiertas

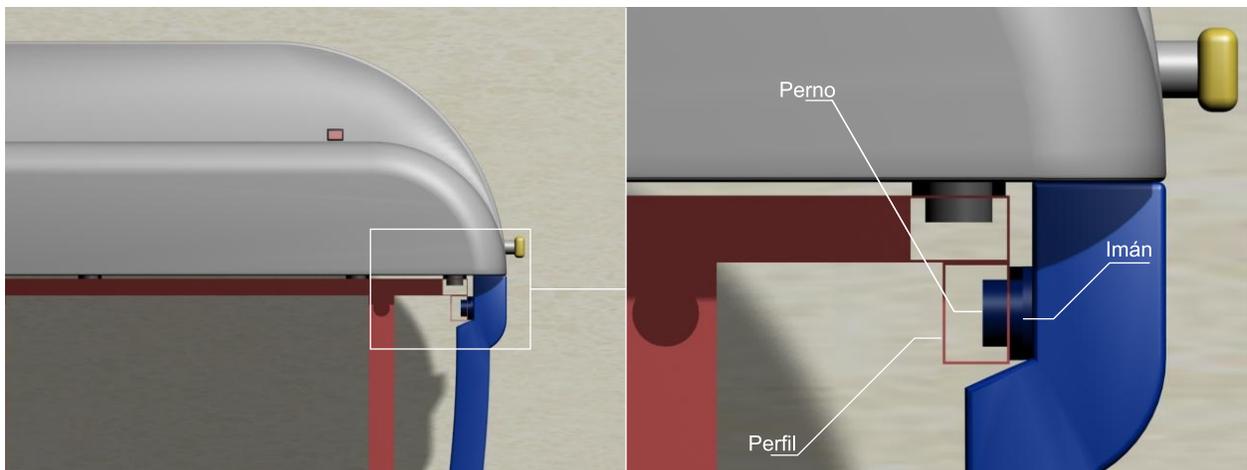
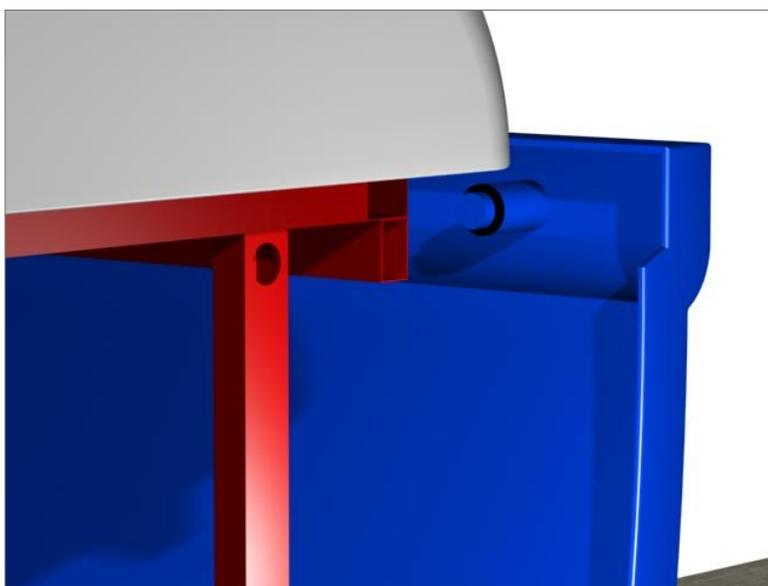


Fig. 33 Los pernos sirven como guía y los imanes como medio de adhesión



La tapa nos sirve como guía para colocar las demás piezas.

Fig. 34 Detalle de unión

La estructura es monolítica, para darle la resistencia necesaria, tiene un acabado primario rojo, para evitar la oxidación. En la base tiene unos soportes triangulares en donde se colocan las ruedas.



Fig. 35 Estructura

Las ruedas pueden girar sobre su eje para facilitar el movimiento. Podemos observar los puntos en donde se adhieren los imanes.

## 7.6 OPERACIONES

Es muy importante considerar como se realiza la operación de la máquina, ya que aquí es donde interviene el ser humano como el elemento principal y fundamental en la función práctica del producto.

Vamos a considerar las operaciones primarias y secundarias, entendiendo por primarias aquellas que se realizan para el funcionamiento práctico y secundarias aquellas en las que interviene una persona para realizar su mantenimiento, limpieza, disposición, etc.

### Operaciones Primarias

#### *Encendido de la máquina*



Fig. 36 Encendido de la máquina

### Accionamiento de las válvulas

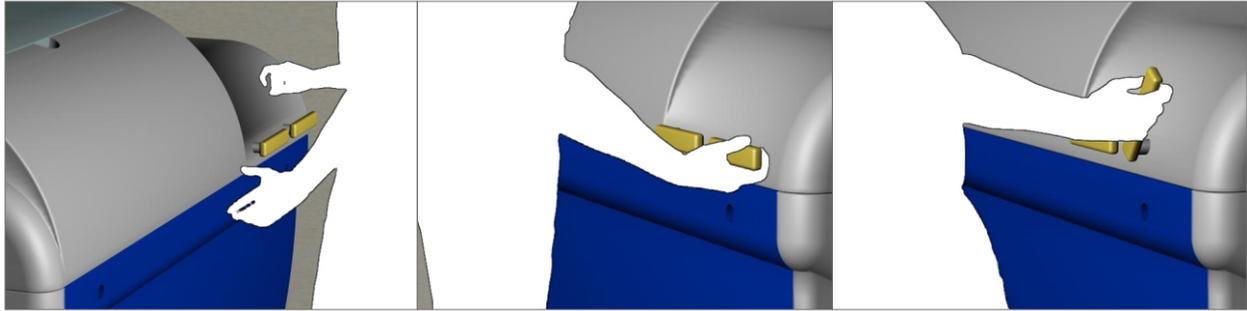


Fig. 37 Accionamiento de válvula 1

Las válvulas se ubican en la parte frontal derecha, se necesita un movimiento de extensión del brazo derecho para alcanzarlas y después un movimiento rotativo en sentido inverso a las manecillas del reloj.

Una vez que accionamos la primera válvula, repetimos los pasos para activar la segunda.

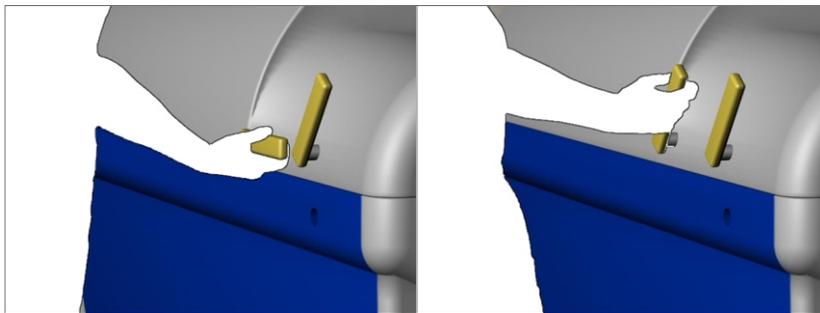


Fig. 38 Accionamiento de válvula 2

Para cerrar las válvulas se repiten los pasos en sentido inverso.

### Apertura del capelo y la rejilla

Para levantar el capelo se coloca el pulgar en la muesca ubicada en la parte superior frontal de la tapa y se empuja hacia arriba.

El capelo se levanta para acceder al contenedor y colocar la celulosa de papel y la hoja que se va a restaurar. Para levantar la rejilla flexionamos el brazo hacia adentro del contenedor y la levantamos del gancho colocado en la parte superior delantera.

Se empujan hacia atrás y se mantienen en posición vertical por si mismos.

La curvatura en la parte frontal ayuda al usuario a flexionarse para alcanzar la parte posterior, además de que no lastima, ya que carece de vértices o esquinas puntiagudas.

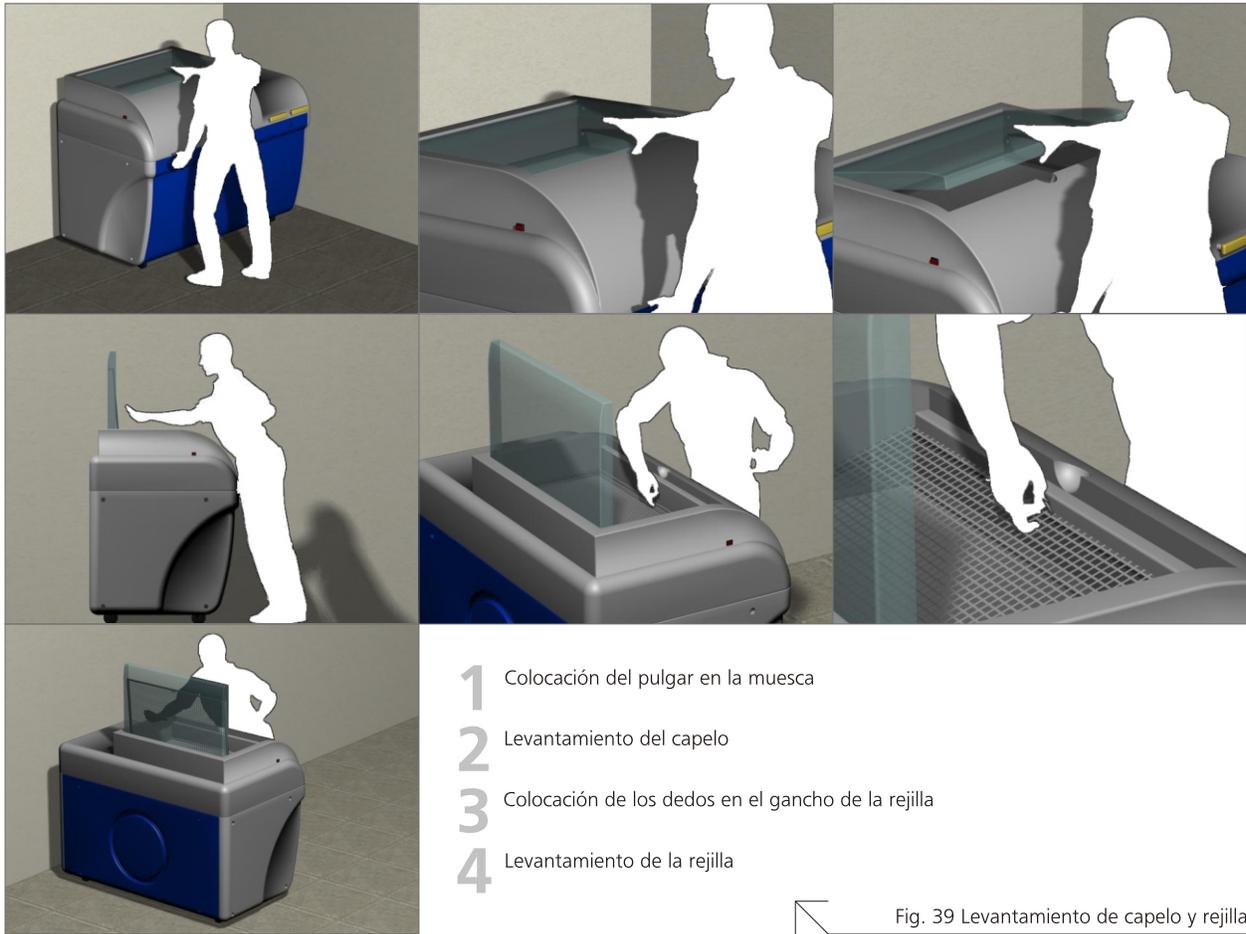


Fig. 39 Levantamiento de capelo y rejilla

**Operaciones Secundarias**

*Desmontaje de las cubiertas*

Para desmontar las cubiertas se desprende la parte inferior y después se retira completamente, no requiere de mucho esfuerzo ya que están unidas por medio de magnetismo y por pernos que sirven como guía para evitar que se muevan una vez que ya están colocadas. Al desprender totalmente la cubierta, nos brinda más espacio para trabajar, a diferencia de las reintegradoras que tienen puertas abatibles, que no permiten trabajar con la libertad necesaria.



Fig. 40 Desmontaje de la cubierta frontal

Para retirar las demás cubiertas solo se jala de la misma forma, esto nos brinda todo el espacio que necesitamos en caso de una compostura o para darle servicio a la máquina.

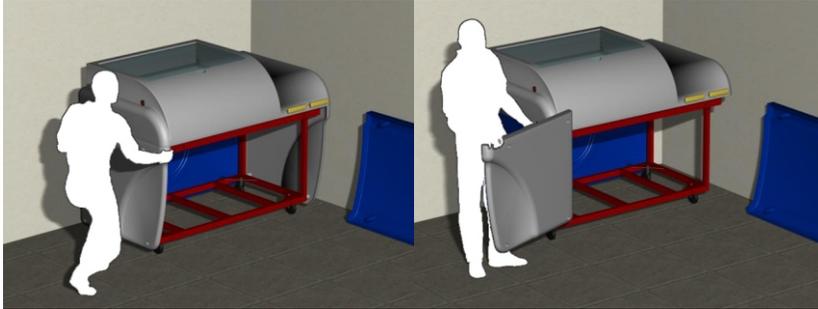


Fig. 41 Desmontaje de la cubierta lateral

#### *Desplazamiento de la máquina*

Gracias a las ruedas de la máquina, podemos desplazarla fácilmente sin importar la superficie en la que se encuentre. Una vez que la máquina esta en el lugar que necesitamos le ponemos el seguro a las ruedas y se mantiene fija.

Una persona sola es capaz de desplazar la máquina con ayuda de las ruedas.

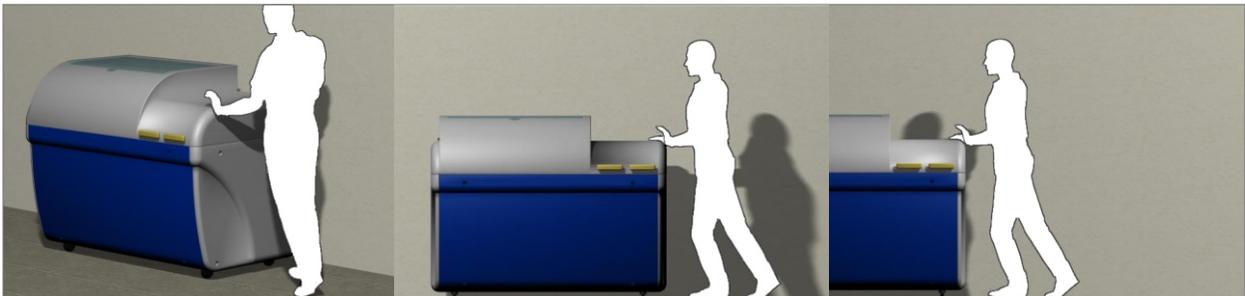


Fig. 42 Desplazamiento de la máquina

#### *Alimentación*

La alimentación es por medio de un cable de uso rudo retráctil calibre 12. El cable pasa por debajo de la estructura.

