

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC."
PROYECTO DE GRADO

CHRISTIAN FERNANDO IBAÑEZ HERNANDEZ
CARNET 12489-10

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, AGOSTO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC."

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR
CHRISTIAN FERNANDO IBAÑEZ HERNANDEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE DISEÑADOR INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, AGOSTO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DECANO: MGTR. CRISTIÁN AUGUSTO VELA AQUINO
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ
SECRETARIA: MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ
DIRECTORA DE CARRERA: LIC. MARIA REGINA ALFARO MASELLI

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. MONICA PATRICIA ANDRADE RECINOS

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

LIC. CARLOS AUGUSTO ARMAS DE LA ROCA
LIC. DOUGLAS OMAR RAMIREZ GOMEZ
LIC. LUIS EDUARDO MEDRANO GARCÍA



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

Facultad de Arquitectura y Diseño
Departamento de Diseño Industrial
Teléfono: (502) 24 262626 ext. 2773
Fax: 2474
Campus Central, Vista Hermosa III, Zona 16
Guatemala, Ciudad. 01016
mpandrade@url.edu.gt

Guatemala, 5 Julio 2018

Señores
Miembros del Consejo de Facultad
Facultad de Arquitectura y Diseño
Universidad Rafael Landívar

Estimados Señores:

Me dirijo a ustedes para informarles que el Proyecto de Diseño titulado “**Optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC**”, elaborado por el estudiante **Christian Fernando Ibáñez Hernández**, con número de carnet **1248910**, ha sido concluido satisfactoriamente y puede ser considerado para la PRESENTACION DEL PROYECTO DE DISEÑO.

Atentamente,

MA. Lic. Mónica Andrade
Asesor



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado del estudiante CHRISTIAN FERNANDO IBAÑEZ HERNANDEZ, Carnet 12489-10 en la carrera LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 03103-2018 de fecha 28 de agosto de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"Optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC."

Previo a conferírsele el título de DISEÑADOR INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 28 días del mes de agosto del año 2018.



**MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ, SECRETARIA
ARQUITECTURA Y DISEÑO
Universidad Rafael Landívar**

Resumen Ejecutivo

Las fresadoras CNC son máquinas de corte que poseen un gran grado de precisión. Una de las desventajas que presenta su uso es la generación de polvo o residuos al momento de cortar alguna pieza, ya que estos presentan un riesgo no solo para la salud del operario, sino del buen funcionamiento de la máquina. Actualmente, en el mercado existen una cantidad limitada de opciones para resolver este problema y estas no solucionan esta situación de manera óptima, por lo tanto, se presenta la oportunidad de que mediante el diseño industrial desarrollar una solución a esta problemática.

Esta consiste en un accesorio para la manguera de extracción de residuos utilizada con la fresadora CNC de la marca Mecano CNC, el cual está fabricado de Acrilonitrilo Butadieno Estireno y que por medio de abrazaderas de acero galvanizado se sujeta al cabezal de la fresadora, al cual se conecta la manguera de extracción y se aspiran los residuos.

El objetivo principal de este accesorio es minimizar los efectos perjudiciales a la salud respiratoria de los operarios causados por estos desechos, fijar la manguera de extracción al cabezal de la fresadora, aumentar y dirigir la fuerza de la succión de esta, evitar obstrucciones al momento de tener que cambiar brocas o calibrar la máquina y agilizar la instalación del accesorio.

INDICE

INTRODUCCIÓN	4
ANTECEDENTES	5
Tecnología CNC	5 - 7
Tipos de fresadoras CNC	8 - 11
El polvo y sus repercusiones	12 - 14
Soluciones existentes	15
Actores involucrados	16 - 20
Análisis de entorno	21 - 23
Journey Map	24
Usuario	25
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
MARCO LÓGICO DEL PROYECTO	27
REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS	28 - 29
CONCEPTUALIZACIÓN	30
Recursos de diseño	30 - 31
Proceso de conceptualización	32
Bocetos iniciales	33 - 35

Materiales	36
Desarrollo de maquetas	37 - 39
Prototipos funcionales	40 - 42
Modelo de solución	43
Descripción gráfica de Modelo de solución	44
Descripción de elementos formales	45 - 49
Validación	50 - 53
Manual de uso	54 - 58
Planos	59 - 68
Costos	69
Conclusiones	70
Anexos	71 - 76
Bibliografía	77

INTRODUCCIÓN

Las fresadoras CNC son máquinas de corte que poseen un gran grado de precisión, por lo tanto, son indispensables para todas aquellas personas o empresas que deseen fabricar productos de gran calidad y con excelentes acabados, como letreros, mobiliario e incluso piezas para maquinaria.

Una de las desventajas que presenta su uso es la generación de polvo o residuos al momento de cortar alguna pieza, ya que estos se dispersan por el ambiente y el área de trabajo, ensucian y presentan un riesgo no solo para la salud del operario, sino del buen funcionamiento de la máquina, debido a las acumulaciones de residuos, los cuales pueden causar que las piezas producidas resulten con defectos.

Actualmente, en el mercado existen una cantidad limitada de opciones para resolver este problema y estas, al igual que las que se utilizan en los talleres de corte CNC en Guatemala, no solucionan esta situación de manera óptima, o su utilización entorpece otros procesos como el cambio de brocas de corte o su mantenimiento. Bajo estas circunstancias surge la necesidad de desarrollar una solución que dé una respuesta a dichas problemáticas.

En el siguiente documento se describe el proceso de investigación llevado a cabo para dar una solución a este problema en las empresas guatemaltecas Mecano CNC y Dicolor, así como sus fases de análisis, conceptualización, materialización y validación. Este análisis llevo al desarrollo de un accesorio para la optimización de aspirado de residuos y desperdicios, con el fin de reducir los riesgos para la salud del operario encargado de la fresadora CNC, así como también el tiempo perdido, al momento de limpiar el área de trabajo, las pérdidas monetarias por piezas defectuosas y mantenimiento extra a la maquinaria.

Antecedentes

Tecnología CNC

Las fresadoras con control numérico por computadora (CNC) son máquinas-herramientas programables altamente versátiles, utilizadas para realizar cortes y tallados en piezas de diversos materiales, tales como: madera, acero y materiales sintéticos, etc.

Estas máquinas ofrecen un mayor grado de precisión que las fresadoras manuales al momento de trabajar, y son ideales para realizar una gran cantidad de piezas iguales, sin importar el grado de complejidad de las mismas, y diversos materiales, como por ejemplo: aglomerados de madera o PVC. Estas herramientas son utilizadas comúnmente, en la fabricación de piezas tridimensionales de alta complejidad y en cortes repetitivos.

Para crear una pieza, lo primero que se debe hacer es crear el diseño, ya sea en dos o tres dimensiones, en un programa CAD (Diseño asistido por computadora, por sus siglas en inglés) y luego introducirlo al sistema operativo de la cortadora por medio de una computadora externa o preinstalada en el equipo. Luego que el diseño se cargó con éxito, el operario realiza un corte de prueba sin ningún material colocado para asegurarse que la velocidad y los movimientos de la máquina sean los correctos, y evitar de esta manera desperdicios a causa de errores de interpretación o diseño.

(1) Fuente: <http://wiki.mcneel.com/rhino/cncbasics>

Este equipo de control numérico se controla por medio de un software especializado que utiliza comandos alfanuméricos llamados Comandos G (o códigos G) que se encargan de los movimientos y ciclos fijos; y Comandos M, que regulan las funciones auxiliares. Los movimientos de la broca están basados en los ejes X, Y y Z (movimientos que son hacia adelante-atras, izquierda-derecha y arriba-abajo respectivamente), estos pueden ser programados con respecto a un punto en específico o absoluto, o de acuerdo con el último movimiento realizado o relativo.⁽¹⁾



Imagen 1. Cortadora CNC de 2 ejes

Fuente: <http://multicam.ca/wp-content/uploads/1000-Series-Router.jpg>

Computadoras y software

Para el control de fresadoras CNC se puede utilizar básicamente cualquier tipo de computadora capaz de correr comandos G. A estos programas se les conoce como CAM (Computer Aided Manufacturing) y sus funciones son generar un Comando G con base en el diseño, previamente creado en un programa CAD que se desea reproducir. Las computadoras pueden ser desde laptops, hasta microcontroladores programados específicamente para dicha tarea.

Debido a que estas máquinas son controladas por una computadora, ofrecen tiempos de corte más reducidos en comparación con el trabajo realizado a mano y con una cantidad de errores casi nula y por lo tanto son ampliamente utilizadas para la fabricación de una gran cantidad de productos, que van desde mobiliario, logos de empresas, letreros, hasta rótulos de centros comerciales, kioscos, carretas de venta, etc.

Otras de las ventajas por las cuales las máquinas CNC son preferidas al momento de realizar estos trabajos son porque ofrecen un mayor grado de seguridad para los operarios, ya que estos no entran en contacto directo con el proceso de corte y por lo tanto el riesgo de sufrir algún tipo de accidente al momento de utilizarlas se reduce considerablemente.

Al estar estas máquinas controladas por computadoras, se requiere de poco personal para su supervisión al momento de estar operando, por lo que los costos relacionados con la mano de obra disminuyen, en comparación al realizado en un taller convencional pues estas permiten que un solo operario este a cargo del correcto funcionamiento de varias máquinas al mismo tiempo.



Imagen 2. Letrero SOPHOS

Fuente: <https://www.facebook.com/www.dicolor/photos/a.239118112774512.66326.203259723027018/1240455492640764/?type=3&theater>

En el presente proyecto se desarrolla el caso de la empresa Mecano CNC, la cual se dedica al diseño, fabricación y venta de máquinas CNC.

Actualmente en Guatemala existen una gran cantidad de empresas que utilizan productos fabricados por máquinas CNC, entre ellas se podrían mencionar:⁽¹⁾⁽²⁾

Café Barista

Tigo

Telus

Contraloría General de Cuentas (CGC)

Sophos

Eyespop



Imagen 3. Café Barista



Imagen 4. Eyespop

Fuente: <https://www.facebook.com/www.dicolor/photos/a.239118112774512.66326.203259723027018/1451917971494514/?type=3&theater>

A continuación, en las siguientes tablas, se muestran los distintos tipos de máquinas de corte CNC, que dan a conocer sus principales características y los tipos de trabajos que son elaborados con cada una de ellas.

Fuente: http://www.mecanocnc.com/Mecano_CNC_Guatemala/Nuestros_Clientes.html(1)

Fuente: Entrevista con Paula Díaz (Dicolor)(2)

Fuente: <https://www.facebook.com/www.dicolor/photos/a.239118112774512.66326.203259723027018/1017401274946188/?type=3&theater>

Tipos de fresadoras CNC

- Por número de ejes
- Por la orientación de la herramienta
- Cortadoras especializadas

De tres ejes	Su movimiento puede controlarse en los tres ejes de un sistema cartesiano (X, Y, Z) El uso principal de las fresadoras de tres ejes consiste en cortar objetos en dos dimensiones, tales como: anuncios, rótulos, piezas planas, etc.
De cuatro ejes	El fin de estas fresadoras consiste en realizar piezas cilíndricas, como: ejes estriados, engranajes, objetos decorativos (estatuas, columnas de pasamanos, etc.)
De cinco ejes	Este tipo de fresadoras cumple con las funciones de tres y cuatro ejes. Permite además el giro de la pieza sobre dos de sus ejes. Esto es con el fin de crear piezas con un grado de complejidad mucho mas elevado, ya que esto le permite a la máquina tener un rango mucho mas elevado de movimientos disponibles.
Fresadora vertical	El eje se encuentra orientado verticalmente, perpendicular a la mesa de trabajo. El movimiento es realizado por la mesa donde se coloca la pieza o por el cabezal de la herramienta, que puede moverse de manera vertical, da la posibilidad de crear desde simples perforaciones y cortes, hasta trabajos de grabado.
Fresadora horizontal	Consta de una columna donde se encuentra montado un eje horizontal con una fresa cilíndrica y una mesa de trabajo con rodamientos donde es colocada la pieza a trabajar. El eje horizontal puede ser prolongado utilizando un portafresas y su principal función es la de crear ranuras y cortes sobre piezas planas.
Fresadora universal	Puede hacer trabajos tanto vertical y horizontalmente, como de manera inclinada gracias a que su cabeza puede ser ajustada al ángulo con el cual se desea trabajar.
Circular	Tiene una mesa circular giratoria y un carro que posee uno o varios cabezales verticales, a manera de que cada uno pueda realizar una función distinta durante el proceso de fabricación.
Copiadora	Utilizada para copiar un modelo existente, posee dos mesas de trabajo conectadas por un eje vertical, en una de las cuales se pone la pieza que se desea copiar. Funciona de manera similar a un pantógrafo, utiliza una pieza denominada "palpador".
De pórtico	Posee un cabezal vertical situado en una estructura con dos columnas, el cual se puede mover de manera vertical y transversal, mientras que la pieza se trabaja de manera longitudinal. Principalmente son utilizadas en la fabricación de tornillos sinfín, engranajes cilíndricos o helicoidales o coronas.

Tabla 1
Fuente: Elaboración propia

- Por número de ejes

De tres ejes

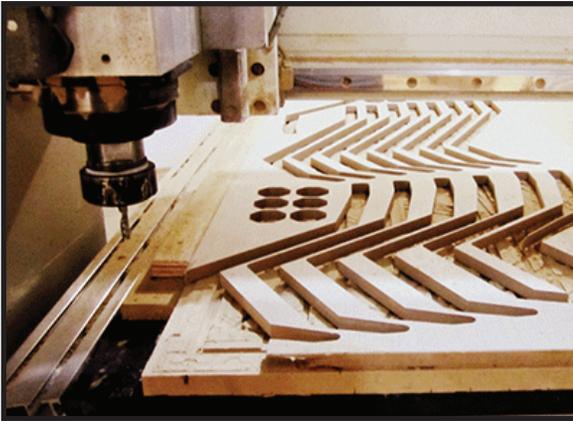


Imagen 5. Corte con máquina CNC de tres ejes
Fuente: <http://www.maquiladecorte.com.mx/img/portfolio/roundicons.png>



Imagen 6. Máquina CNC de tres ejes
Fuente: <http://ww1.prweb.com/prfiles/2013/07/03/10900063/3%20Axis%20Moving%20Gantry.jpg>

De cuatro ejes

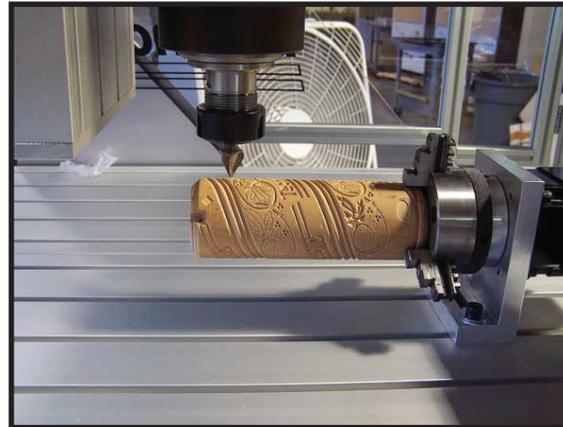


Imagen 7. Corte con máquina CNC de cuatro ejes
Fuente: http://blogcnccookbook.com.c.presscdn.com/wp-content/uploads/2013/04/4th-axis_large.jpg



Imagen 8. Máquina CNC de cuatro ejes
Fuente: <http://www.shopbottools.com/mproducts/images/products-5-axis.jpg>

De cinco ejes



Imagen 9. Corte con máquina CNC de cinco ejes
Fuente: <http://www.shopbottools.com/mproducts/images/5-axis/5axis05.jpg>

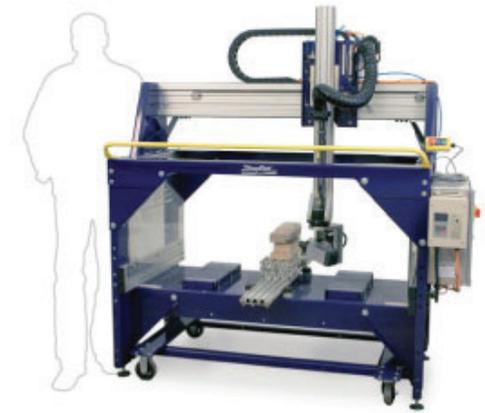


Imagen 10. Máquina CNC de cinco ejes
Fuente: [http://i.ebayimg.com/00/s/MzU5WDUwMA==/z/YBgAAMXQVERS-oMU/\\$_3.JPG?set_id=2](http://i.ebayimg.com/00/s/MzU5WDUwMA==/z/YBgAAMXQVERS-oMU/$_3.JPG?set_id=2)

- Por la orientación de la herramienta

Fresadora
vertical



Imagen 11. Fresadora vertical
Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/18544-6223679.jpg

Fresadora
horizontal



Imagen 12. Fresadora horizontal
Fuente: <http://www.galco.com/images/moreinfo/mill4.jpg>

Fresadora
universal



Imagen 13. Fresadora universal
Fuente: <http://www.ajax-mach.co.uk/images/AJUM.jpg>

- Fresadoras especializadas

Circular

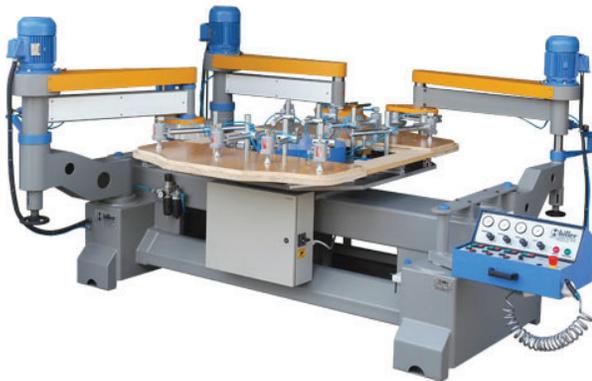


Imagen 14. Fresadora circular
Fuente: <http://www.br.all.biz/img/br/catalog/94298.jpeg>

Copiadora



Imagen 15. Fresadora copiadora
Fuente: <https://pyrosisproyect.files.wordpress.com/2011/09/fresadora-circular1-300x244.jpg>

De pórtico



Imagen 16. Fresadora de pórtico
Fuente: <http://www.cncmachine4u.com/11GMB/1-1m.jpg>

El polvo y sus repercusiones

Al momento de crear una pieza, las fresadoras CNC utilizan una broca giratoria que desgasta el material para darle la forma deseada. Esto tiene como resultado, grandes cantidades de polvo fino que es lanzado al ambiente y permanece flotando en este.

La exposición al polvo generado en el área de trabajo, como el aserrín de madera o las partículas producidas al trabajar planchas de acrílico o PVC, representa un riesgo no solo al funcionamiento correcto y al tiempo de vida útil de la maquinaria, sino también a la salud de los operarios encargados del manejo de las mismas, al causar condiciones como: sangrado de nariz, estornudos, rinitis aguda, asma e incluso Fibrosis pulmonar la cual afecta la vías respiratorias, causa limitaciones pulmonares y disminución de la capacidad de intercambio de oxígeno.

Otro factor a considerar, son las grandes cantidades de químicos como: resinas, colorantes, hongos o bacterias que pueden llegar a existir en la madera utilizada, los cuales llegan a dispersarse en el ambiente y afectar de manera negativa a los operarios no solo únicamente por vía respiratoria, sino también por vía dérmica al ser estos químicos absorbidos por la piel.

Las partículas pequeñas de polvo pueden ser perjudiciales a la salud, pues estas pueden permanecer más tiempo flotando en el ambiente de trabajo y tiene más oportunidad de penetrar hasta los bronquios, pues al ser estas tan pequeñas llegan a ser casi invisibles al ojo humano y logran pasar inadvertidas por mayor cantidad de tiempo en el área de trabajo.

Las partículas grandes de polvo pueden quedar alojadas en los senos faciales, cavidades internas que están encargadas de filtrar el aire y calentarlo antes de que este pase por la tráquea y los bronquios. La presencia de este polvo, puede causar: brotes de asma, estornudos, congestión nasal, bloqueo de bronquios, rinitis aguda y con el tiempo, infecciones agudas, que pueden generar lesiones precancerosas. Este proceso tarda aproximadamente de veinte a treinta años y al haberse desarrollado completamente es muy difícil detenerlo y su tratamiento es largo.

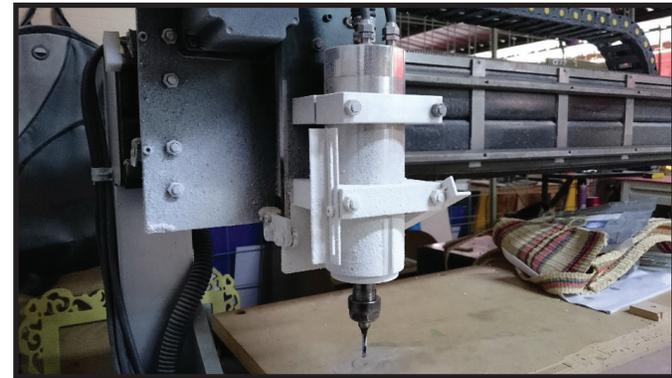


Imagen 17. En esta imagen se puede observar una capa de residuo acumulada sobre la cortadora cnc
Fuente Propia

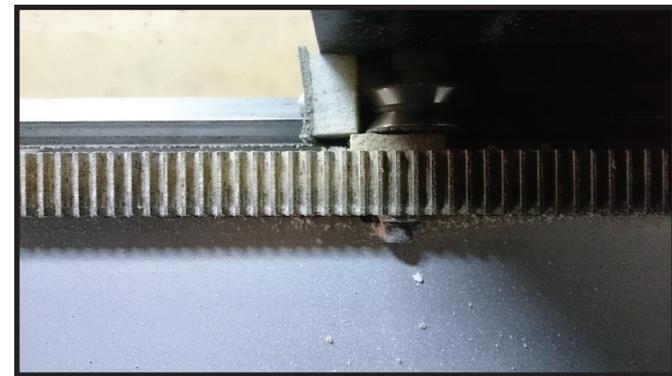


Imagen 18. Polvo de madera en las cintas sobre las cuales se mueve la fresa, el cual ocasiona saltos al momento de cortar.
Fuente Propia

Efectos respiratorios

Entre los efectos nocivos del polvo hay que tener en cuenta:

-Padecimientos como: neumoconiosis, silicosis, asbestosis, siderosis, aluminosis, beriliosis.

-Cáncer pulmonar: polvo que contiene arsénico, cromatos, níquel, amianto, partículas radiactivas, etc.

-Cáncer nasal: polvo de madera en la fabricación de muebles y polvo de cuero en industrias de calzado.

-Irritación respiratoria: traqueítis, bronquitis, neumonitis, enfisema y edema pulmonar.

-Alergia: asma profesional y alveolitis alérgica extrínseca (povos vegetales y ciertos metales).

-Bisinosis: enfermedad pulmonar por polvos de algodón, lino o cáñamo.

-Infección respiratoria: polvos que contienen hongos, virus o bacterias.

