

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Programa de Diseño de tecnología apropiada y su aprovechamiento en núcleos económicos locales



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

1L03 Programa diseño de tecnología apropiada y su aprovechamiento en núcleos
económicos locales

PRESENTAN

Ing. Mecánica Christian Mejía Álvarez

Ing. Mecánica Francisco José Arámburo Alfaro

Ing. Mecánica Juan Ignacio Navarro Martín

Ing. Mecánica Adolfo Ortega González

Ing. Mecánica Roberto Montes Brambila

Ing. Mecánica Alejandro Vázquez

Lic. en Diseño André Gutiérrez Varela

Lic. en Diseño Andrea Altamirano Langarica

Profesores PAP:

Jared Jiménez Rodríguez, Luis Enrique Flores Flores y Juan Pablo Mora Torres

Tlaquepaque, Jalisco, Julio 2022

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los *Proyectos de Aplicación Profesional* (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (coparticipación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, cocrear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno.

En caso de requerirse alguna adecuación al nombre de las fases propuestas para este componente, se puede realizar siempre y cuando sea complementario a lo ya establecido.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

El programa diseño de tecnología apropiada y su aprovechamiento en núcleos económicos locales, tiene como propósito general, el diseño, desarrollo e implementación de un conjunto de máquinas, tomada a partir de modelos OpenSource existente de la organización Precious Plastics, el cual consta de tomar el proyecto y hacer una versión adecuada para nuestro entorno local, dejando una versión propia y fácilmente replicable.

En busca de una economía circular y un diseño colaborativo entre nuestros compañeros y personas que eventualmente utilizaran la máquina para generar un impulso económico con un enfoque social, el cual permitirá una economía más justa además de un desarrollo económico y sustentable.

El OpenSource, hace referencia a todos aquellos programas informáticos que disponen a cualquier usuario el acceso a su código de programación facilitando por parte de otros programadores ajenos la modificación de éste. (Andrew M. St. Laurent, 2008)

En nuestro caso la información para replicar es la máquina con medidas, materiales y métricas encontradas en nuestro entorno local.

Como objetivo, al concluir este ciclo, se obtendrá en calidad de demostrativo, la máquina trituradora, una de un ecosistema conformado por tres máquinas, que se habían conceptualizado para el centro de reciclaje móvil.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones, que de manera colaborativa construyen sus conocimientos para dar respuestas a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

Los patrones de consumo impulsan la creación de 400 millones de toneladas de plásticos de un solo uso en el mundo, de los cuales, 79% termina en verteros y sólo 9% se reciclan. Solo se ha reciclado un 9 % de todo el desecho del plástico que se ha producido a lo largo de la historia y de esta cantidad aproximadamente un 12 % se ha incinerado, mientras que el 79 % restante se ha acumulado en vertederos, basureros o en el medio ambiente. (Naciones Unidas, 2020)

Actualmente México produce cerca de 8 millones de toneladas de plásticos al año, de los cuales el 50% son de un solo uso y sólo un 6.7% se recicla. (Garduño, 2021) “México es el principal consumidor de agua embotellada en el mundo. No podemos cerrar los ojos y decir que en el país no hay un mal manejo de los plásticos y una falta de concientización en torno a su consumo.”

“Datos de ECOCE indican que en México se tiran a la basura alrededor de 20,000 millones de botellas al año. Para reducir este número, Julen Garritz Alcalá, director general de SodaStream México, opina que la sociedad debería apostar por el reciclaje.” A pesar de que la generación de basura va en aumento, México es líder en materia de reciclaje. El país recupera 56% de los envases de PET enviados al mercado, por encima de Estados Unidos, Brasil y Canadá, según Ecoce.(González Islas, 2020)

En México se generan 2,900 empleos directos y 35,000 indirectos genera la industria de reciclaje PET (ECOCE, 2021)

A través de *Precious Plastics*, el cual, es un proyecto de reciclaje de plástico de hardware abierto y es un tipo de *Proyecto Digital Commons* de OpenSource. Se basa en una serie de máquinas y herramientas que trituran, funden e inyectan plástico reciclado, lo que permite la creación de nuevos productos a partir de plástico reciclado a pequeña escala. El proyecto permite a los consumidores individuales montar "su propia empresa de reciclaje en miniatura" y combatiendo los estragos ambientales, derivados del consumo de plástico. (Dave Hakkens, 2013)

1.2 Caracterización de la organización o comunidad

Desde su inicio el propósito del programa diseño de tecnología apropiada y su aprovechamiento en núcleos económicos locales ha sido combatir las consecuencias de la

economía lineal (extraer, producir, desechar) que tiene grandes impactos ambientales por un pobre aprovechamiento de recursos y procesos. Este proyecto surgió de la gran necesidad de un replanteamiento de los modelos económicos lineales donde se consumen materiales y productos sin contemplar impactos sociales, ambientales y económicos. Para un desarrollo óptimo, el PAP se ha dividido en tres ramas fundamentales: Materioteca, Difusión e Investigación y Desarrollo.

Nuestra rama, Investigación y Desarrollo, empezó en el 2013 para investigar sobre la elaboración de nuevos materiales con impactos disminuidos en los aspectos sociales, ambientales y económicos. Además de hacer materiales desarrollamos sistemas para la revalorización y aprovechamiento de materiales además de los residuos ya existentes. Actualmente en la rama de investigación y desarrollo estamos trabajando un proyecto denominado *Artifex*.

Artifex es un servicio y sistema para la revalorización de residuos de materiales, principalmente de los desechos plásticos. La propuesta de servicio que se ha estado elaborando tras varios semestres es un centro de reciclaje móvil. El centro de reciclaje móvil consiste en un conjunto de máquinas portátiles que tendrán la función de transformar los residuos plásticos en nuevamente materia para fabricar objetos de valor, dándole así una segunda vida. El propósito de esta revitalización de los desechos es principalmente lograr un beneficio económico para las comunidades por medio de sus desechos plásticos.

Muchos habitantes de poblaciones rurales se dedican a la recolección de plásticos y otros materiales que muchos llaman “basura” y luego regresan los residuos a fábricas para una suma de dinero que se les reembolsa por kilo de material. A continuación, incluimos una tabla de los precios que se manejan en este ámbito:

Lista de Precios de Referencia			
Fuente: www.residum.com			
Material	Grado	Mínimo (\$/kg)	Máximo (\$/kg)
PET			
PET	A granel, mixto	3.5	5
PET	Paca, mixto	6.5	7.5
PET	Hojuelas sin lavar, natural	7	8.5
PET	Hojuelas sin lavar, verde	6	7.5

PET	Hojuelas limpias, natural	10	16
PET	Hojuelas limpias, verde	7.5	10
PET	Pellets, natural	13	18
PE-HD			
PE-HD	A granel, natural (soplado lechero)	5.5	7.5
PE-HD	Paca, natural (soplado lechero)	8	9.5
PE-HD	Hojuelas sin lavar, natural (soplado lechero)	8.5	10.5
PE-HD	Hojuelas limpias, natural (soplado lechero)	12.5	16
PE-HD	Pellets, natural (soplado lechero)	14	18
PE-HD	A granel, multicolor (soplado limpieza)	4	6
PE-HD	Paca, multicolor (soplado limpieza)	7	8.5
PE-HD	Hojuelas sin lavar, multicolor (soplado limpieza)	7.5	9
PE-HD	Hojuelas limpias, multicolor (soplado limpieza)	8.5	11.5
PE-HD	Pellets, multicolor (soplado limpieza)	10	13
PP			
PP	A granel, natural (soplado suero)	5	7
PP	Paca, natural (soplado suero)	6	8
PP	Hojuelas sin lavar, natural (soplado suero)	7	9
PP	Hojuelas limpias, natural (soplado suero)	10.5	14
PP	Pellets, natural (soplado suero)	13	16

Notas:

1. Los precios son en pesos mexicanos (MXN) por kilogramo.
2. Los precios son libres de bordo (LAB, FOB) el centro o planta de reciclaje.
3. Los precios son para referencia, de ningún modo son una lista oficial de precios.
4. Los precios dependen de la calidad, cantidad y ubicación del material.

Nuestra intención con Artifex y las máquinas que estamos desarrollando actualmente es poder aumentar el valor de los materiales recolectados por las personas de las comunidades que no tienen acceso a este tipo de soluciones porque solo se encuentran en las grandes ciudades. Actualmente nos enfocamos en el desarrollo y la creación de una máquinatrituradora. Se ha comprobado que se aumenta considerablemente el valor del plástico recolectado al momento de triturarlo en hojuelas y se pretende que después de este proceso se pueda tener otra máquina, una compactadora que incremente aún más el valor de los residuos. Logrando esto, podremos proporcionar nuestro servicio a las comunidades y hacer que sean mejor remunerados por su trabajo al entregar plástico triturado a las fábricas y después lograr con el

siguiente proceso que el beneficio sea aún mayor. Así, con Artifex, aumentamos el valor del trabajo realizado en la recolección de desechos e impulsamos una mejora en la calidad de vida de las personas que viven de esto a través de la revalorización de materiales que a su vez hace que el negocio lineal de la producción se vaya convirtiendo en circular.

1.3 Identificación de la problemática

La producción mundial de plásticos cada año va en aumento de forma exponencial, en 1950 se producía anualmente de 2,3 millones de toneladas, 43 años más tarde en 1993 el dato escaló a 162 millones y a 448 millones en 2015. De estos residuos un 9% se recicló, el 12% se incineró y el 79% se acumuló en vertederos o en el medio ambiente.

Nuestro país tiene una tasa de reciclaje del 30%, lo cual se traduce a 340,000 toneladas de materiales reincorporados, según datos de la ANIPAC (Asociación Nacional de Industrias del Plástico), por otra parte, alrededor de 793,000 toneladas no son aprovechadas y terminan siendo residuos. Anualmente el ITESO produce una cantidad aproximada de 2.1 toneladas de PET, de las cuales, se plantea que se recicle tentativamente el 70% de los plásticos.

Tener una cultura de reciclaje hace más sencillo el proceso del reuso del material, por lo que en este proyecto nos centraremos en fomentar la cultura del reciclaje en las comunidades de Jalisco, con la intención de replicar los principios de reciclaje. Buscamos el reaprovechamiento de los recursos ya existentes y producidos en el área, triturando botellas, tapas y objetos de plástico completos, con esto se puede sacar provecho de la “basura” dándole una segunda vida y generando un nuevo modelo de negocio, con una economía circular.

1.4 Planeación de alternativa

En etapas anteriores se encontró una comunidad llamada “Precious Plastic”, esta comunidad proporciona usos de patente libre para fomentar el reciclaje en las personas. La comunidad facilita a los integrantes dibujos CAD, foros y un bazar. Además de los elementos necesarios para fabricar las máquinas desarrolladas por ellos mismos (extrusoras, inyectoras, trituradoras, entre otras). El proyecto está compuesto por más de 40.000 personas en más de 400 espacios de trabajo, ya sea de forma remota o *in situ* en los Países Bajos.

Para comenzar con el proyecto se decidió fabricar una trituradora en una primera instancia dado que se considera que es la más esencial para el desarrollo de este proyecto, pues el triturado es una de las bases fundamentales para dar pie a la reutilización de plástico.

¿Por qué se considera la mejor opción para comenzar la trituradora? Existen diversas razones, pero una de las principales es que es la única que recibe el plástico directo, sin tener que pasar por alguna otra máquina antes, tomando en cuenta que este ya está lavado. Además, el producto saliente de la trituradora ya tiene un valor añadido en el mercado y se puede vender a mejor precio que vender botellas de plástico.