#### *Vistas generales de la máquina*

Por último podemos observar las vistas de la máquina en su presentación final, con todos los elementos necesarios para ser un producto de diseño industrial.

En el despiece podemos ver las partes que lo componen y la posición que ocupan en la máquina.

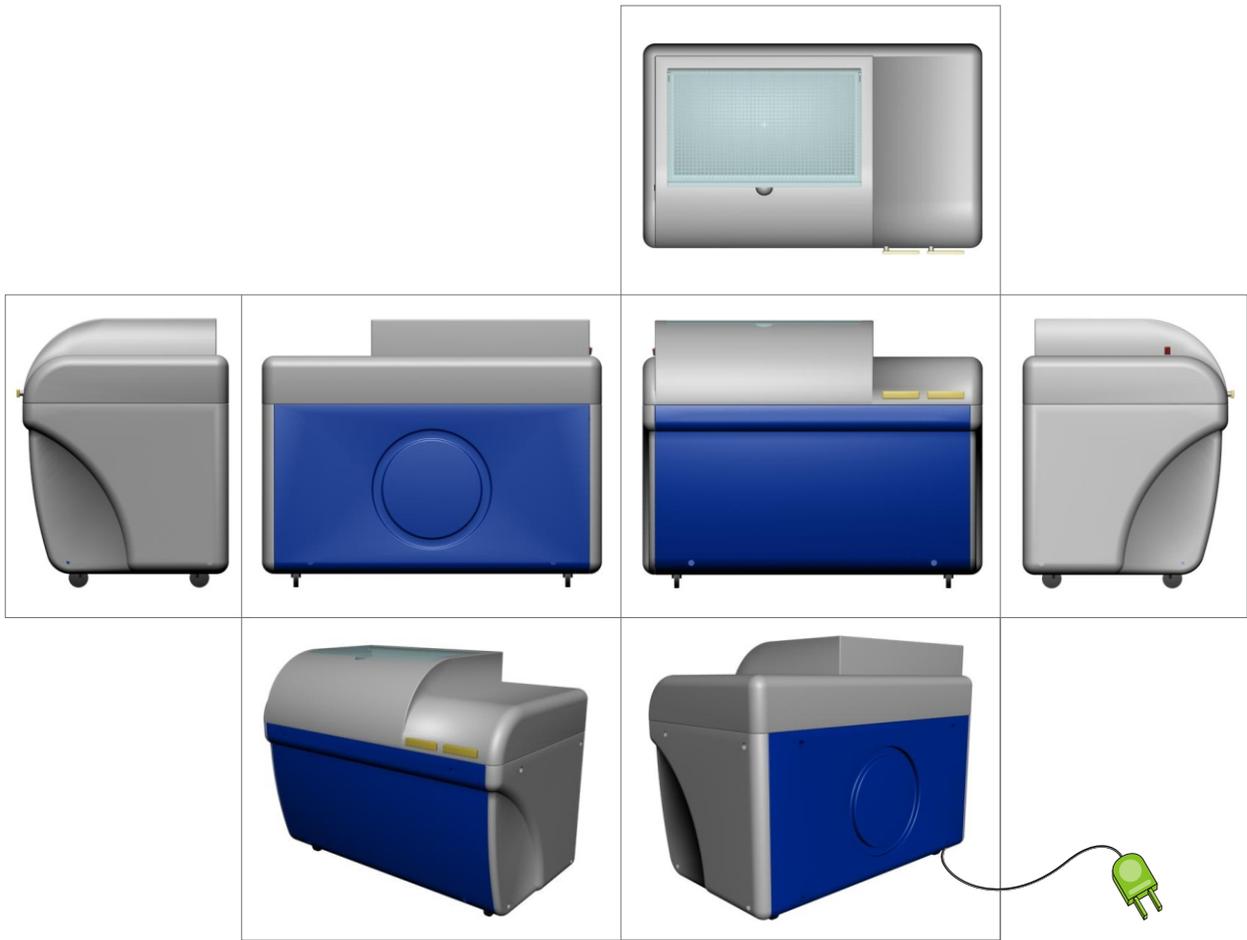


Fig. 43 Vistas generales y perspectivas

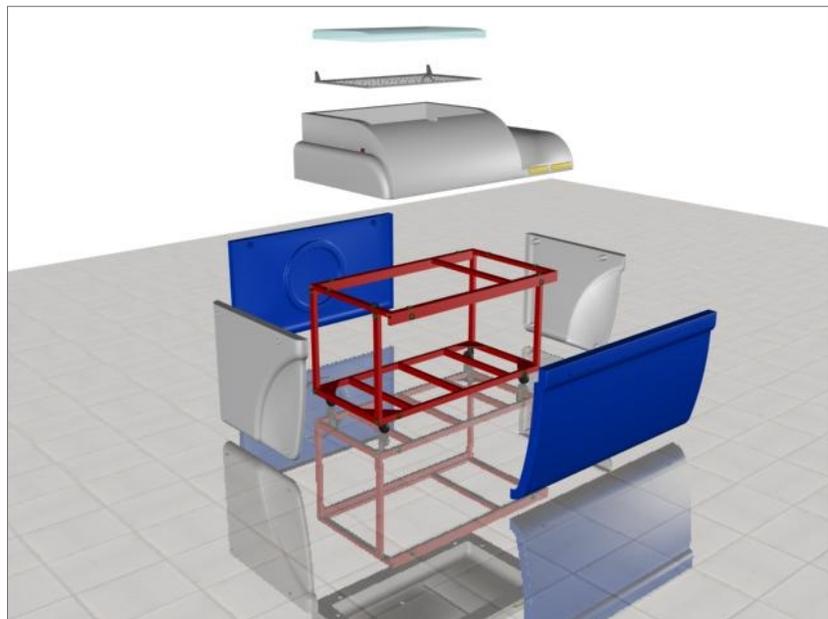


Fig. 44 Despiece

## 8. Selección Del Proceso

La elección del proceso es muy importante ya que de este depende las limitantes en cuanto al desarrollo del producto.

El proceso se elige de acuerdo a las características requeridas para la comercialización de un producto. Hay muchos aspectos que cuidar para su elección, uno de ellos es el tipo de producción que se tiene (alta, media o baja) de acuerdo al mercado al que dirigimos el producto. El material tiene que ser de acuerdo al diseño y al tipo de proceso; si se elige el plástico, por ejemplo, es necesario determinar cual es el tipo de plástico mas adecuado para conformar el producto y cual es el mas adecuado para el tipo de proceso elegido.

Una elección adecuada del proceso y el material nos proporciona todas las ventajas para tener un producto exitoso y con un costo razonable.

### 8.1 TIPOS DE PROCESOS

Considerando el volumen del gabinete y el tipo de producción tenemos cuatro opciones en el proceso: termoformado, moldeo por extrusión-soplo, fibra de vidrio reforzada con resina y rotomoldeo.

- El rotomoldeo tiene la ventaja de que se pueden formar piezas de gran tamaño.
- Si comparamos una máquina de rotomoldeo con una de extrusión soplo, la producción de la primera es mucho menor. Con esto se puede deducir que el proceso de rotomoldeo es para producciones medianas y bajas, sin embargo, utilizar varias cavidades y máquinas permite obtener volúmenes de producción muy altos.
- El peso de un producto puede reducirse utilizando el proceso de rotomoldeo.
- En el proceso de fibra de vidrio reforzada con resina se requiere de mucho tiempo para conformar una pieza.
- Si pensamos en el proceso de termoformado, necesitamos máquinas muy grandes para hacer las piezas del gabinete.
- El costo de moldes y herramientas para rotomoldeo es relativamente bajo.

En la siguiente tabla se pueden observar algunas características de estos procesos para distinguir con mayor facilidad sus ventajas y desventajas.

<b>FACTOR</b>	<b>ROTMOLDEO</b>	<b>SOPLADO</b>	<b>TERMOFORMADO</b>
Costo del equipo	bajo	muy alto	alto
Costo del molde	bajo	muy alto	alto
Tiempo de ciclo	largo	corto	corto
Capacidad de producción	alto	muy alto	alto
Limitaciones de diseño	algunas	muchas	muchas
Control de espesor	bueno	pobre	bueno
Control de dimensiones	bajo	alto	bajo
Esfuerzo intrínseco	muy bajo	alto	bajo
Limitaciones del material	algunas	algunas	algunas
Factor de desecho	muy bajo	alto	alto
Tamaño del producto	muy grande	pequeño	pequeño

Tabla 1 Procesos de producción

## 8.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Considerando las características de los procesos factibles, deducimos que el más adecuado es el rotomoldeo. A continuación observaremos sus ventajas y desventajas, para determinar si es el proceso ideal para nuestro producto.

### Ventajas del rotomoldeo

- Es posible moldear piezas de cualquier tamaño, sin embargo, a mayor tamaño del producto aumentan las ventajas del proceso.
- El costo de herramientas y moldes es relativamente bajo.
- El desperdicio de material es poco.
- Pueden aplicarse gráficos permanentes utilizando calcomanías que se colocan en el molde y se integran a la pieza durante el ciclo de horneado.
- Pueden mejorarse las características mecánicas, creando columnas internas o unión de caras en zonas específicas del producto, durante el proceso de reducción.

### Desventajas del rotomoldeo

- Obtener piezas con dimensiones exactas, similares a las del proceso de moldeo por inyección es difícil.
- Las condiciones del medio ambiente pueden ocasionar variaciones en las dimensiones de las piezas.
- La duración del ciclo de horneado combinado con las altas temperaturas que se utilizan en el rotomoldeo traen consigo un riesgo de degradación química del material.

En nuestro producto no se necesita una precisión exacta como en las piezas de ingeniería, por lo que realmente no nos afectan las desventajas en cuanto a cambios en la dimensión de las piezas.

## 8.3 PROCESO DE ROTOMOLDEO

Ahora que hemos determinado el proceso de forma definitiva, hablaremos un poco del proceso de rotomoldeo.

El rotomoldeo consiste en cargar un molde hueco, con material plástico en forma de polvo o líquido. El producto es formado en el interior de un molde que gira biaxialmente dentro de una cámara caliente. El rotomoldeo es utilizado tradicionalmente para moldear objetos largos y simples, tales como tinacos, tanques para la agricultura, juguetes, etc. Sin embargo la variedad de formas que pueden moldearse por este proceso son ilimitadas.

El material más comúnmente utilizado es el polietileno (PEBD, PELMD, PEAD y XLPE). Sin embargo existen otros materiales que pueden ser transformados por este proceso: PVC, Policarbonato, Nylon, Polipropileno, etc.

La industria se inició en 1946 con los plastisoles líquidos. El polietileno pulverizado fue introducido en la industria en 1961, lo cual permitió una expansión hacia nuevas y más exigentes aplicaciones.

El proceso de rotomoldeo es un proceso simple de cuatro etapas que usa un molde de paredes delgadas y características de buena transmisión de calor. Este molde cerrado requiere una entrada para la inserción del plástico y la posibilidad de ser abierto para que se puedan retirar las partes curadas.

En general se coloca plástico en polvo y seco que rota simultáneamente entre los dos ejes ubicados perpendicularmente. Con la rotación lenta de los ejes, el material cae en el fondo y crea un camino que cubre toda la superficie del molde por igual. Este proceso es capaz de moldear elementos huecos pequeños y grandes con un espesor de paredes relativamente uniforme.

## 8.4 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO

El proceso de rotomoldeo se basa en la capacidad del polímero para adquirir la forma del molde sin la aplicación de ninguna presión, por lo tanto, la materia prima en forma de gránulos (pellets) es inadecuada.

El estado idóneo para garantizar excelente fluidez es el polvo.

Para reducir el tamaño de los pellets se utiliza un molino que los tritura generando partículas de plástico. El tamaño ideal de la partícula es de 35 mesh, esta es la medida de una malla especial por la que tiene que pasar el 95% de la muestra del material pulverizado.

El primer material que se utilizó al surgir la técnica del rotomoldeo fue el PVC, sin embargo, con el transcurso del tiempo surgieron materiales que poseían características más adecuadas para este proceso y por ende, lo desplazaron rápidamente. En la actualidad, el PE es el material mas utilizado, abarcando aproximadamente el 85% del mercado total de esta industria.

En nuestro producto utilizaremos polietileno de alta densidad PEAD, ya que cumple con los requerimientos necesarios.

En la siguiente tabla podemos observar las características de este material, así como sus principales usos.

Ya se realizó una comparativa con los otros materiales y se decidió que este es el más adecuado, tanto por sus propiedades como por su costo.

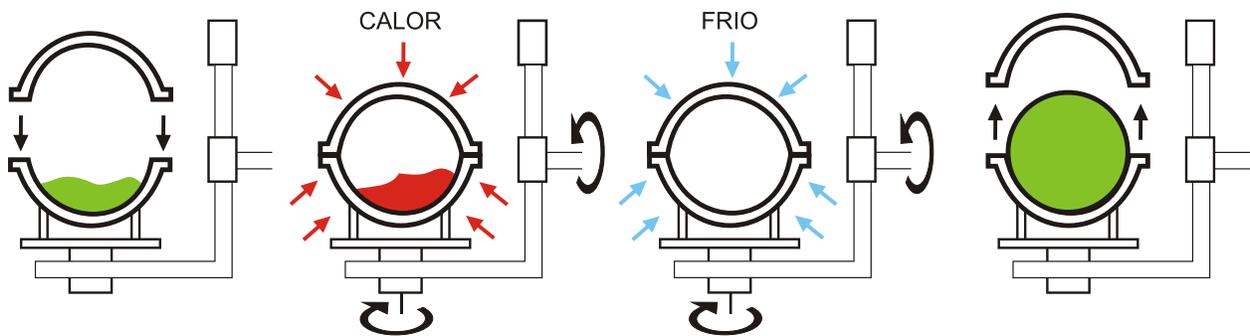


Fig 45 Etapas de rotomoldeo

RESINA	CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN
PEAD	Densidad en el rango de 0.941 - 0.965 gr/cm <sup>3</sup> Alto grado de cristalinidad, por lo que es un material opaco Contracción inestable aproximadamente 3 % A mayor densidad menor permeabilidad por lo que presenta mejores características en este aspecto que el PEBD y PELBD Excelente rigidez, dureza y resistencia a la tensión Baja elongación Alta resistencia al impacto Excelente aislante eléctrico, sin embargo, conserva las cargas eléctricas Temperatura de deflexión en el rango de 60 a 65° C Bajo ESCR Soporta ácidos fuertes no oxidantes y bases fuertes Cumple los requerimientos de la FDA	Botes lecheros, ductos de aire, carcasas contenedores, etc.

Tabla 2 Características del PEAD

## 8.5 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO

Una de las principales consideraciones en el diseño es el espesor de pared, el cual se determina dependiendo de los esfuerzos mecánicos a los cuales esta sometida la pieza y al tamaño de ésta.