-Intoxicación: el manganeso, plomo o cadmio pueden pasar a sangre una vez inhalados como partículas. ⁽¹⁾

-Lesiones de piel: irritación cutánea y dermatosis (berilio, arsénico, ácido crómico, plásticos, etc.).

-Conjuntivitis: contacto con ciertos polvos.

-Riesgo de explosión: El polvo disperso en el ambiente, tanto orgánico como inorgánico, puede presentar un riesgo de explosión violenta, al ser expuesto a los estímulos correctos, como por ejemplo, una chispa causada por electricidad estática; a este riesgo hay que sumarle el de químicos también presentes en el ambiente los cuales a su vez pueden resultar inflamables y causar así un mayor riesgo para los operarios y las personas en los alrededores del area laboral.

Tamaño de las partículas:

> 50 micras / No pueden inhalarse

10 – 50 micras / Retención en nariz y garganta

< 5 micras / Penetran hasta el alveolo pulmonar.

(1) Fuente: <http://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/manuales/polvo.pdf>

Según el tipo de partículas de polvo que existan en el ambiente, así serán los riesgos que existan para la salud de los operarios. Este provoca, desde irritación de las vías respiratorias, hasta bronquitis crónica, luego de elevados tiempos de exposición. Existen también algunos que pueden resultar explosivos en ambientes muy cerrados, tales como el aluminio, el caucho y el carbón.⁽²⁾

Factores de riesgo a considerar:

- Concentraciones de polvo de madera en el puesto de trabajo.
- Químicos que puedan estar presentes dentro del polvo generado.
- Trabajos con maderas duras que generen polvo muy pequeño.

A continuación se citan los límites de exposición fijados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Límites de exposición de polvo en el ambiente de trabajo:⁽³⁾

- Algodón 1,5 mg/m³
- Arsénico 0,1 mg/m³
- Carbón 2,0 mg/m³
- Cemento portland 10,0 mg/m³ (polvo total)
- Cereales 4,0 mg/m³ (polvo total)
- Grafito natural 2 mg/m³
- Madera (polvo) 5,0 mg/m³ (polvo total)
- Mica 3,0 mg/m³
- Cuarzo 0,1 mg/m³
- Talco 2, 0 mg/m³

(2) Fuente: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP%20-VALORES%20LIMITE/Valores%20limite/Limites2014/FINAL%20-%20Web%20v5%20-%20LEP%202014%20-%2029-01-2014.pdf>

(3) Fuente: <http://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/manuales/polvo.pdf>

Soluciones existentes : En este análisis se muestran distintas soluciones de accesorios centrados en la extracción de residuos generados por máquinas CNC.

VENTAJAS



Imagen 19. Solución actual en Dicolor y Mecano
Fuente: Propia

Mantiene la manguera de extracción sujeta fuertemente a la fresa.

Extrae un aproximado del 80% de residuos liberados al cortar.

DESVENTAJAS

Proceso tardado de instalación, el cual requiere herramientas adicionales y toma aproximadamente 4 min en realizarse.

Impide calibración de broca.

Puede llegar a succionar piezas pequeñas al momento de ser utilizado.

La instalación de la manguera de extracción resulta incómoda para el operario.

CONCLUSIONES

Este accesorio extrae una cantidad aceptable de residuos, pero su forma evita que la broca pueda ser calibrada con facilidad por el operario; requiere herramientas adicionales para ser instalada, tarda un promedio de cinco minutos y puede llegar a succionar piezas pequeñas que se estén trabajando.



Imagen 20. Sistema de extracción de residuos
fuente: https://i.ytimg.com/vi/l_B9i6hN_0M/maxresdefault.jpg

Extrae por completo los residuos generados en el área de trabajo.

Evita que el polvo se disperse en el ambiente.

Se adapta a la altura en la que se encuentre trabajando la broca.

Impide calibración de broca.

Proceso tardado de instalación, el cual requiere herramientas adicionales.

Solo puede trabajar en cortes regulares, pues se mantiene constantemente en contacto con el material que se trabaja.

Este accesorio evita que los residuos generados se esparzan al ambiente de trabajo donde se esta operando, pero debido a su forma se encuentra mejor adaptada para realizar trabajos en serie y no le da versatilidad para otras funciones.



Imagen 21. Sistema de extracción de residuos
http://www.kwartzlab.ca/wp-content/uploads/2014/05/dust_shoe_2.jpg

Mantiene la manguera de extracción sujeta fuertemente a la fresa.

No se oxida.

Poco peso.

Proceso tardado de instalación, el cual requiere herramientas adicionales.

Acumulación de residuos en su interior.

Es ligero y resistente por el hecho de estar fabricado por medio de una impresora 3D.

Permite ver la broca para una fácil calibración.

Su forma entorpece el flujo de aire y disminuye la fuera de aspirado.

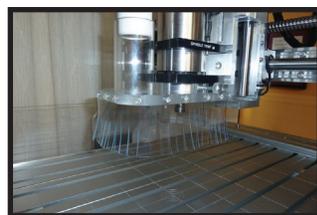


Imagen 22. Sistema de extracción de residuos
http://www.hamrx8.com/Router_Dust_Extraction_Hood.html

Mantiene la manguera de extracción sujeta fuertemente a la fresa.

No se oxida.

Evita que polvo se disperse en el ambiente.

Impide calibración de broca.

Es un proceso tardado de instalación, el cual requiere herramientas adicionales.

Su cortina plástica, permite ver el trabajo que se está realizando, impide que el polvo producido se disperse en el ambiente y no obstruye la calibración del equipo.

Su forma impide acceder fácilmente a la broca.

Actores involucrados

Modelo de prueba A, Mecano CNC

Empresa guatemalteca ubicada en el Km. 30.2, San Lucas, carretera a la Antigua Guatemala, dedicada al diseño y fabricación de máquinas CNC para el corte, fresado y tallado de madera, plásticos, aglomerados y metales en lámina. ⁽¹⁾

Propuesta actual

Fabricación y venta de repuestos y maquinaria CNC.

Las máquinas Mecano vienen en cinco modelos estándar, además sus dimensiones pueden ser hechas a la medida del cliente.

Compatibles con los programas CAD/CAM de última generación.

Proveen cabezas de corte industrial con capacidad de uso desde 3HP hasta 10HP de potencia, para cortar y tallar planchas de polímeros, materiales compuestos, madera, lámina de acero y muchos otros materiales ligeros.

Mecano también ofrece capacitación del software de diseño y en el uso de las máquinas CNC.

Dentro de la lista de sus clientes se pueden encontrar:

Cala Construcciones, Asociación El Buen Samaritano, Corpograf, Muebles Continental, Rainforest Alliance, Famesa, Panavision, Distec Group.

Recursos actuales

Taller de fabricación de máquinas CNC

Taller de corte con máquina CNC, de la marca Mecano CNC Modelo M2

Taller de soldadura y trabajos en metales

(1) Fuente : http://www.mecanocnc.com/Mecano_CNC_Guatemala/MecanoCNC_Guatemala.html

(2) Fuente : Entrevista con Luis Tepeu, Operario de máquina CNC en Mecano

Capacidad de producción de taller de corte

Producción de máquina CNC

15 - 20 Planchas al día, con un promedio de dos por hora.

Horas de uso de máquina CNC:

Lunes a Jueves

7am - 5pm

Viernes

7am - 4pm

Modelo de prueba B, Dicolor

“Estudio creativo dedicado al diseño, fabricación, pintura e instalación de soluciones de diseño industrial, especializados en aplicaciones de pintura y recubrimientos.” ⁽³⁾

Propuesta actual

“Venta, asesoría y aplicación de pintura industrial y doméstica.

Venta y aplicación de recubrimientos especializados, Chalkboard Paint, Whiteboard paint, Texturizados, Perlescentes, Poliuretanos de alto brillo.

Dentro de los productos fabricados comúnmente por Dicolor se encuentran: letreros, logos, rotulos, quioscos, carretas, casetas, estanterías y mobiliario comercial.”

Dentro de la lista de sus clientes se pueden encontrar a Café Barista, Tigo, CGC (la Contraduría General de Cuentas), Dominga, Rocking Rolls y Eyespop. ⁽⁴⁾

Recursos actuales

Taller de pintura y acabados

Taller de corte con máquina CNC, de la marca Mecano CNC Modelo M2

(3) Fuente : Lcda. Mónica Pagurut.

(4) Fuente : https://es-la.facebook.com/pg/www.dicolor/about/?ref=page_internal

Capacidad de producción

Producción de máquina CNC

44 planchas de 6 x 8 pies _____ 1 fin de semana entero (vie, sab, dom.)

Quioscos _____ 15 a 20 días hábiles

Rótulos _____ 10 a 12 días hábiles

Eventos corporativos _____ 2 a 5 días hábiles

Horas de uso de máquina CNC

Diarias en temporada normal _____ 3 horas

Diarias en temporada alta (oct. nov. dic.) _____ 5 horas

Necesidad

Las empresas que utilizan máquinas de corte CNC crean una diversa cantidad de artículos para utilización propia o para ofrecer sus servicios en la fabricación de productos hechos a la medida.

Al momento de que estas máquinas realizan cortes una gran cantidad de residuos son liberados sobre el área de trabajo, poniendo en riesgo el buen funcionamiento del equipo y la calidad de las piezas que se encuentran en producción. Estos desechos también se esparcen por el aire, exponiéndose a ser respirados por los operarios, pudiendo llegar a afectar su salud respiratoria.

Actualmente se estudia el caso de Mecano CNC, empresa fabricante de máquinas CNC para el mercado local, la cual cuenta con un accesorio de extracción de residuos poco efectivo, ya que presenta un desempeño reducido al momento de ser utilizado y se recurre a aspirar de modo manual los desechos dejados al mismo tiempo que la máquina realiza sus operaciones. Este accesorio también resulta complicado de instalar, pues requiere el uso de llaves Allen y toma entre 4 y 5 minutos poder posicionarlo de forma adecuada.

Este aditamento también cubre la broca, por lo tanto la máquina necesita ser detenida y regresada a su posición inicial para que pueda ser retirado, descalibrando la posición utilizada como punto de inicio por el software de la computadora; por lo tanto debe ser de nuevo calibrada manualmente por el operario para asegurarse que el corte sea preciso. De esta forma se pierde tiempo y se reduce la cantidad de piezas que pueden ser producidas.

Esta acumulación de polvo también se presenta en la cadena que da movimiento a la fresa, pues causa pequeños saltos al momento que se encuentra en movimiento y daña las piezas que se encuentren en proceso de fabricación (Ver imagen no.17).

La necesidad presenta la oportunidad de desarrollar una respuesta a esta problemática debido a que actualmente no se cuenta con una solución que satisfaga de manera adecuada los problemas presentados en el área de cortes de los talleres de las empresas Dicolor, en la cual los residuos liberados por la máquina pueden llegar al taller contiguo de acabados y pintura, llegando a estropear los trabajos que allí se realizan, y Mecano CNC pues la existente resulta poco eficiente.

Mediante el diseño industrial se podrá crear un accesorio que optimice el aspirado de residuos liberados al utilizar una fresadora CNC. Al mejorarse la extracción de residuos se contribuirá a reducir el tiempo perdido utilizado para extraerlos de manera manual, esto a su vez aumentará la cantidad de producto que pueda ser producido en una jornada laboral y disminuirá la cantidad de piezas que resulten defectuosas a causa de residuos en componentes vitales de la máquina. También se busca minimizar los efectos perjudiciales a la salud respiratoria de los operarios causados por estos desechos.

El perfil de los modelos de prueba muestra la necesidad de crear una solución que cubra los siguientes aspectos:

-Debe ser ligero y resistente, para no afectar el funcionamiento de la máquina CNC y mantener la manguera de extracción sujeta.

-Debe ser un producto que sea fácil de instalar para el operario y no requiera la utilización de herramientas adicionales.

-Debe ser ligero (menor a 6 libras) y resistente, para no afectar el funcionamiento de la máquina CNC y mantener la manguera de extracción fijamente sujeta.

-Debe de reducir la cantidad de polvo y residuos que quedan en el ambiente al momento de utilizar la cortadora.



Imagen 23. Defectos causados por saltos en la cadena de movimiento
Fuente: Propia



Imagen 24. Productos Fabricados por Dicolor
Fuente: https://www.facebook.com/pg/www.dicolor/photos/?ref=page_internal

Máquinas CNC fabricadas por Mecano CNC y sus características

Los modelos con que actualmente cuenta Mecano son:



Imagen 25: Modelo M1 (1)



Imagen 26: Modelo M2 (1)

Modelo	M1	M2
Potencia	2HP	3HP
Velocidad movimiento	10,000mm/min	14,000mm/min
Motores	Steppers	Steppers
Resolución	0.16 mm a velocidad de 5000 mm/min	0.12 mm a velocidad de 5000 mm/min
Área de corte	1.82 x 2.43 m (6 x 8 pies)	1.82 x 2.43 m (6 x 8 pies)
Cambio de herramienta	Manual	Manual
Rendimiento	4 horas de uso continuo	24 / 7

Tabla 2: Características de las máquinas CNC fabricadas por Mecano⁽¹⁾

(1) Fuente: http://www.mecanocnc.com/Mecano_CNC_Guatemala/Maquinas.html



Imagen 27: Modelo M3(1)



Imagen 28: Modelo M4(1)

Modelo	M3	M4
Potencia	6HP Industrial	10HP Industrial
Velocidad movimiento	18,000mm/min	20,000mm/min
Motores	Steppers	Servomotores AC
Resolución	0.1 mm a velocidad de 7000 mm/min	0.09 mm a velocidad de 13000 mm/min
Área de corte	1.82 x 2.43 m (6 x 8 pies)	1.82 x 2.43 m (6 x 8 pies)
Cambio de herramienta	Automático o manual	Automático o manual
Rendimiento	4 horas de uso continuo	24 / 7

Tabla 3: Características de las máquinas CNC fabricadas por Mecano⁽¹⁾

(1) Fuente: http://www.mecanocnc.com/Mecano_CNC_Guatemala/Maquinas.html

Análisis del entorno

Mecano CNC

Taller de corte

Actualmente en el área de taller de corte de la empresa Mecano CNC trabajan tres operarios, dos encargados de la equipo de CNC, que intercalan turnos y uno encargado del proceso de lijado.

Este taller cuenta con una máquina CNC modelo M2 fabricada en la empresa; un extractor de residuos con potencia de 1HP (1 caballo de fuerza), equipo para corte de madera; área de computadora, donde se ingresan los diseños que serán trabajados y una pequeña bodega donde se guarda equipo y el resto de lo materiales que se utilizan para corte se encuentran apilados en el interior del taller, a los costados del área de ingreso.

El taller funciona de lunes a viernes, de 7 am. a 5 pm., y los días sábado se utiliza de 7 am. a 12pm.



Imagen 29: Bomba de extracción
Fuente: Propia



Imagen 30: Vista del taller de corte desde el ingreso
Fuente: Propia

Dicolor

Actualmente el área de talleres en Dicolor cuenta con espacio para realizar trabajos de acabado y pintura, cortes con máquina CNC, un espacio para la computadora y herramientas de taller, bodega y baño.

Como se puede observar en las imágenes 31 y 33, existe una gran cantidad de residuos en el área de trabajo, liberados al momento que la máquina realiza un corte, por lo que los operarios han tomado la decisión de que la mejor opción para retirarlos, y no perder tiempo cambiando el accesorio existente cada vez que sea necesario, consiste en seguir la broca con la manguera de extracción sujeta con las manos y aspirar los lugares donde se necesite, como se puede observar en la imagen 32.

Esta gran cantidad de residuos presenta un riesgo para el buen funcionamiento de la máquina, la salud del operario y los trabajos de pintura realizados en el taller continuo pues la única división que existe entre ambas áreas de trabajo es una separación fabricada con varillas de acero, que no impiden que el polvo contamine los trabajos de el taller contiguo.



Imagen 31. Residuos dejados al cortar
Fuente: Propia



Imagen 32. Metodo para extraer los residuos
Fuente: Propia



Imagen 33. Residuos sobre la máquina.
Fuente: Propia

Distribución de talleres de corte

Diagrama
Talleres de corte Mecano CNC

Fuente: Elaboración propia

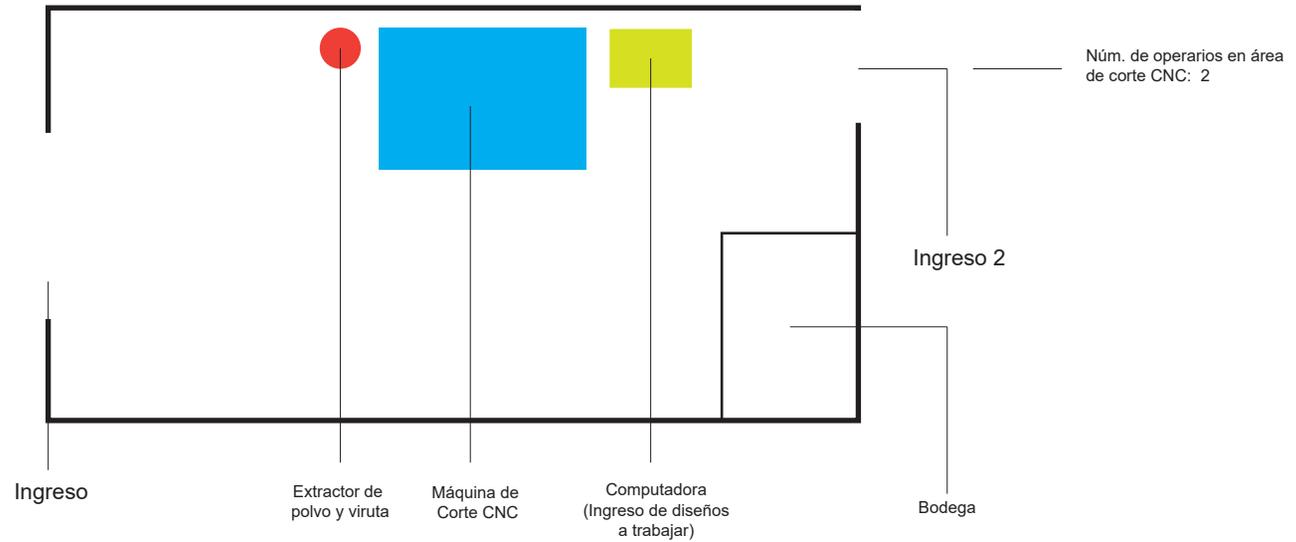
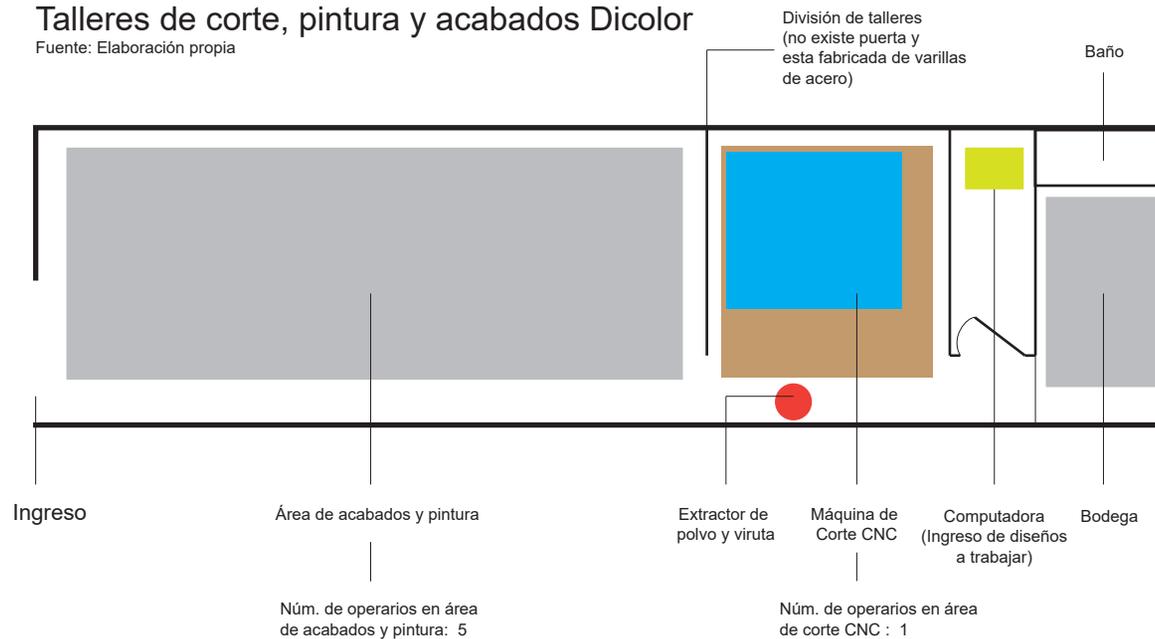


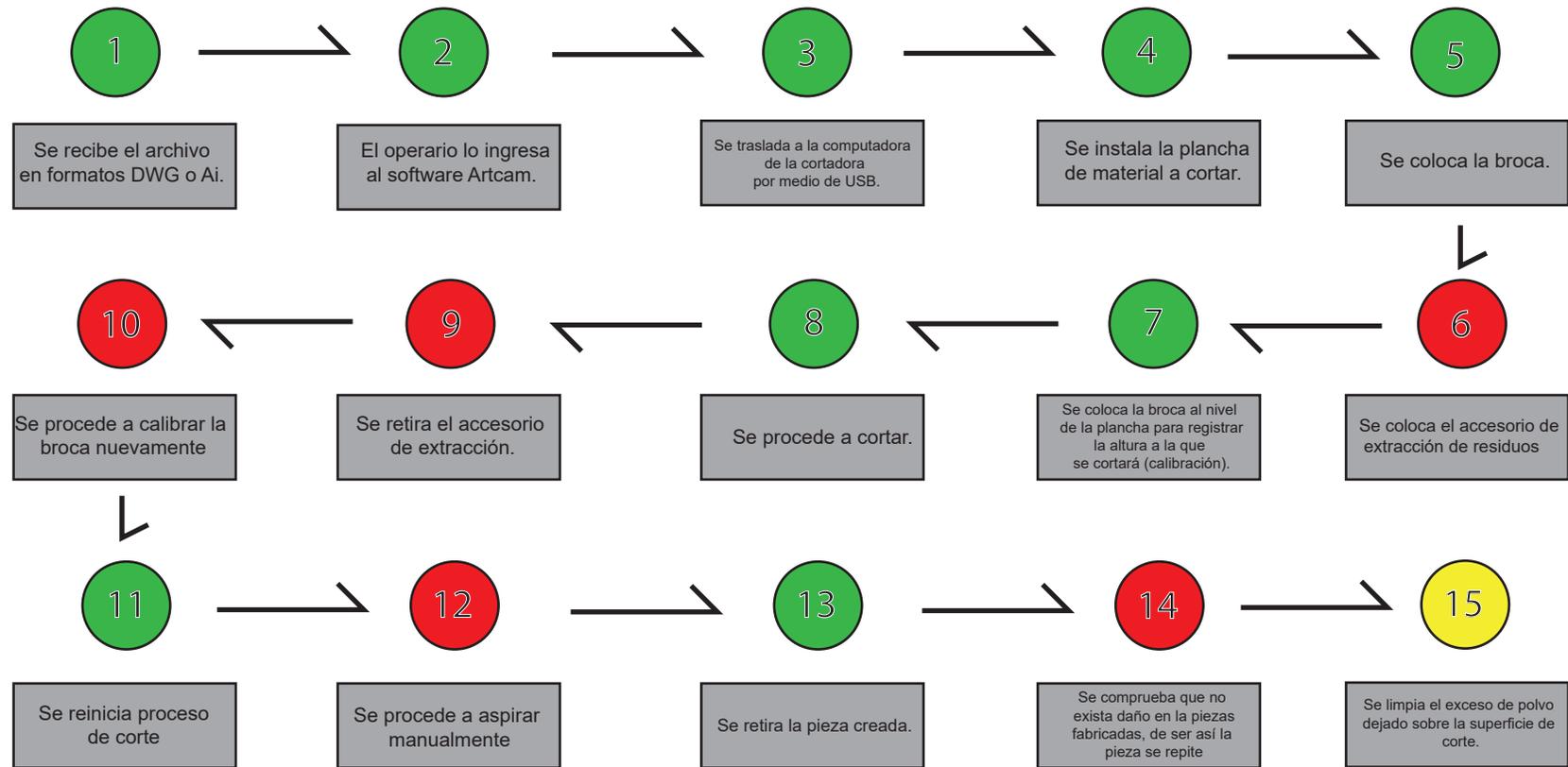
Diagrama:
Talleres de corte, pintura y acabados Dicolor

Fuente: Elaboración propia



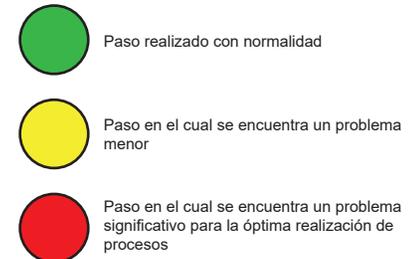
Journey map

Al momento de realizar un corte se siguen una serie de pasos hasta tener la pieza ya terminada. Estos fueron observados y recopilados. Luego se procedió a realizar un “journey map” para registrar todos los pasos e identificar en cuales se presenta algún problema.