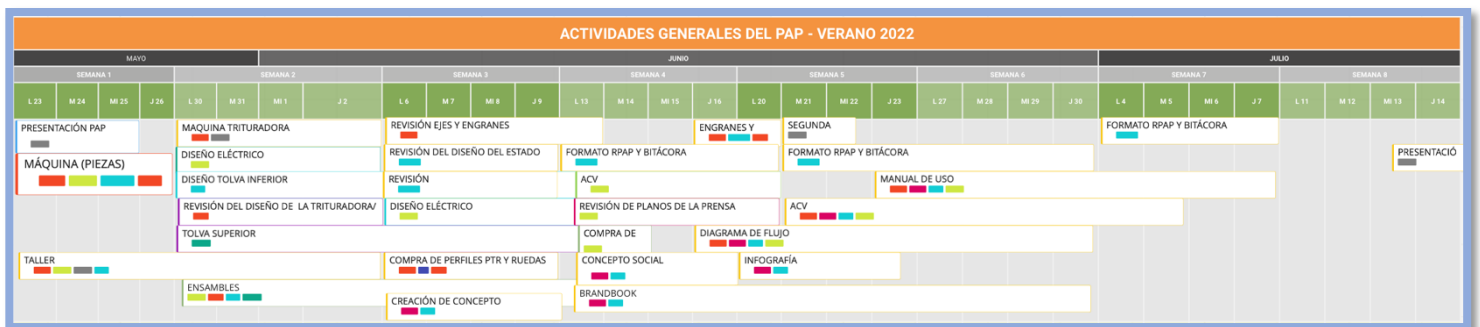
Como segunda máquina a fabricar se eligió la compactadora ya que con esta se pueden obtener láminas de plástico con las que ya se pueden generar productos finales como pueden ser artesanías. Actualmente no se ha hecho la investigación suficiente, pero se tiene pensado poder utilizar el plástico triturado saliente de nuestra trituradora en la compactadora, junto con una resina y hacer el compactado en frío y de esta manera ir armando la línea de reciclaje.

Como objetivo principal de este verano se fijó como entrega física de la triturado, así como iniciar el análisis de ciclo de vida de la trituradora y manuales de la máquina. Por lo que se definieron las siguientes tareas:

1. Conceptualización del proyecto Artifex
2. Máquina Trituradora
 - 2.1. Correcciones y desarrollo de la máquina
 - 2.1.1. Fabricación de ejes
 - 2.1.2. Ajuste de engranes
 - 2.1.3. Corrección de cuchillas y separadores
 - 2.1.4. Corrección de modelo 3D
 - 2.2. Diseño de componentes faltantes
 - 2.2.1. Tuercas de seguridad
 - 2.2.2. Bastidor general
 - 2.2.3. Tolvas
 - 2.2.3.1. Inferior

- 2.2.3.2. Superior
- 2.2.4. Control eléctrico
- 2.2.5. Buje / Cople
- 2.2.6. Carrito
- 2.3. Armado de la máquina
- 2.4. Manuales de la máquina
- 3. Análisis del Ciclo de Vida de la Trituradora
 - 3.1. Explotado con piezas
 - 3.2. Lista de materiales
 - 3.3. Cantidad en masa
 - 3.4. Diagrama de proceso de producción

Una vez que se definieron las tareas se comenzaron a repartir las actividades, dando como resultado el siguiente calendario de actividades generales:



1.5 Desarrollo de la propuesta de mejora

Máquina Trituradora

Correcciones y desarrollo de la máquina

Para el desarrollo y termino de la trituradora se tuvieron que rectificar algunas de las piezas, así como diseñar piezas faltantes y armar las piezas ya terminadas. A continuación, se presenta el desarrollo de cada una de las piezas (para la trituradora) que se estuvieron trabajando este verano:

Fabricación de ejes

Para la fabricación de las flechas se pidió una barra hexagonal de material acero SAE 1040, el modelado y diseño de esta flecha ya se había trabajado en semestres anteriores, por lo que este verano no se trabajó en nada de diseño respecto a la flecha. Se trabajó en el careado y centros de la barra hexagonal, la cual es una parte medular de la máquinatr trituradora. Esta visita duró aproximadamente 3 horas.



Imagen: Proceso de fabricación eje principal.

El maquinado se llevó por parte del personal de iteso en el taller de ingeniería mecánica (José Villagran a.k.a. Pillo) del laboratorio de ingeniería mecánica. Como primera acción se nos explicó el funcionamiento, así como la calibración y la herramienta a utilizar para el desarrollo de acuerdo con los planos, los cuales fueron generados, el semestre pasado.

Posteriormente, se comenzó el careo de las dos barras en cada uno de sus extremos. Originalmente se adquirió la barra en una sola pieza y en el taller con una sierra se cortó, de acuerdo con las medidas del plano. Para marcar los centros, se utilizó el cabezal móvil junto con una broca de centros y se hizo la marca, girando la barra a 500 rpm para evitar vibraciones y el calentamiento de la herramienta.

De acuerdo con nuestra asistencia al taller, este día se calibraron las herramientas necesarias para el desbaste de las barras. Se calibraron tres herramientas, en relación con el eje de X donde el punto de referencia es el centro imaginario del Chuck, con dichas herramientas se harán el desbaste, la rosca (M50) y el hueco posterior a la rosca.

Se realizará la calibración del eje de z para la herramienta del torno CNC TL-1, esta medición se realiza con un comparador que posteriormente se calibró en la fresadora CNC y su inserto de rubí.

Cabe señalar que la herramienta utilizada para obtener esta métrica se encontraba descalibrada y su medición no era óptima, porque lo que requirió un esfuerzo de casi 3 horas por parte del operador.

El fabricado de estos se ha llevado un tiempo mayor al programado, por detalles en el tiempo de trabajo, herramientas necesarias y programación del torno CNC. Luego de tantos contratiempos se comenzó a maquinar la primera parte del eje, el tiempo que llevo el desbaste fue de 18.44 minutos, evidenciando que el trabajo pudo ser en tiempos mucho más competente.

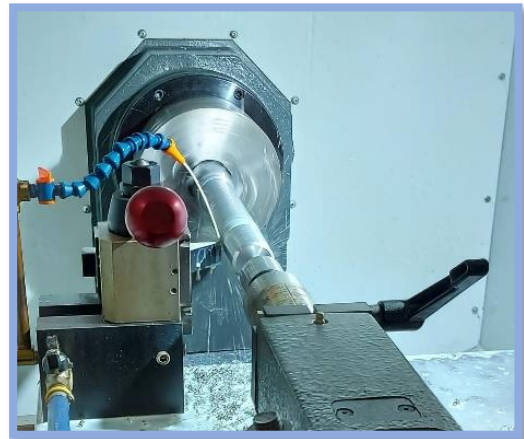


Imagen: Proceso de careado de la eje principal.

El avance que se ha tenido de los ejes se puede observar en la imagen, esto se trabajó hasta este día, el 3 de junio del 2022, el operador José Villagrán se comprometió a que trabajaría en ellas, aunque el equipo no pudiera reunirse ese día.

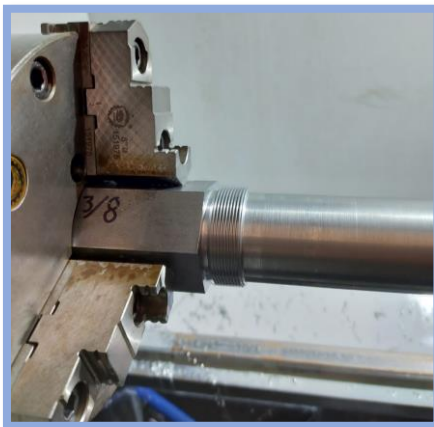


Imagen: Rosca finalizada de eje principal.

Se auditará su trabajo el día 6 de junio de 2022. Cabe mencionar que la medida de las chumaceras, así como la tuerca de tamaño M50, embonan justas y sin juego que pudiera ser perjudicial al ensamblar la máquina, por lo cual las medidas del plano que se trabajaron el semestre pasado fueron las adecuadas.

Se concluyo el maquinado de los ejes, el asesor Juan Pablo Mora los revisará y evaluará si se les dará algún recubrimiento para evitar el óxido. Con este avance se

comenzará a ensamblar la máquina, pero sin motor eléctrico aún, para poder ver imperfecciones de ensamble y comenzar con rectificadores.

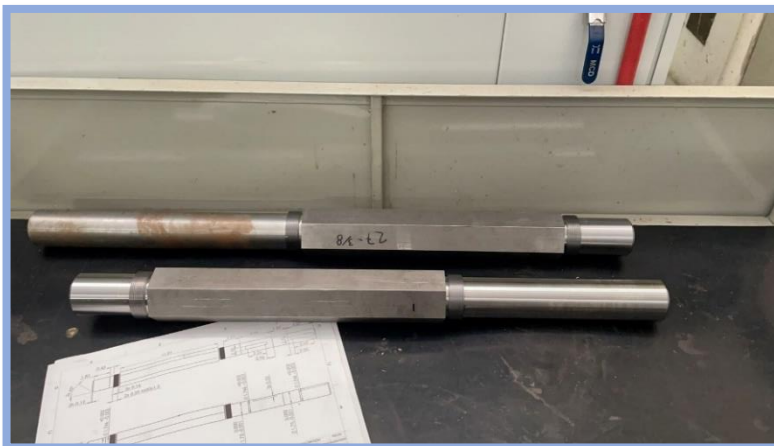


Imagen: Ejes terminados

Como resultado final se observan las flechas completamente maquinadas y con algo de oxido por el ambiente lluvioso y de humedad con el que hemos contado en los ultimos dias. Si bien el proceso de maquinado en la realidad

debería ser más rápido se señala que se obtuvo una asesoría completa del proceso de maquinado de los ejes, pero también el trabajo por parte del operador no fue el más óptimo por detalle de tiempos, esto puede ser beneficioso en un semestre normal, pero para el tiempo de verano debió ser más apresurado.

Ajuste de engranes



Imagen: Proceso de cuñero en mandriladora

Estos engranes ya se habían pedido desde el semestre pasado, los cuales fueron un par de S419 y S417, así que no se tuvo que hacer ningún cálculo al respecto. Lo único que les faltaba era hacer la cuña para que embonara con el eje y abrir el barreno ya que este tipo de engranes cuando se compran vienen a barreno piloto. Antes de explicar cómo se hizo la cuña y como se abrió cada engrane

hay que dejar en claro que la cuña es un orificio entre el eje y el engrane donde se inserta un cuñero para poder fijar el engrane al eje.

El barreno piloto al que venía el eje era a 20mm de diámetro y nosotros lo necesitamos a 1 ¾ in. Esto lo logramos metiendo los engranes a un torno donde ahí se abrieron a la medida deseada y una vez teniendo esto solo necesitaba hacer el cuñero el cual se decidió hacer en una mandriladora. Como se puede observar en las imágenes cada engrane se sostuvo con la prensa para poder



Imagen: Proceso de cuñero en mandriladora

sostenerlo y que entrara la mandriladora sin problemas, una vez que se tenía un aproximado con ayuda de un vernier se iba desbastando de poco a poco hasta llegar a la medida óptima.



Imagen: Proceso de machuelado en engrane

Por último, se trabajó en los opresores de cada engrane. Estos sirven para dar la sujeción necesaria de los engranes a la flecha respectivamente. Estos se fabricaron con ayuda de una fresadora, lo primero que se hizo fue ir barrenando poco a poco (empezando con barrenos delgados y subiendo el grosor hasta el deseado. Una vez que se tuvo el barreno a la medida con ayuda de un machuelo se le hizo la rosca para poder insertar los 3 opresores. Se hicieron 3 opresores por engrane a una distancia de 120 grados entre cada 1.