Las piezas de nuestro diseño no están sometidas a esfuerzos mecánicos, y su principal función es la de recubrimiento; no se necesita que sean demasiado reforzadas; sin embargo, deben tener el espesor suficiente debido a su tamaño.

Se consideró un espesor de 5mm, siendo éste adecuado para el material (en el polietileno el espesor ideal esta entre 1.5 y 12.7mm) y para estructurar las piezas.

En el diseño de las piezas se tomó en cuenta la ley de los espesores, la cual nos señala que la distancia mínima entre paredes es de 3 veces el espesor de pared nominal y la óptima es de 5 veces ese espesor.

También se consideraron los relieves estructurales en las secciones largas y planas, así como el aprovechamiento en el diseño de piezas para que de un solo molde se puedan realizar dos piezas que son separadas por procesos secundarios.

La distancia entre paredes de la tapa es de 10 veces el espesor, de esta forma la distribución del plástico es buena y además permite colocar los tornillos que sirven para rotar las rejillas y el capelo.

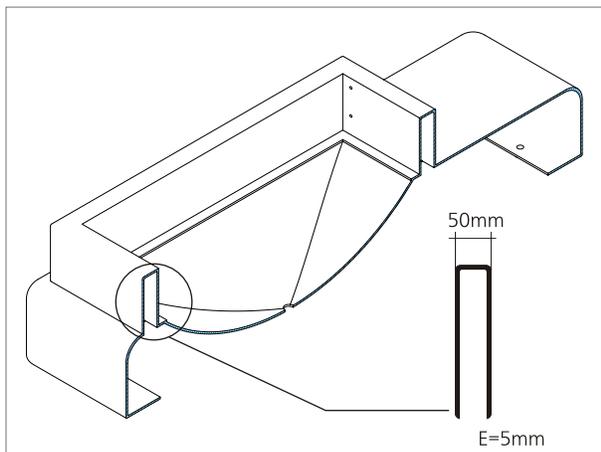


Fig 46 Distancia entre paredes

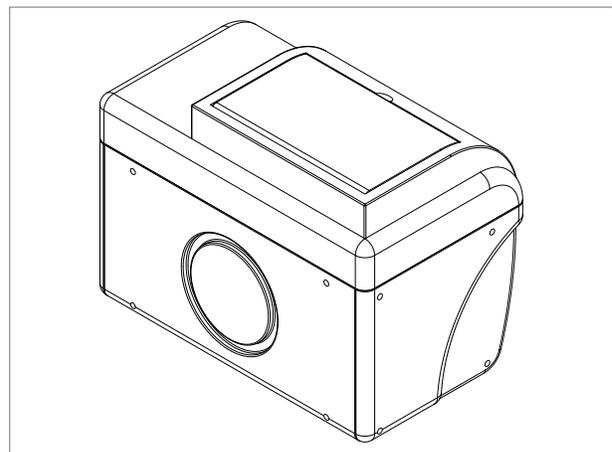


Fig 47 Relieves estructurales

Para mejorar el comportamiento mecánico del producto es necesario tener refuerzos perimetrales, que en este caso son de tipo escalonado. Gracias a este tipo de refuerzo las piezas no presentan problemas de pandeo.

Otro factor que hay que considerar son los ángulos de salida. Es importante estudiar adecuadamente el diseño de cada pieza para evitar los ángulos negativos que provoquen problemas cuando retiramos el molde.

En algunas piezas se llevan a cabo procesos secundarios; es importante considerar como se van a realizar estos procesos para optimizar el tiempo y el trabajo.

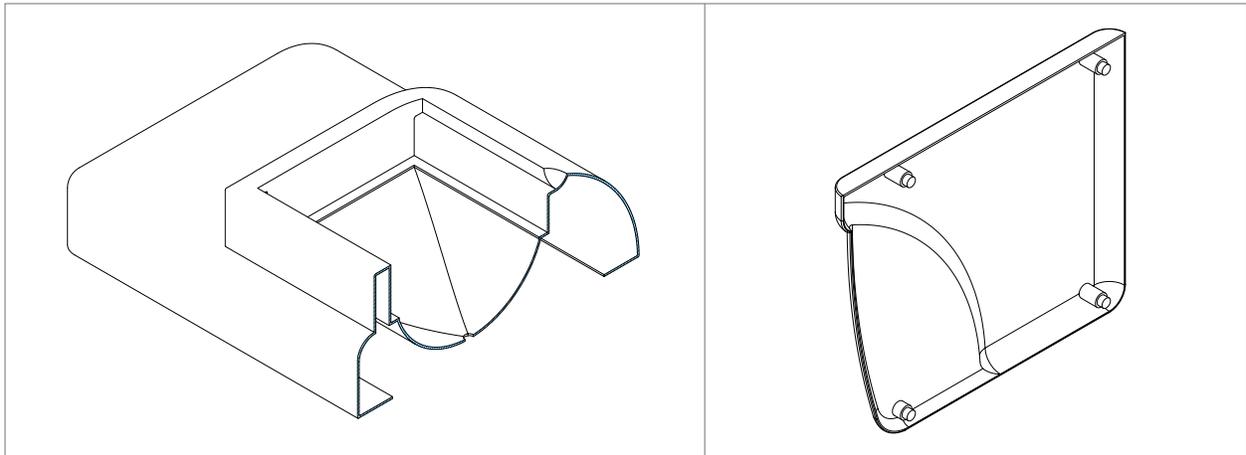


Fig 48 Refuerzos perimetrales escalonados

## 8.6 CRITERIO DE MOLDES

El aprovechamiento de los moldes es una ventaja, ya que esto nos reduce costos y tiempo de producción.

Para la conformación de las piezas del producto se pensó en utilizar un molde para formar dos piezas, separadas por medio de un proceso secundario (reuter).

Esto es posible en las piezas que no presentan formas complicadas; en este caso la única pieza complicada es la cubierta superior, por lo que el aprovechamiento es bastante.

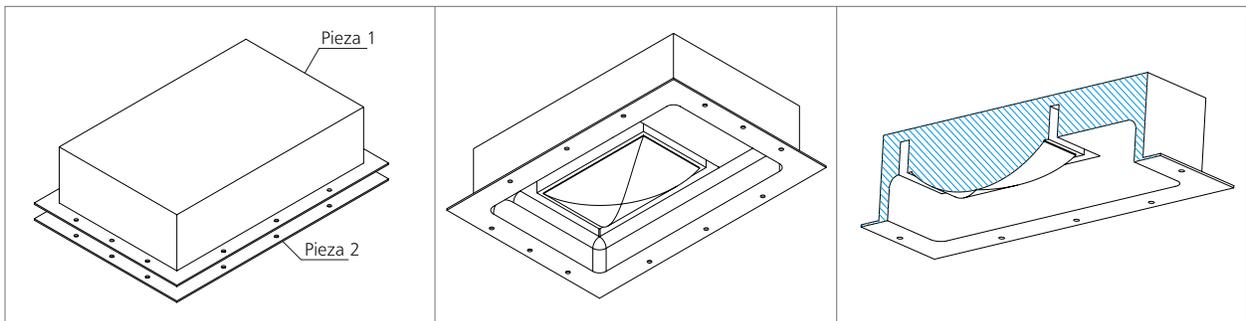


Fig 49 Molde de cubierta superior

La unión del molde en la tapa superior es imperceptible, ya que se ubica en la parte inferior de la pieza.

Las tapas laterales, se hacen de un solo molde, posteriormente se cortan por medio de un maquinado secundario teniendo un mínimo de desperdicio.

La tapa frontal y la posterior también se forman con un solo molde.

Al utilizar un molde para dos piezas, no solo reducimos los costos de moldes, sino también los del material. En las piezas debemos considerar que la distancia entre los pivotes debe ser 5 veces el espesor del material para que el plástico fluya correctamente.

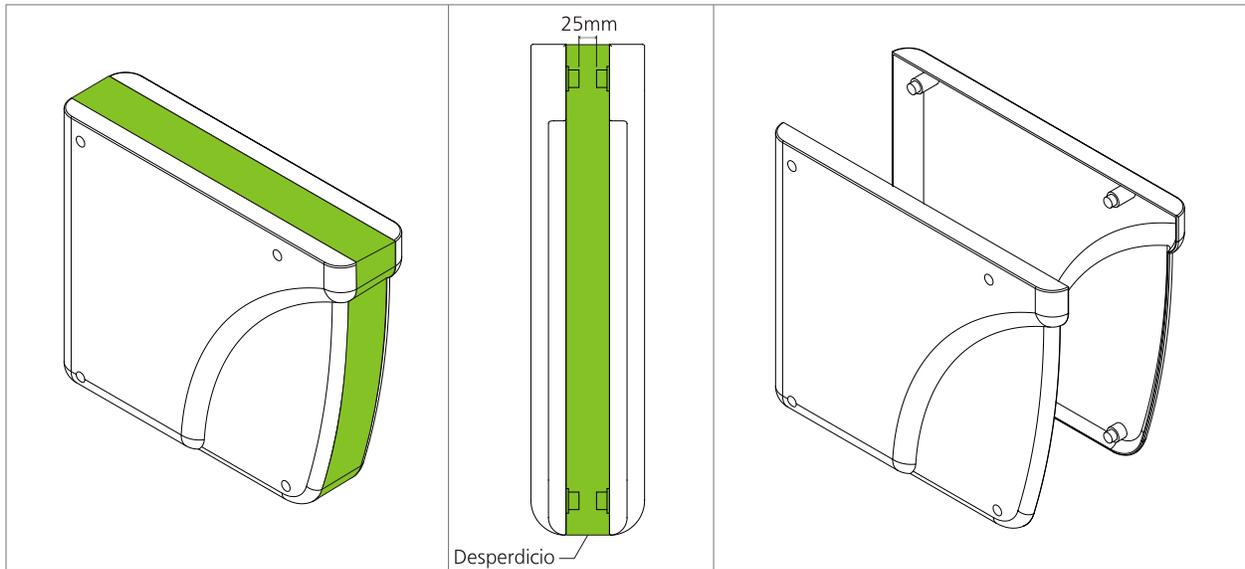


Fig 50 Molde de cubiertas laterales

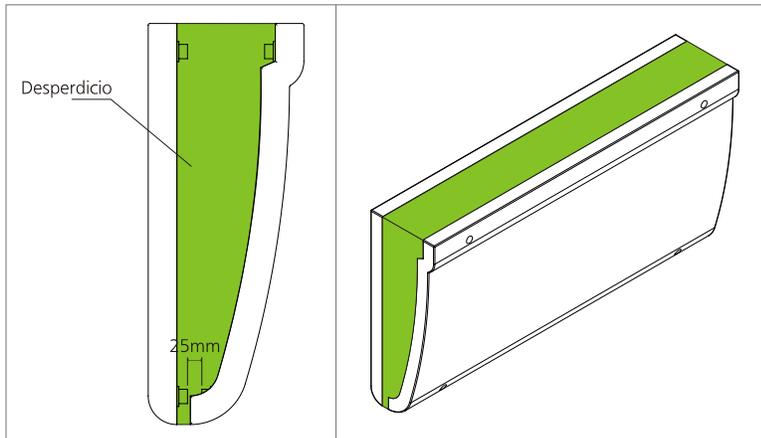


Fig 51 Molde de cubiertas frontal y posterior

## 8.7 ESTRUCTURA

Para fabricar la estructura se utiliza perfil tubular de 1" x 1 1/2". Es una estructura monolítica que nos proporciona la estabilidad y el soporte necesario para el sustento del mecanismo y la colocación de las piezas del gabinete.

El gabinete se une a la estructura por medio de imanes. Cada pieza cuenta con pivotes que sirven como guía para ubicarla en la estructura.

En la parte inferior de la estructura se colocan cuatro llantas mod. PFVFA en unos soportes triangulares de lámina cal. 11, para facilitar el movimiento de la máquina.

La estructura funciona como el medio de unión de los elementos del gabinete, éstos se unen mediante pivotes que se insertan en los orificios de la estructura y se adhieren por medio de imanes.

Las ruedas se colocan en la parte inferior de la estructura, en los soportes de forma triangular que van soldados en las esquinas, los cuales también proporcionan mayor resistencia a la estructura.

Los travesaños inferiores le dan rigidez a la estructura y sirven para colocar el mecanismo, el travesaño superior sirve para dar rigidez y colocar un contenedor del mecanismo.

El capelo se termoforma y posteriormente se barrena para formar los ejes de giro.

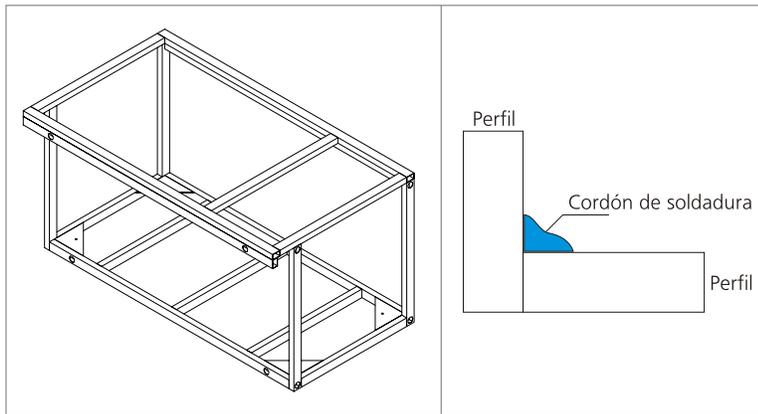


Fig 52 Estructura

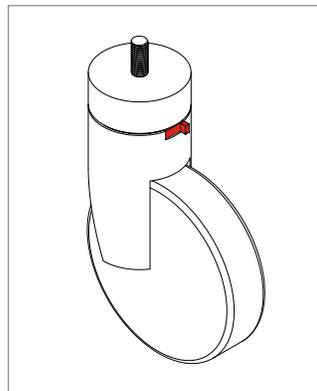


Fig 53 Llanta con freno

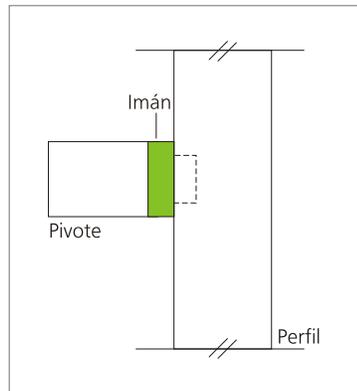


Fig 54 Unión magnética

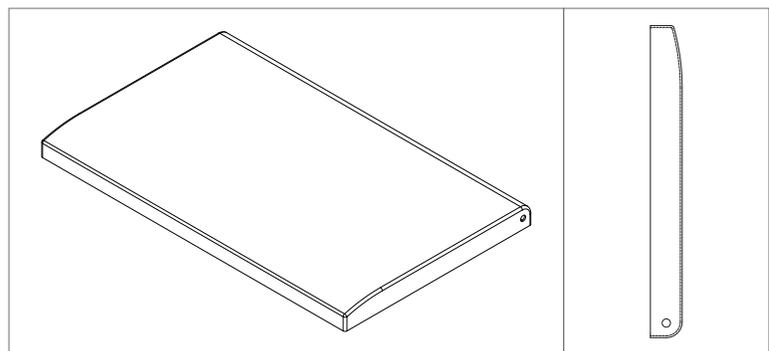


Fig 55 Capelo

## 8.8 EMPAQUE

Para empacar el producto se coloca en una bolsa de polietileno de baja densidad y después se colocan soportes de poliestireno expandido para protegerlo por todas las caras

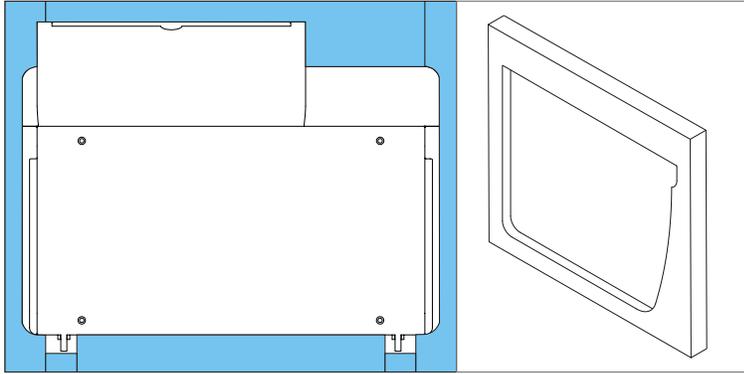


Fig 56 Protecciones de poliestireno expandido

La caja debe tener los gráficos adecuados que indiquen como se estiba, por donde se abre, la posición, y las medidas de seguridad. Está fabricada con cartón doble corrugado.