Fuente: Elaboración propia

Los momentos en los cuáles se puede detectar un problema son el 6, 9, 10, 12, y 14 como los más críticos para el proceso de corte y el 15 como un problema menor que se puede solucionar al optimizar los pasos deficientes. Estos por lo regular pueden ser evitados simplemente al no instalar el accesorio con el cual se dispone actualmente y proceder a aspirar los residuos manualmente, pero esto causa que el operario deba de dividir su atención en retirar los desechos y asegurarse que los cortes se estén haciendo de forma adecuada y se exponga a sufrir heridas al momento de acercar la manguera de extracción a la broca. También se observó que en algunas ocasiones se dejaba trabajar la máquina sin extraer los residuos y estos eran retirados hasta que esta finalizaba de operar, lo cual puede repercutir de manera negativa en el producto final.



Perfil de usuario

Descripción de la actividad

Operación de maquinaria CNC, esto incluye el ingreso de diseños a ser trabajados, mantenimiento y limpieza del equipo. El operario también es el encargado de instalar el accesorio de extracción de residuos, proceso que toma en promedio 5 minutos.

Horario de lunes a viernes de 7am. a 5 pm.

Operarios de maquinaria cnc en Guatemala, clientes de Mecano CNC

Medidas antropométricas del operario (en mm)

Largo de brazos: 65 cm en adelante

Altura: 1.60 en adelante

Agarre: 10cm aproximadamente

Sexo: Ambos

Edad: 17 años en adelante

¿Cómo utilizará la solución?

Instalará el accesorio de aspirado en el cabezal de la máquina cnc y a la manguera de extracción de residuos antes de empezar a realizar los cortes.

¿Para qué lo usa o usará?

Objetivo principal: Extraer residuos dejados por la máquina CNC al funcionar.

Objetivo secundario: Reducir los efectos causados por los residuos en los operarios y el funcionamiento de la máquina

Aspectos positivos del usuario: conocimiento en el uso y mantenimiento del equipo de corte CNC, así como del software requerido para fabricar piezas.

Aspectos negativos: Poco control del aspecto creativo del trabajo que se está realizando.

El perfil del usuario nos muestra la necesidad de incluir los siguientes aspectos en el desarrollo del accesorio de aspirado:

- Debe de ser fácil de instalar a la máquina CNC y a la manguera de extracción.

- Debe de trabajar sin interferir con el buen funcionamiento de la maquinaria.

- El usuario debe de poder acceder con facilidad a la broca de corte y supervisar el buen funcionamiento de esta.



Imagen 34: Luis Tepeu, operario de Mecano
Fuente: Propia

Planteamiento del problema

Según lo observado en los talleres de corte de las empresas Mecano CNC y Dicolor, al no contar con un accesorio de extracción de residuos adecuado, se encuentra una acumulación de los mismos luego de utilizar la máquina CNC. Esto presenta pérdidas de tiempo al momento de cambiar de broca, recalibrar y limpiar, alrededor de 15 minutos por cada 2 planchas de material trabajadas. Además se puede encontrar residuos en las cadenas que dan movimiento a la broca, lo cual repercute en el funcionamiento de la máquina y causa que produzca piezas con defectos, las cuales deben de ser fabricadas por segunda vez representando un gasto de tiempo y materiales para la empresa.

Actualmente el problema se soluciona de forma manual por el operario. Esto quiere decir, que este sujeta la manguera con las manos y prosigue a aspirar todos los residuos producidos al momento que la maquina esta trabajando.

La maquina es limpiada manualmente antes de iniciar los cortes del día y al momento de cambiar las planchas de material a trabajar. Al realizar la limpieza del equipo se pierde tiempo de trabajo, debido a que el operario debe detener la máquina para limpiar manualmente los residuos que se acumulan al momento de realizar los cortes, o acercar la boquilla de la manguera de extracción a la broca en funcionamiento, exponiéndose a sufrir heridas.

Estos residuos presentan un riesgo para el buen funcionamiento de la máquina, la salud del operario y los trabajos realizados en áreas contiguas al taller de corte.

Esto significa perdidas de tiempo y recurso no solo en proyectos relacionados con la cortadora CNC, sino que tambien, en el caso de Dicolor, en el área de acabados y pintura, aunque esto podría ser solucionado al aislar un área de la otra.

Actualmente existe una solución creada específicamente para las máquinas producidas por Mecano CNC, aunque esta es apenas utilizada debido que su proceso de instalación es complicado e impide que el operario tenga acceso fácil a la broca de corte.

Marco lógico del proyecto

Objetivo general

- Optimizar el aspirado de residuos dejados por fresadoras CNC.

Objetivos específicos

- Reducir la cantidad de residuos presentes en el área de trabajo, luego de realizar un proceso de corte, utilizando el accesorio de extracción de residuos diseñado en al menos un 75% en referencia a la cantidad encontrada al no utilizarla (28 gramos en corte de 12plg. x 12plg).
- Reducir el tiempo utilizado para instalar la nueva solución en un 80% con referencia al tiempo utilizado en instalar la boquilla de aspirado ya existente (tiempo de instalación actual aprox 5 minutos).
- Reducir el tiempo utilizado para limpiar la máquina CNC entre cortes en un 50%. Actualmente este proceso lleva de 2 a 3 minutos.
- Aumentar la cantidad de piezas que se pueden producir durante el transcurso de un día de trabajo en un 30%. Actualmente se trabaja un promedio de 17 planchas de 6 x 8 pies en el transcurso de una jornada laboral (7am - 5pm).

Requerimientos y parámetros

 Forma

 Función

A continuación, se presenta una lista con los requisitos para cumplir con las funciones solicitadas por el cliente.

Requerimientos	Parámetros
<p> -Deberá permitir que el operario vea la broca en todo momento, para lograr calibrarla sin necesidad de remover el accesorio.</p>	<p>-Ninguna parte del accesorio deberá obstruir el acceso a la broca.</p>
<p> -Su peso deberá de ser menor a cinco libras para no impedir ni entorpecer el funcionamiento de la fresadora.</p> <p>-Deberá de ser resistente a la corrosión y a la oxidación causada por la humedad y partículas de polvo en el ambiente.</p>	<p>-Se utilizará Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABE), el cual posee poco peso, resistencia a la corrosión, humedad y puede ser moldeado utilizando una impresora 3D.</p>
<p> -Aumentar la velocidad de producción de las piezas.</p>	<p>-Se reducirá el tiempo perdido en limpiar elementos de la máquina CNC obstruidos por residuos expulsados al realizar cortes en al menos un 70%.</p> <p>-Al poder cambiar la broca de corte con sin necesidad de desinstalar el accesorio de aspirado se reduce el tiempo perdido en este procedimiento</p>

Requerimientos	Parámetros
<p>4 -Minimizar la cantidad de polvo presente en el área de trabajo para no afectar de manera negativa la salud del operario, el buen funcionamiento del equipo y proyectos ajenos al área de cortes.</p>	<p>-El accesorio contará con boquillas diseñadas específicamente para aspirar de manera óptima los residuos liberados por los materiales más trabajados en los talleres de corte, reduciendo su cantidad en al menos un 75%.</p>
<p>5 -Deberá de mantenerse sujeto fijamente a la cortadora CNC.</p>	<p>-Las abrazaderas deberán de asegurar el accesorio completamente a la cortadora.</p>
<p>6 -La limpieza del accesorio deberá de ser rápida y sencilla.</p>	<p>-El mantenimiento al accesorio no deberá requerir de herramientas especiales para su realización. -El accesorio deberá de poder ser instalado en menos de 15 segundos. -Limpiarlo no deberá de superar los dos minutos.</p>
<p>7 -La altura de la boquilla de extracción deberá de poder graduarse.</p>	<p>-La altura de la boquilla deberá de poder graduarse verticalmente utilizando la rosca de acople para adaptarse a la altura del material a cortar y así evitar que este alcance a hacer contacto y dañar el accesorio.</p>

Conceptualización

Recursos para el diseño

-Diseño centrado en el usuario:⁽¹⁾

El enfoque que nos brinda este proceso de diseño es que todas las decisiones al momento de desarrollar una solución están dirigidas por el usuario y por la función que esta debe de cumplir.

De acuerdo con Hassan-Montero y Ortega-Santamaría, S. (2009), el proceso de diseño centrado en el usuario se puede resumir en cuatro fases:

1) Entender y especificar el contexto de uso: identificar a las personas a las que se dirige el producto, para qué lo usarán y en qué condiciones.

-Al iniciar el desarrollo de este proyecto se realizaron entrevistas con los encargados de los talleres de corte de ambas empresas para entender de mejor manera la problemática que se esta enfrentando, como esta es solucionada y el area donde esta se presenta.

2) Especificar requisitos: identificar los objetivos del usuario y del proveedor del producto que deberán satisfacerse.

-Se establecieron con claridad los objetivos que se quieren alcanzar al desarrollar la solución y de qué manera positiva afectó esta la forma en la que se lleva a cabo la actividad de aspirado de residuos.

3) Producir soluciones de diseño: esta fase se puede subdividir en diferentes etapas secuenciales, desde las primeras soluciones conceptuales hasta la solución final de diseño.

-Luego de tener los requisitos que se deberían de cumplir con la solución final, se llevo a cabo el proceso de diseñar el accesorio de aspirado, realizando varias prototipos, probandolos y mejorandolos hasta alcanzar el modelo final.

4) Evaluación: es la fase más importante del proceso, en la que se validan las soluciones de diseño o por el contrario se detectan problemas de usabilidad, normalmente a través de pruebas realizadas con usuarios.

-La evaluación de estos prototipos se llevó a cabo junto con los operarios encargados del uso de las máquinas CNC, y mediante este proceso se llegó a modificar aspectos puntuales del modelo de solución para que desempeñara su función de la mejor manera posible.

(1) Hassan-Montero, Y.; Ortega-Santamaría, S. (2009). Informe APEI sobre Usabilidad. Gijón: Asociación Profesional de Especialistas en Información, 2009, 73pp. ISBN: 978-84-692-3782-3.

-Diseño participativo⁽¹⁾

Para el desarrollo de la solución a la problemática presentada en ambas empresas, se optó por el modelo de diseño participativo para la elaboración de una respuesta adecuada a la misma.

El diseño participativo consiste en un trabajo en conjunto con todas las partes involucradas en el proyecto, para lograr identificar el problema y encontrar la solución que mejor se adapte a las necesidades que surjan y se cumpla con todas sus funciones de manera satisfactoria.

Al momento de desarrollar este proyecto se trabajó en conjunto con operarios del taller de corte CNC de las empresas Mecano CNC y Dicolor, con el objetivo de identificar todas las características y funciones que la solución deberá de cumplir y la manera óptima en la cual estas se implementarán.

Se llevaron a cabo entrevistas con los operarios, se discutió en que aspectos el proceso de aspirado de residuos podría ser mejorado, se estudiaron las soluciones existentes en ambos talleres y las encontradas en el mercado y con base en esto se desarrolló un accesorio que cumpliera todas las necesidades encontradas.

Estas entrevistas resultaron vitales para el desarrollo del accesorio final pues al realizarse de manera continua se logró mejorar aspectos que no cumplían las necesidades planteadas en un inicio, eliminar partes del accesorio que resultaban innecesarias y generar soluciones a imprevistos que no se habían considerado.

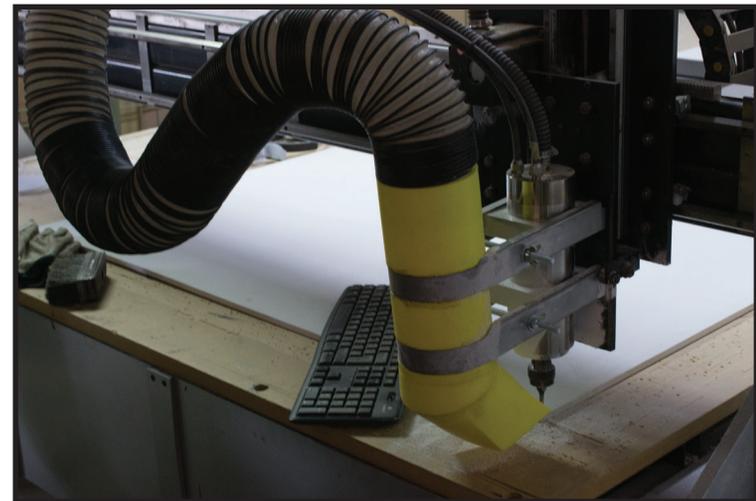


Imagen 35. Prototipo 2

Segundo prototipo del accesorio de aspirado. Para la solución final se eliminó una abrazadera y se redujo el largo del cuerpo de la pieza.

(1) https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_participativo

Proceso de conceptualización para la propuesta de solución

Bocetos iniciales y primeras propuestas

Para generar una solución que cumpliera a cabalidad los requerimientos planteados inicialmente, así como los que se fueron presentando durante la evolución de esta, se desarrollaron distintas propuestas con base en las necesidades expuestas por los operarios de las máquinas CNC.

Inicialmente se realizó una lluvia de ideas, con bocetos de accesorios que cumplieran los requerimientos planteados y luego de haberlos analizado, se tomaron las mejores cualidades de cada uno para desarrollar un modelo que satisficiera adecuadamente todas estas necesidades.

Maquetas volumétricas y funcionales

Al haber desarrollado un modelo de solución que cubriera todos los requisitos expuestos al inicio, se desarrollaron maquetas volumétricas y funcionales que pudieran interactuar con la máquina CNC, para poder determinar de mejor manera, si la forma y el tamaño eran los adecuados para realizar su función de forma correcta.

Estas maquetas fueron indispensables al momento de realizar las pruebas de funcionalidad, pues ayudaron a definir de mejor manera la forma ideal que debía de tener la solución, así como la forma en la que el usuario interactuaría con esta, y las modificaciones que se debieron realizar en cuanto al tamaño, forma y materiales que se utilizarían en el producto final.

Bocetos iniciales

Evolución de la solución

A continuación se muestran los primeros conceptos creados, sus características y observaciones de las mismas, las cuales fueron utilizadas para el desarrollo de la propuesta final.

BOCETO

PROPUESTA núm. 1

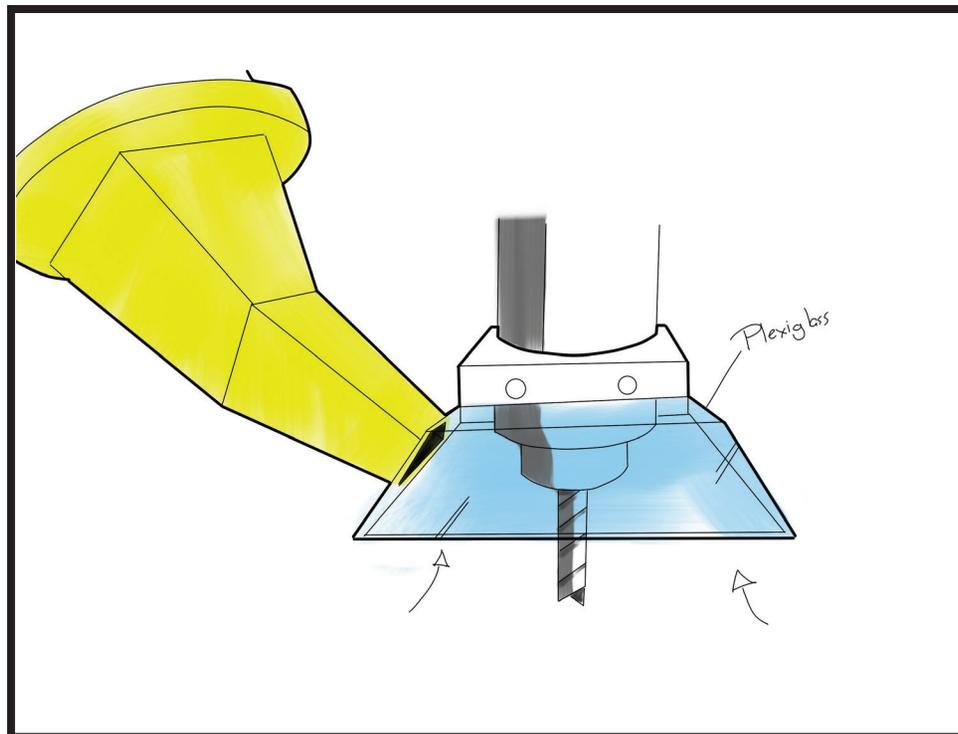


Imagen 36: Boceto 1
Fuente: Propia

En este modelo se presenta una cubierta translúcida conectada a una boquilla cónica que a su vez se conecta con la manguera de extracción.

Esta se encuentra sujeta firmemente alrededor de la broca y utiliza tornillos.

Este diseño evita que el accesorio sea removido con facilidad y depende de la resistencia de la capucha translúcida para sujetar la boquilla de extracción lo cual presenta un riesgo para su integridad.

Requerimientos cumplidos⁽¹⁾



(1) Ver pág. 28 "Requerimientos y parámetros"

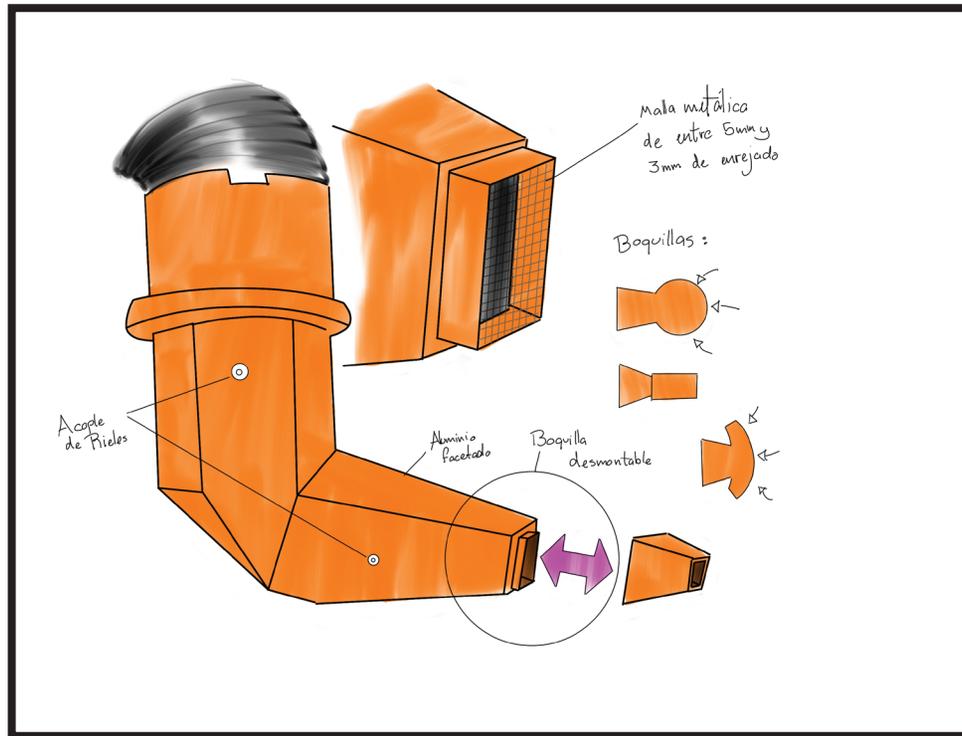


Imagen 37: Boceto 2
Fuente: Propia

La forma cilíndrica de este modelo aprovecha el fenómeno físico conocido como Efecto Venturi para aumentar la fuerza de la manguera de extracción al concentrar la fuerza de esta en un boquilla más pequeña que el diámetro de la manguera.

Este se sujetará a la fresa por medio de un mecanismo que permita ajustar su ángulo y altura, aunque este deba ser lo suficientemente fuerte para soportar uso continuo y tener boquillas intercambiables para adaptarse al trabajo a realizar.