Corrección de cuchillas y separadores

Las cuchillas ya se tenían hechas en el proyecto desde hace 2 semestres, estas se revisaron este verano y al momento de montarlas en los ejes se pudieron observar algunos errores en la fabricación. Las cuchillas que se tienen son de 6 y de 13 dientes, el problema consiste que en las cuchillas de 6 dientes no se dejó un desfase (el cual si está en el diseño) entonces al momento de montarse en la flecha quedan totalmente alineadas, lo cual no es lo

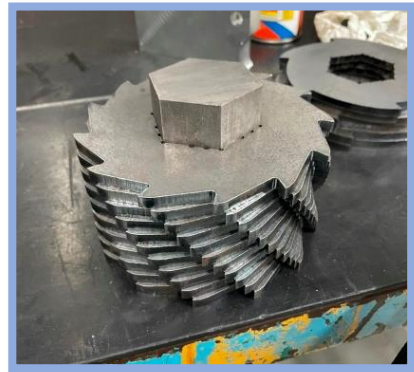


Imagen: Cuchillas 13 dientes montadas

óptimo para el desempeño de la trituradora. Ante esto se tomó de decisión de no modificar nada en este aspecto (porque se tendrían que volver a mandar a fabricar) y seguir así para ver cómo se comporta la trituradora con este detalle.

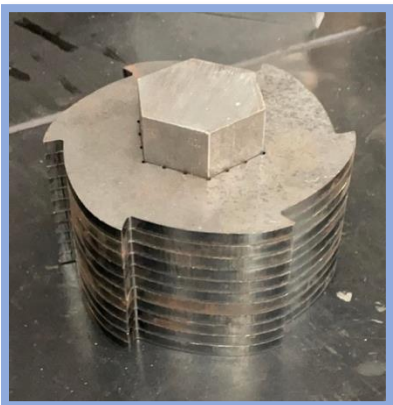


Imagen: Cuchillas 6 dientes montadas

Ya con este tema resuelto se comenzaron a armar las cuchillas con los ejes y se montó dentro del cuerpo de la trituradora con los separadores para poder ver los espacios que había y si todo embonaba bien. Una vez echo estas pruebas y ver que no se podían apretar las tuercas para

apretar las cuchillas porque pegaban se sacaron medidas y se decidió quitar la lámina de ajuste en el armado del eje de donde van las cuchillas de 13 dientes, aun así, al momento de montarlo de nuevo no cuadraba cuando se insertaban los separadores. Así que tomó la decisión de rebajar los espaciadores del eje donde van montadas las cuchillas de 6 dientes a 5.3 mm para que la suma del separador y la lamina de ajuste diera 6 mm.



Una vez teniendo este ajuste se volvió a armar y se detectó una nueva interferencia al momento de tratar de girar las flechas cuando ya están entrelazadas y apretadas por la tuerca. Entonces se rebajaron las cuchillas de 6 dientes para que quedaran a 6mm de grosor y con este último ajuste en las cuchillas se pudo

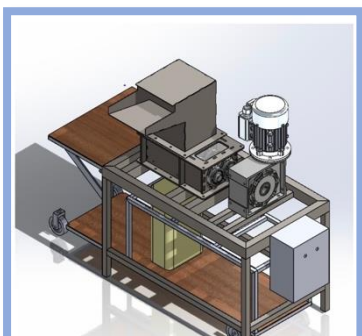


Imagen: Cuchilla en proceso de Ajuste

compactar además de girar de una manera en que ya pudieran compactar. Los ajustes de las cuchillas y de los separadores se hicieron en un torno donde lo más complicado fue sujetar de una forma segura las cuchillas al chuck. Para esto se utilizó el filo de las mordazas para lograr la sujeción, una vez fijo se programó el torno, se ajustó la salida del anticongelante y con esto se hizo el ajuste.

Corrección de modelo 3D

El modelo 3D que se ha venido utilizando durante el desarrollo del proyecto tiene errores de construcción. A pesar de que los planos y modelos se bajaron directo de Precius Plastic se tuvieron que tropicalizar, hacer ajustes a las piezas a lo que se encuentra en México, etc. Entonces para no seguir acarreado con estos errores y tener un modelo 100% confiable se



Modelo 3D: Ensamble general

modificó y corrigieron todos los errores que se tenían.

Durante este proceso se rehicieron varias piezas desde cero, porque contaban con varios errores de construcción en las mismas, se hicieron en un formato sheet metal, lo cual provocaba errores en las pestañas de las laminas de la estructura de la trituradora, además que con este formato no te permitía colocar las piezas en un ensamble. Se rehicieron

todas las laminas de la estructura de la triturado y de la criba, dejandolas en optimas condicones para su fabricación inmediata.

Durante la realización de los ensamblados se realizaron analisis de detección de interferencias, para evitar cualquier interferencia tanto en los ensambls simples como en los subensambls. De esta manera también se asegura que los próximos ensambls que se hagan donde se involucre la trituradora se asegure que si ensambla en el modelo 3D ensamblara perfectamente en el modelo físico. Esto también ayuda para las simulaciones ya que son más confiables y el conjunto de todo esto reduce los errores al momento de la construcción física de los modelos 3D.

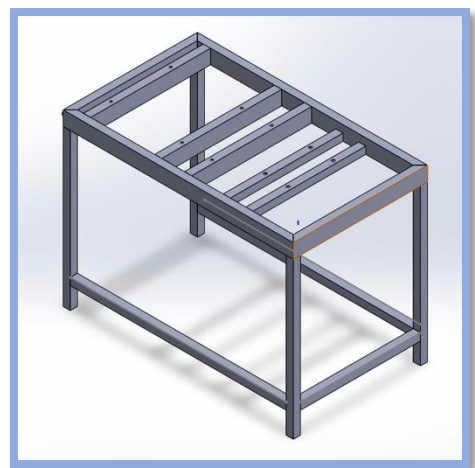
Diseño de componentes faltantes

Tuercas de seguridad

El eje donde van montadas las tuercas de seguridad es de 50 mm, por lo tanto, a esa medida se pidieron las tercas de seguridad. Estas sirven para comprimir las cuchillas y mantenerlas en posición mientras trabajando y para mantener en posición estas tuercas, para que no recorran alrededor de la rosca, se realizó una ranura en la rosca de las flechas para colocar las arañas y así dejando en posición.

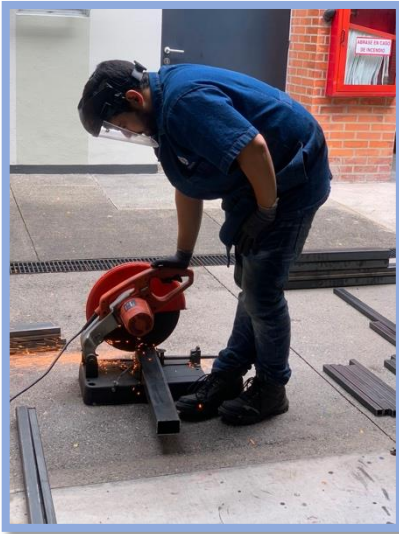
Bastidor General

El diseño del bastidor general se comenzó desde cero este verano. La función que tiene es poder soportar la trituradora, tolvas, reductor y motor dejando la manipulación de la máquina a una altura cómoda para el usuario. Teniendo esto en cuenta al momento de realizar el primer diseño se pensó en solo utilizar 2 tramos de tubería 3in x 1 ½ in para reducir los residuos al máximo.



Modelo 3D: Diseño final Bastidor General

Una vez que se comenzaron a ver y analizar los materiales del mercado se decidió cambiar 3in x 2in porque el espesor en la primera opción de tubería es de 75 milésimas de pulgada y no



había más gruesa, en cambio para la opción 2 propuesta se encontró un grosor de 1/8 de pulgada y esto hace más factible utilizar este material ya que soportara más peso con el mismo diseño.

Pensando en el rediseño solamente se optó por modificar el tamaño de tubería a la segunda propuesta, con esto al momento de hacer una simulación estática y tener los resultados deseados se vio que había material que no estaba trabajando por lo que en la parte donde se soporta el reductor y el motor

se utilizó una tubería de 1 ½ in x 1 ½ in además de las patas y cruces trabas donde también se utilizó esta tubería.

Una vez teniendo el modelo ya corregido y con la simulación de se pidieron 1 tramos de 3 x 2 in y 2 tramos de 1 ½ x 1 ½. Cundo llego el material lo primero que se



Imagen: Bastidor Punteado

hizo fue hacer todos los cortes rectos (hasta los de 45 grados) ya que cuando llegó el material no se podía dejar completo por el tamaño. Una vez teniendo estos cortes se llevaron al taller para poderle dar los 45 grados necesarios y comenzar a soldar.

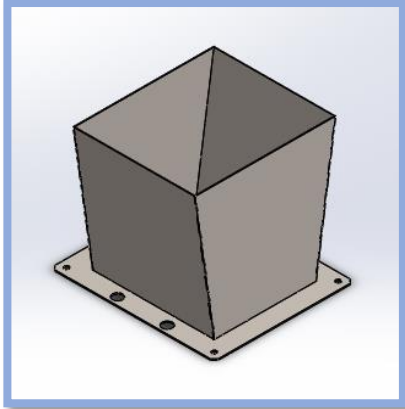
Para soldar nos apoyamos de una escuadra, se comenzaron a puntear y además se alinearon las patas. Después de esto se montó en una mandriladora para dar alturas precisas del motor y reductor conforme al eje principal, además de hacer los barrenos de sujeción para la trituradora y el reductor.

Tolvas

Las tolvas son las encargadas de encaminar el material a la entrada y salida de la trituradora, se contemplo como primera instancia una tolva que va montada en la parte superior y otra en la parte inferior de la trituradora, para captar de una manera más eficiente los plásticos y

con el fin de ser didáctico la cara posterior de cada tolva será de material acrílico por su transparencia, economía y por sus prestaciones didácticas.

Tolva Superior:

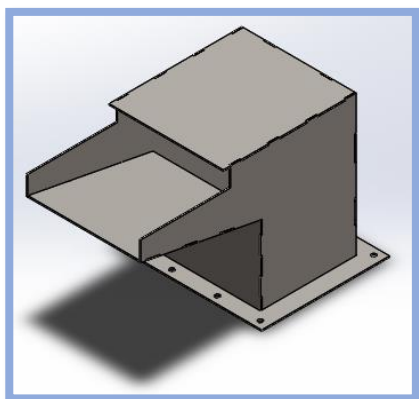


Modelo 3D: Tolva Superior propuesta 1

Para la realización de la tolva superior se realizó un primer modelo (como se muestra en la imagen “*Modelo 3D: Tolva Superior propuesta 1*”), este diseño fue basado en la tapa superior de la trituradora donde se encuentra la entrada de material que recibirá las botellas para la trituración. Como ya se mencionó el primer prototipo contaba con una geometría cónica en la cual las 4 caras eran iguales con una medida de 347mm de alto.

Este modelo se rediseñó porque tras analizarlo y conceptualizarlo se notaron puntos de mejora, por ejemplo:

- La colocación de la tapa superior para evitar que las botellas o partes de ellas se salgan del volumen de la tolva y terminen en el suelo al momento de realizarse el triturado.
- Una entrada con inclinación para que se logren cargar más botellas y así el operador que se encarga de llenar la máquina tenga más margen de tiempo entre cada llenado.
- Una ventana para que cualquier persona interesada pueda ver el proceso de trituración
- Pestañas para unir las caras entre sí y sea más fácil el ensamble físico.