Fig 57 Diseño del empaque

Se hicieron las propuestas de los gráficos publicitarios para la identidad de marca.

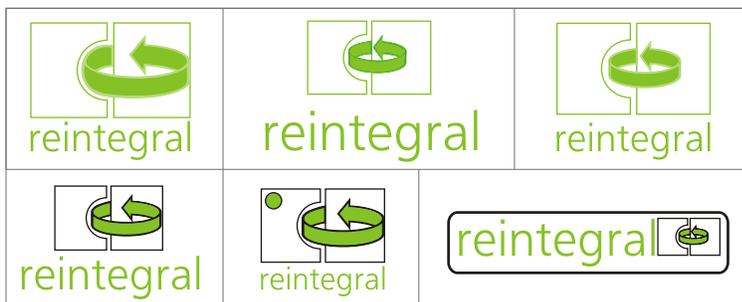
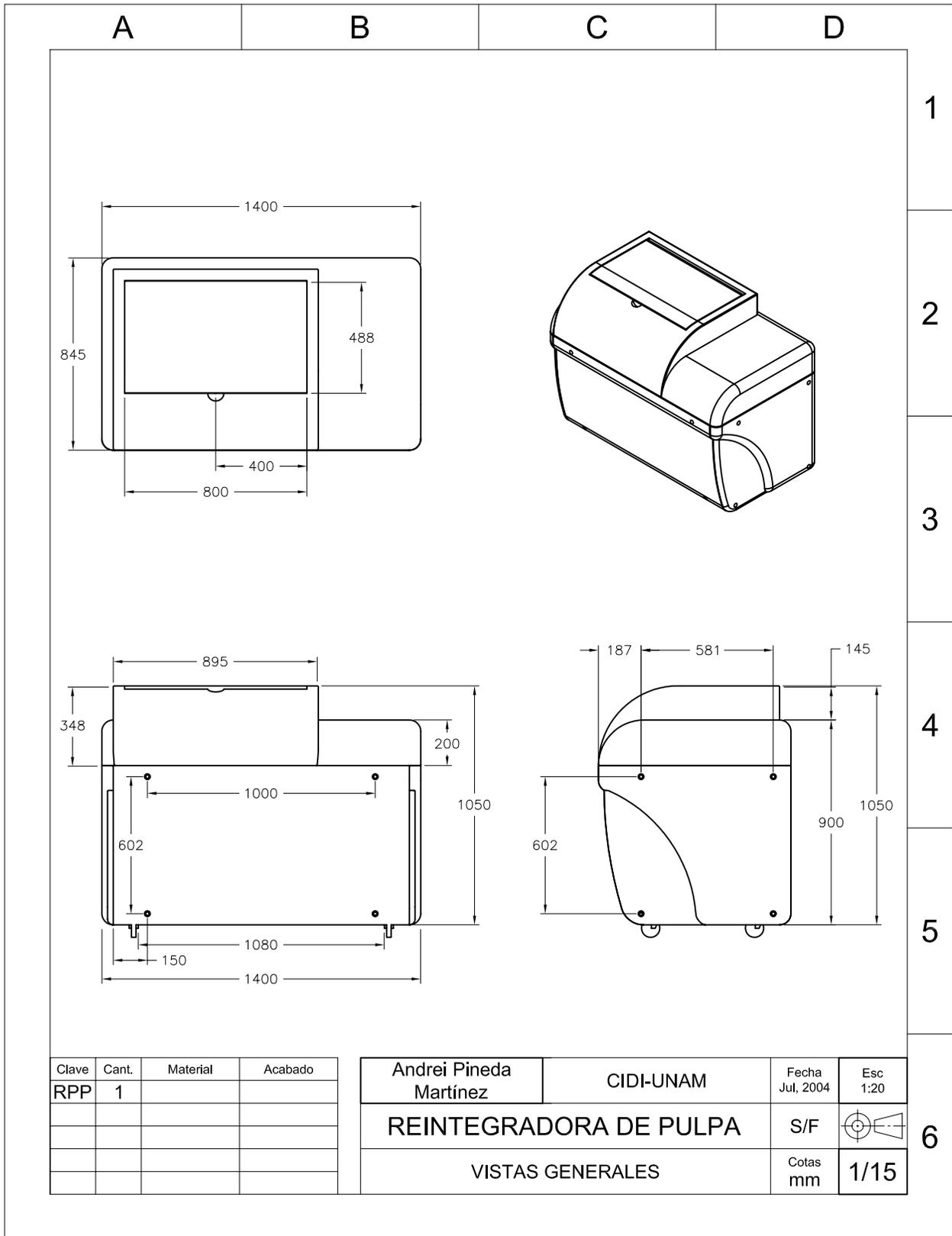
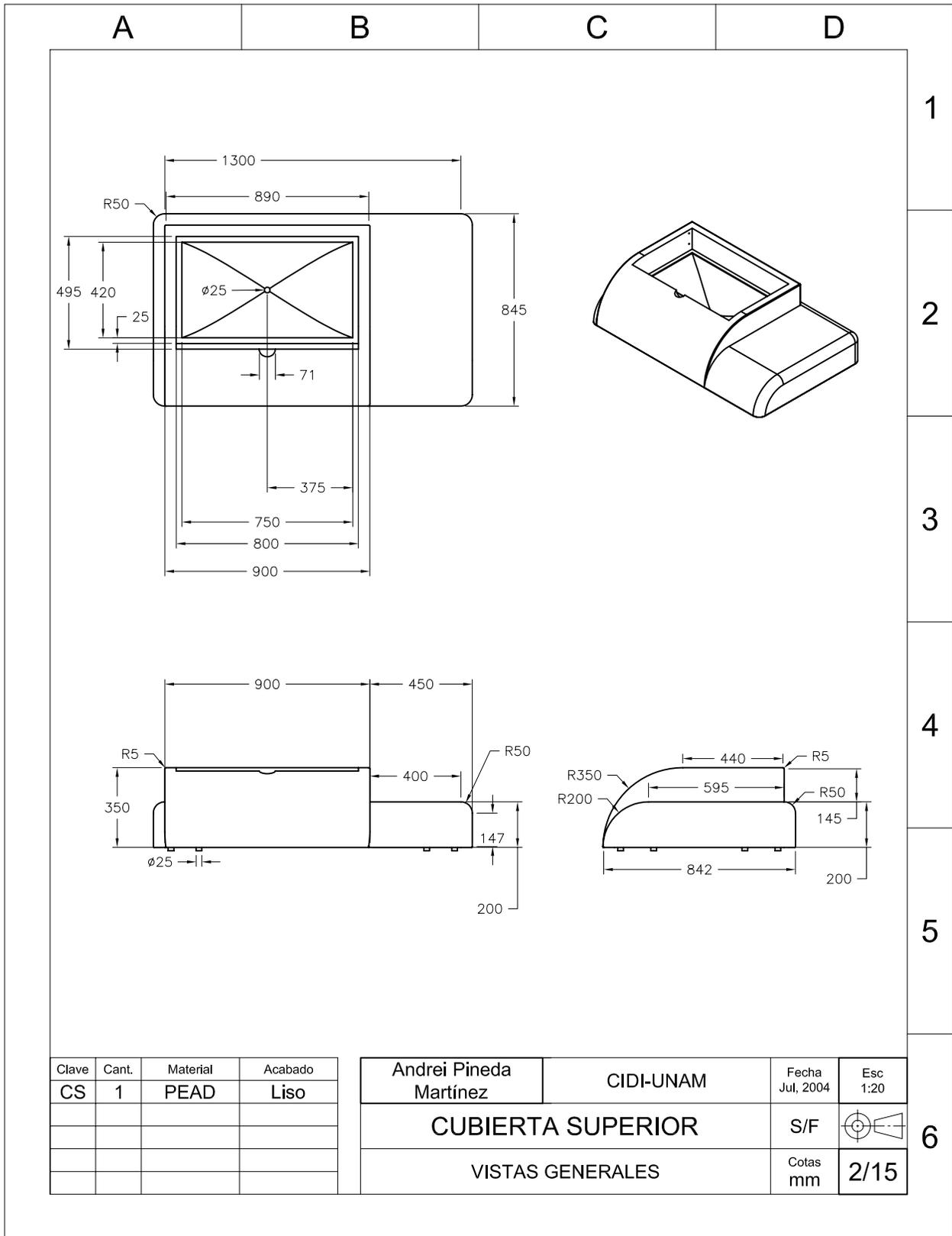
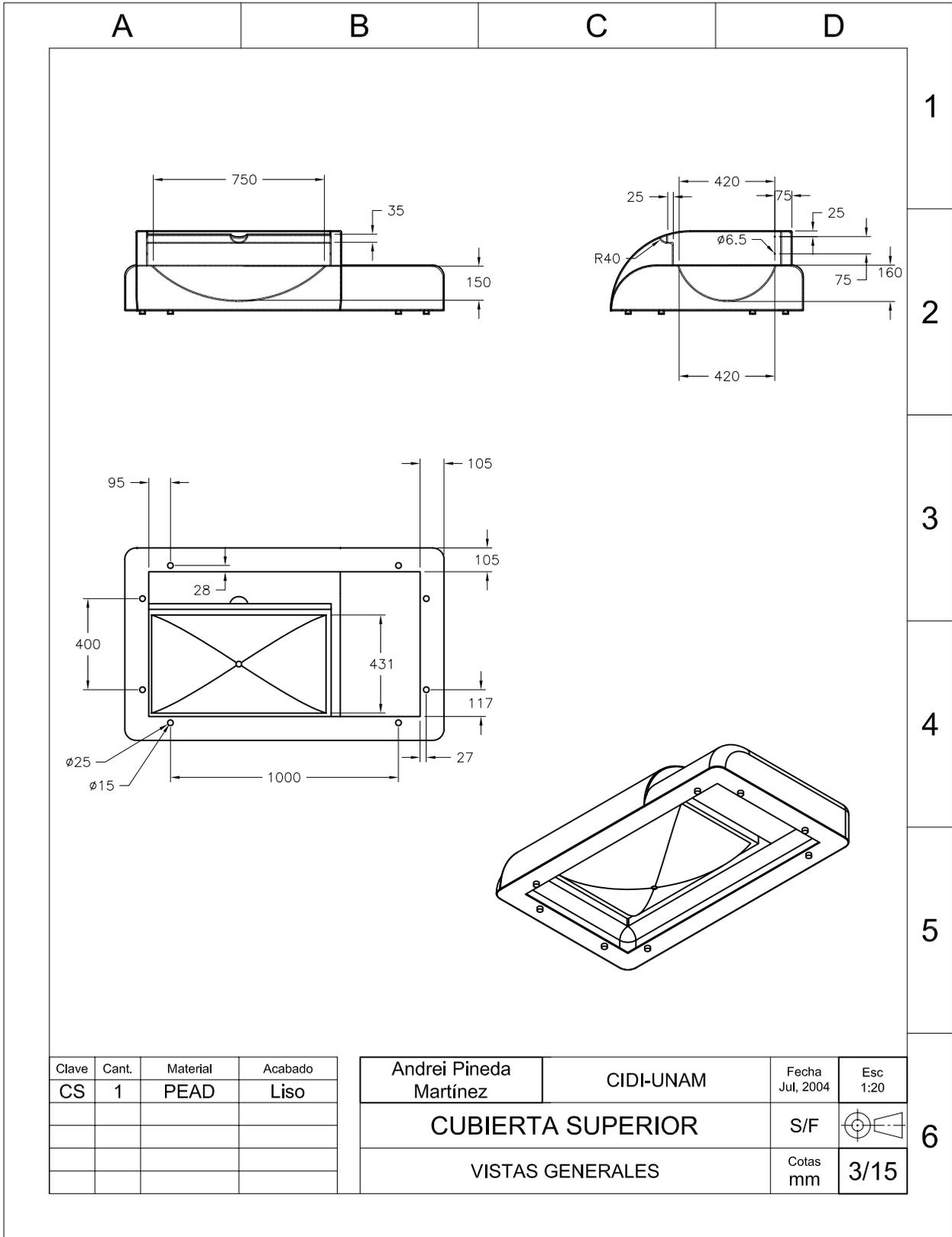