Requerimientos cumplidos⁽¹⁾

- 1
- 5
- 6
- 7

(1) Ver pág. 28 "Requerimientos y parámetros"

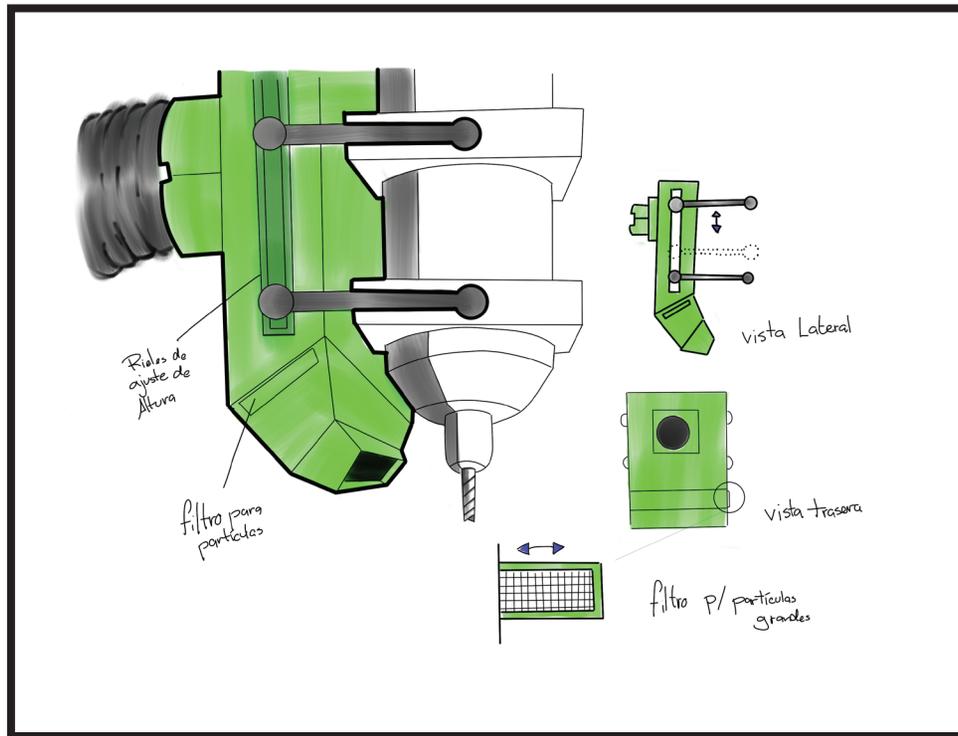


Imagen 38: Boceto 3
Fuente: Propia

En este modelo se muestra un accesorio que se sujeta firmemente a la fresa, sin posibilidad de que este se pueda cambiar de posición. Esto es con el fin de permitirle soportar una carga de trabajo mucho más prolongada que los diseños anteriores.

La forma angular y la manera que se acopla con la manguera de extracción disminuyen su efectividad y permiten que los residuos aspirados se acumulen en el interior, aumentando de esta forma el mantenimiento que se le debe de proporcionar.

Requerimientos cumplidos⁽¹⁾

- 1
- 5
- 6
- 7

(1) Ver pág. 28 "Requerimientos y parámetros"

Materiales

A continuación, se muestra una lista de los materiales utilizados para la fabricación de la boquilla de aspirado, así como una descripción de por que fueron elegidos.

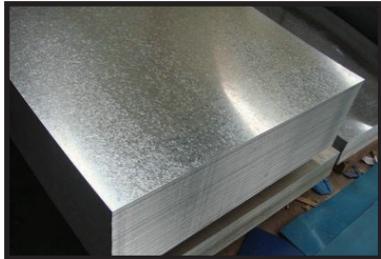


Imagen 39: Laminas de Acero Galvanizado
fuente: <http://www.tallersggb.net/wp-content/uploads/2013/09/Detalle-Acero-Galvanizado.jpg>



Imagen 40: Filamentos de Acrilonitrilo Butadieno Estireno para impresión
fuente: https://cdn.shopify.com/s/files/1/1099/7842/articles/07aa03b50a1b86e02bf554f082ca295_c8db5089-fa55-436c-87fc-2005d4a4779e.jpeg?v=1452708826

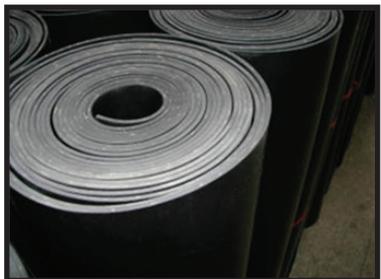


Imagen 41: Empaque de hule tramado
fuente: <http://www.epm.com.mx/imagenes/productos/rollos-hule/rollos-hule.jpg>

Elemento	Material	Proceso	Notas
Abrazadera	Lámina de Acero galvanizado (2mm de grosor)	Corte y dobleces manuales. Doblar por el centro, creando un cemicírculo de 98mm de diámetro. Luego se pega con cemento de contacto al canal del cuerpo de la boquilla.	La abrazadera del accesorio de aspirado, es la parte que lo mantiene unido a la manguera de extracción y a la máquina CNC, por lo tanto, debe ser lo suficientemente resistente como para no doblarse y conservar su forma. Por estos motivos se eligió una lámina de acero galvanizado de 2 mm de grosor, lo cual la hace lo suficientemente ligera y resistente para poder desempeñar su función.
Cuerpo y boquilla	Acrilonitrilo Butadieno Estireno	Impresión con impresora 3D.	El ABE es un material ligero y resistente, al cual se le puede dar cualquier forma deseada con gran precisión ya que el trabajo es realizado en su totalidad por computadora, con excepción del modelado de la pieza a imprimir. Se utilizará este material para el cuerpo de la boquilla de aspirado ya que su poco peso, alto grado de resistencia y facilidad de limpiar lo hacen un material ideal para trabajar.
Acople para manguera de Extracción	Plancha de empaque de hule Tramado (10 x 29 cm, 1/4" de grosor)	Corte y pegado manual Realizar un corte a 45 grados a cada uno de los cantos mas cortos de la plancha de hule (ver planos). Pegarla con cemento de contacto al interior de la parte superior del cuerpo del accesorio	El empaque de hule tramado es un material resistente y flexible, lo cual lo hace ideal para la función de acople para manguera de extracción, ya que su textura evita que la esta se resbale al haber sido instalada y al poder doblarse reduce el riesgo de daños y desgarres de la misma.

Desarrollo de maquetas de solución

Maqueta 1

La primera solución elegida, exploraba la posibilidad de utilizar algún tipo de mecanismo que permitiera regular la altura del accesorio para aspirado de residuos.

La forma de este diseño contribuía a la acumulación de residuos en su interior, entorpecía el flujo de aire al momento de aspirar y al momento de realizar pruebas se confirmó que la altura de la boquilla afectaba de manera significativa su rendimiento, por lo cual se optó por conservar la capacidad de regular esta.

El enfoque utilizado al momento de diseñar la forma final del accesorio de extracción fue el diseño centrado en la usuario, ya que la interacción del operario con el accesorio será fundamental al momento de su utilización en el contexto laboral.⁽¹⁾



Imagen 42: Maqueta 1



Imagen 43: Maqueta 1

(1) <http://www.nosolousabilidad.com/manual/3.htm>

Maquetas 2, 3, 4

Luego de realizar pruebas con las maquetas 2 y 3 se llegó a la conclusión que la forma rectangular del accesorio era contraproducente al momento de ser utilizada, pues acumulaba residuos en sus esquinas interiores, por lo cual se decidió cambiar la forma de este.

La forma cilíndrica que termina en una boquilla pequeña por la cual se optó para la realización de las siguientes maquetas, nace con base en el fenómeno de flujo de aire conocido como Efecto Venturi. Este consiste, en el aumento de la velocidad de movimiento de un fluido (ya sea un gas o un líquido) al disminuir el tamaño del caudal por el cual se moviliza.

Al utilizar esta forma, se aprovecha la forma cilíndrica para evitar acumulaciones de polvo en el interior del accesorio, así como un flujo de aire constante y lo suficientemente fuerte como para aspirar los residuos producidos al momento de utilizar la cortadora (ver Imagen 46)

Luego de realizar pruebas con la maqueta 4 y el prototipo 1 se decidió cambiar el material de elaboración por Acrilonitrilo Butadieno Estireno de 5mm de grosor ya que ofrece, tanto resistencia física como al óxido, un bajo peso y no presenta ningún riesgo (como cortaduras) al usuario.⁽¹⁾



Imagen 44: Maqueta 2



Imagen 45: Maqueta 3



Imagen 46: Maqueta 4

(1) Ver página 41

Prototipo funcional

El segundo prototipo funcional fue fabricado de Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABE) de 5mm de grosor, por medio de una impresora 3D, el cual dio como resultado un producto sin defectos estructurales, resistente y ligero. Debido a su alto grado de precisión, este medio de producción presentaba la oportunidad de agregar la opción de boquillas intercambiables, las cuales se enroscan al cuerpo de accesorio (Imágenes 48, 49), ello con el fin de cambiar la altura de la boquilla en dependencia del grosor del tipo de material a trabajar.

Luego de realizar pruebas con este prototipo se llegó a la conclusión que las boquillas debían de ser más angostas para aumentar la fuerza de aspirado, pues al utilizar un motor de extracción con capacidad menor a un caballo de fuerza (HP).

También se llegó a la conclusión que se estaba desperdiciando material al momento de fabricarla, por lo tanto, se redujeron 7 cm de altura del cuerpo, 4 a la altura del acople de hule y se eliminó la abrazadera inferior pues la superior era suficiente para sostener el accesorio de extracción a la máquina CNC y la manguera de extracción.



Imagen 47: Prototipo funcional



Imagen 48: Boquillas intercambiables



Imagen 49: Detalle de boquillas

Prototipos funcionales

Para llegar a obtener los mejores resultados al momento de desarrollar una boquilla de extracción ideal para las necesidades presentadas, se fabricaron prototipos funcionales, los cuales fueron evolucionando de la manera que se muestra a continuación.

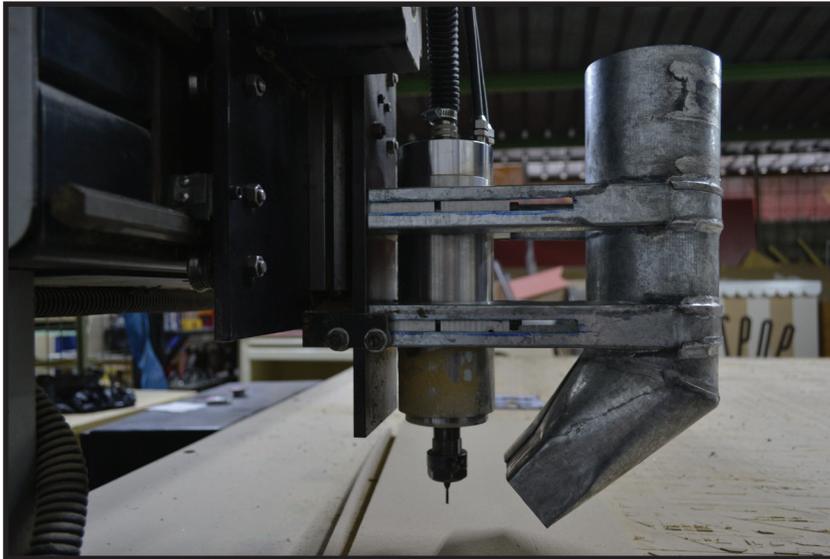


Imagen 50: Prototipo 1
Fuente : Propia

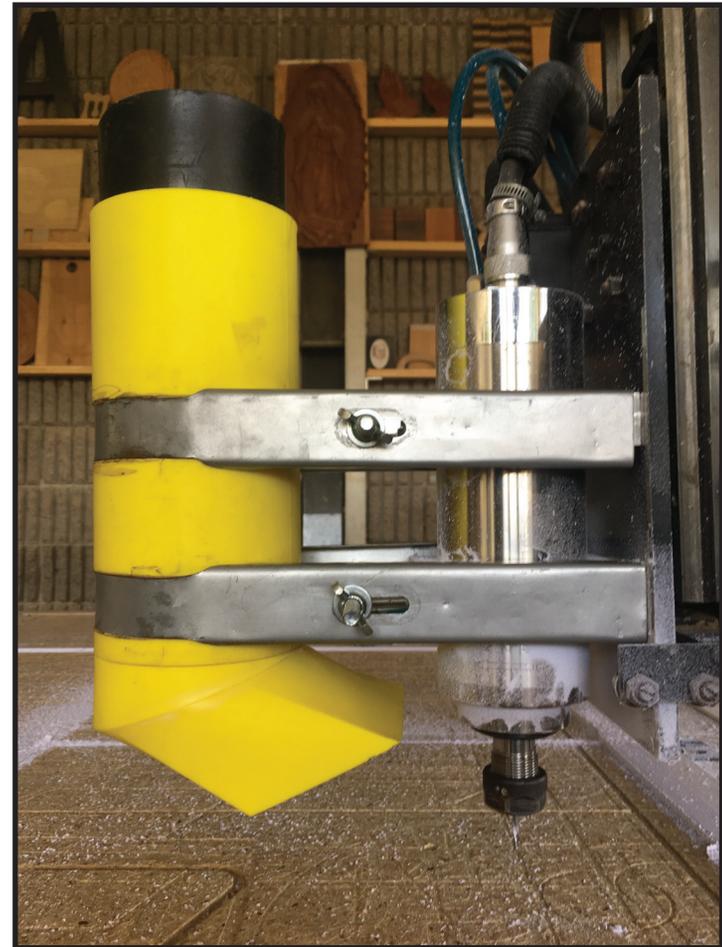


Imagen 51: Prototipo 2
Fuente : Propia

Prototipo #1

Observaciones

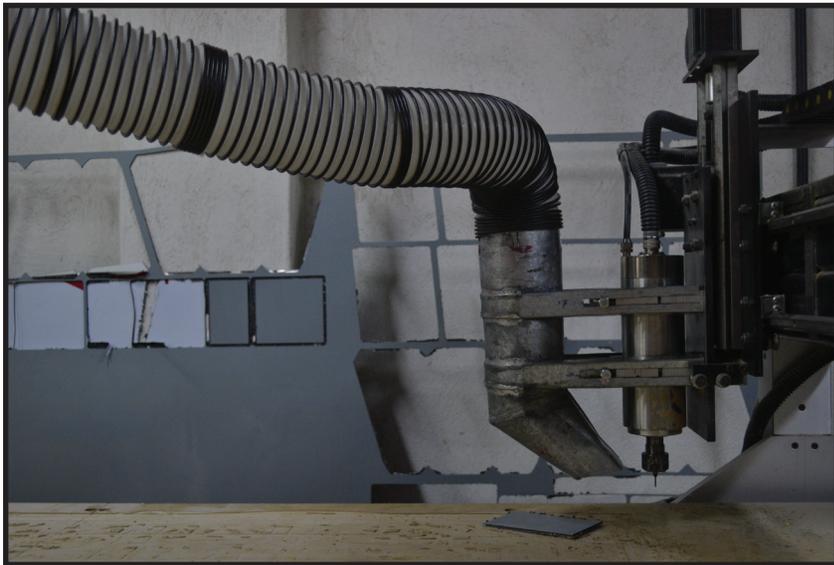


Imagen 52: Prototipo 1
Fuente : Propia

Requerimientos cumplidos⁽¹⁾



-El primer prototipo fue fabricado pensando en un accesorio hecho completamente de acero galvanizado.

-Después de realizar pruebas se llegó a la conclusión que era poco amigable con la manguera de aspirado (podía cortarla) y que la altura de la boquilla debería de poder ser modificada dependiendo del tipo de broca que se utilice.

-El material que se estaba utilizando era difícil de moldear a la forma requerida, lo cual afectaba negativamente su forma y acabados.

-El accesorio era lo suficientemente ligero (cinco libras) como para que la máquina funcionara sin impedimento, pero podía cortar al operario si este no tenía cuidado debido a que sus bordes tenían secciones ligeramente filosas.

(1) Ver pág. 28 "Requerimientos y parámetros"

Prototipo #2

Observaciones

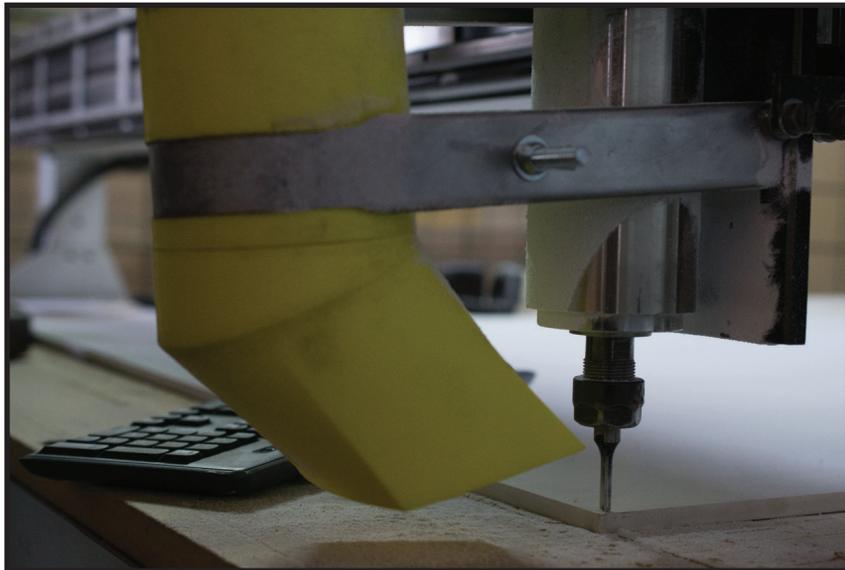


Imagen 53: Prototipo 2
Fuente : Propia

Requerimientos cumplidos⁽¹⁾



-El segundo prototipo fue fabricado con Acrilonitrilo Butadieno Estireno de 5mm de grosor.

-Este material resultó ideal para la fabricación del cuerpo del accesorio, pues solucionó los problemas de acabados, áreas con filos manteniendo la resistencia y peso necesarios para funcionar adecuadamente.

-Ya que la forma de fabricarlo era más precisa, el accesorio fue modificado para tener una boquilla intercambiable que se pudiera adaptar al trabajo que se estuviera realizando y a la altura de la broca que se utilizará.

-Luego de realizar pruebas, se llegó a la conclusión que la altura de la boquilla deberá de ajustarse más y que el ancho de la boca de succión deberá de ser reducido para aumentar su eficiencia.

(1) Ver pág. 28 "Requerimientos y parámetros"

Modelo de solución

Consiste en un accesorio para la manguera de extracción de residuos utilizada con la fresadora CNC de la marca Mecano CNC. Este consta del cuerpo principal, al cual se conecta la manguera de extracción y se aspiran los residuos, fabricado de Acrilonitrilo Butadieno Estireno de 5mm de grosor.

Este accesorio utiliza una abrazadera de lámina de metal galvanizado que por medio de un tornillo de 14 cm de largo, asegurado en la misma por dos tuercas de acople y dos rondanas, al ser apretado sujeta firmemente el accesorio a la estructura de cabezal que posee la fresadora CNC. También cuenta con dos boquillas a las que se le puede ajustar la altura, gracias a que cuenta con una rosca de 3 cm de altura la cual puede ser graduada al nivel deseado, esto es con el fin de adaptarse al grosor del material que se este trabajando.

El objetivo principal de este accesorio es fijar la manguera de extracción al cabezal de la fresadora, aumentar y dirigir la fuerza de la succión de la misma, evitar obstrucciones al momento de tener que cambiar brocas o calibrar la máquina, agilizar la instalación del accesorio para reducir el tiempo perdido al momento de instalarlo y reducir la cantidad de residuos existente en el área de trabajo, de esta manera se evitan daños a la salud del operario y al funcionamiento de la maquinaria.

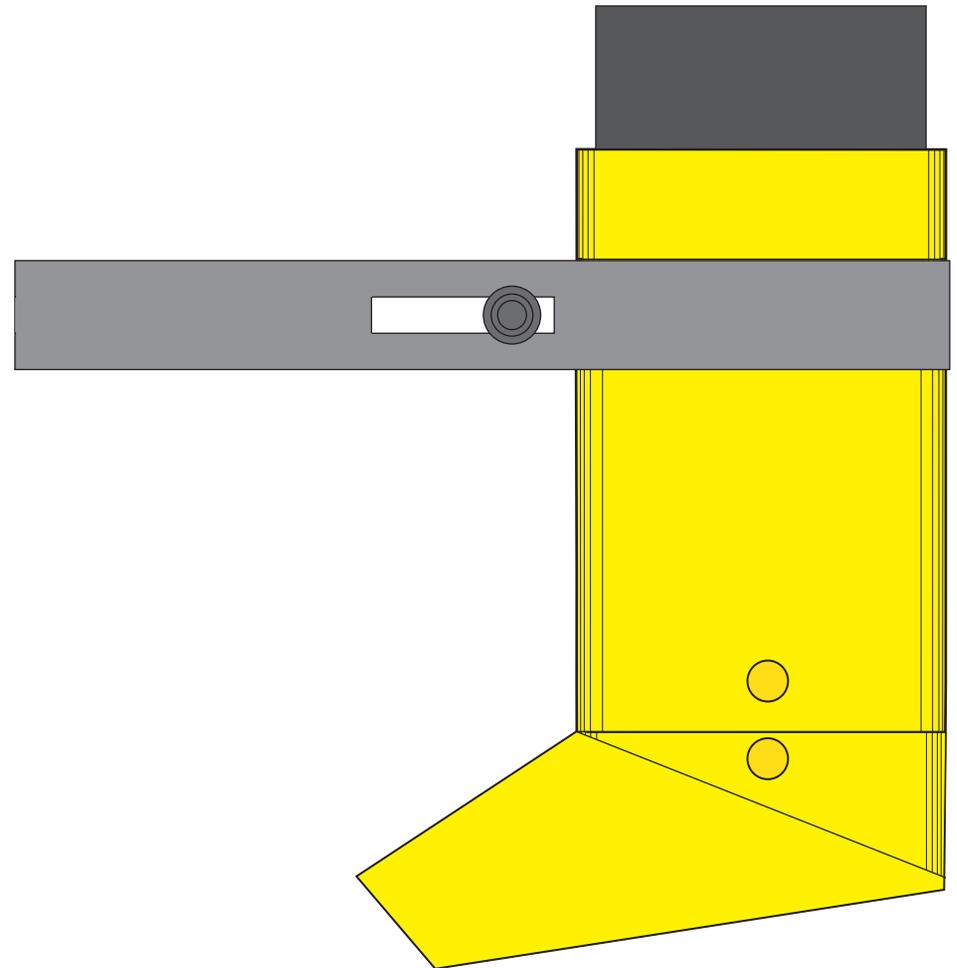


Imagen 54: Modelo de solución
Fuente : Propia

Descripción gráfica del modelo de solución

A continuación se puede encontrar un análisis detallado del accesorio de aspirado, con descripciones de las funciones de sus distintos mecanismos, metodo de uso y el por qué fue diseñada de esta manera.