Modelo 3D: Tolva Superior propuesta 2

- Los orificios de unión a la tapa superior se hicieron coincidentes a los espárragos para utilizar esos mismos para la unión.

Con estos puntos en cuenta, se procedió al rediseño de la tolva. Para la unión de la tolva por medio de los espárragos se utilizaron tuerca y arandela para poder fijarla.

Una vez teniendo la propuesta 2 modelada en 3D se tomo la decisión de cortarla en MDF de 3mm para ver su comportamiento antes de madarla a cortar en Acero A36 por medio de corte laser. Teniendo el modelo fisico se verifico que embonara como se tenia pensando, esto se corrobora con el avance de trituradora que ya se tenia y con el prototipo de MDF que se tenia. También se verifico que el espacio destinado para la entrada de las botellas fuera comodo para el usuario. Como modificaciones extra, se tiene planeado colocar una cortina de vinil en la entrada de las botellas para evitar que salgan partes trituradas y así no poner en riesgo al operador y mantener el área de trabajo limpia.

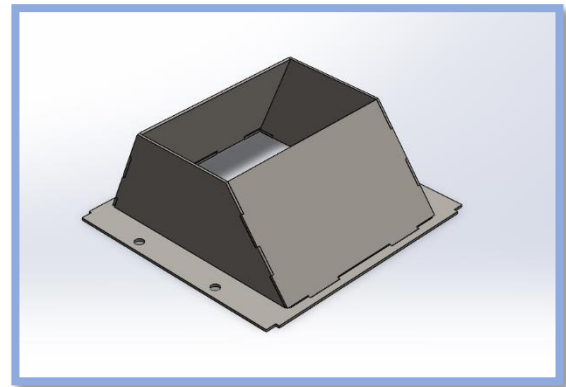


Imagen: Tolva superior propuesta 2, cortada en laser con MDF 3mm

Tolva inferior

Este verano se rediseño la tolva inferior, como primera propuesta se pensó en una que evitara que la hojuela caiga sin dirección además de adaptarle unos ganchos con la finalidad de fijar costales para la recolección del material triturado.

Esta propuesta fue rechazada por los ganchos para los costales, envés de esto se pensó en instalar un carrito de servicio en la parte de abajo que permitirá a los usuarios mover de manera más fácil hasta tres costales de hojuela triturada. Todo esto llevo a al diseño y construcción de una tolva de 5 piezas teniendo dos partes trapezoidales iguales, dos placas



Modelo 3D: Diseño final tolva inferior

laterales rectangulares diferentes y una placa de fijación a la base de la trituradora, la construcción de la tolva fue diseñada de para usar placas de acero A 36 DE 3.6 MM de espesor, cabe mencionar que se diseñó la tolva con el ensamblado en mente por lo que todas las piezas tienen pestanas para ser ensambladas entre sí y después ser soldadas teniendo como producto final la tolva inferior como una sola parte y solo se sujetara mediante tuercas a la base siendo removida.

De igual manera al realizar el diseño se realizó un prototipo en MDF para así probar el ajuste sobre nuestro prototipo de la trituradora de madera MDF escala 1:1 esto comprobando que

nuestro diseño sea completamente funcional para nuestra trituradora y sea apto la construcción de esta en lamina de acero A36.

Control Eléctrico

En nuestra organización del proyecto, se mencionó, sobre el control eléctrico que se necesita, protección ante las posibles sobrecargas y contactos termo magnéticos. Reversa, esto por si se activa un relevador de sobrecarga y botonera básica (Stop y Start). Se desarrollo la simulación en FluidSIM sobre el funcionamiento analógico del control eléctrico que tendría la trituradora. A su vez se generaron los planos eléctricos los cuales nos sirven para ver las conexiones que tendrán las bobinas, botones, contactores y contadores.



Imagen: Proceso control electrico

En base al diseño y simulación del circuito, se cotizará:

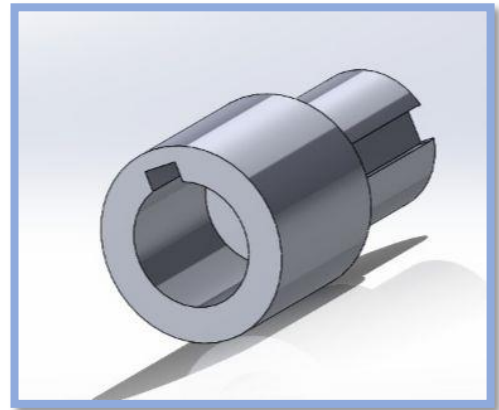
- 1 relay de sobrecarga de 40
- 2 contactores
- 2 botones
- 3 bobinas
- 1 contador
- 1 timer
- Contactores auxiliares (2 abiertos y 2 cerrados)

Se decidio desensamblar la parte del cableado del motor para corroborar si es que era posible que girara en “reversa” (sentido contrario a su rotación normal). Se definió agregar un paro de emergencia independiente al sistema de control en una posición más próxima al usuario.

En el proceso de comprar de las piezas, se pacto una cita con el vendedor para el día 3/jun/2022 a las 5:00 pm. En esta cita se obtendrá una segunda opinión respecto al diseño del sistema de control y se realizará la lista de materiales a solicitar. Esperamos para el día 6/jun/2022 tener la cotización y dar de alta al proveedor en la cadena de suministro ITESO.

Buje

Se compro el material del buje, el cual en un semestre pasado se había diseñado, e inspeccionado, por parte del asesor Juan Pablo (EPI). Dicho material consta de una barra de acero 12L14 RED 3 ½ pulgadas el cual será maquinado de forma interna/externa ya que se cuentan con las herramientas necesarias para su fabricación, pero en el taller de unos de los implicados del proyecto.



Modelo 3D: Buje

Se ha optado de fabricar fuera de ITESO por las implicaciones que tiene dentro de la institución. Burocracia, desarreglos por parte de los departamentos, etc. Por esta vez se tiene la oportunidad la cual se discutió con los coordinadores, los cuales aceptaron. Este punto le dará mucha velocidad al desarrollo del proyecto ya que se podrá trabajar más horas y más días en el taller, además de la facilidad de máquinas que se podrán dar. Sus características son Acero 12L14, de 3 ½ pulgadas de diámetro y 7 ¾ de alto. El modelo actualmente se encuentra trabajado y los planos se generarán posteriormente para su fabricación. Se requiere de herramienta especializada para la cuña interior.



Imagen: Proceso de manufactura de eje principal

Carrito

Para la elaboración del carrito se comenzó con el modelado 3D con una estructura la cual se hace más cómodo para el operador ya que gracias a las llantas de caucho (*Imagen. Llantas de caucho del carrito*) se facilita el movimiento de toda la trituradora si se llegara a mover de sitio, además, con su altura se evita que el operador sufra lesiones en la espalda y brazos porque no realiza esfuerzo físico innecesario.

Se encargaron tubulares de acero A36 para poder armar el carrito, dichos tubulares se cortaron en una *sierra cinta* con cortes rectos y a 45°...



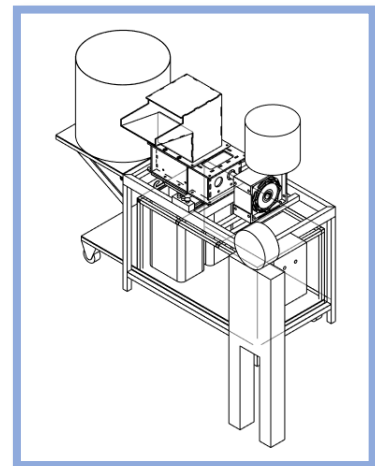
Imagen. Llantas de caucho del carrito

Armado de la máquina

Se generó un ensamble general con todos los componentes de la máquina, esto con la finalidad de entregar un sketch y dimensiones generales al equipo de diseño, mediante los cuales puedan generar el diseño de la carrocería del equipo. Cabe mencionar que el día de hoy logramos tener una vista general de lo que será el proyecto concluido, en lo que refiere a elementos mecánicos.

Se reviso la usabilidad del diseño, en este análisis se redefinió la altura máxima de la tolva superior, esto para facilitar uso de la máquinaa personas con una estatura promedio de 1.6 metros.

Se cambio el mecanismo de recolección de producto terminado, se planteo eliminar uno de los soportes laterales de la base, así como la tabla de soporte, en el nuevo diseño se considera usar un “carrito “en cual estarán montados 3-4 costales, los cuales se llenarán al 50%, para evitar que el operador se agache o cargue el material. De igual forma se agregó una repisa abatible sobre la cual se colocará el contenedor con envases a tritular.



Corte de las piezas del carrito

1.6 Valoración de productos, resultados e impactos.

El desarrollar una trituradora fue un reto, al ponerla en marcha surgieron distintos puntos de mejora que pueden ser útiles para el desarrollo de futuras versiones de la misma. Los cuales son los siguientes:

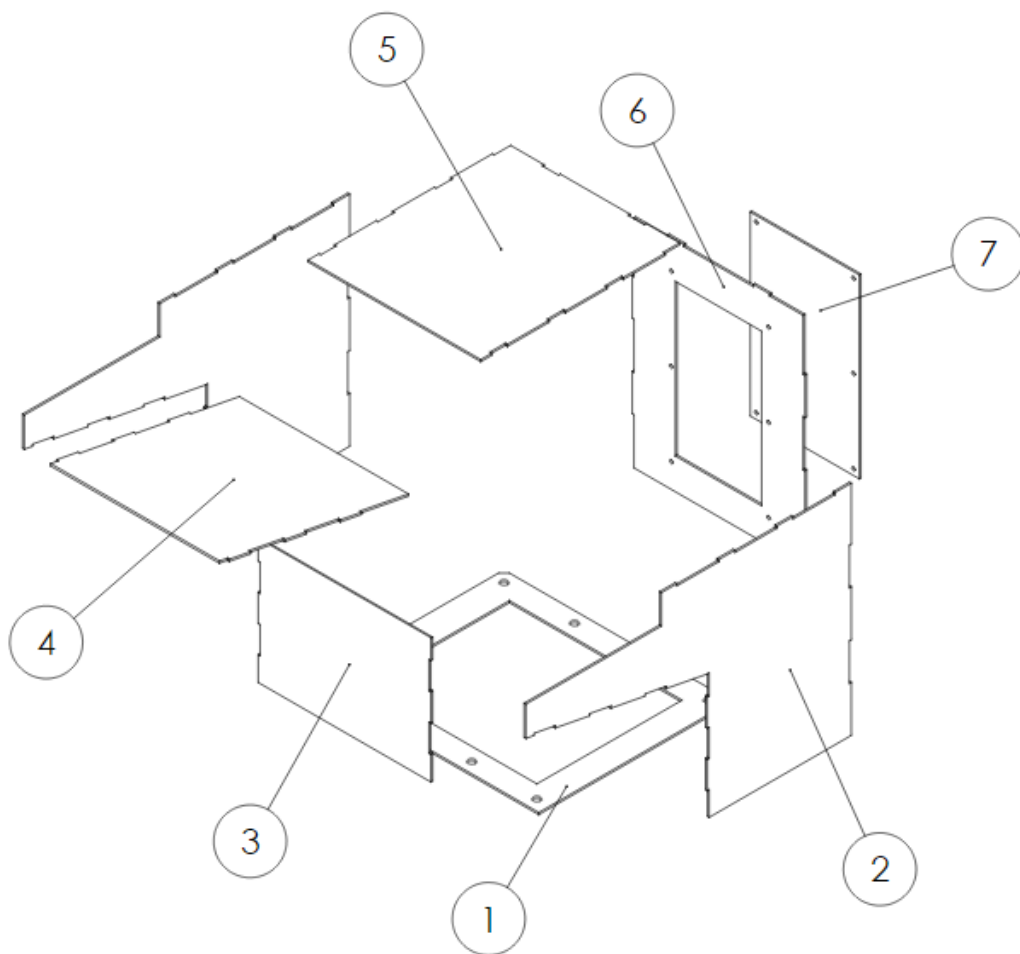
- Revisar las cotizaciones realizados por los alumnos, para asegurarse que la compra a realizar esta correcta con respecto a lo que se busca.
- Al recibir cualquier pieza revisarla con los archivos CAD y asegurarse que todo esté en perfecto estado de cómo se pidió.
- Antes de realizar un plano asegurarse que el sólido este bien realizado, porque si no los errores que se encuentran en el sólido los vas a tener en la pieza final.
- Medir los tiempos de entrega a la hora de encargar piezas a compras, para evitar retrasos en nuestro trabajo y avanzar como se tiene planeado.
- Organizar bien lo que se hará en tiempos de taller y tener todo lo necesario.