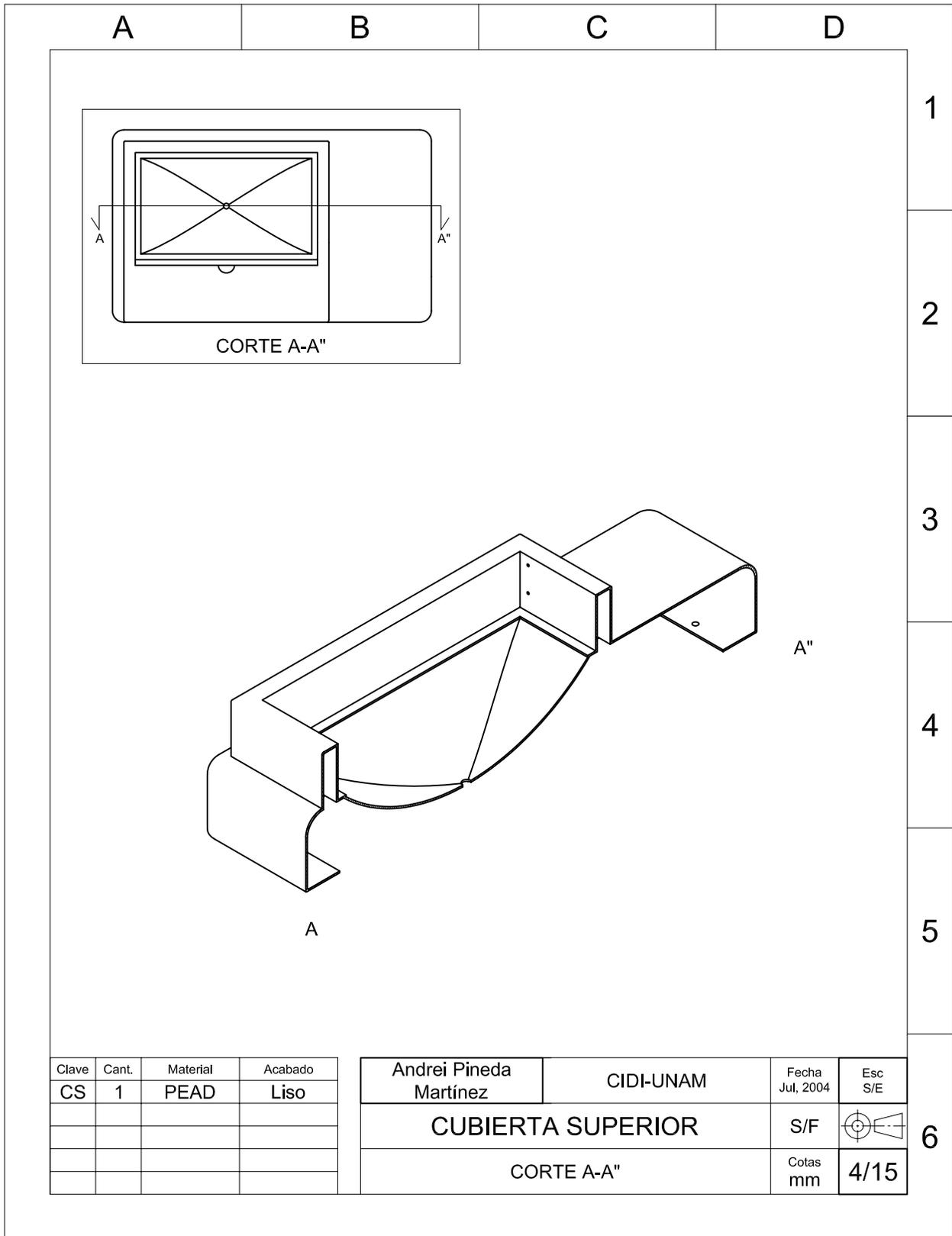
Fig 58 Logos para identidad de marca

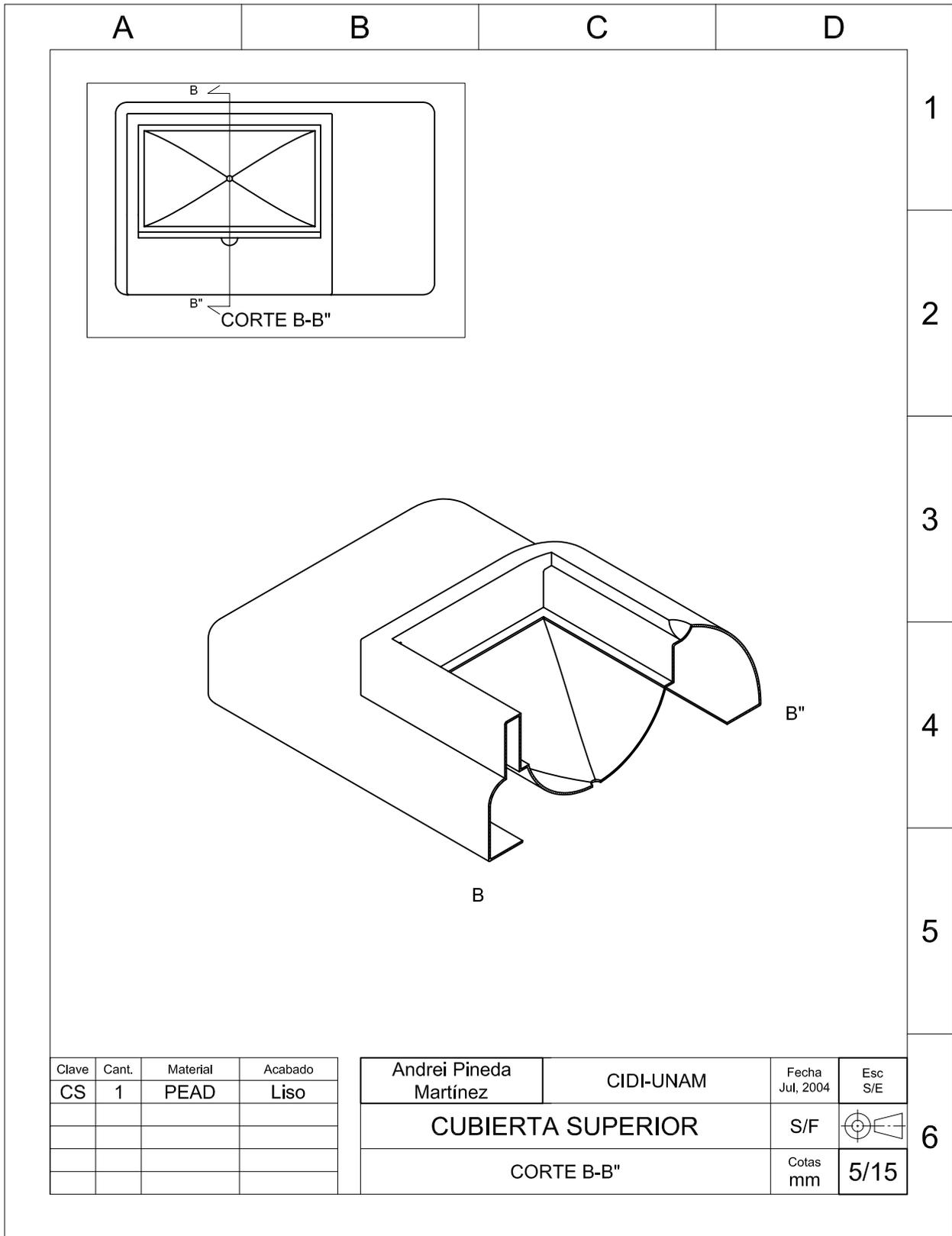
# 9. Planos

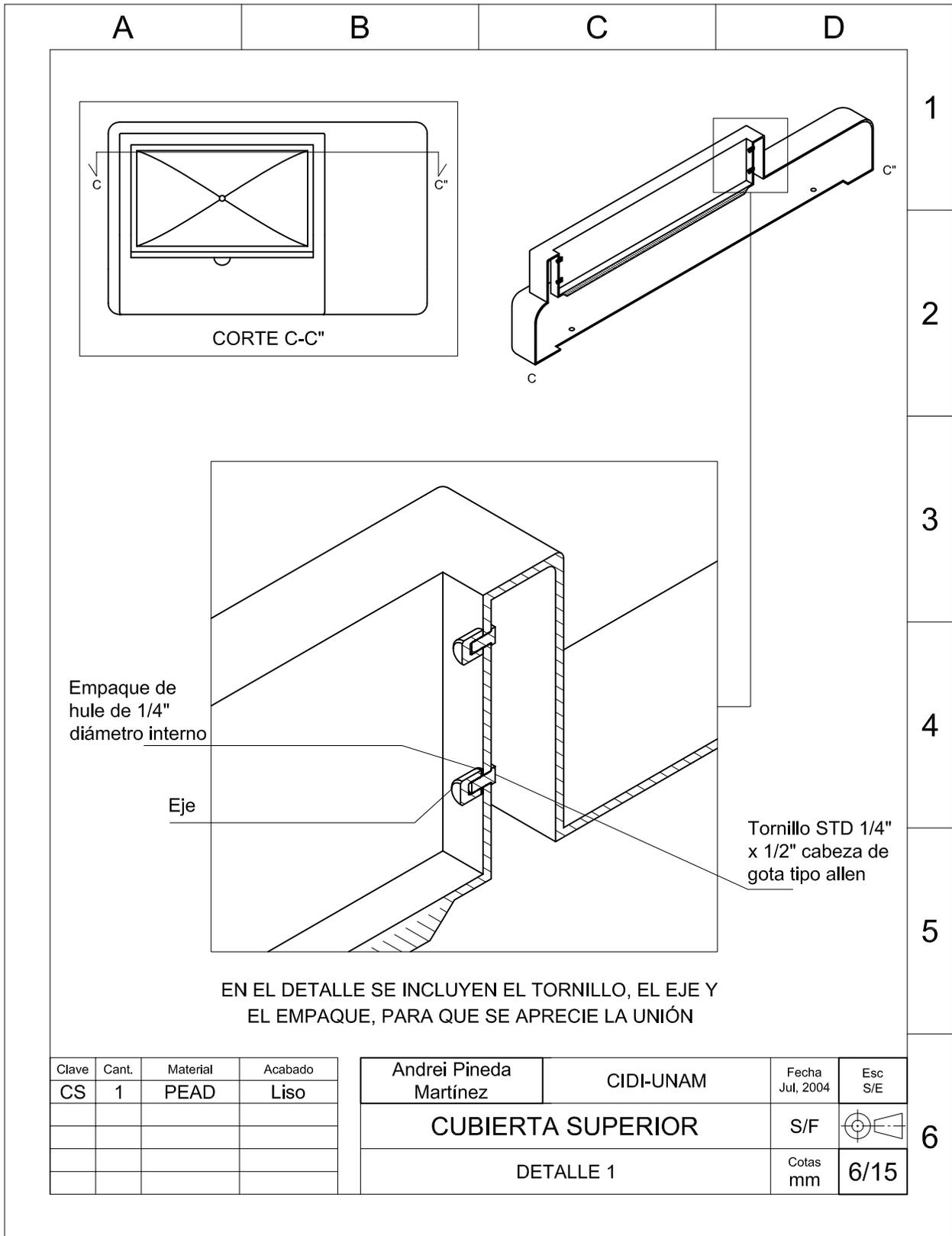


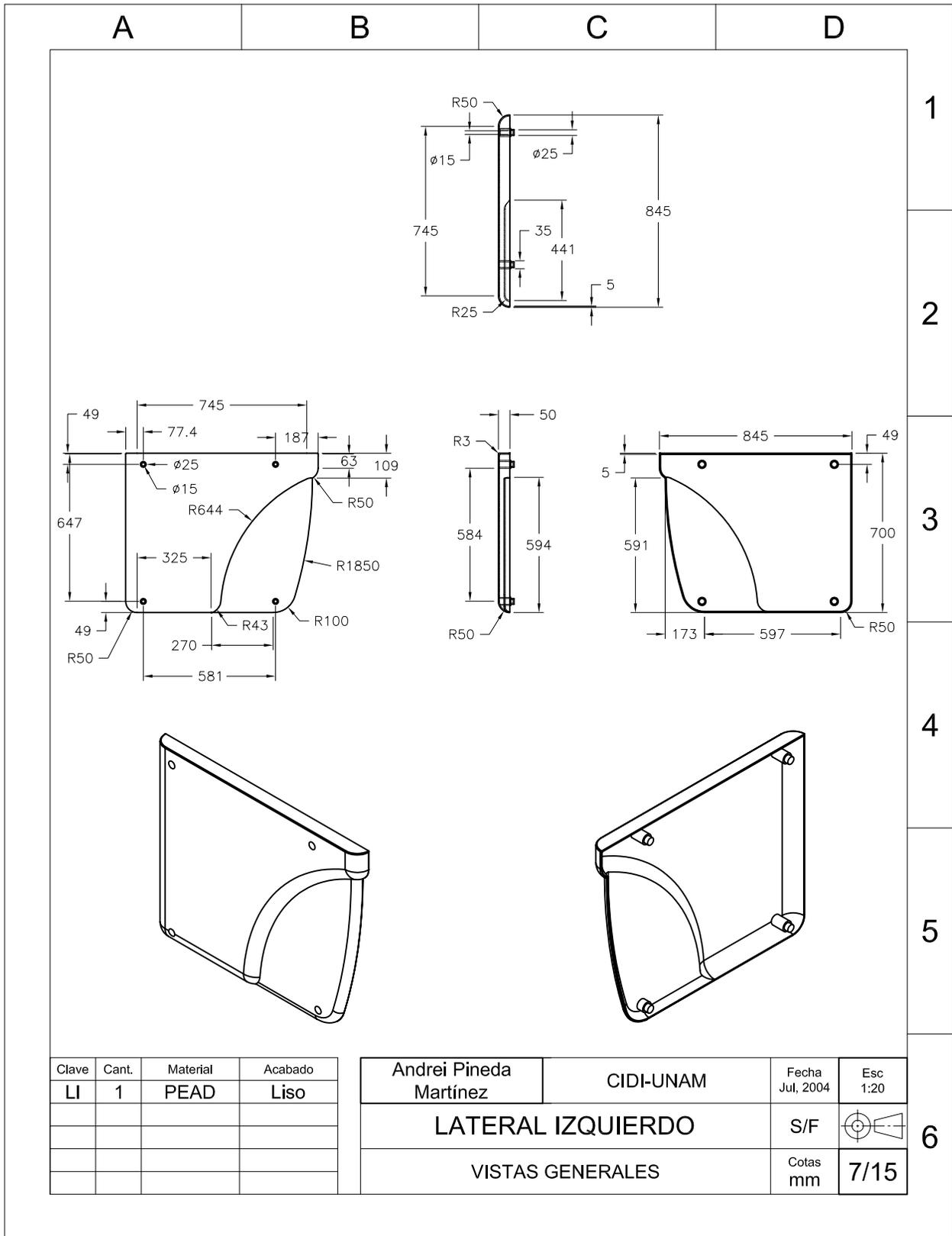


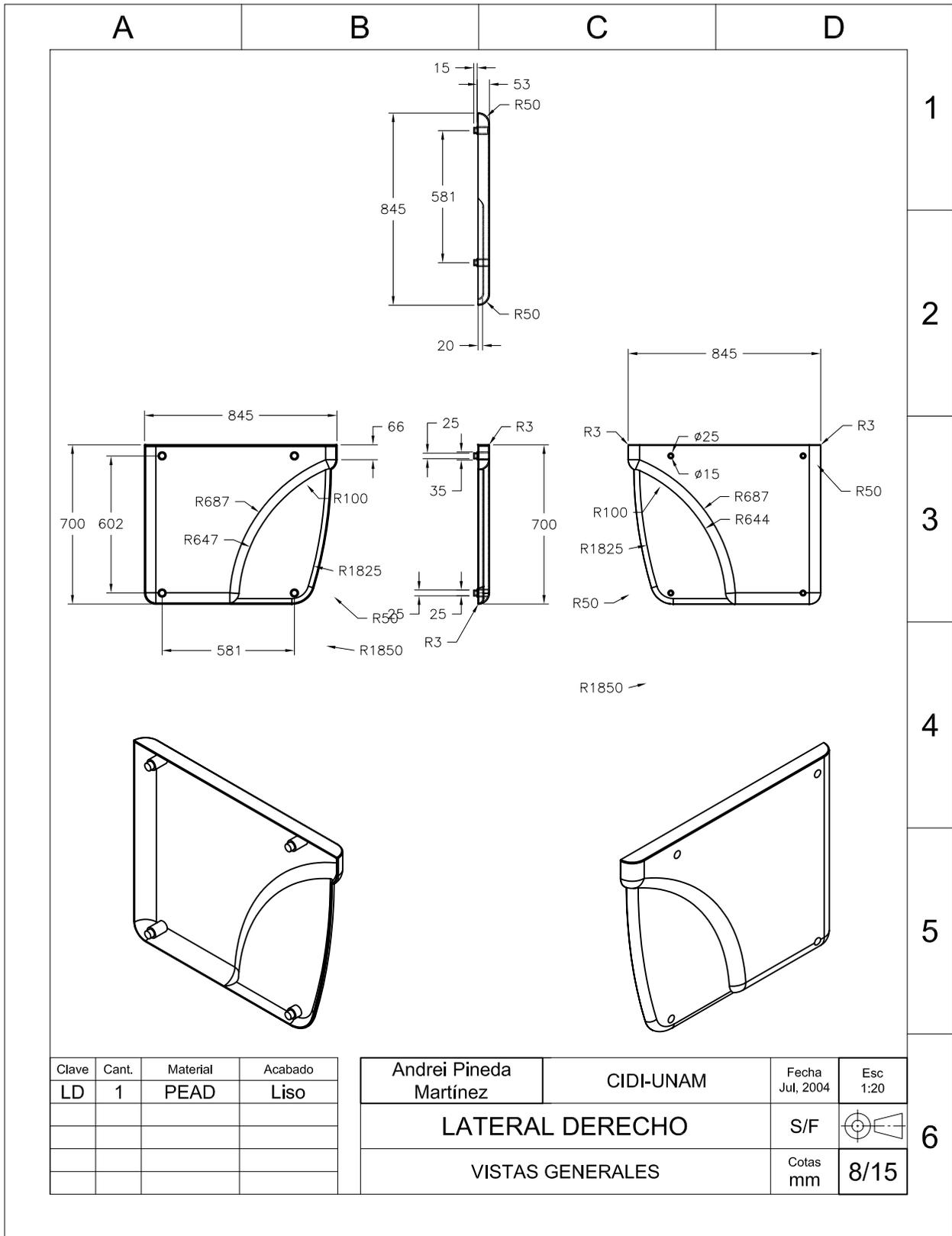












1

2

3

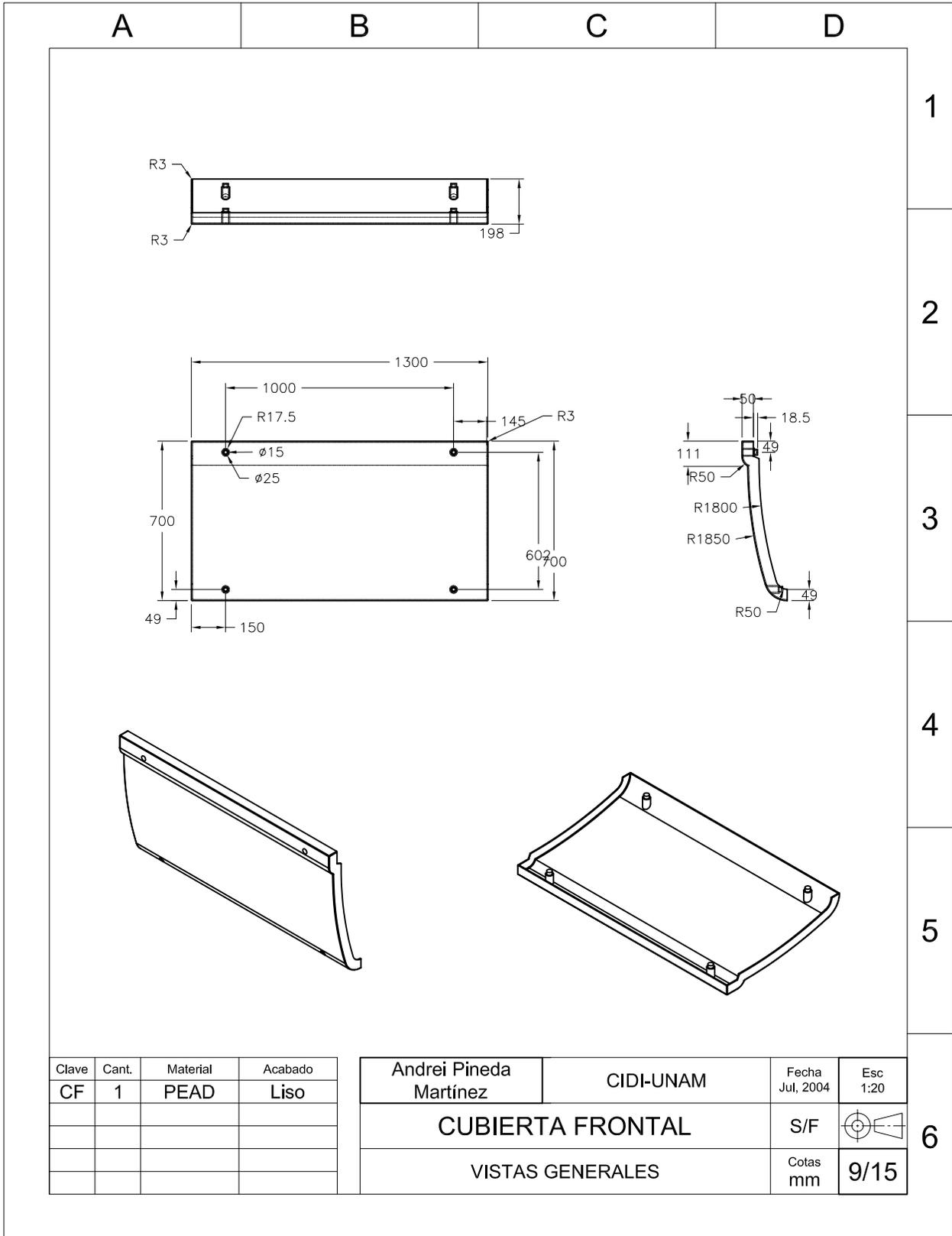