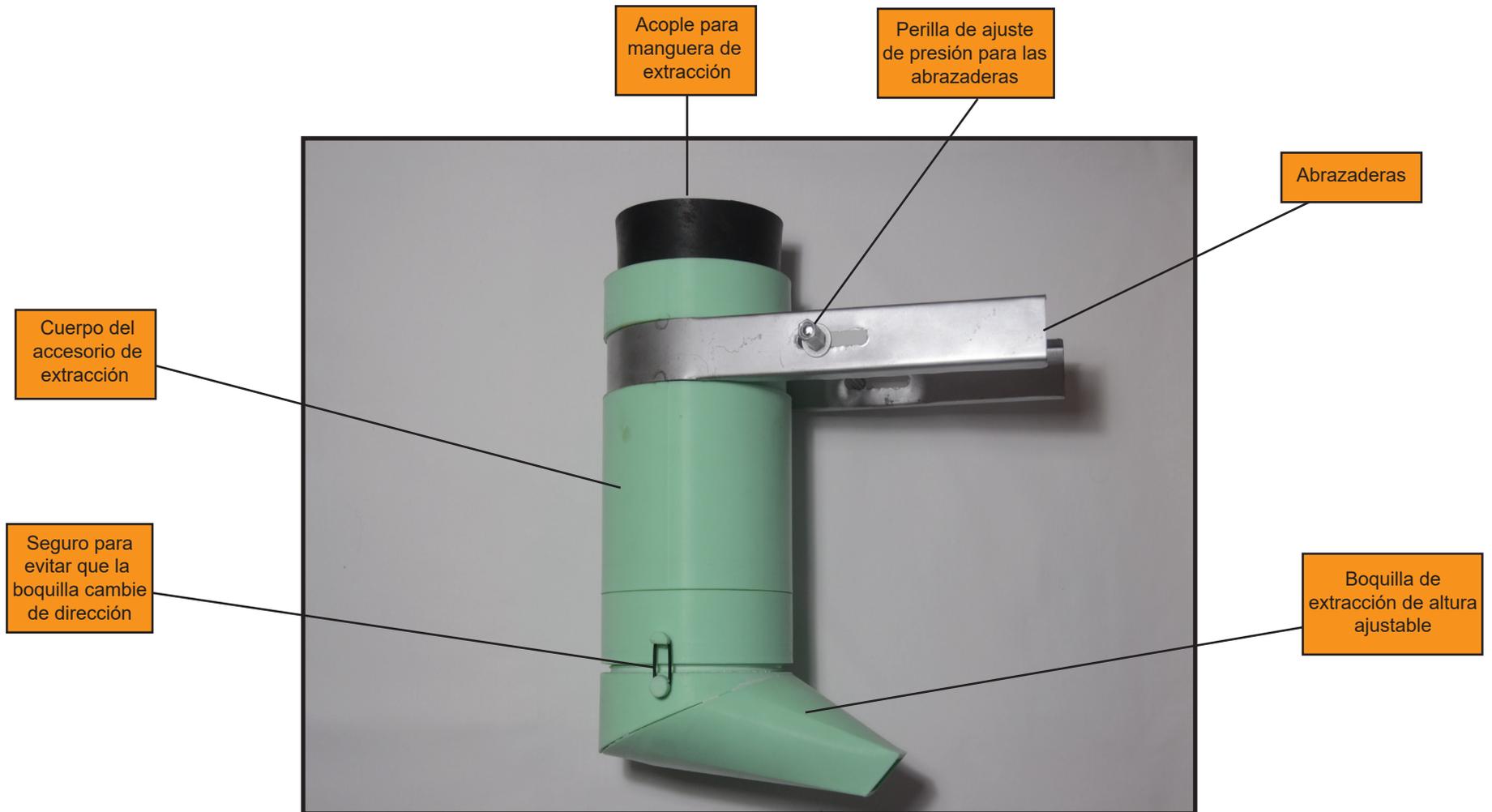


Imagen 55: Modelo de solución
Fuente : Propia

Descripción de elementos formales

Perilla de ajuste de presión para las abrazaderas

La abrazadera es la parte que mantiene sujetado el accesorio de extracción de residuos a la máquina CNC.

Esto se logra por medio de la presión creada al apretar la perilla de ajuste de presión para la abrazadera, lo cual hace que esta se cierre al rededor del husillo de la máquina CNC fijando firmemente el accesorio a la misma, y al ser aflojada permite que este pueda ser retirado fácil y rápidamente.

Esta perilla se coloca de forma que siempre esté en dirección a donde se encuentra el operario para que este pueda operarla fácilmente.



Imagen 56: Perilla de ajuste
Fuente : Propia

Seguro para boquilla y ajuste de altura

La altura del material que se está trabajando afecta el alto que la boquilla de extracción se deberá de ubicar por sobre la superficie de trabajo para mejorar su eficiencia o para que no entre en contacto con el trabajo realizado, pues si esto ocurriera el accesorio de extracción o la máquina podrían sufrir daños.

Para evitarlo, el nivel de altura de la boquilla puede ser nivelado gracias a que esta cuenta con una rosca de 3 cm de largo, la cual le permite ser ajustada girándola hasta alcanzar el nivel deseado sobre la superficie de corte.

Los movimientos constantes y las vibraciones producidas por la máquina CNC, pueden hacer que la boquilla se mueva de su posición centrada en dirección al husillo, por lo tanto se instalaron seguros para mantenerla siempre en la misma posición. Estos consisten en empaques de hule (O-rings) que pueden ser puestos en los cuatro sujetadores colocados a los lados del accesorio. Debido al grado de elasticidad de estos empaques, se utilizan de dos tamaños distintos ($3/4$ y $1\ 1/4$) para poder abarcar toda la capacidad de ajuste de altura.

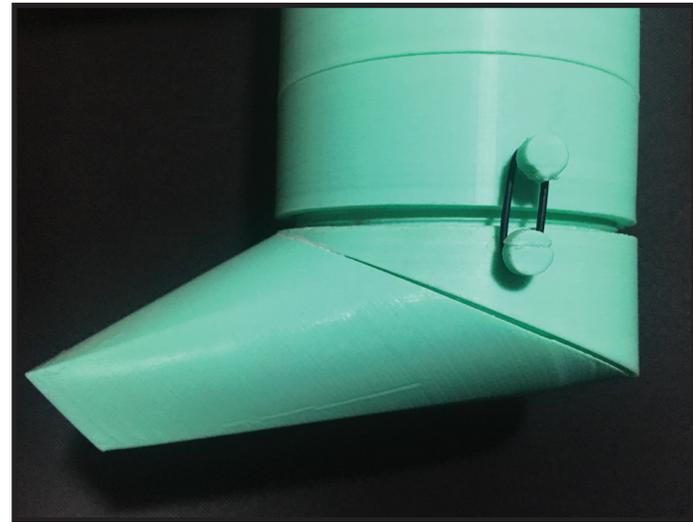


Imagen 57: Seguros de posición
Fuente : Propia

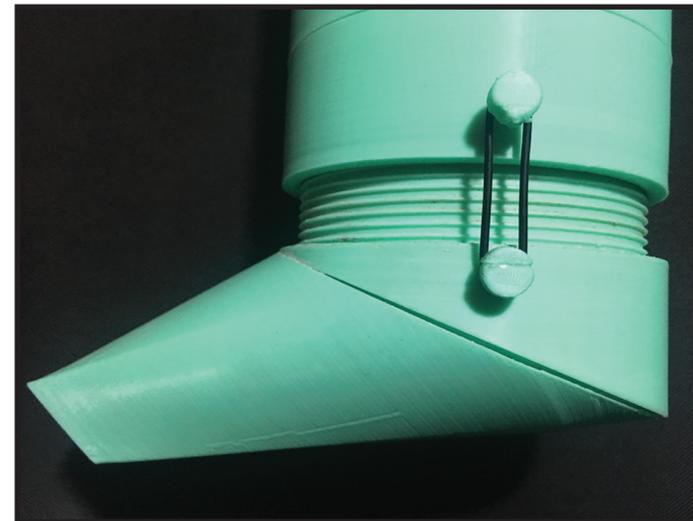
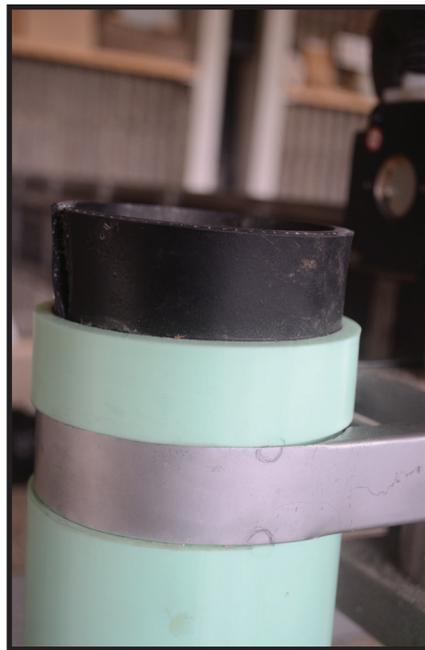


Imagen 58: Ajuste de altura
Fuente : Propia

Acople para manguera de extracción

La manguera de extracción, es un elemento que, por su diseño flexible, resulta delicada y por lo tanto es propensa a sufrir desgarros o daño a su estructura si es colocada en algo rígido o afilado. Por lo tanto, para la fabricación del acople para manguera de extracción, se decidió utilizar empaque de hule tramado de 1/4" de grosor, pues es un material firme pero flexible, que resulta poco perjudicial para la manguera.



Imagenes 59 - 60: Acople para manguera de extracción

Fuente : Propia

Boquilla de extracción

El tamaño de la boquilla de extracción afecta directamente su desempeño, por lo tanto se ha decidido que este sea de 6cm de ancho y 3 de alto, de esta manera, su potencia llega a ser la adecuada para funcionar con motores de extracción de 1 HP en adelante.

Adicionalmente se fabricó una boquilla con medidas de 4cm de ancho y 2 de alto para aumentar su capacidad de aspirado y mejorar el desempeño del accesorio al momento de ser utilizado en la fabricación de cortes de piezas grandes las cuales no corran el riesgo de ser aspiradas junto con los residuos liberados.



Imagen 61: Boquilla de extracción
Fuente : Propia



Imagen 62: Boquilla de extracción para piezas grandes
Fuente : Propia

Uso



Imagen 63: Boquilla intercambiada

Imagen 64: Tamaño del accesorio

Fuente : Propia

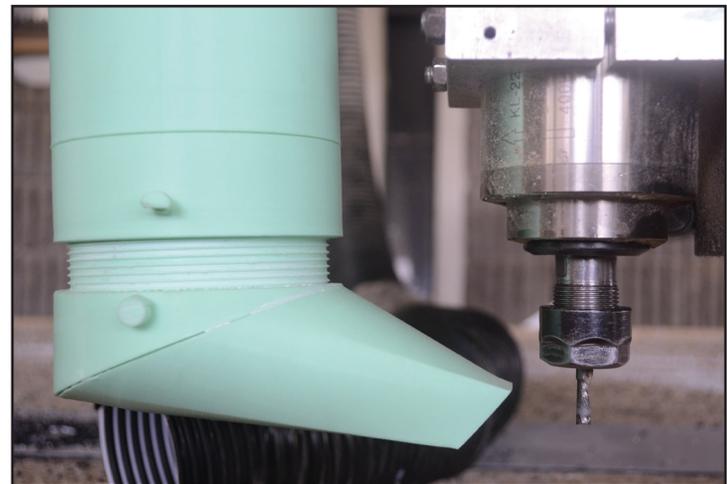
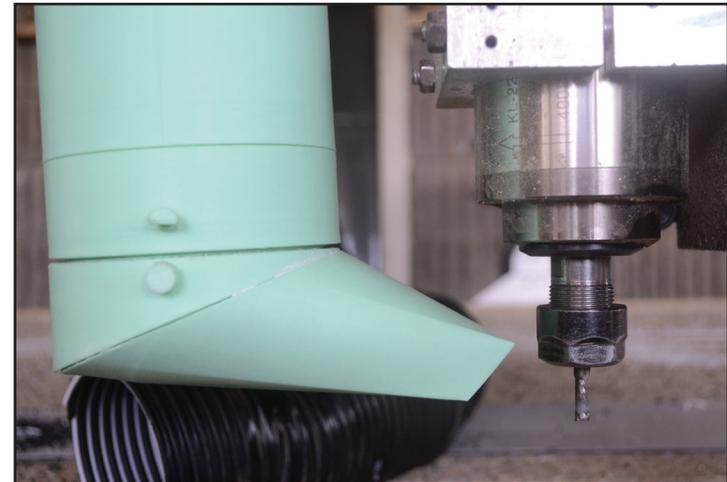


Imagen 65 - 66: Detalle de ajuste de altura

Fuente : Propia

Resultados obtenidos en validación final

Requerimiento	Validado	Resultado	Método de verificación
<p>-Deberá permitir que el operario vea la broca en todo momento, para lograr calibrarla sin necesidad de remover el accesorio.</p>	<p>✓ ×</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>El operario puede ver y manipular la broca sin ningún impedimento estando instalado el accesorio.</p>	
<p>-Su peso deberá de ser menor a cinco libras para no impedir ni entorpecer el funcionamiento de la fresadora.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>El peso del accesorio es de dos libras.</p>	<p>El accesorio se pesó y se verificó que su peso fuera menor a cinco libras.</p>

Imagen 67: Cambio de broca con accesorio instalado
Fuente: Propia

Requerimiento	Validado	Resultado	Método de verificación
<p>-Deberá de ser resistente a la corrosión y a la oxidación causada por la humedad y partículas de polvo en el ambiente.</p>	<p>✓ × <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>El material con el cual se fabricó el accesorio no es susceptible al óxido, ni a la corrosión.</p>	<p>Ver pág. 36 “Materiales”</p>
<p>-Aumentar la velocidad de producción de las piezas.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Se evitó el tiempo utilizado para instalar y desinstalar el accesorio al momento de tener que cambiar de broca.</p>	<p>Ver pág. 53 Tiempo de instalación</p>
<p>-Minimizar la cantidad de polvo presente en el área de trabajo para no afectar de manera negativa la salud del operario, el buen funcionamiento del equipo y proyectos ajenos al área de cortes.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Se redujo la cantidad de residuos sobre el área, de 28 gramos a 1 gramo.</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-end;">  <p>Utilizando accesorio (1 gramo)</p>  <p>Sin accesorio (28 gramos)</p> </div> <p>Imágenes 68 - 69: Residuos sobre área de trabajo Fuente: Propia</p>

Requerimiento	Validado ✓ ✕	Resultado	Método de verificación
-Deberá de mantenerse sujeto fijamente a la cortadora CNC.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	El accesorio no presenta problemas para mantenerse sujeto fijamente a la máquina y manguera de extracción.	 <p>Imagen 70: Accesorio sujeto a máquina CNC y Manguera de extracción Fuente: Propia</p>
-La limpieza e instalación del accesorio deberán de ser rápida y sencilla.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	No existen problemas de acumulación de residuos en el interior del accesorio y se logra limpiar fácilmente. Su instalación no toma más de 15 segundos	Ver pág. 53 Tiempo de instalación
-La altura de la boquilla de extracción deberá de poder graduarse.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La altura se puede regular gracias a la rosca que une al cuerpo con la boquilla. Esta se puede adaptar a cualquier altura de broca o grosor de material utilizado.	Ver pág. 46 “Seguro para boquilla y ajuste de

Conclusión

El modelo de solución cumple satisfactoriamente los requerimientos presentados con anterioridad, reduce el tiempo empleado para su instalación, elimina la mayor cantidad de los residuos depositados sobre el área de trabajo, compatibilidad con todos los tamaños de brocas utilizados y permite que el operario pueda calibrar la máquina sin necesidad de remover el accesorio.

Para la fase de validación de prototipo #1 se compararon los resultados obtenidos en una prueba al utilizar el accesorio actualmente disponible por la empresa contra los del prototipo final. Esta se realizó al momento de cortar una plancha de Plexiglass de 3 mm de grosor de 30 x 30 cm.

Cantidad de residuos encontrados en el área de trabajo al utilizar el accesorio existente actualmente

Cantidad de residuos encontrados en el area de trabajo al utilizar el accesorio prototipo:

PVC



20 gramos

Imagen 71: Validación Fuente : Propia



4 gramos

Imagen 72: Validación Fuente : Propia

Madera



28 gramos

Imagen 73: Validación Fuente : Propia



1 gramo

Imagen 74: Validación Fuente : Propia

Tiempo total de instalación del accesorio existente actualmente:

2 min 0 segundos

Tiempo total de instalación del accesorio prototipo:

10 a 15 segundos

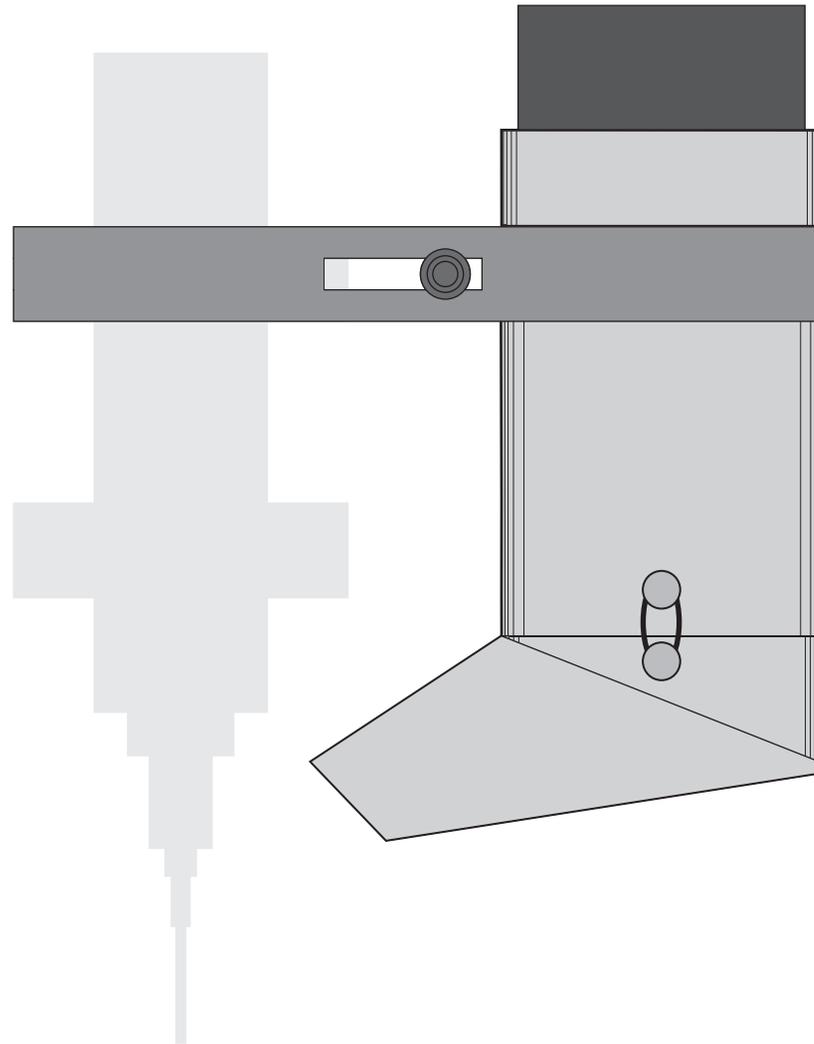
Cantidad de residuos encontrados en el área de trabajo al utilizar el accesorio existente actualmente:

20 gramos de PVC
28 gramos de madera

Cantidad de residuos encontrados en el área de trabajo al utilizar el accesorio prototipo:

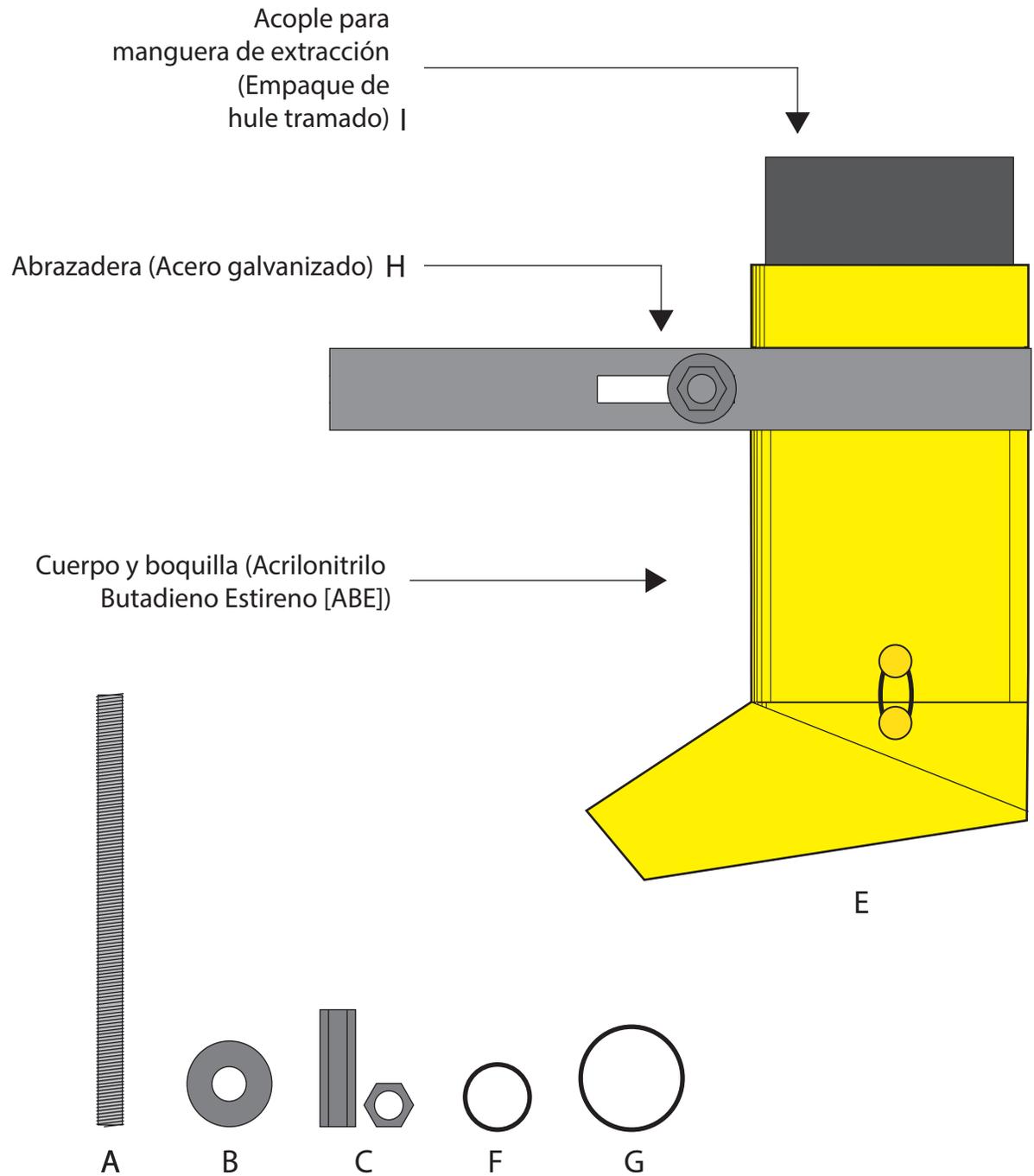
4 gramos de PVC
1 gramo de madera

Manual de uso

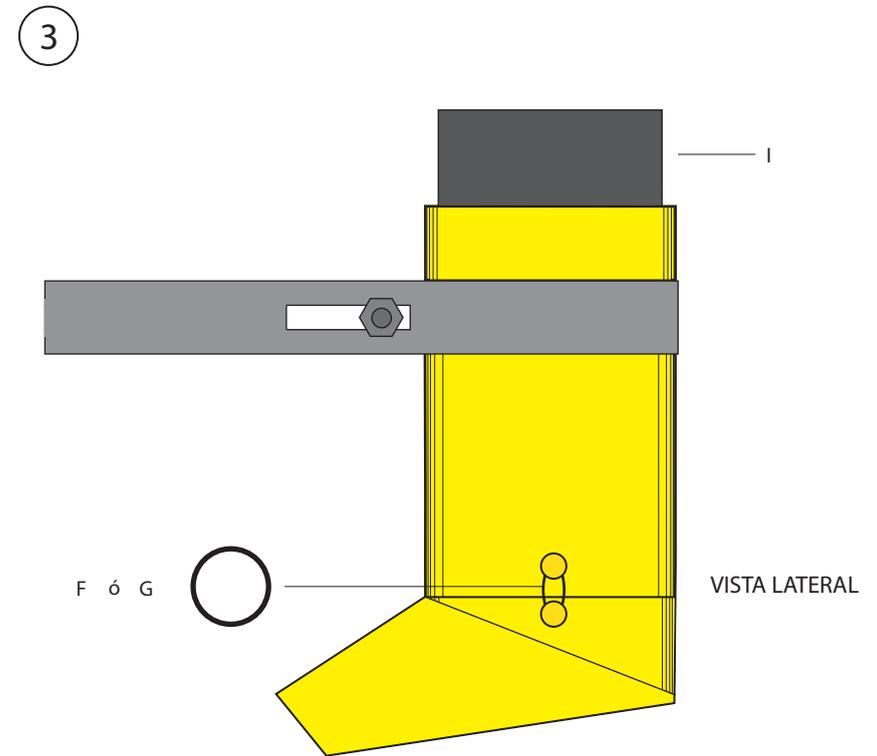
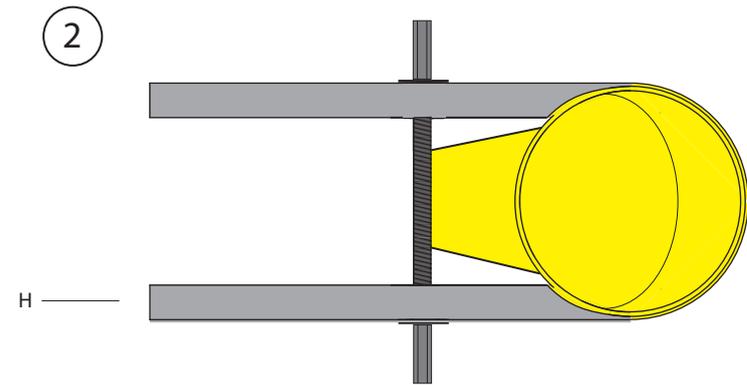
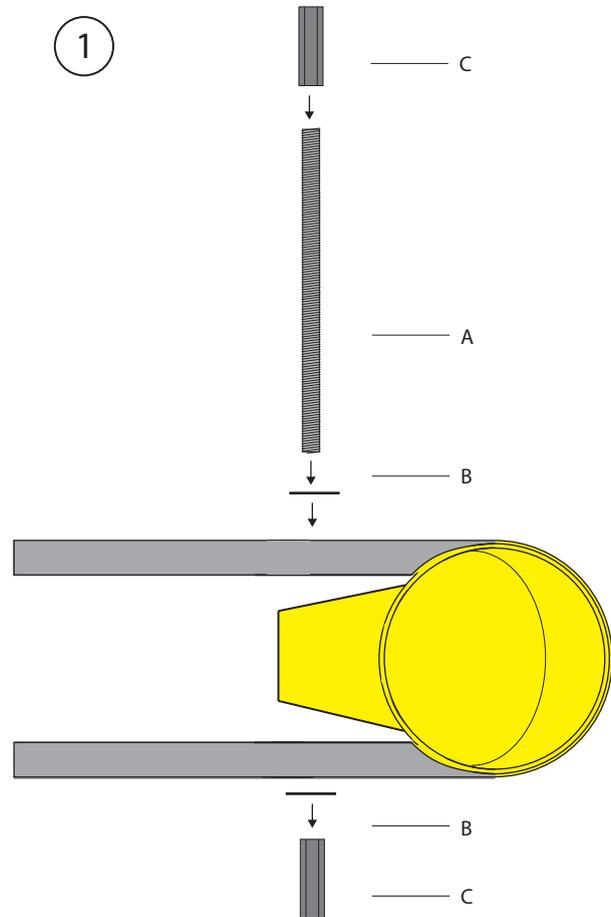


LISTA DE PARTES:

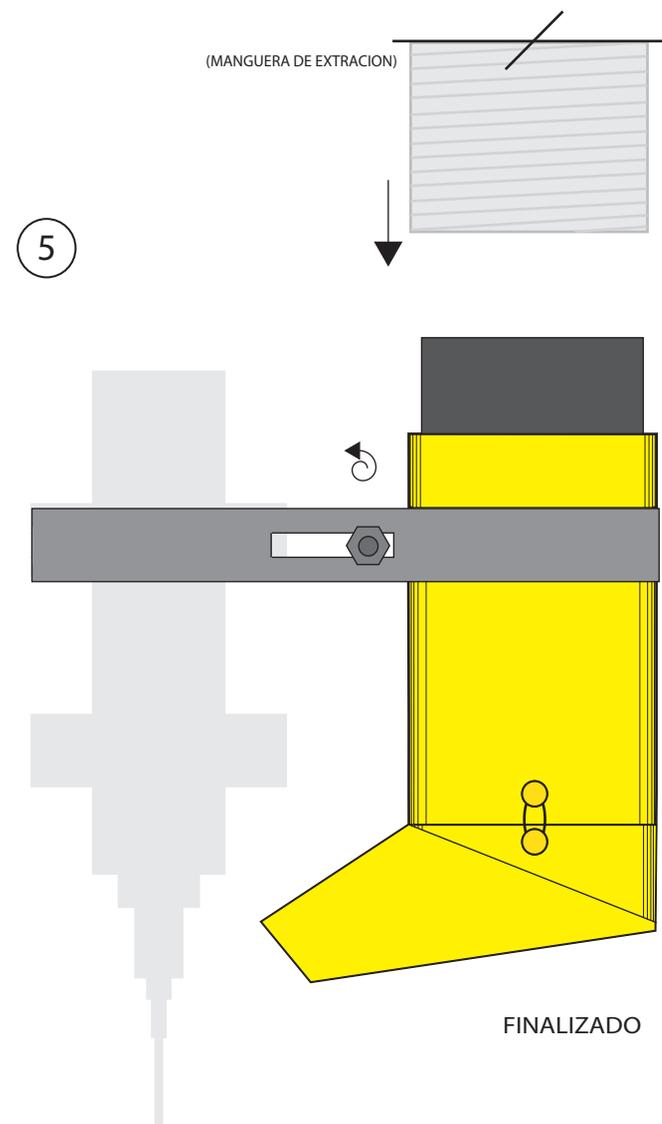
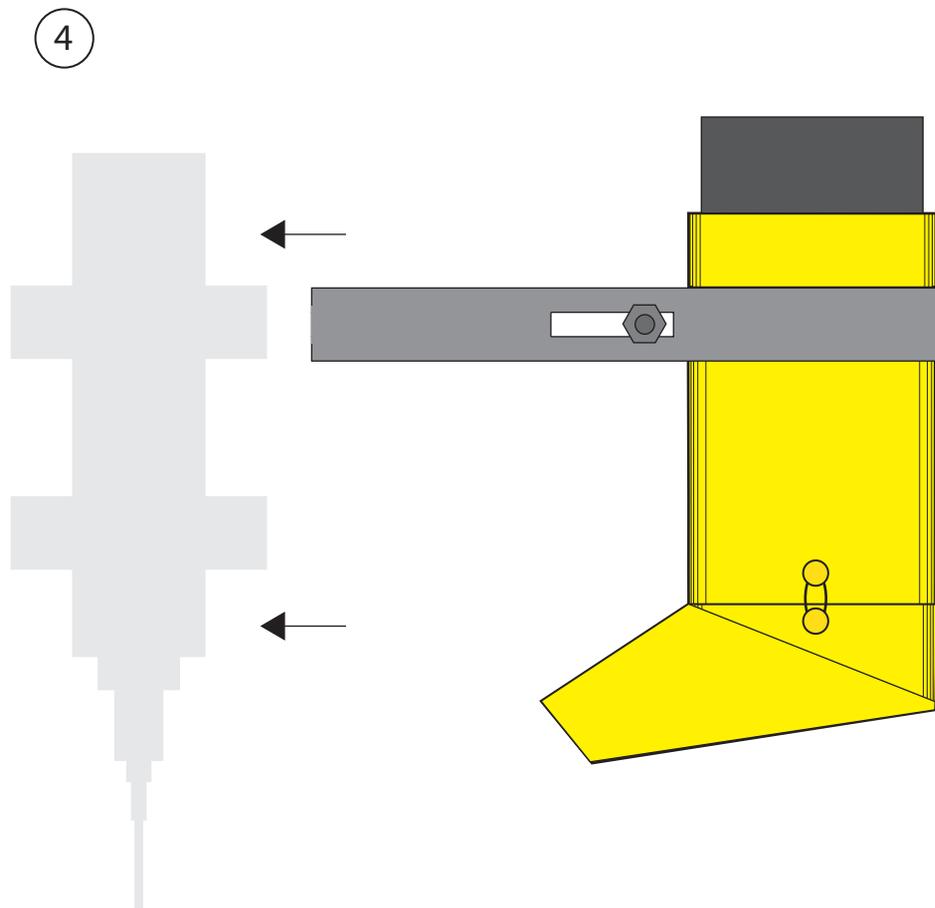
- 1 Varilla roscada de 1/4 (A)
- 2 Roldandas (B)
- 1 Tuerca de acople de 1/4 (C)
- 1 Boquilla de (E) aspirado.
- 2 Empaques de hule de 3/4 (F)
- 2 Empaques de hule de 1 1/4 (G)
- 1 Abrazadera de acero galvanizado (H)
- 1 Acople para manguera de extracción de extracción (I)



Introducir el tornillo a través del canal de la abrazadera, a modo que las roldanas, las tuercas de acople y el tornillo queden como se encuentra indicado en la imagen 2. Luego se colocan los empaques en los sujetadores como está indicado en la imagen 3.



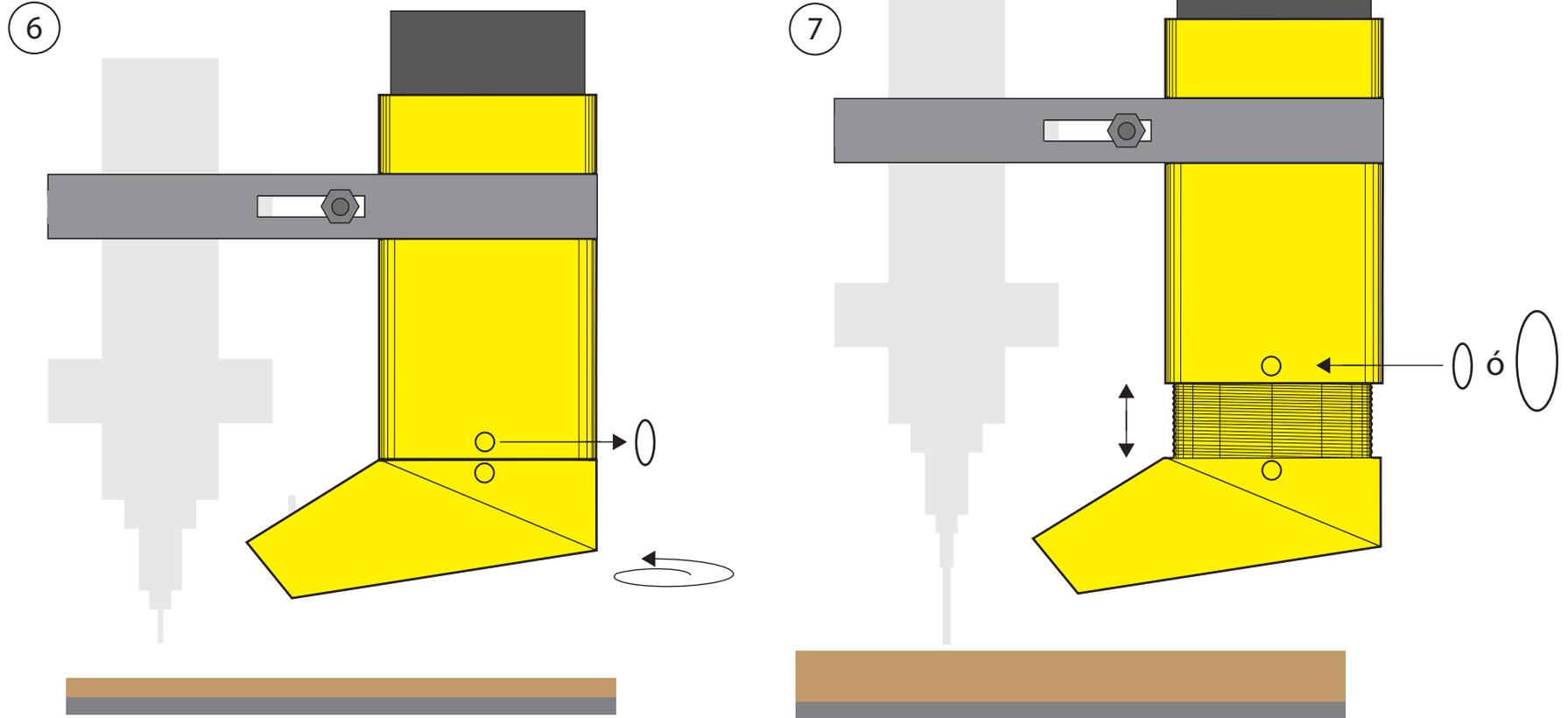
Ajustar la abrazadera al rededor del cabezal como lo indica la imagen 4.
Al finalizar, girar la tuerca de acople para ajustar la boquilla firmemente al cabezal y colocar la manguera de extracción en el acople (5).

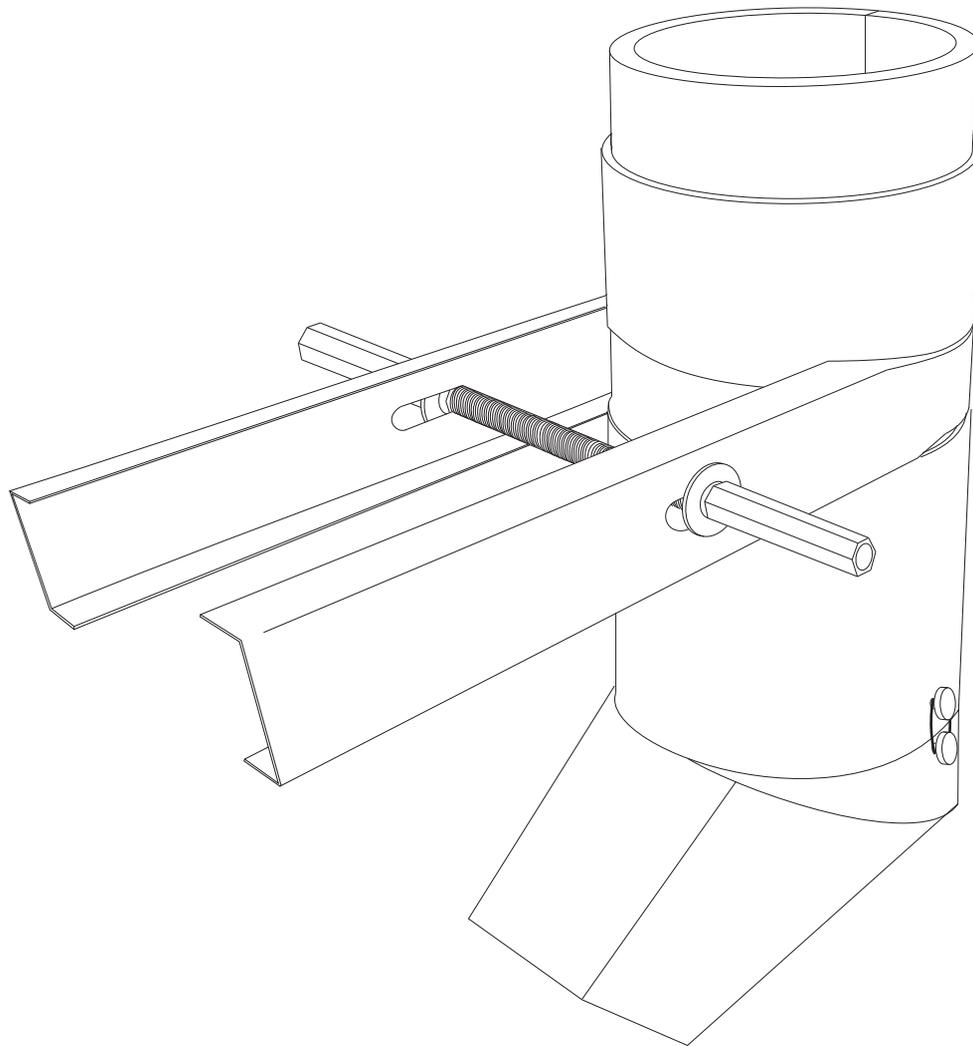


Para ajustar la altura de la boquilla de aspirado, primero se remueven los empaques de los sujetadores para poder girarla como se muestra en la imagen 6.

Al alcanzar la altura requerida, se colocan de nuevo los empaques para evitar que la boquilla se desalinee de la broca (7).

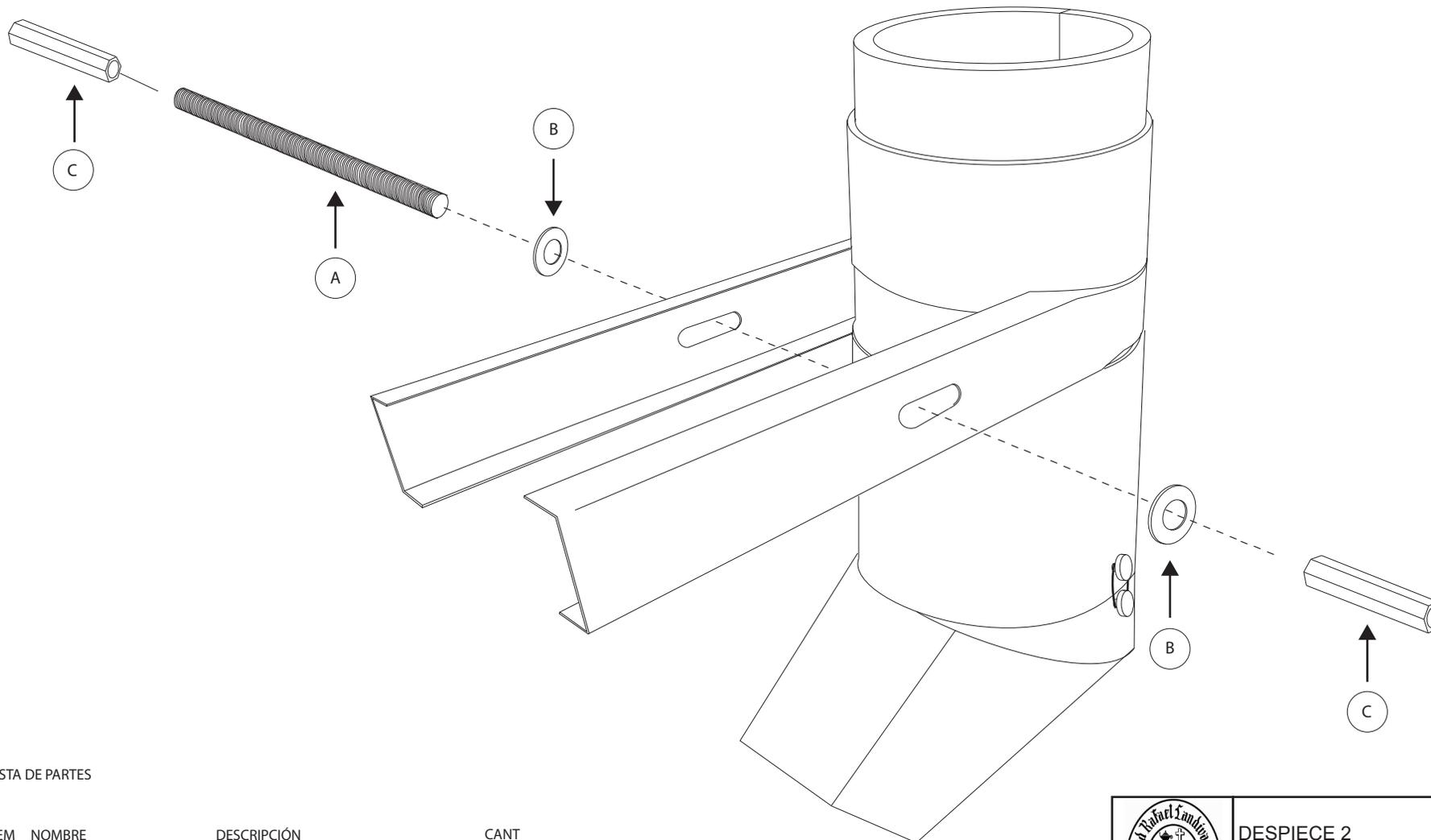
Utilizar el empaque F o G en dependencia de la extensión de la boquilla.