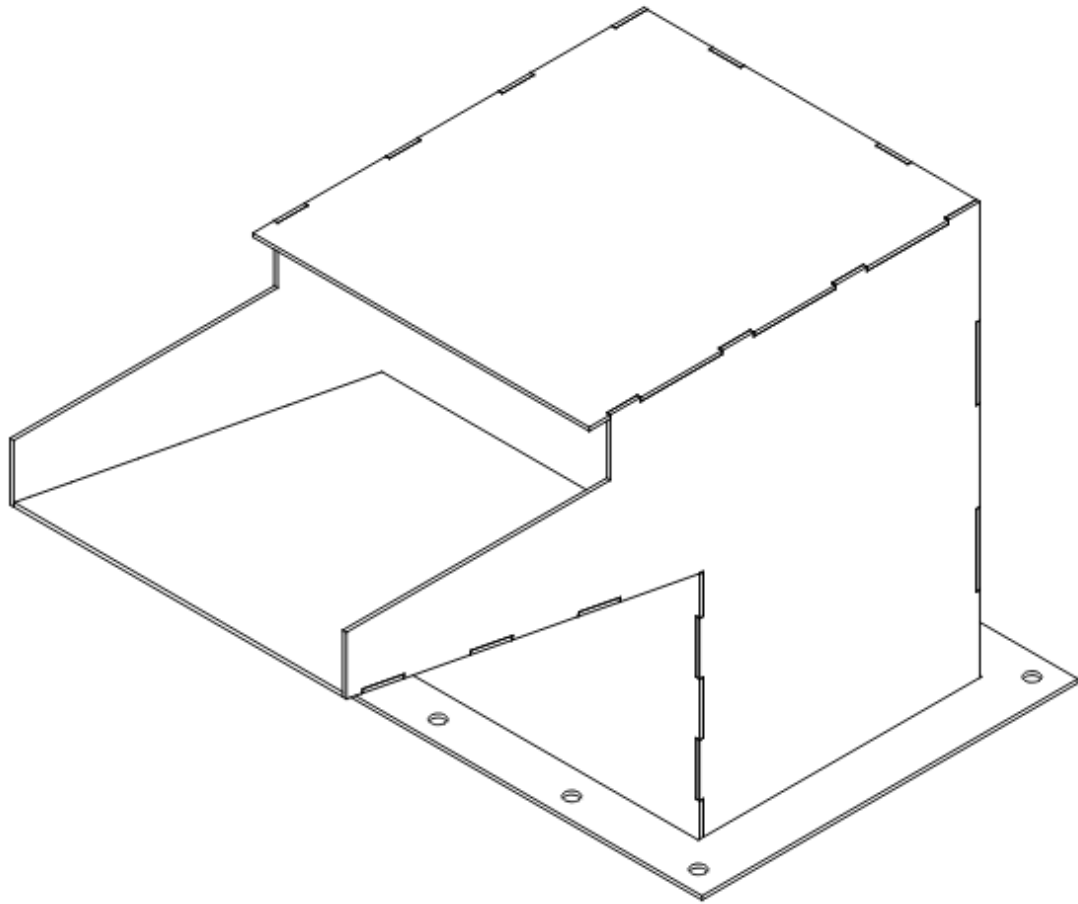
1.7 Bibliografía y otros recursos

- Simões, C. Mimetismo (2022). ITDO. Obtenido de: <https://www.itdo.com/blog/mimetismo/>

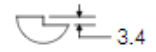
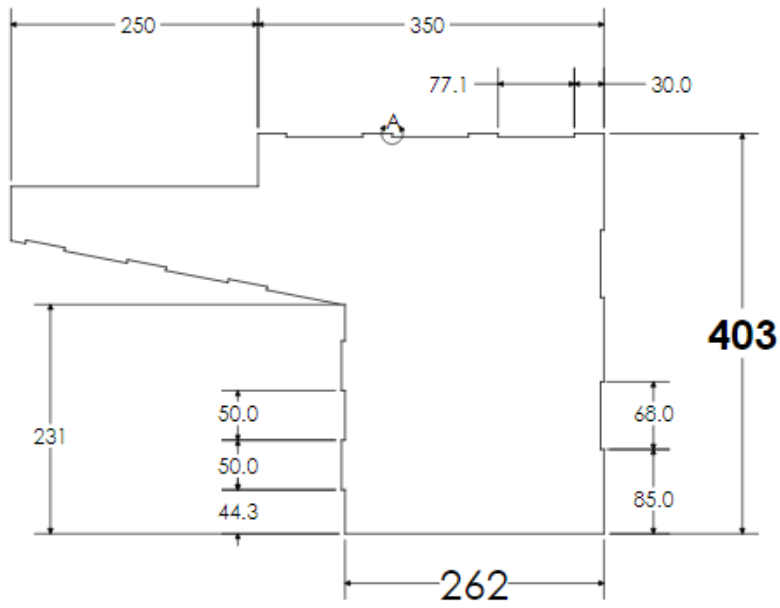
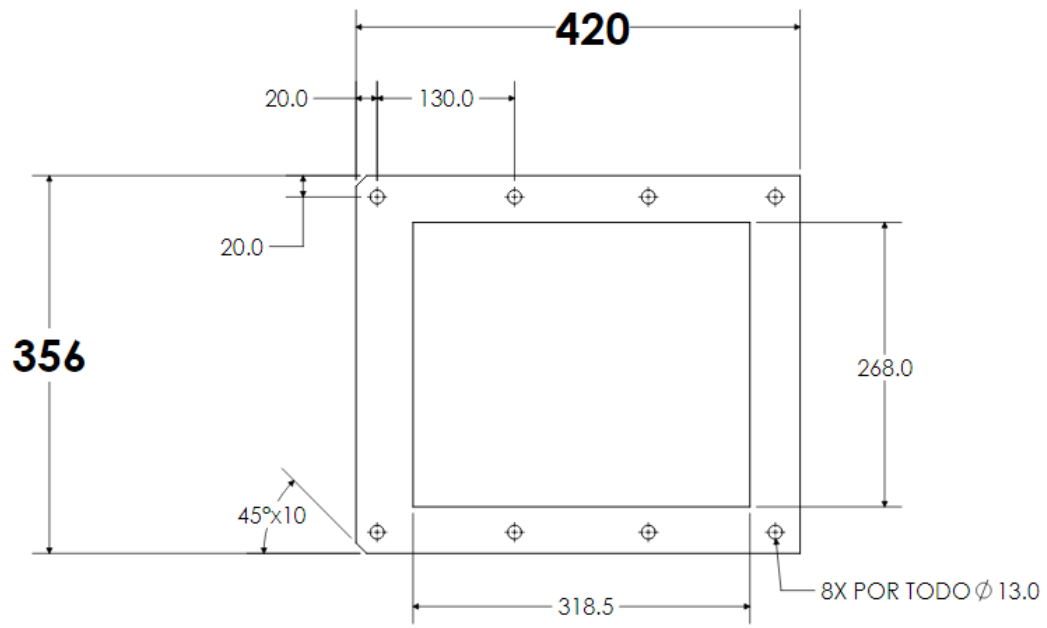
1.8 Anexos Generales.

N.º DE ELEMENTO	NOM. DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Parte S_A	Material Lámina Acero A-36 calibre 10	1
2	Parte S_B	Material Lámina Acero A-36 calibre 10	2
3	Parte S_C	Material Lámina Acero A-36 calibre 10	1
4	Parte S_D	Material Lámina Acero A-36 calibre 10	1
5	Parte S_E	Material Lámina Acero A-36 calibre 10	1
6	Parte S_F	Material Lámina Acero A-36 calibre 10	1
7	Parte S_G	Material Acrílico de 3 mm de espesor	1

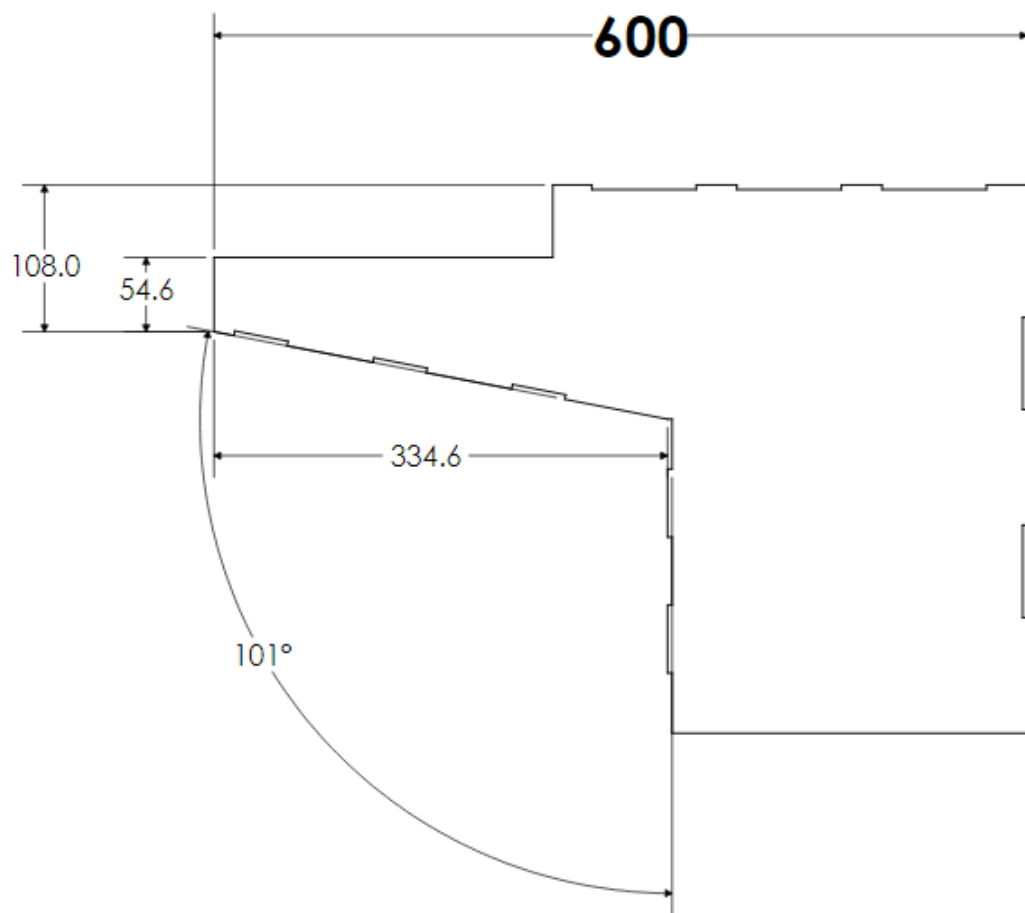
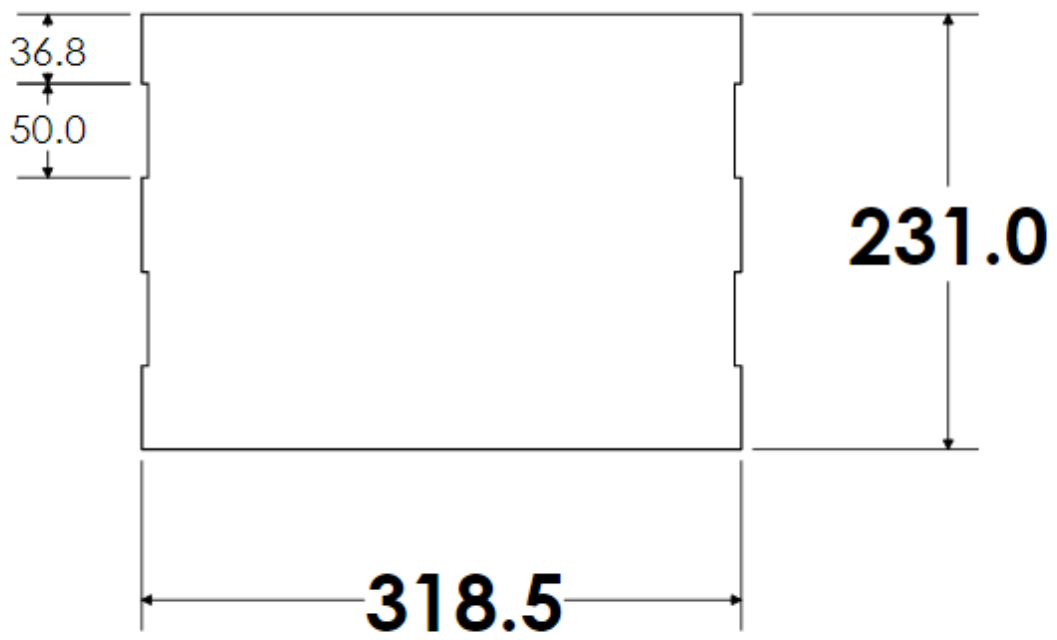