4

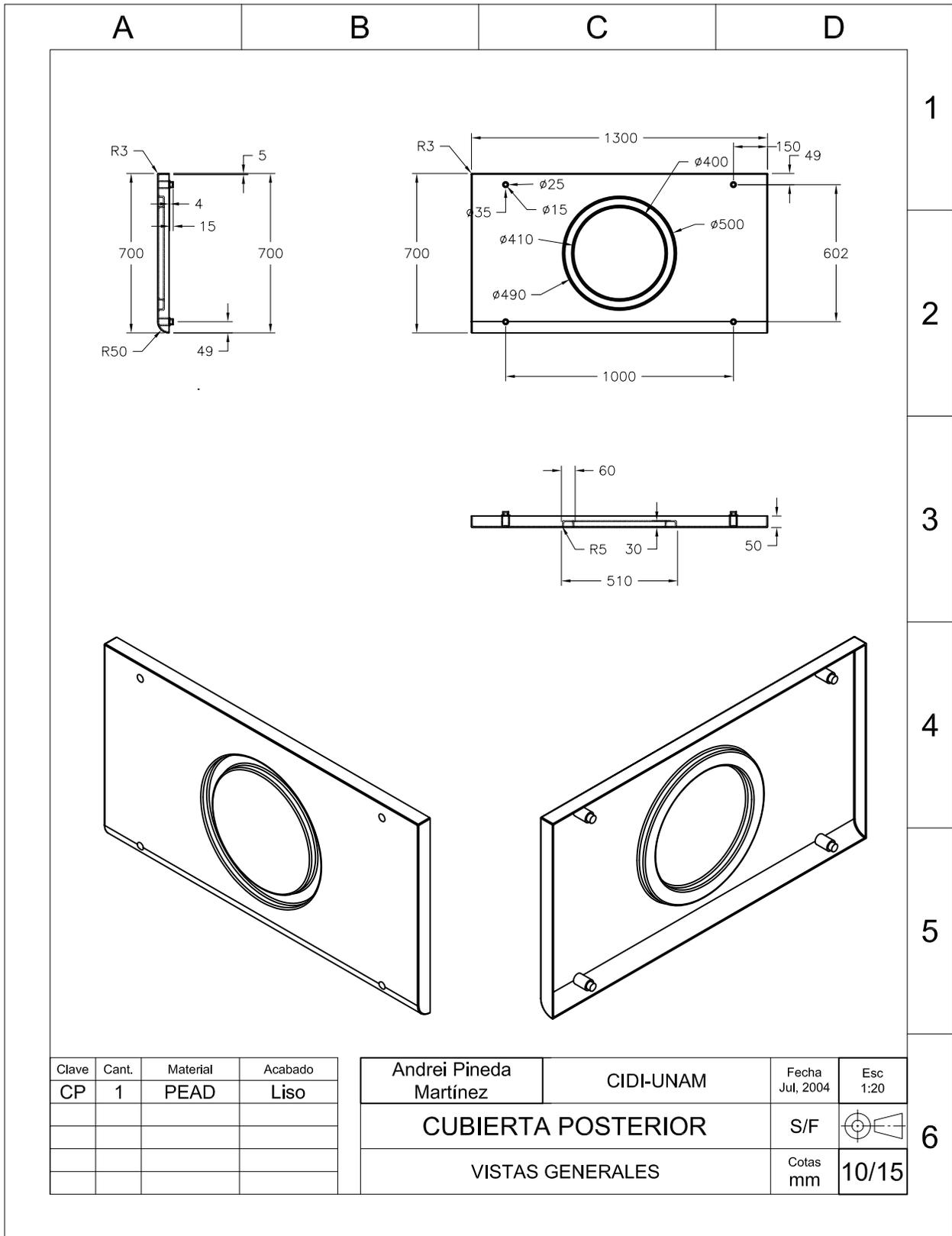
5

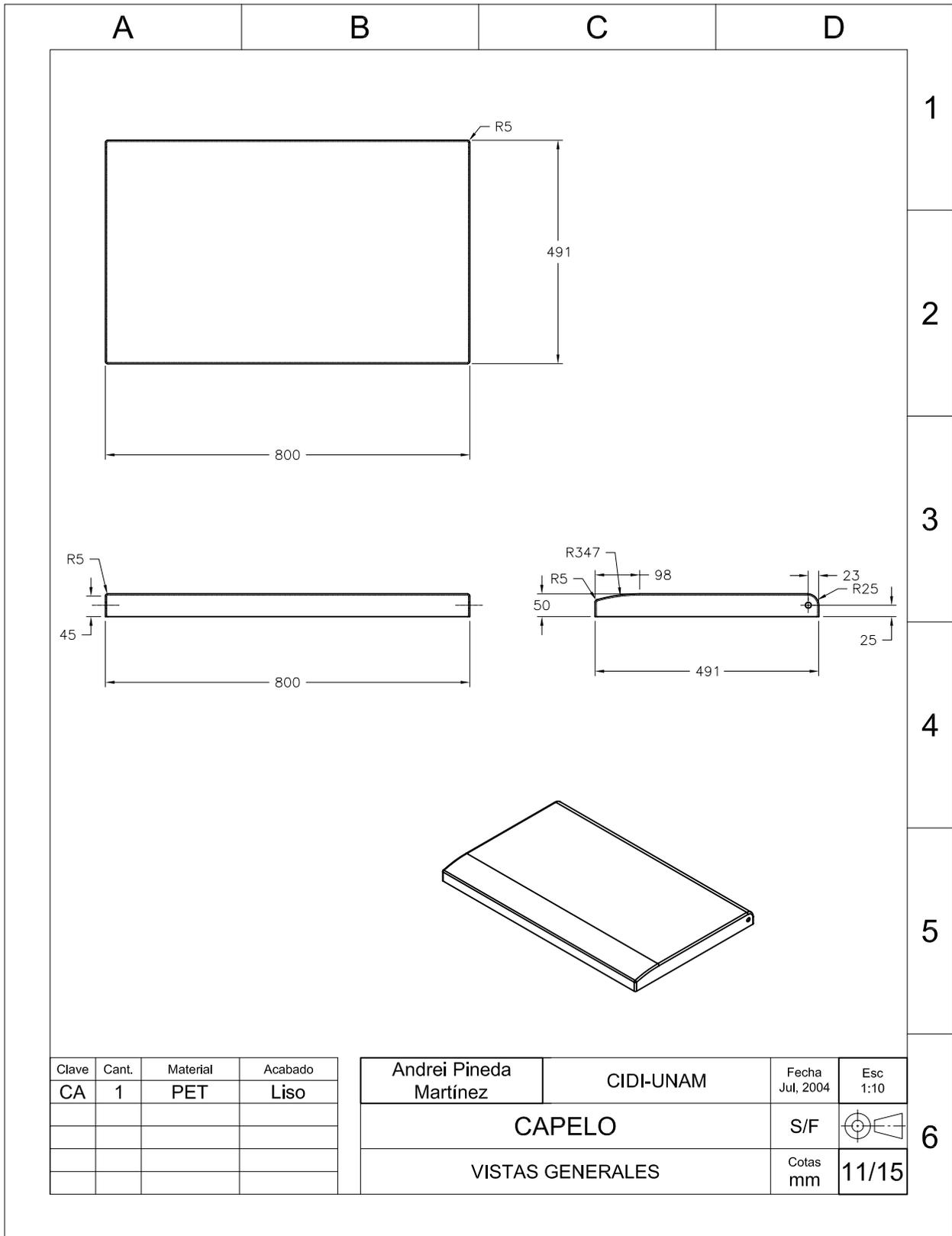
6

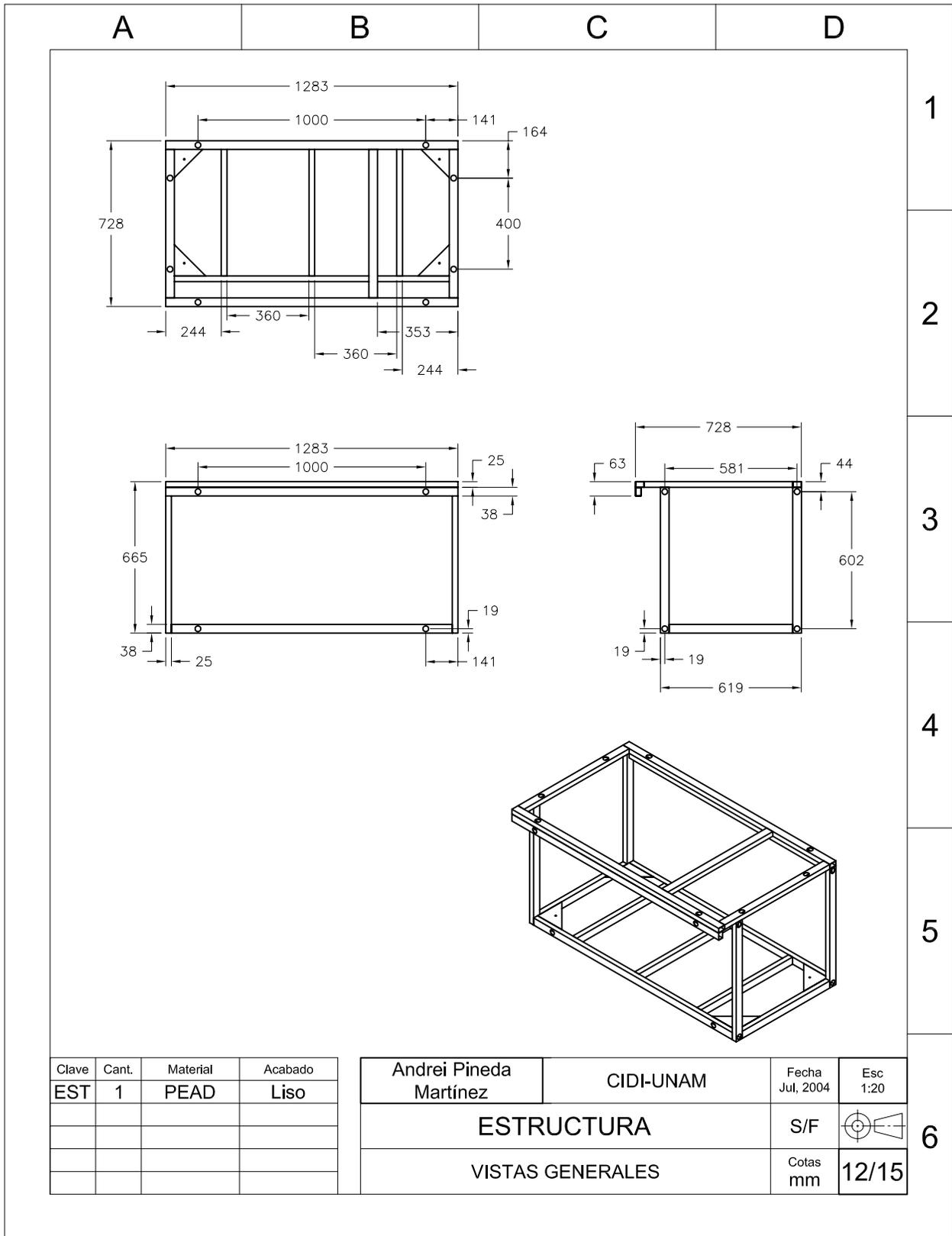
Clave	Cant.	Material	Acabado
LD	1	PEAD	Liso

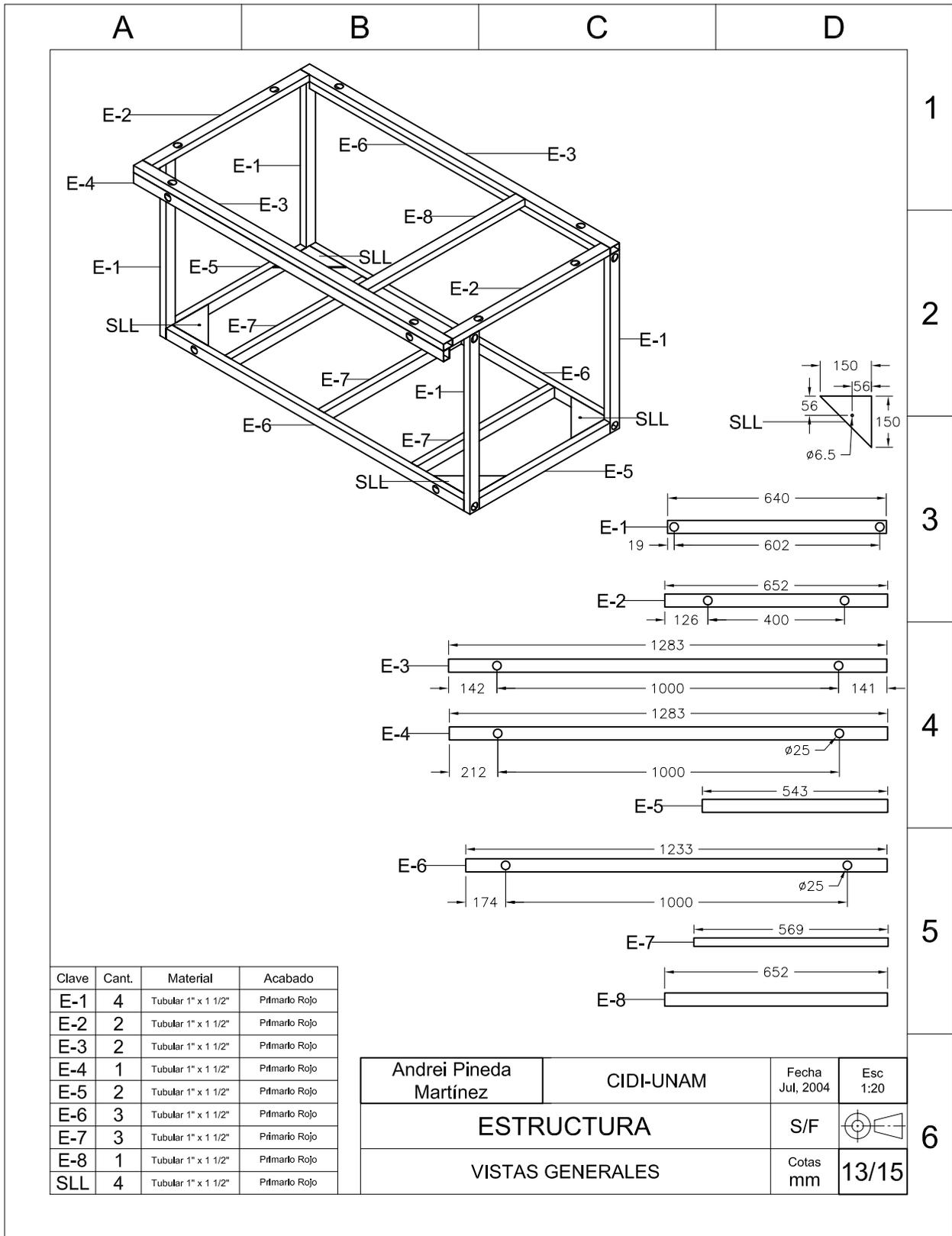
Andrei Pineda Martínez	CIDI-UNAM	Fecha Jul, 2004	Esc 1:20
LATERAL DERECHO		S/F	