VISTA ISOMÉTRICA 30° / 30°

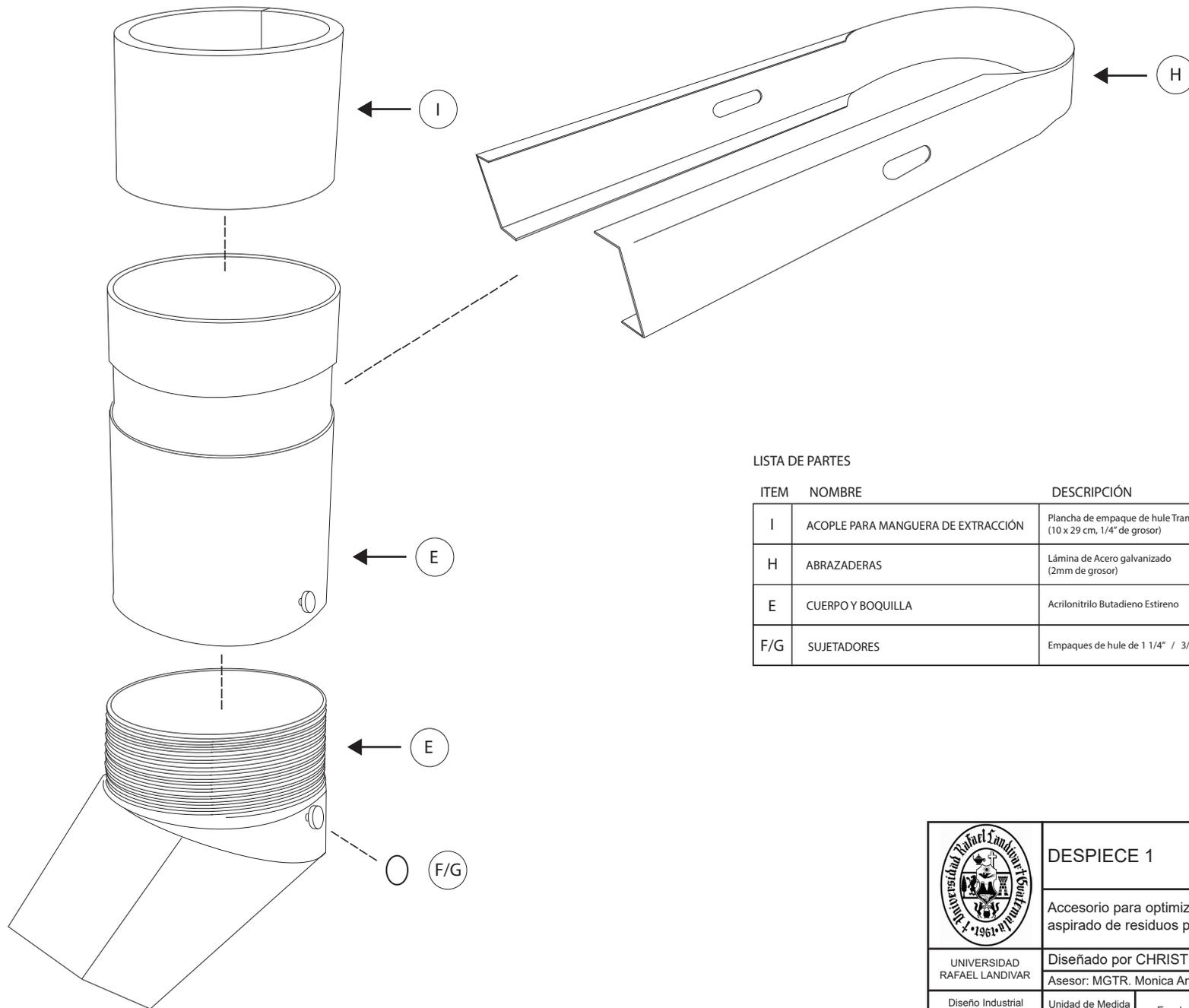
	VISTA ISOMÉTRICA		
	Accesorio para optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	Diseñado por CHRISTIAN F. IBÁÑEZ H. Asesor: MGTR. Monica Andrade		
Diseño Industrial Proyecto de Grado	Unidad de Medida mm.	Escala 1:2	PLANO 1-10



LISTA DE PARTES

ITEM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANT
A	VARILLA	Varilla Roscada de 1/4"	1
B	PROTECTORES DE ABRAZADERA	Roldanas	2
C	PERILLAS	Tuerca de acople de 1/4"	2

	DESPIECE 2		
	Accesorio para optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	Diseñado por CHRISTIAN F. IBÁÑEZ H.		
	Asesor: MGTR. Monica Andrade		
Diseño Industrial Proyecto de Grado	Unidad de Medida mm.	Escala 1:2	PLANO 2-10



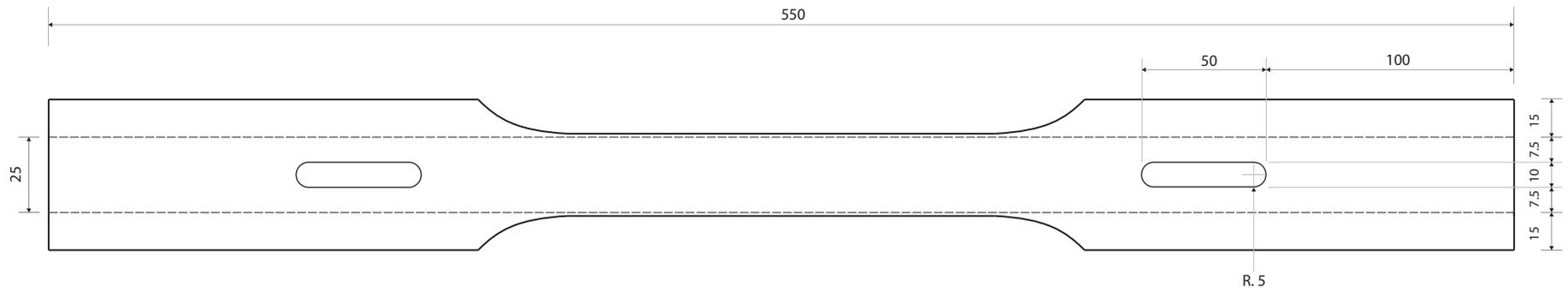
LISTA DE PARTES

ITEM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANT
I	ACOPLE PARA MANGUERA DE EXTRACCIÓN	Plancha de empaque de hule Tramado (10 x 29 cm, 1/4" de grosor)	1
H	ABRAZADERAS	Lámina de Acero galvanizado (2mm de grosor)	1
E	CUERPO Y BOQUILLA	Acilonitrilo Butadieno Estireno	1
F/G	SUJETADORES	Empaques de hule de 1 1/4" / 3/4"	2

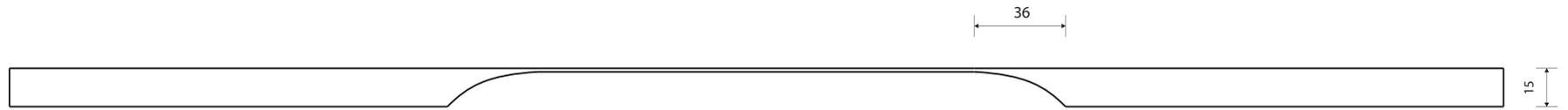
	DESPIECE 1		
	Accesorio para optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	Diseñado por CHRISTIAN F. IBÁÑEZ H.		
	Asesor: MGTR. Monica Andrade		
Diseño Industrial Proyecto de Grado	Unidad de Medida mm.	Escala 1:2	PLANO 3-10

PIEZA H - ABRAZADERA

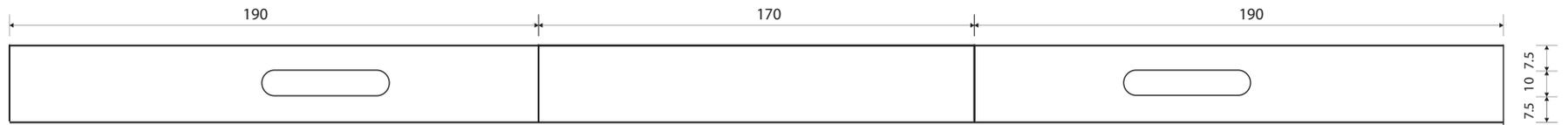
Linea de doblar



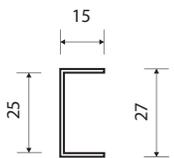
- DOBLAR LA PIEZA A 45° POR LAS LINEAS PUNTEADAS



VISTA SUPERIOR

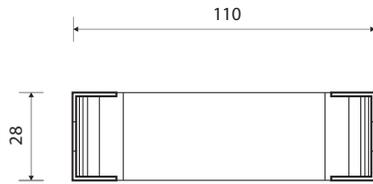


VISTA FRONTAL

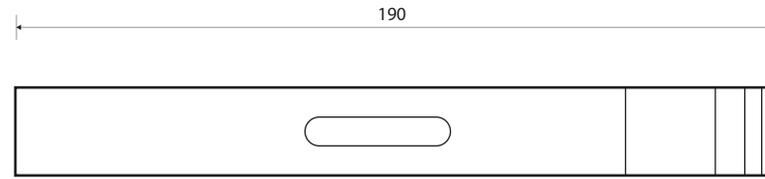


VISTA LATERAL

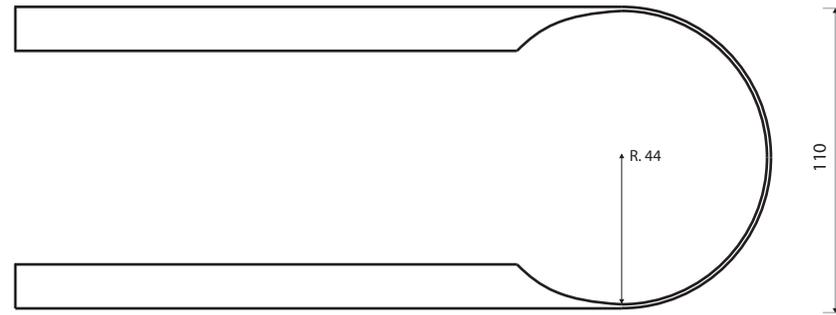
	ABRAZADERA MATERIAL: ACERO GALVANIZADO DE 2MM (1)		
	Accesorio para optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	Diseñado por CHRISTIAN F. IBÁÑEZ H. Asesor: MGTR. Monica Andrade		
Diseño Industrial Proyecto de Grado	Unidad de Medida mm.	Escala 1:2	PLANO 4-10



VISTA FRONTAL



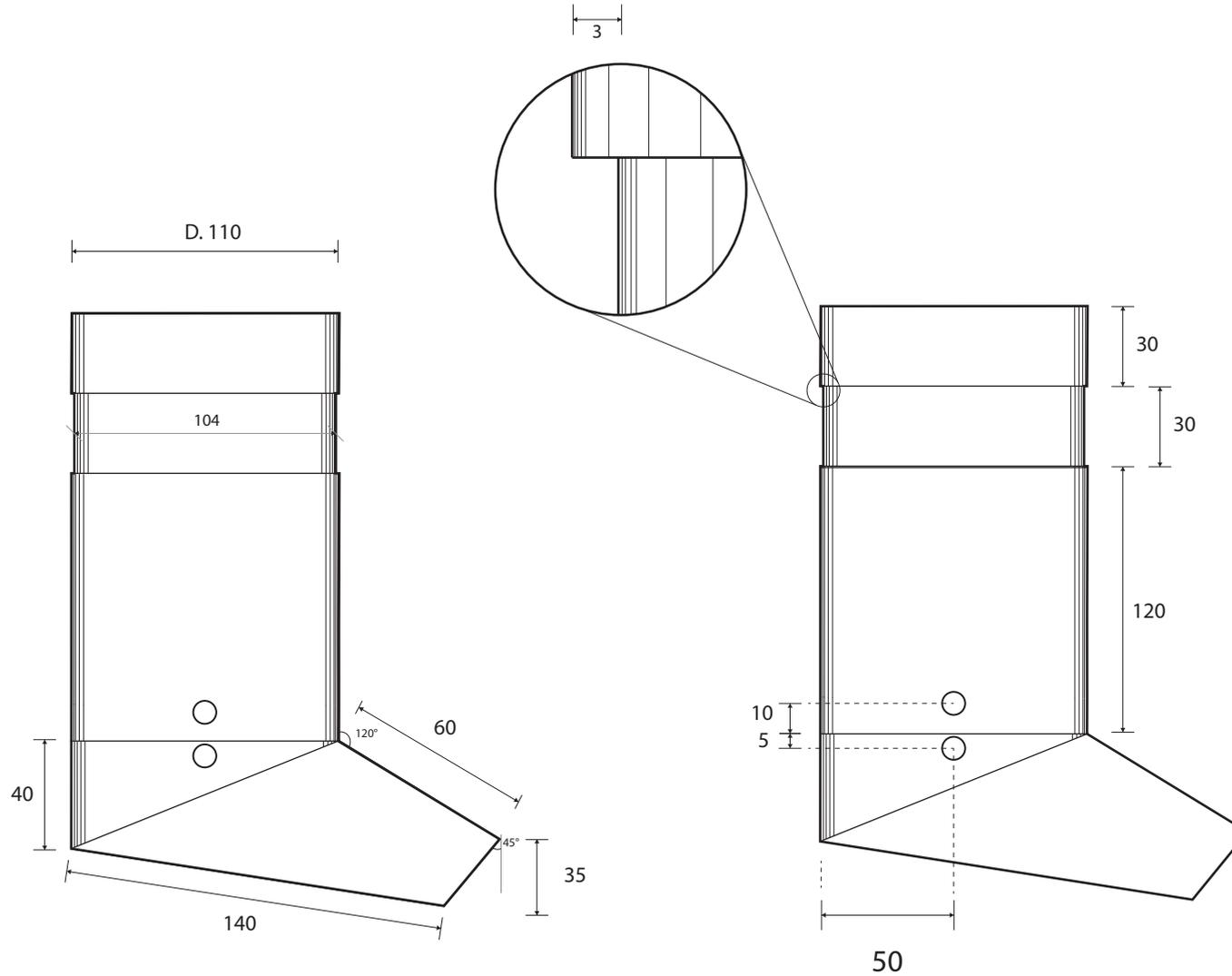
VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

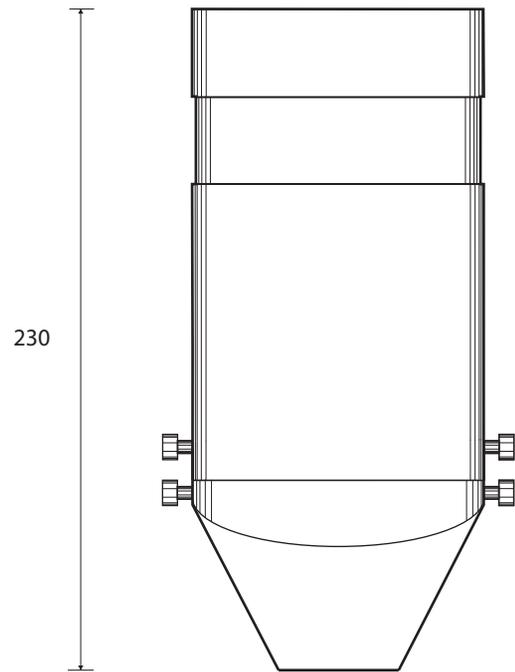
- DOBLAR LA PIEZA AL REDEDOR DE EL CUERPO DEL ACCESORIO COMO SE MUESTRA EN EL PLANO 3, LUEGO PEGAR CON CEMENTO DE CONTACTO

	ABRAZADERA MATERIAL: ACERO GALVANIZADO DE 2MM (2)		
	Accesorio para optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	Diseñado por CHRISTIAN F. IBÁÑEZ H. Asesor: MGTR. Monica Andrade		
Diseño Industrial Proyecto de Grado	Unidad de Medida mm.	Escala 1:2	PLANO 5-10

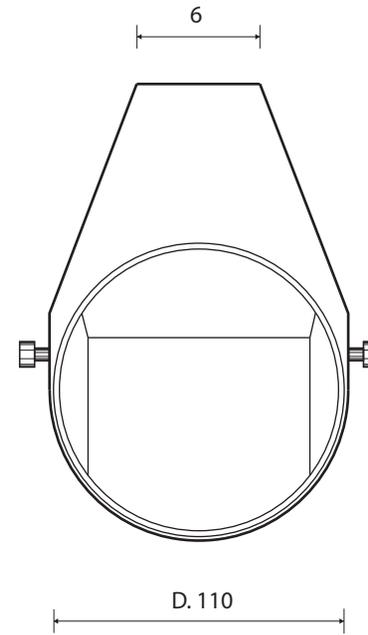


VISTAS
LATERALES

	CUERPO DE ACCESORIO MATERIAL: ACRINONITRILO BUTADIENO ESTIRENO		
	Accesorio para optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	Diseñado por CHRISTIAN F. IBÁÑEZ H. Asesor: MGTR. Monica Andrade		
Diseño Industrial Proyecto de Grado	Unidad de Medida mm.	Escala 1:2	PLANO 6-10

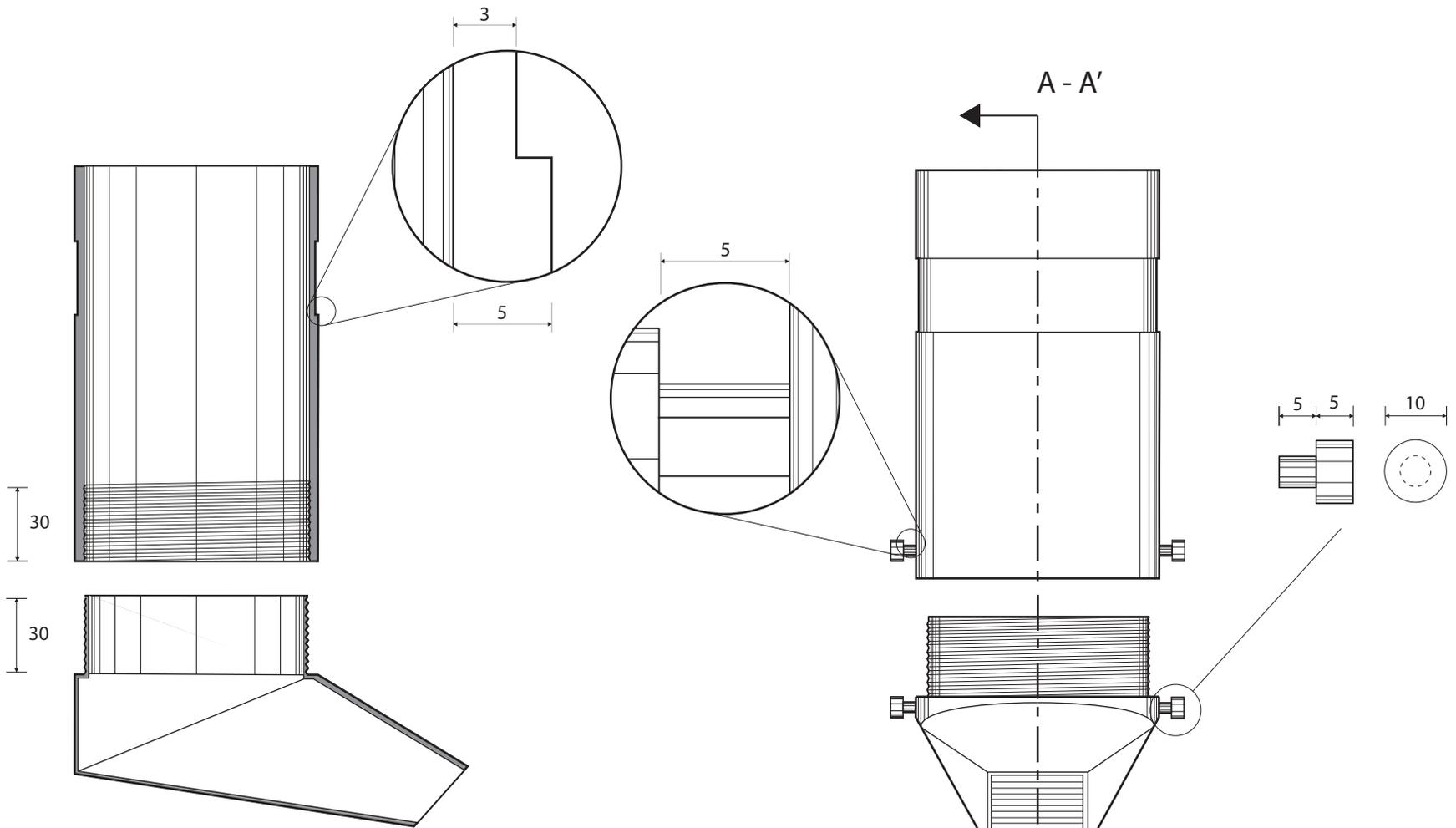


VISTA POSTERIOR



VISTA SUPERIOR

	CUERPO DE ACCESORIO MATERIAL: ACRINONITRILO BUTADIENO ESTIRENO		
	Accesorio para optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	Diseñado por CHRISTIAN F. IBÁÑEZ H. Asesor: MGTR. Monica Andrade		
Diseño Industrial Proyecto de Grado	Unidad de Medida mm.	Escala 1:2	PLANO 7-10

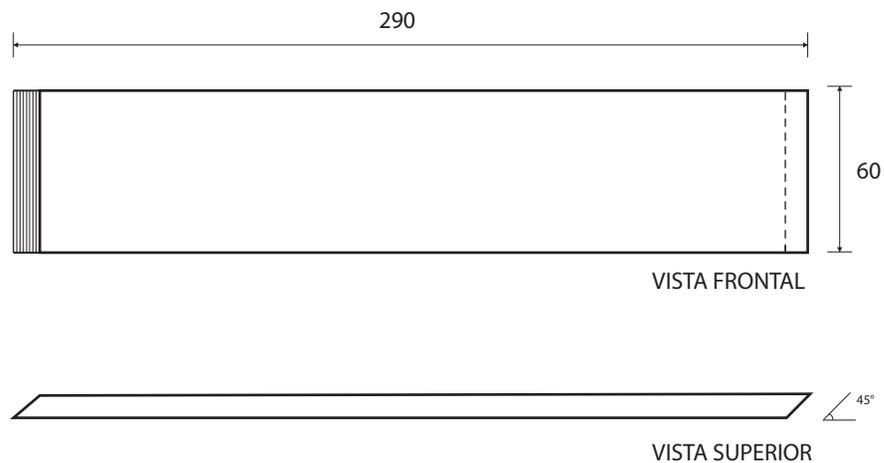


A - A'

VISTA
FRONTAL

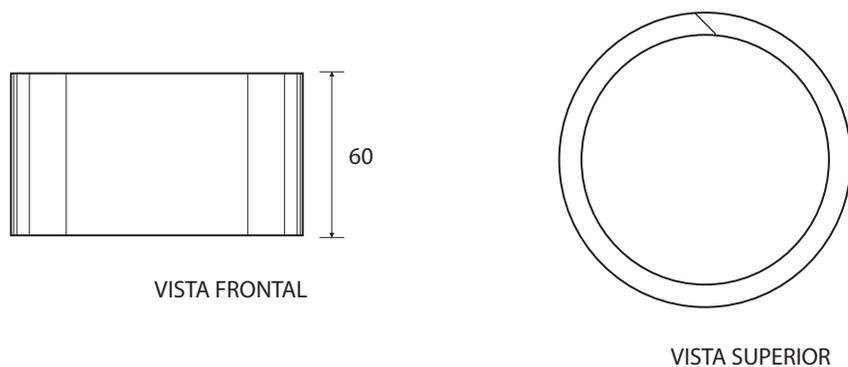
	CUERPO DE ACCESORIO MATERIAL: ACRINONITRILLO BUTADIENO ESTIRENO		
	Accesorio para optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	Diseñado por CHRISTIAN F. IBÁÑEZ H. Asesor: MGTR. Monica Andrade		
Diseño Industrial Proyecto de Grado	Unidad de Medida mm.	Escala 1:2	PLANO 8-10

ACOPLE DE HULE

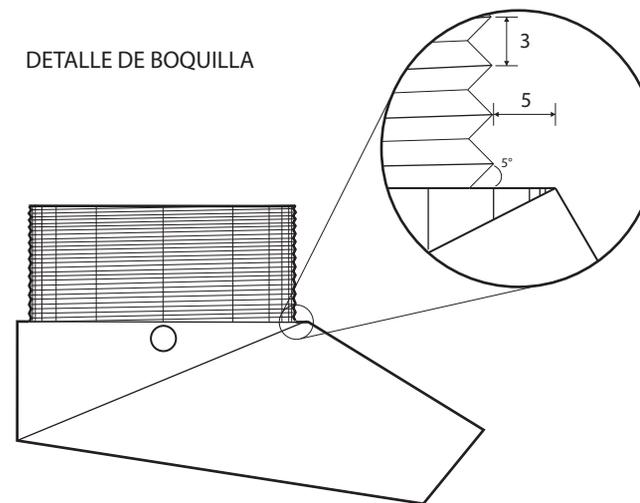


- 1) PEGAR LOS CANTOS CON CEMENTO DE CONTACTO DE MODO QUE FORMEN UN CILINDRO DE 6CM DE ALTURA.
- 2) CON CEMENTO DE CONTACTO, PEGAR EL ACOUPLE DE HULE A LA PARTE SUPERIOR DEL ACCESORIO COMO LO INDICA EL PLANO 3, DEJANDO ÚNICAMENTE 3 CENTÍMETROS SOBRESALIENDO.