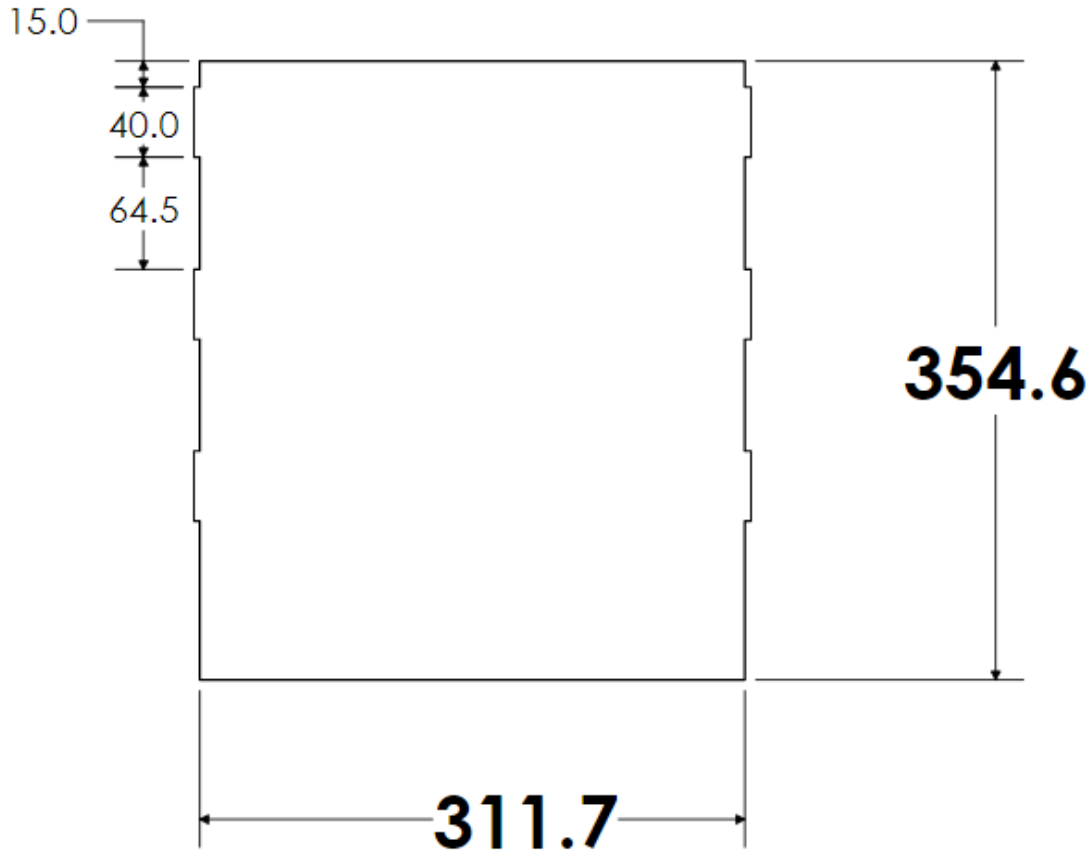


ACABADO A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO		 ITESO. Universidad Jesuita de Guadalajara		REV	DESCRIPCIÓN	FECHA
				1	EMISIÓN DEL DOCUMENTO	23/05/2022
TOLERANCIA A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO. X. = ± .10 .X = ± .10 .XX = ± .05 .XXX = ± .015 ∠ = ± 0.5°		TÍTULO SW6530		3		
		NÚMERO: Sup_1 HOJA 1 DE 3		DIBUJANTE: Equipo I & D REVISOR: J. P. Mora		
NOTAS 1 TODAS LAS DIMENSIONES NO MOSTRADAS EN EL DIBUJO DEBEN DE MANTENER UNA DESVIACIÓN MÁXIMA DE ±1mm 2 DISCREPANCIAS Y ALTERACIONES DEBEN SER APROBADAS POR EL DISEÑADOR 3 RESABA MÁXIMA PERMISIBLE 0.1 MM		MATERIAL: Acero A-36 & Acrílico		A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO TODAS LAS UNIDADES ESTÁN EN MILÍMETROS. LAS COTAS DUALES ESTÁN EN PULGADAS		1:5 A

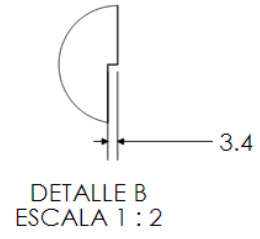
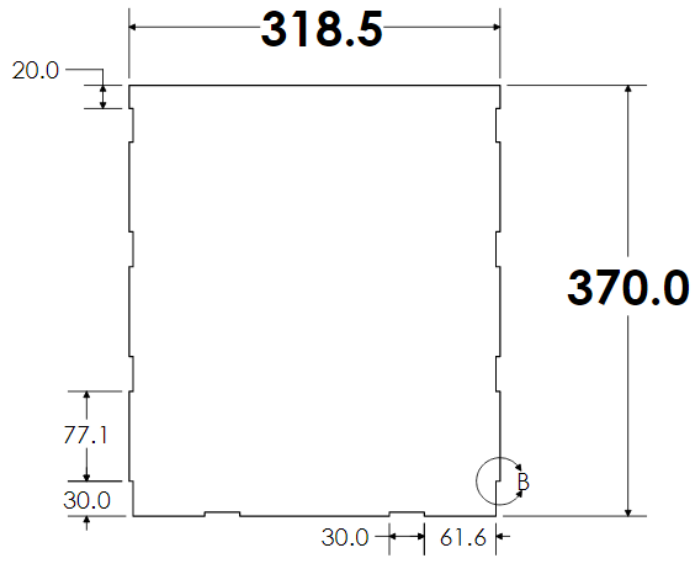