VISTAS GENERALES		Cotas mm	8/15

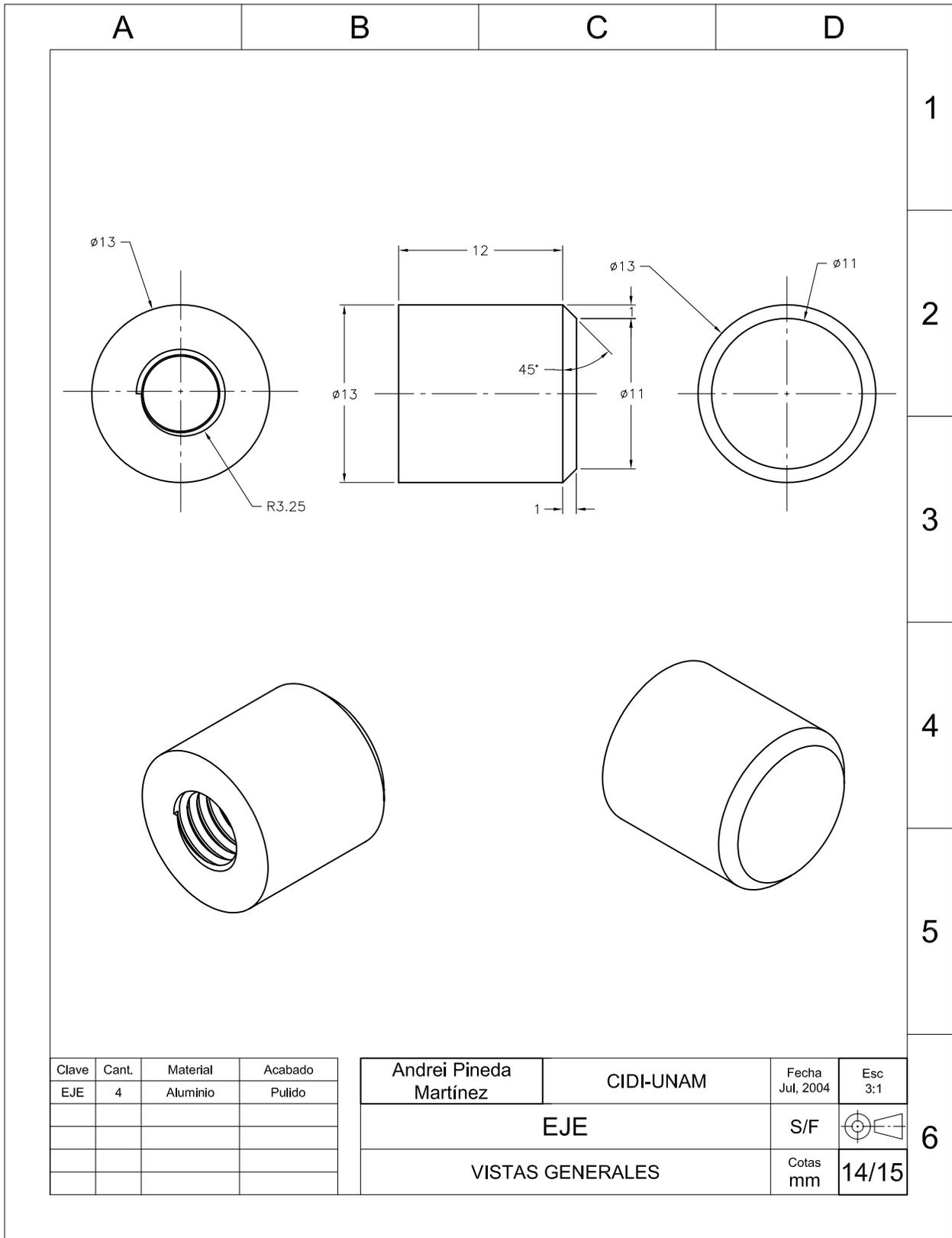


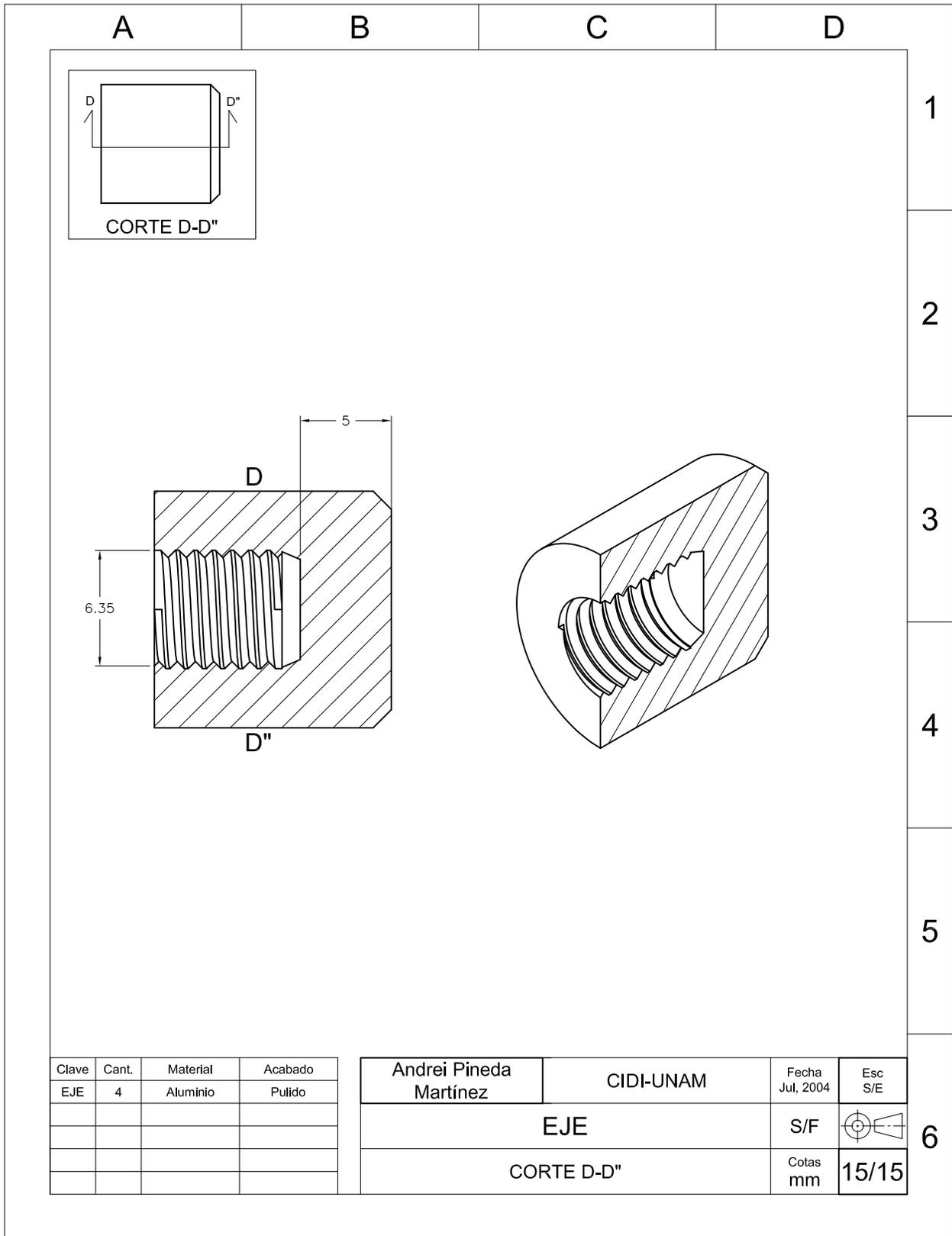












## 10. Estimación de costos

### Plan de Trabajo de Junio 2004 a Agosto 2004

En el siguiente cronograma podemos determinar la carga de trabajo y el número de horas necesarios para cada actividad