ACOPLE DE HULE (ENSAMBLADO)

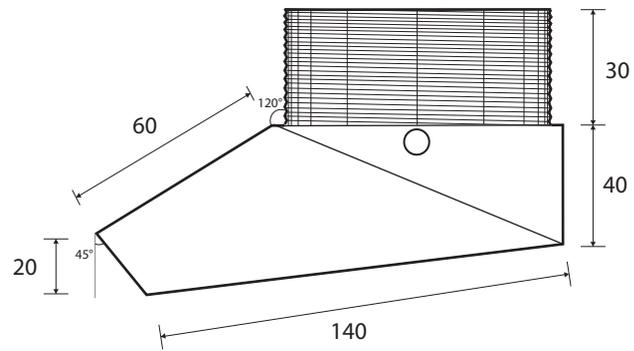


DETALLE DE BOQUILLA

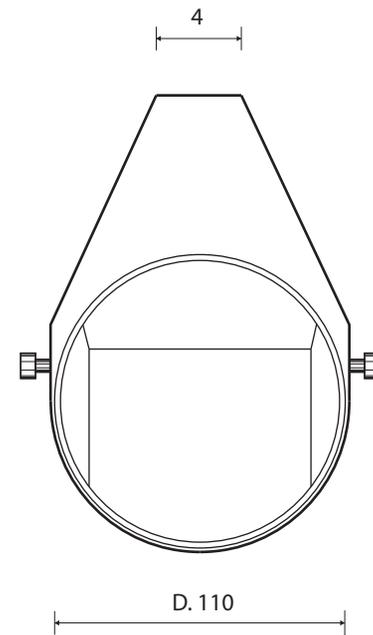


VISTA LATERAL

	BOQUILLA DE ACCESORIO MATERIAL: ACRINONITRILO BUTADIENO ESTIRENO ACOUPLE PARA MANGUERA DE EXTRACCIÓN MATERIAL: EMPAQUE DE HULE TRAMADO		
	Accesorio para optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	Diseñado por CHRISTIAN F. IBÁÑEZ H. Asesor: MGTR. Monica Andrade		
Diseño Industrial Proyecto de Grado	Unidad de Medida mm.	Escala 1:2	PLANO 9-10



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

	BOQUILLA #2 DE ACCESORIO MATERIAL: ACRINITRILLO BUTADIENO ESTIRENO		
	Accesorio para optimización de aspirado de residuos para fresadora CNC		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	Diseñado por CHRISTIAN F. IBÁÑEZ H. Asesor: MGTR. Monica Andrade		
Diseño Industrial Proyecto de Grado	Unidad de Medida mm.	Escala 1:2	PLANO 10-10

Costos

Tabla de Costos
Fuente: Propia

Accesorios		Cuerpo y boquilla	
Varilla roscada de 1/4 (utilizable para 4 accesorios)	Q 12.00	Material: Acrilonitrilo Butadieno Estireno	
Tuerca de acople de 1/4 (2)	Q 2.00	Acrilonitrilo Butadieno Estireno e Impresión de Cuerpo	Q 1000.00
Rondanas de 1/4 (2)	Q 10.00	Boquilla	Q 700.00
Mano de obra y acero galvanizado p/ abrazaderas	Q 75.00	Boquilla #2 (opcional)	Q 700.00
Hule tramado para acople de manguera (4 pies cuadrados utilizable para 6 accesorios)	Q 200.00		
<hr/>		<hr/>	
Total en accesorios por unidad terminada	Q 123.00	Total de cuerpo y boquillas (incluye mano de obra)	Q 2400.00
Tiempo necesario para la fabricación de accesorios	3 días	Tiempo necesario para la fabricación	5 - 6 días

Otra opción de material a utilizar para la fabricación del cuerpo y la boquilla en mayores cantidades es la fibra de vidrio.

Para la fabricación de lotes de piezas de diez o más unidades se contactó a la empresa Art Design Factory, especializada en la fabricación de productos de fibra de vidrio, donde se manejarán los siguientes precios:

Fibra de vidrio y molde para cuerpo y boquilla	Q 800.00
10 a 19 piezas	Q500.00 cada una
20 o más	Q400.00 cada una

Acrilonitrilo Butadieno Estireno	
Costo por unidad (cuerpo y boquillas)	Q 2400.00
Costo de accesorios	Q 123.00
Total por unidad	Q 2523.00

Fibra de vidrio		Total por unidad: _____
Costo por unidad	Q 500.00	Q 703.00
Costo de accesorios	Q 123.00	
Costo de molde (dividido dentro de 10 piezas)	Q 80.00	
		Total unitario con 35% de ganancia: _____
		Q 950.00

Conclusiones

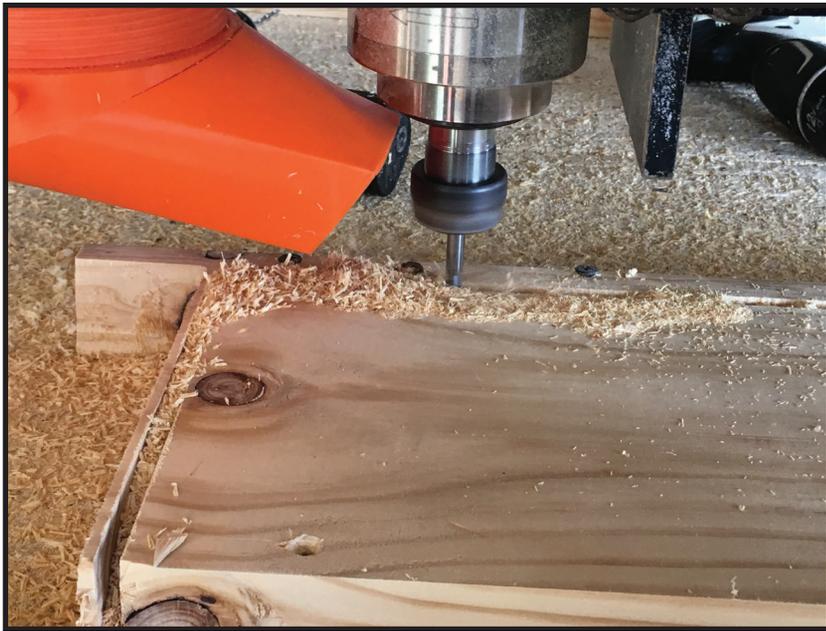
El accesorio logra cumplir con el objetivo de aspirar los residuos generados por la máquina CNC, aunque su eficiencia podría mejorar al aumentar la potencia de la bomba de extracción, que actualmente es de 1 Caballo de fuerza (HP).

La forma en la que se instala el accesorio resulta muy importante, debido a que al resultar esta mucho más sencilla en comparación a la instalación del accesorio que ya existía en el taller, el operario opta por utilizar el accesorio ya que no lo percibe como una molestia o estorbo.

La capacidad de poder cambiar de boquillas, poder adaptar la altura de las mismas y poder acceder a la broca sin desinstalar el accesorio permite que este se adapte a distintos tipos de cortes, permitiendo su uso constante. También se evita que el operario pierda tiempo entre cortes limpiando constantemente los residuos generados y al tener que cambiar las brocas de corte. Esta ventaja sobre el accesorio utilizado anteriormente en el taller fue muy positiva para el operario y su disposición a utilizar el nuevo accesorio.

Anexos

Anexo 1:



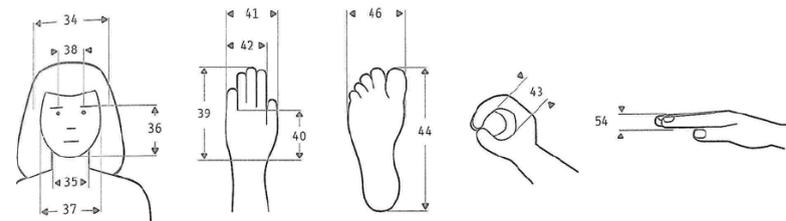
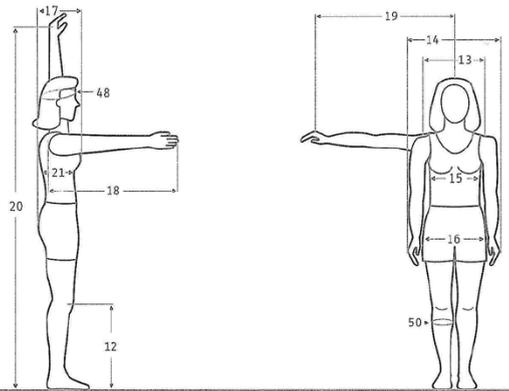
Al iniciar el corte



Finalizando corte

Anexo 1: Residuos sobre area de trabajo
Fuente: Propia

Medidas antropométricas de mujeres



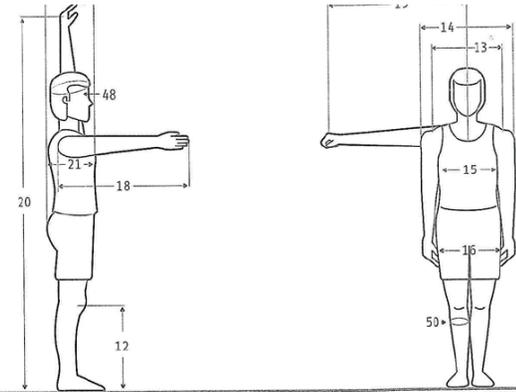
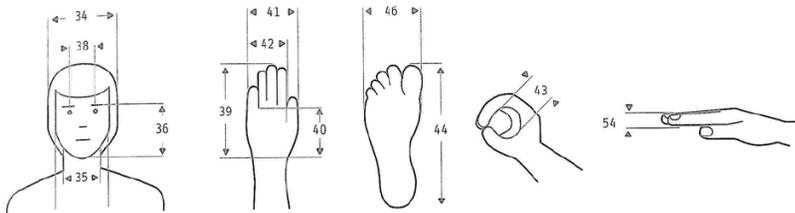
Dimensiones	18 - 65 años (n=204)					
	Z	D.E.	Percentiles			
			5	50	95	
12	Altura rodilla	449	23.84	411	446	491
13	Diámetro máx. bideltoides	443	40.42	389	435	521
14	Anchura máx. cuerpo	484	44.98	434	479	578
15	Diámetro transversal tórax	314	31.31	268	310	374
16	Diámetro bitrocantérico	364	30.93	321	359	420
17	Profundidad máx. cuerpo	277	35.67	233	269	344
18	Alcance brazo frontal	686	32.41	631	684	741
19	Alcance brazo lateral	700	30.18	645	700	750
20	Alcance máx. vertical	1896	76.78	1761	1899	2026
21	Profundidad tórax	267	31.64	224	263	328
48	Perímetro cabeza	553	15.59	525	552	580
50	Perímetro pantorrilla	363	34.94	315	355	426

Dimensiones	18 - 65 años (n=204)					
	X̄	D.E.	Percentiles			
			5	50	95	
34	Anchura cabeza	150	8.43	134	150	164
35	Anchura cuello	110	7.90	97	109	123
36	Altura cara	127	7.61	114	128	138
37	Anchura cara	124	9.69	106	123	138
38	Diámetro interpupilar	56	4.87	49	56	65
39	Longitud mano	171	8.04	158	171	185
40	Longitud palma mano	97	4.58	90	97	105
41	Anchura mano	93	6.90	83	92	104
42	Anchura palma mano	76	3.58	71	76	82
54	Espesor mano	29	3.23	23	30	35
43	Diámetro empuñadura	45	3.14	40	45	50
44	Longitud pie	232	9.79	217	232	250
46	Anchura pie	90	4.88	83	90	99

Tabla 4: Medidas antropométricas de mujeres

(1)Ávila Chaurand, R., Roselia Prado León, L., Luz González Muñoz, E. (2007). "Dimensiones antropométricas de población latinoamericana". Recuperado de: <http://bit.ly/2r05Eoi>

Medidas antropométricas de hombres



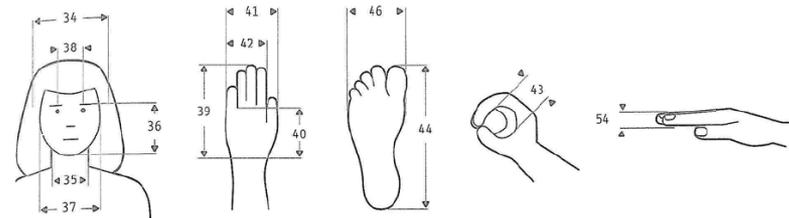
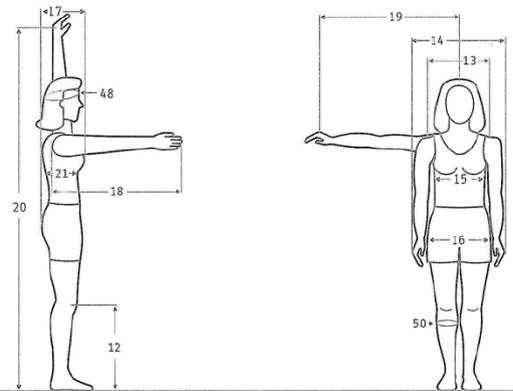
Dimensiones	18 - 65 años (n=396)				
	\bar{x}	D.E.	Percentiles		
			5	50	95
34 Anchura cabeza	150	8.54	134	151	165
35 Anchura cuello	110	7.94	97	109	122
36 Altura cara	127	7.55	114	128	138
37 Anchura cara	124	9.69	106	124	139
38 Diámetro interpupilar	57	4.94	49	57	65
39 Longitud mano	171	8.28	158	170	185
40 Longitud palma mano	97	4.77	90	97	105
41 Anchura mano	93	6.83	83	92	103
42 Anchura palma mano	76	3.56	71	76	82
43 Diámetro empuñadura	44	3.63	39	45	50
44 Longitud pie	232	10.13	217	232	250
46 Anchura pie	90	4.92	83	90	99
54 Espesor mano	29	3.17	24	30	35

Dimensiones	18 - 65 años (n=396)				
	\bar{x}	D.E.	Percentiles		
			5	50	95
12 Altura rodilla	478	28.76	434	476	526
13 Diámetro máx. bideltóideo	478	41.17	422	472	544
14 Anchura máx. cuerpo	523	41.34	455	520	596
15 Diámetro transversal tórax	342	34.12	293	338	398
16 Diámetro bitrocantérico	342	22.69	310	341	387
17 Profundidad máx. cuerpo	275	37.45	219	272	323
18 Alcance brazo frontal	748	37.32	590	648	810
19 Alcance brazo lateral	709	81.50	581	738	818
20 Alcance máx. vertical	2042	113.57	1900	2043	2200
21 Profundidad tórax	238	28.32	196	235	287
48 Perímetro cabeza	569	18.13	540	568	596
50 Perímetro pantorrilla	365	33.78	315	362	420

Tabla 5: Medidas antropométricas de hombres (1)

(1) Ávila Chaurand, R., Roselia Prado León, L., Luz González Muñoz, E. (2007). "Dimensiones antropométricas de población latinoamericana". Recuperado de: <http://bit.ly/2r05Eoi>

Medidas antropométricas de mujeres



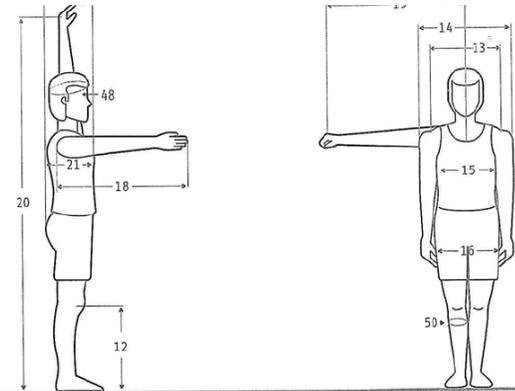
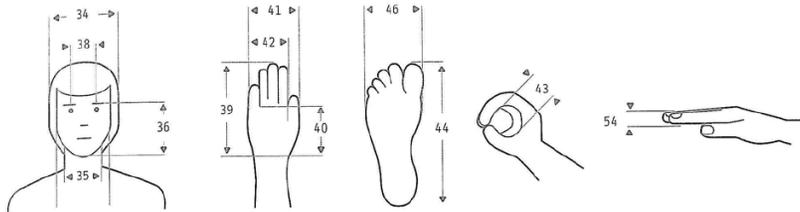
Dimensiones	18 - 65 años (n=204)				
	\bar{x}	D.E.	Percentiles		
			5	50	95
12	449	23.84	411	446	491
13	443	40.42	389	435	521
14	484	44.98	434	479	578
15	314	31.31	268	310	374
16	364	30.93	321	359	420
17	277	35.67	233	269	344
18	686	32.41	631	684	741
19	700	30.18	645	700	750
20	1896	76.78	1761	1899	2026
21	267	31.64	224	263	328
48	553	15.99	525	552	580
50	363	34.94	315	355	426

Dimensiones	18 - 65 años (n=204)				
	\bar{x}	D.E.	Percentiles		
			5	50	95
34	150	8.43	134	150	164
35	110	7.90	97	109	123
36	127	7.61	114	128	138
37	124	9.69	106	123	138
38	56	4.87	49	56	65
39	171	8.04	158	171	185
40	97	4.58	90	97	105
41	93	6.90	83	92	104
42	76	3.58	71	76	82
54	29	3.23	23	30	35
43	45	3.14	40	45	50
44	232	9.79	217	232	250
46	90	4.88	83	90	99

Tabla 4: Medidas antropométricas de mujeres (1)

(1) Ávila Chaurand, R., Roselia Prado León, L., Luz González Muñoz, E. (2007). "Dimensiones antropométricas de población latinoamericana". Recuperado de: <http://bit.ly/2r05Eoi>

Medidas antropométricas de hombres



Dimensiones	18 - 65 años (n=396)				
	\bar{x}	D.E.	Percentiles		
			5	50	95
34 Anchura cabeza	150	8.54	134	151	165
35 Anchura cuello	110	7.94	97	109	122
36 Altura cara	127	7.55	114	128	138
37 Anchura cara	124	9.69	106	124	139
38 Diámetro interpupilar	57	4.94	49	57	65
39 Longitud mano	171	8.28	158	170	185
40 Longitud palma mano	97	4.77	90	97	105
41 Anchura mano	93	6.83	83	92	103
42 Anchura palma mano	76	3.56	71	76	82
43 Diámetro empuñadura	44	3.63	39	45	50
44 Longitud pie	232	10.13	217	232	250
46 Anchura pie	90	4.92	83	90	99
54 Espesor mano	29	3.17	24	30	35

Dimensiones	18 - 65 años (n=396)				
	\bar{x}	D.E.	Percentiles		
			5	50	95
12 Altura rodilla	478	28.76	434	476	526
13 Diámetro máx. bídeltoideo	478	41.17	422	472	544
14 Anchura máx. cuerpo	523	41.34	455	520	596
15 Diámetro transversal tórax	342	34.12	293	338	398
16 Diámetro bitrocantérico	342	22.69	310	341	387
17 Profundidad máx. cuerpo	275	37.45	219	272	323
18 Alcance brazo frontal	748	37.32	590	648	810
19 Alcance brazo lateral	709	81.50	581	738	818
20 Alcance máx. vertical	2042	113.57	1900	2043	2200
21 Profundidad tórax	238	28.32	196	235	287
48 Perímetro cabeza	569	18.13	540	568	596
50 Perímetro pantorrilla	365	33.78	315	362	420

Tabla 5: Medidas antropométricas de hombres (1)

(1) Ávila Chaurand, R., Roselia Prado León, L., Luz González Muñoz, E. (2007). "Dimensiones antropométricas de población latinoamericana". Recuperado de: <http://bit.ly/2r05Eoi>

Encuesta de validación:

Encuesta de Validación

Evaluador: Luis Mardoqueo Piqueri Larios

Edad: 22 Puesto: Operador Maquinas CNC

① ¿Qué tan sencilla resulta la instalación del accesorio de extracción?
Muy fácil de instalar.

② ¿El peso del accesorio interfiere con el buen funcionamiento de la máquina CNC?
No.

③ ¿Al momento de estar instalado el accesorio, este interrumpe u obstruye de alguna manera el acceso a la broca?
No.

④ ¿El accesorio se mantiene sujetado firmemente a la máquina CNC?
Si.

⑤ ¿La cantidad de residuos sobre la máquina CNC después de realizar cortes utilizando el accesorio de extracción fue menor que en comparación al momento de utilizar las soluciones ya existentes?
Esto varia ya que en madera el accesorio trabaja muy bien, en plastico reduce la extracción.

⑥ ¿El aspirado de residuos resulta mas eficiente al tener la capacidad de variar la altura de la boquilla de extracción y poder intercambiarlas dependiendo del material que se este trabajando?
Si.

⑦ ¿El accesorio es facil de limpiar?
Si.

⑧ Observaciones o sugerencias:
Tomando en cuenta que el extractor trabaja a 1HP.
Podría trabajar mejor aumentando el caballoje del motor.

Bibliografía

- Gobierno de España (2014), Ministerio de Empleo y Seguridad Social, Límites de Exposición Profesional Para Agentes Químicos en España.
Recuperado el 10 de Marzo de 2017 en:
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documencion/LEP%20-VA-LORES%20LIMITE/Valores%20limite/Limites2014/FINAL%20-%20Web%20v5%20-%20LEP%202014%20>
- Gobierno de España (2010), Instituto de Cerámica y Vidrio, La Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo.
Recuperado el 10 de Marzo de 2017 en:
<http://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/manuales/polvo.pdf>
- Mike Lynch, 28 Nov. 2007, A Brief Explanation of CNC Machines and How They Work,
Recuperado el 14 de Marzo del 2017 en:
<https://wiki.mcneel.com/rhino/cncbasics>
- Mecano CNC, Clientes.
Recuperado el 14 de Septiembre de 2017 en:
http://www.mecanocnc.com/Mecano_CNC_Guatemala/Nuestros_Clientes.html
- Hassan-Montero, Y.; Ortega-Santamaría, S. (2009). Informe APEI sobre Usabilidad. Gijón: Asociación Profesional de Especialistas en Información, 2009, 73pp. ISBN: 978-84-692-3782-3.
- Wikipedia (2017), Diseño Participativo.
Recuperado el 14 de Septiembre de 2017 en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_participativo
- Ávila Chaurand, R., Roselia Prado León, L., Luz González Muñoz, E. (2007). “Dimensiones antropométricas de población latinoamericana”. Recuperado de: <http://bit.ly/2r05Eoi>