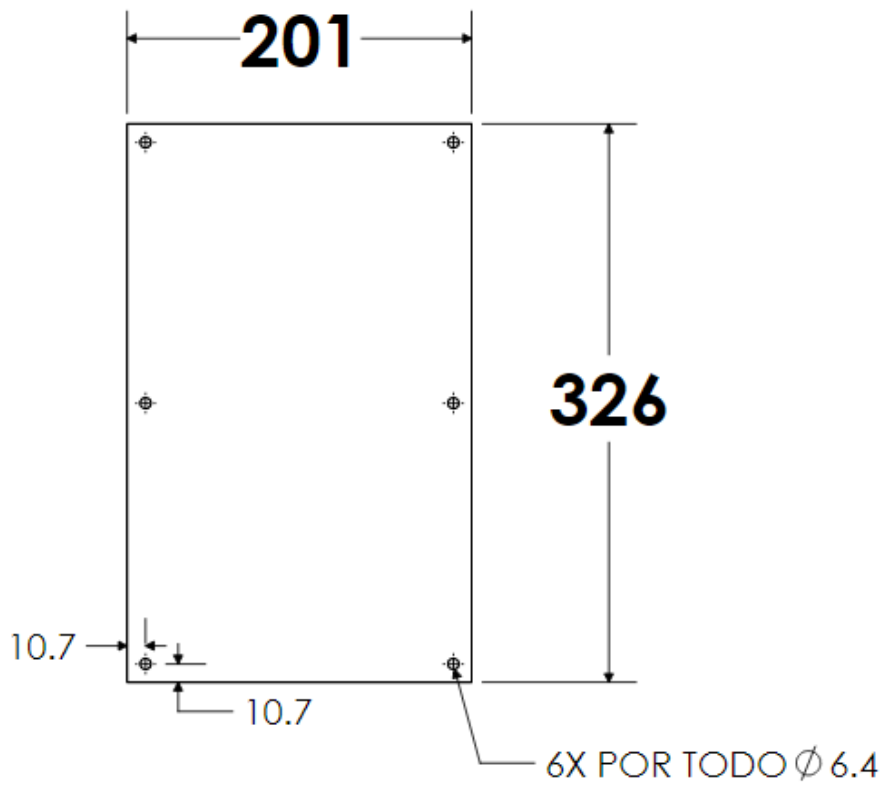
DETALLE A
ESCALA 1 : 2

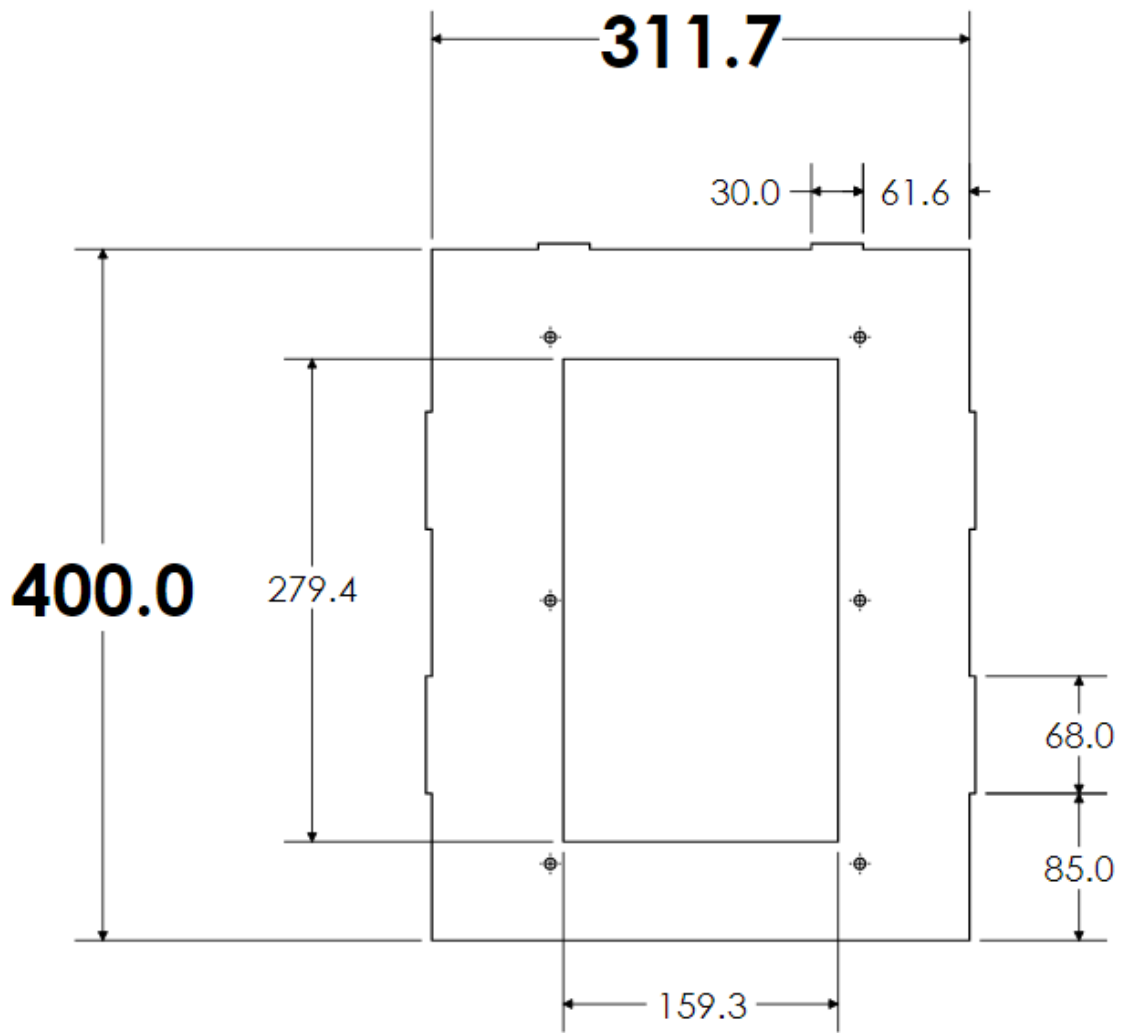


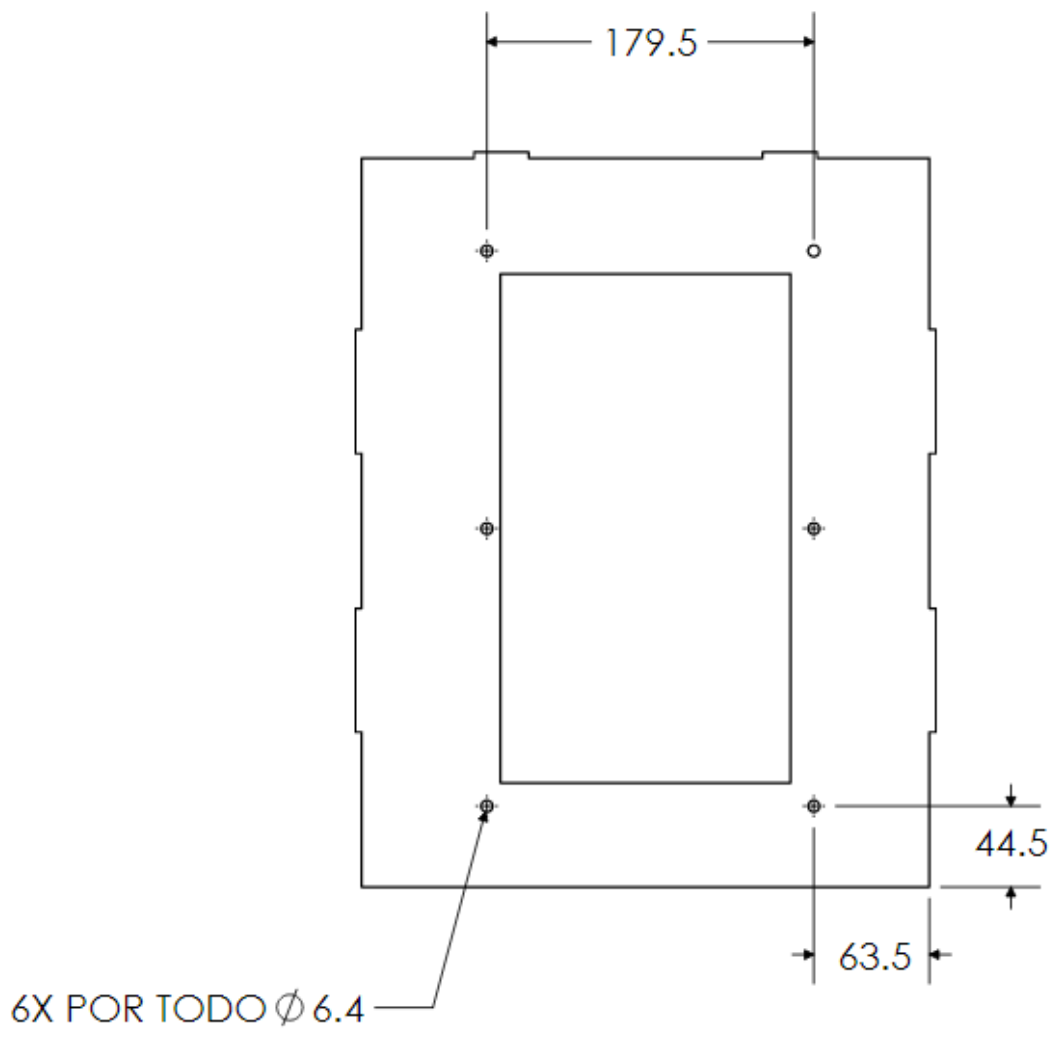


NOTAS		ACABADO	 ITESO, Universidad Jesuíta de Guadalajara		REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	
1	TODAS LAS DIMENSIONES NO MOSTRADAS EN EL DIBUJO DEBEN DE MANTENER UNA DESVIACIÓN MÁXIMA DE $\pm 1\text{mm}$	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO			TÍTULO	1	EMISIÓN DEL DOCUMENTO	23/05/2022
2	DISCREPANCIAS Y ALTERACIONES DEBEN SER APROBADAS POR EL DISEÑADOR	TOLERANCIA	Planos_Tolva_Sup	3	CAMBIO	14/07/2022		
3	REBABA MÁXIMA PERMISIBLE 0.1 MM	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO: $X = \pm .10$ $.X = \pm .10$ $.XX = \pm .05$ $.XXX = \pm .015$ $\angle = \pm 0.5^\circ$	NÚMERO: Sup_2	HOJA 2 DE 3		DIBUJANTE: Equipo I & D		
			MATERIAL: Acero A-36 & Acrílico	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO TODAS LAS UNIDADES ESTÁN EN MILÍMETROS. LAS COTAS DUALES ESTÁN EN PULGADAS		REVISOR: J. P. Mora	1:5	A













2. Producto

Como productos al momento de desarrollar la máquina tenemos una cantidad considerable, pues hubo que conseguir algunos con un proveedor y otros manufacturarlos, a partir del modelo con el que se contó previamente, a continuación, presentamos una lista del listado de piezas con el que contamos para el desarrollo de este producto.

Listado de piezas del producto:

N o.	Canti dad	Nombre	Material	Masa C/U (Kg)	Proceso de Manufactura	Producción Interna/Externa
Trituradora						
1	1	Engrane 19 Dientes	Acero Aleado	5.11	Fundición/Maquina do CNC	Externa
2	1	Engrane 17 Dientes	Acero Aleado	3.928	Fundición/Maquina do CNC	Externa
3	1	Flecha Principal	Acero 1018	10.075	CNC Torno/ CNC Fresa	Interna
4	1	Flecha Secundaria	Acero 1018	9.053	CNC Torno/ CNC Fresa	Interna
5	23	Cuchillas 13 Dientes	Acero A36	0.478	Corte Laser	Externa
6	24	Cuchilla 6 Dientes	Acero A36	0.476	Corte Laser	Externa
7	51	Fixed Blade 6mm	Acero A36	0.196	Corte Laser	Externa
8	49	Separador de Cuchillas 4mm	Acero A36	0.133	Corte Laser	Externa
9	47	Separador de Cuchillas 2.5mm	Acero A36	0.083	Corte Laser	Externa
10	6	Chumaceras 1 3/4 De Pared 2 pernos (Código FYTB 1.3/4 TF)	Acero Aleado	1.75	Fundición/Maquina do CNC	Externa
11	1	Placa Base Trituradora	Acero A36	9.104	Corte Laser	Externa
12	1	Placa Frontal Exterior	Acero A36	3.923	Corte Laser	Externa
13	1	Placa Interior Inferior	Acero A36	1.671	Corte Laser	Externa
14	1	Placa Interior Mitad	Acero A36	3	Corte Laser	Externa
15	1	Placa Interior Trasera	Acero A36	3.455	Corte Laser	Externa

16	1	Placa Lateral Eje Secundario	Acero A36	7.577	Corte Laser	Externa
17	1	Placa Lateral Eje Principal	Acero A36	7.571	Corte Laser	Externa
18	1	Placa Mitad Interior Superior	Acero A36	3.109	Corte Laser	Externa
19	1	Placa Tapa Superior	Acero A36	7.805	Corte Laser	Externa
20	1	Placa Trasera Exterior	Acero A36	4.708	Corte Laser	Externa
21	1	Tapa Engranés	Acrílico	0.25	Corte Laser	Externa
Criba						
1	2	Placa Central	Acero A36	0.146	Corte Laser	Externa
2	1	Placa Central Cuadrada	Acero A36	0.42	Corte Laser	Externa
3	2	Placa Exterior Cuadrada	Acero A36	0.621	Corte Laser	Externa
4	2	Placa Exterior Simple	Acero A36	0.271	Corte Laser	Externa
Tolva Superior						
1	1	Parte S_A	Acero A36	1.68	Corte Laser	Externa
2	2	Parte S_B	Acero A36	3.7	Corte Laser	Externa
3	1	Parte S_C	Acero A36	1.94	Corte Laser	Externa
4	1	Parte S_D	Acero A36	2.97	Corte Laser	Externa
5	1	Parte S_E	Acero A36	3.12	Corte Laser	Externa
6	1	Parte S_F	Acero A36	2.16	Corte Laser	Externa
7	1	Parte S_G	Acrílico	0.235	Corte Laser	Externa
Tolva Inferior						
1	2	Lateral A	Acero A36	0.72	Corte Laser	Externa
2	1	Frente B	Acero A36	1.08	Corte Laser	Externa
3	1	Trasera C	Acero A36	0.91	Corte Laser	Externa
4	1	Pieza 1	Acero A36	0.98	Corte Laser	Externa
Carrito						
1	2	Sección 63 in	Acero A36 (PTR 1in)	18.5	Corte Sierra y Soldadura	Interna

2	1	Sección 19 in	Acero A36 (PTR 1in)		Corte Sierra y Soldadura	Interna
3	2	Rueda Direccional	Acero A36 (PTR 1in)		Corte Sierra y Soldadura	Interna
4	5	Travesaños 17 in	Acero A36 (PTR 1in)		Corte Sierra y Soldadura	Interna
5	2	Sección 40.5 in	Acero A36 (PTR 1in)		Corte Sierra y Soldadura	Interna
6	4	Sección 22 in	Acero A36 (PTR 1in)		Corte Sierra y Soldadura	Interna
7	1	Eje trasero	Acero A36 (PTR 1in)		Corte Sierra y Soldadura	Interna
8	2	Rueda fija	Acero A36 (PTR 1in)		Corte Sierra y Soldadura	Interna
Base						
1	2	Sección 48"	Acero A36	53.8	Corte Sierra y Soldadura	Interna
2	2	Sección 28"	Acero A36		Corte Sierra y Soldadura	Interna
3	3	Sección 24"	Acero A36		Corte Sierra y Soldadura	Interna
4	2	Sección 24"	Acero A36		Corte Sierra y Soldadura	Interna
5	2	Sección 25"	Acero A36		Corte Sierra y Soldadura	Interna
6	1	Sección 45"	Acero A36		Corte Sierra y Soldadura	Interna
7	4	Sección 28.5"	Acero A36		Corte Sierra y Soldadura	Interna



Producto con el que se pintó la máquina.