Mes	Junio													
Días	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
Fechas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Horas de trabajo		8	8	8	8			8	8	8	8	8		
<b>Análisis.</b>	Análisis													
Aceptación de la orden de trabajo		X												
Diagnostico preliminar		X	X											
Requerimientos para el proyecto			X	X										
Elaboración de cronograma.				X	X			X	X					
Elaboración del perfil de producto.									X	X	X	X		
Consideración del Sistema Hombre-Objeto-Entorno								X	X	X	X	X		

Total de horas: 72

Mes	Junio																
Días	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
Fechas	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Horas de trabajo	8	8	8	8	8			8	8	8	8	8			8	8	8
<b>Investigación</b>	Investigación																
Mercado.	X	X	X	X													
Productos análogos y homólogos.		X	X														
Competencia directa e indirecta.				X	X												
Consumidores directos e indirectos.				X	X												
Análisis del funcionamiento de la máquina					X			X									
Análisis de los factores ergonómicos involucrados								X	X	X	X	X					
Evaluación del tipo de proceso requerido											X	X					
Identificación de usuario primario y secundario											X	X					
Principios antropométricos															X	X	X
Estudio biomecánico de los usuarios															X	X	X

Total de horas: 104

Mes	Julio													
Días	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
Fechas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Horas de trabajo	8	8			8	8	8	8	8			8	8	8
<b>Conceptos de Diseño industrial.</b>	Conceptos de diseño													
Generación del concepto A	X	X												
Generación del concepto B					X	X								
Generación del concepto C							X	X						
Evaluación y definición del concepto de diseño								X				X	X	X

Total de horas: 80

Mes	Julio																
Días	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S
Fechas	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Horas de trabajo	8	8			8	8	8	8	8			8	8	8	8	8	
<b>Desarrollo del Diseño</b>	Desarrollo del diseño																
Desarrollo del concepto de diseño elegido.	X	X			X	X	X	X	X								
Funcionamiento con base en el diseño						X	X	X	X								
Consideración de los factores antropométricos							X	X	X								
Consideración de los factores biomecánicos							X	X	X								
Propuesta con solución para el proceso elegido												X	X	X	X	X	

Total de horas: 96

Mes	Agosto							
Días	D	L	M	M	J	V	S	D
Fechas	1	2	3	4	5	6	7	8
Horas de trabajo		8	8	8	8	8		
<b>Evaluación</b>	Evaluación							
Evaluación de la configuración formal		X	X	X				
Corrección de la configuración				X	X	X		
Definición final del proyecto					X	X		

Total de horas: 40

Mes	Agosto											Horas	
Días	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	Totales
Fechas	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Horas de trabajo	8	8	8	8	8			8	8	8	8	8	472
<b>Presentación</b>	Presentación												
Planos de trabajo	X	X	X	X									
Presentación virtual		X	X	X	X								
Documentación (carpeta, láminas de presentación)								X	X	X			
Entrega de prototipo y modelos a escala			X	X	X			X	X	X	X		
Presentación digital												X	

Total de horas: 80

### CÁLCULO DE COSTOS MENSUALES

Horas de Trabajo por Semana	40
Total de Horas por Proyecto	472

MATERIAL DE USO CONTINUO					
Concepto	Presentación	Cantidad	Tiempo	Precio Unitario	Gasto mensual
Papel para impresión	Paquete con 500 hojas	1	mensual	\$65.00	\$65.00
Papel especial	Paquete o Pliego	Diverso	mensual	\$200.00	\$200.00
Folder	Por Pieza	20	mensual	\$10.00	\$200.00
Cuadernos	Por Pieza	1	mensual	\$17.00	\$17.00
Bitácora de Trabajo	Por Pieza	1	mensual	\$120.00	\$120.00
Carpeta	Por Pieza	2	mensual	\$20.00	\$40.00
Material de dibujo	Diversa	Diverso	mensual	\$200.00	\$200.00
Lápiz de color	Caja con 120	1	anual	\$800.00	\$66.67
Lápiz de dibujo	Caja con 75	1	mensual	\$50.00	\$50.00
Material de escritura	Diversa	Diverso	mensual	\$200.00	\$200.00
Plumones	Caja con 12	4	anual	\$350.00	\$116.67
Disquete	Caja con 10	1	mensual	\$35.00	\$35.00
Disco Compacto	Caja con 10	1	mensual	\$55.00	\$55.00
Tinta para impresora	Por Pieza	2	mensual	\$230.00	\$460.00
Agenda de Trabajo	Por Pieza	1	anual	\$120.00	\$10.00
Otros	Diversa	Diverso	mensual	\$250.00	\$250.00
<b>Total</b>					<b>\$2,085.33</b>

MATERIAL PARA PRESENTACIONES					
Concepto	Presentación	Cantidad	Tiempo	Precio Unitario	Gasto mensual
Papel ilustración	Por Pieza	5	mensual	\$12.00	\$60.00
Hoja doble carta	Por Pieza	5	mensual	\$4.00	\$20.00
Papel opalina	Paquete con 100 hojas	1	bimensual	\$45.00	\$22.50
Material para modelos	Diverso	Diverso	mensual	\$500.00	\$500.00
Disco compacto	Por Pieza	2	mensual	\$10.00	\$20.00
Impresión en Plotter	Por Plano	5	mensual	\$25.00	\$125.00
Carpeta	Por Pieza	1	mensual	\$30.00	\$30.00
Prototipos	Por Proyecto	Diverso	mensual	\$5,000.00	\$5,000.00
Presentación digital	Por Presentación	1	bimensual	\$1,500.00	\$750.00
<b>Total</b>					<b>\$6,527.50</b>

EQUIPO DE OFICINA Y MOBILIARIO					
Concepto	Presentación	Cantidad	Tiempo	Precio Unitario	Gasto mensual
Mesas	Por Pieza	5	años	\$800.00	\$66.67
Sillas	Por Pieza	5	años	\$300.00	\$25.00
Equipo de Audio	Por Pieza	2	años	\$1,500.00	\$125.00
Equipo de Video	Por Pieza	2	años	\$3,000.00	\$250.00
Laptop	Por Pieza	3	años	\$18,000.00	\$1,500.00
Computadora PC	Por Pieza	3	años	\$15,000.00	\$1,250.00
Computadora MAC	Por Pieza	3	años	\$17,000.00	\$1,416.67
Software PC	Por Pieza	1	semestral	\$2,000.00	\$333.33
Software MAC	Por Pieza	1	semestral	\$2,000.00	\$333.33
Scanner	Por Pieza	3	años	\$1,200.00	\$100.00
Impresora	Por Pieza	2	años	\$800.00	\$66.67
Impresora Doble Carta	Por Pieza	2	años	\$1,500.00	\$125.00
Revistas	Por Pieza	3	mensual	\$75.00	\$225.00
<b>Total</b>					<b>\$5,816.67</b>

GASTOS FIJOS				
Agua	Consumo	Mensual	\$200.00	
Gas	Consumo	Mensual	\$150.00	
Luz	Consumo	Mensual	\$700.00	
Teléfono	Consumo	Mensual	\$700.00	
Internet	Consumo	Mensual	\$450.00	
Celular	Consumo	Mensual	\$350.00	
Sueldo Base	Servicio	Mensual	\$40,000.00	
Transporte	Consumo	Mensual	\$1,000.00	
Mantenimiento	Consumo	Mensual	\$500.00	
<b>Total</b>				<b>\$43,000.00</b>

COSTO DEL PROYECTO				
Gasto mensual total	Horas de trabajo mensuales	Costo x hora de trabajo	Horas de trabajo por proyecto	Costo total por proyecto
\$57,429.50	160	\$358.93	472	<b>\$169,417.03</b>

Cotización de plástico de cada pieza						
Nombre de la pieza	Tipo de Plástico	Densidad (gr/cm3)	Volúmen de la pieza (mm3)	Peso de la pieza (gr)	Costo del plástico (Kg)	Costo por pieza
Tapa	PEAD	0.95	16102097	15297	\$16.00	\$244.75
Lateral	PEAD	0.95	3279239	3115	\$16.00	\$49.84
Lateral2	PEAD	0.95	3279239	3115	\$16.00	\$49.84
Frontal	PEAD	0.95	5726647	5440	\$16.00	\$87.05
Posterior	PEAD	0.95	5771482	5483	\$16.00	\$87.73
<b>Total</b>						<b>\$519.21</b>

Amortización del molde		
Costo del Molde	Volúmen de producción	Amortización
\$25,000.00	200	\$125.00
\$35,000.00	200	\$175.00
\$60,000.00	200	\$300.00
<b>Total</b>		<b>\$600.00</b>

Estimación de costo del producto					
Concepto	Unidad	Precio U.	Cantidad	Total	Observaciones
Costos de producción	Ciclo	\$2,500.00	1	\$2,500.00	Por todas las piezas
Utilidad del proveedor	Utilidad	\$0.50	1	\$1,250.00	Por todas las piezas
Costo de molde	Cavidad	\$120,000.00	200	\$600.00	Por todas las piezas
Costo de material	Kilogramo	\$519.21	1	\$519.21	Por todas las piezas
Costo de diseño	Proyecto	\$169,417.03	200	\$847.09	Por 200 unidades
				<b>\$5,716.30</b>	<b>Total</b>

Costos Directos	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
<b>Materia prima para una unidad</b>			
Polietileno de alta densidad (peso total Kg.)	32.451	\$16.00	\$519.22
Perfil Tubular de 1" x 1 1/2" (metros lineales)	14.857	\$14.00	\$208.00
Anillos magnéticos de 1"	24	\$0.50	\$12.00
Llantas con freno MOD. Speedy	4	\$35.00	\$140.00
PET de 6mm (m2)	0.25	\$575.00	\$143.75
Esquineros metálicos	4	\$5.00	\$20.00
Soportes de aluminio	4	\$7.00	\$28.00
Tornillos	4	\$1.00	\$4.00
Empaques planos de 1"	4	\$0.50	\$2.00
Apagador eléctrico	1	\$15.00	\$15.00
MECANISMO INTERNO DE LA MÁQUINA	1	\$8,000.00	\$8,000.00
			<b>\$9,091.96</b>
<b>Maquila de Rotomoldeo</b>			
<b>Costo de maquila por pieza</b>			
Lateral derecho	0.5	\$562.50	\$281.25
Lateral izquierdo	0.5	\$562.50	\$281.25
Frontal	0.5	\$587.50	\$293.75
Posterior	0.5	\$587.50	\$293.75
Superior	1	\$1,800.00	\$1,800.00
			<b>\$2,950.00</b>
<b>Maquila de Estructura</b>			
<b>Costo de maquila por estructura</b>			
Corte y soldadura de perfil PTR	1	\$800.00	<b>\$800.00</b>
<b>Maquila de Torno</b>			
<b>Costo de maquila por unidad</b>			
Soporte de aluminio maquilado en torno	4	\$10.00	<b>\$40.00</b>
<b>Maquila de Termoformado</b>			
<b>Costo de maquila por capelo</b>			
Capelo de PET de 6mm	1	\$30.00	<b>\$30.00</b>
<b>Empaque</b>			
<b>Costo por unidad</b>			
Empaque de cartón corrugado doble con postes de seguridad	1	\$250.00	<b>\$250.00</b>
<b>Embalaje</b>			
<b>Transportación</b>			
Costo de camión de transporte (para la República Mexicana)	1	\$1,500.00	<b>\$1,500.00</b>
<b>Impresiones</b>			
<b>Impresiones por producto</b>			
Garantía	1	\$1.50	\$1.50
Manual de operaciones	1	\$5.00	\$5.00
Etiqueta para empaque	1	\$25.00	\$25.00
			<b>\$31.50</b>

<b>Costo total del producto</b>	<b>\$14,693.46</b>
<b>Costo de material y proceso para 200 unidades (incluye diseño y moldes)</b>	<b>\$5,716.30</b>
<b>Costo total del producto para 200 unidades</b>	<b>\$20,409.76</b>
<b>Utilidad del producto de 200%</b>	<b>\$40,819.53</b>
<b>Costo total del producto terminado</b>	<b>\$61,229.29</b>
<b>Monto total por la venta de 200 unidades</b>	<b>\$12,245,858.40</b>

Inversión inicial	Venta de 200 unidades	Ganancia sobre inversión
\$4,081,952.80	\$12,245,858.40	<b>\$8,163,905.60</b>

# 11. Conclusiones

---

Al término de este proyecto reconozco que ha sido una labor de investigación lo que me ha llevado al diseño del producto terminado. La larga historia de formas, funciones y sensaciones que conlleva un diseño queda plasmado en la configuración formal del mismo, la cual es determinada por los aspectos ergonómicos, estéticos y productivos que lo hacen un objeto de diseño industrial.

Es gratificante el hecho de cambiar algunos paradigmas en la resolución de un gabinete de estas dimensiones, por ejemplo el uso de medios magnéticos en lugar de tornillería, el desmontaje completo de las cubiertas en lugar de la utilización de bisagras y la incorporación de la tarja en la cubierta superior. Éstas son las aportaciones más importantes que considero en el diseño del producto.

También fue importante comenzar a resolver un problema existente en un producto poco comercial, ya que es mayor el reto al no contar con suficientes productos análogos que incluso no se producen en nuestro país. El tipo de mercado es mucho más específico, pero como podemos observar en la parte de costos es una buena oportunidad de negocio incursionar en este mercado.

Estoy satisfecho con la configuración formal del producto y con la evolución que presenta con respecto a su similar en el mercado, tanto en la forma como en el precio. Sin embargo, cualquier producto es perfectible y espero que esto sirva de guía en la creación de un gabinete que tenga una mejor solución, desde el punto de vista formal, hasta el modo de operar.

Creo que la verdadera razón de un proyecto de tesis es romper con esquemas establecidos y nuestra verdadera aportación es definir procesos de diseño que faciliten la realización de cualquier producto. Carlos Soto siempre fue muy insistente durante la carrera en que hay que romper paradigmas y quien mejor que un experto en estética conocido como diseñador industrial, formado en el mejor instituto de diseño industrial de América Latina para romper con estos paradigmas; es por eso que siento la obligación de analizar detalladamente cada aspecto de un producto, para llegar a una conclusión adecuada. Así es la formación de los egresados del CIDI y toda la vida estaré orgulloso de ser parte de ese gremio.

No me queda más que agradecer a cada una de las personas que trabajan en el Centro de Investigaciones de Diseño Industrial de la UNAM por todo su apoyo durante mi carrera y por hacer del CIDI mi hogar.

Por Mi Raza Hablará El Espíritu

Andrei Pineda Martínez

19 de enero de 2006

## 12. Bibliografía

---

“Dimensiones Humanas de los Espacios Interiores” Autor: Julius Panero, Martín Zelnik

“Rotomoldeo para Diseñadores Industriales” CIDI-UNAM Autor: D.I. Juan Carlos Ortiz Nicolás

Asociación Hispánica de Historiadores del Papel

Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel

[www.cymisa.com.mx](http://www.cymisa.com.mx)

[www.benedictinos.com.ar](http://www.benedictinos.com.ar)

[www.restaurolidsuministros.com](http://www.restaurolidsuministros.com)