Algunas componentes del producto se encuentran fuera de esta tabla entre ellas entra el proceso de pintado, el cual, si bien no se contempló para esta fase del proyecto fue importante debido a el sitio donde tendrían operando la máquina que es en exteriores por lo que también se cuenta el pintado de esta con un anticorrosivo.



Pieza superior de la maquina pintado con anticorrosivo.

A este proceso de analizar el producto hacemos referencia también al costo que ha tenido la máquina y sus componentes, sin contar los previamente adquiridos por la universidad y los agregados por los alumnos.

Gastos PAP verano 2022

Buje	1	12L14R0350I 12L14 RED 3 1/2 PLG EF	Levinson	\$ 776.93	\$ 124.31	\$ 901.24
Ruedas	4	Rueda 5" LAM. UN BAL. 6203	Ruedas Perisur	\$ 231.74	\$ 37.08	\$ 268.82
PTR	1	PTR Blanco de 3x2	CAOSA	\$ 1,285.37	\$ 205.66	\$ 1,491.03
PTR	3	PTR C14 DE 1	CAOSA	\$ 947.69	\$ 151.63	\$ 1,099.32
PTR	2	PTR VERDE DE 1 1/2	CAOSA	\$ 1,476.37	\$ 236.22	\$ 1,712.59
Material eléctrico	1	Contactador reversible	E-Control Power	\$ 4,717.84	\$ 754.85	\$ 5,472.69
Material eléctrico	2	botón pulsador rasante	E-Control Power	\$ 510.66	\$ 81.71	\$ 592.37
Material eléctrico	1	Gabinete metálico 40x30x20	E-Control Power	\$ 1,625.78	\$ 260.12	\$ 1,885.90
Material eléctrico	1	botón cabeza de hongo	E-Control Power	\$ 342.34	\$ 54.77	\$ 397.11
Material eléctrico	1	termomagnético 1x63 A	E-Control Power	\$ 265.10	\$ 42.42	\$ 307.52
Material eléctrico	1	Timer on delay	E-Control Power	\$ 1,265.78	\$ 202.52	\$ 1,468.30
Material eléctrico	2	botón pulsador con lampara piloto	E-Control Power	\$ 570.58	\$ 91.29	\$ 661.87

Material eléctrico	3	Clema calibre 8 AWG	E-Control Power	\$ 105.60	\$ 16.90	\$ 122.50
Material eléctrico	8	Clema calibre 10 AWG	E-Control Power	\$ 173.60	\$ 27.78	\$ 201.38
Material eléctrico	1	Caja para botonera 6 espacios	E-Control Power	\$ 425.66	\$ 68.11	\$ 493.77
Ruedas para Base	2	HORQ. GTA 8x2"	Ruedas Perisur	\$ 432.62	\$ 69.22	\$ 501.84
Ruedas para Base	2	HORQ. FIJA 8x2"	Ruedas Perisur	\$ 338.08	\$ 54.09	\$ 392.17
Ruedas para Base	8	BUJE 18 Reductor metálico 1/2"	Ruedas Perisur	\$ 102.96	\$ 16.47	\$ 119.43
Ruedas para Base	4	RUEDA 8" LAM 2 BAL 6203	Ruedas Perisur	\$ 532.44	\$ 85.19	\$ 617.63
Pintura	1	Servicio de aplicación de recubrimiento de pintura electrostática a bastidor carrito porta costal de su propiedad	Diseño Global	\$ 350.00	\$ 56.00	\$ 406.00
Pintura	1	Servicio de aplicación de recubrimiento de pintura electrostática a Base de su propiedad	Diseño Global	\$ 400.00	\$ 64.00	\$ 464.00
Corte Laser	2	Promoción corte laser ITESO	ITESO	\$ 12.00	\$ 1.92	\$ 13.92

Totales generales:

\$ 16,889.14	\$ 2,702.27	\$ 19,591.41

Conceptualización

El objetivo de la conceptualización es generar un sentido de pertenencia entre la comunidad y Artifex, creando una conciencia sobre el objetivo del proyecto y la importancia de su introducción a la sociedad. Es necesario que tanto el proyecto como la máquina sean fáciles de comprender y que se dé a entender la importancia que tiene, para alentar a las personas a involucrarse y colaborar y que sientan que el proyecto es algo con lo que podrían familiarizarse verdaderamente hasta poder convertirlo en algo suyo. Debido a esto, se decidió crear una mascota para todo el concepto de las máquinas y el proyecto de Artifex.

Las mascotas publicitarias despiertan sentimientos y emociones, logrando vincular conceptos con su imagen mediante el afecto y carisma de los mismos. Facilita la implementación del sentido de pertenencia entre producto o servicio y el usuario que, a su

vez, permite recordarlo fácilmente. La implementación del personaje específicamente en este proyecto nos ayuda a encaminar al usuario a darse cuenta del impacto que generan los residuos, la importancia de reducirlos y la responsabilidad que tiene cada uno para manejarlos lo mejor posible. Para Artifex, se decidió entonces escoger al tlacuache, el marsupial mexicano, y al que llamamos Arti (de *Artifex*).



Primer acercamiento al diseño de la mascota.

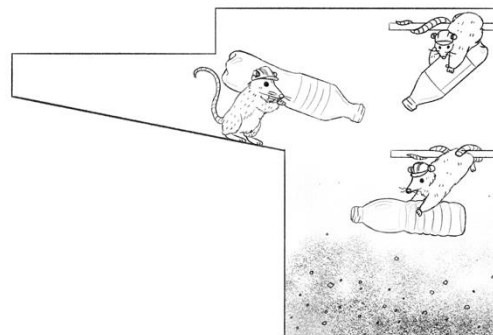
La manera en la que queremos implementar a Arti en las máquinas es por medio de un vinil, que estaría colocado en la tolva de la máquina y en el cual se vería cómo está ayudando a los usuarios de la máquina a llevar a cabo el proceso de ésta; además, también se podría incluir en los señalamientos de seguridad.

Mimetismo

De acuerdo a Chiyana Simões, podemos encontrar el mimetismo en la naturaleza, y en el diseño. En cada uno de los casos tiene su propia aplicación. El mimetismo en la naturaleza se refiere a la copia de propiedades de objetos, organismos o entornos familiares para esconderse o disuadir a otros organismos. Por otro lado, el mimetismo en el diseño se define como la copia de propiedades de objetos, organismos o entornos familiares para mejorar la usabilidad o la funcionalidad de un objeto (Chinaya, 2022)¹.

El tlacuache es un animal considerado sumamente importante para los mazatecos debido a que, de acuerdo a leyendas, fue quien trajo el fuego a la humanidad haciendo posible la vida y conservación del ser humano (Cisneros, 2019). El tlacuache es catalogado como un animal inteligente, ágil, astuto y valiente y podemos encontrarlo en los jardines o basureros.

Arti hace uno de los procesos más importantes para Artifex: revalorizar la basura. Lo que nosotros tomamos como basura él lo revaloriza como un material reutilizable.



Boceto de los tlacuaches trabajando para el vinil de la tolva de la trituradora,

¹ Cinaya, S. (16 de mayo de 2022). *ITDO*. Obtenido de <https://www.itdo.com/blog/mimetismo/>

En el diseño existen tres tipos básicos de mimetismo: superficial, conductual y funcional. Para el diseño de Arti utilizamos el funcional que, de acuerdo a Simões, se define como “hacer que un diseño funcione como otra cosa”.(Es útil para resolver problemas mecánicos y estructurales. (Chinaya, 2022)²

Se decidió utilizar el mimetismo con este marsupial de la siguiente manera: La máquina es como el tlacuache: recolecta, tritura, guarda y compacta los residuos. Por lo cual diseñamos tres tlacuaches con distintas personalidades cada uno:



Arti recolector, se relaciona con el hecho de que el tlacuache es un marsupial: que carga a sus crías en su bolsa.



Arti triturador, se basa en el filo y la fuerza de los dientes, los cuales le permiten encontrar recursos en la basura.



Arti compactador, basado en la fuerza, porque el tlacuache es lo suficientemente fuerte para cargar a sus crías en la espalda.



Ilustración 1 Pintura de estambre de Guadalupe González Ríos #wixarika

La paleta de colores utilizada para este concepto se extrajo de una pintura de la leyenda del tlacuache, además de que los tonos representan los cuatro elementos naturales: agua, fuego, aire y tierra, y estos a su vez significan fuerza, seguridad, afinidad y valentía.

² Chinaya, S. (16 de mayo de 2022). *ITDO*. Obtenido de <https://www.itdo.com/blog/mimetismo/>

Por hacer

Se pretende avanzar este concepto de Arti al mismo tiempo que las máquinas, debido a que se pueden tener variaciones por cuestiones de colores para pintura disponibles o el impacto social que vaya generando este concepto una vez que empiece a ser público. También se pretende terminar el diseño del vinil (o viniles) que irían en la máquina trituradora, teniendo definidos los manuales y aspectos de la seguridad al operarla, y utilizar a los diferentes Artís en los de su respectiva máquina.

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

El RPAP tiene también como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

La crítica se define como, *conjunto de opiniones o juicios que responden a un análisis y que pueden resultar positivos o negativos*. Como positivos podemos mencionar que entre más tiempo hemos convivido sabemos cómo trabaja cada una de las partes y la organización fluye de una manera organizada en su desorganización.

Se traó de seguir un cronograma, en el cual establecimos tiempos puntuales y roles asignados a cada una de las partes, sin embargo, todos terminamos haciendo un poco de todo e invadiendo o rescatando cosas que no nos correspondían, pero al final el trabajo de todos se ve reflejado en las entregas.

Cabe mencionar también que los tiempos invertidos no son ni de cerca lo que sugieren los créditos del PAP. Dada la urgencia por mostrar un proyecto tangible, el cual no solo traerá un beneficio a los alumnos, profesorado, comunidades o grupos sociales, el equipo en medida de lo posible se ha visto trabajando en el proyecto un estimado de 40 horas por semana.

	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
9:00 - 11:00	Organizacion-Materioteca, ITESO	Organizacion-Materioteca, ITESO	Organizacion-Materioteca, ITESO	Organizacion-Materioteca, ITESO			
11:00 - 13:00	Solmei	Solmei	Solmei	Solmei			
13:00 - 15:00	Solmei	Solmei	Solmei	Solmei	Solmei		
15:00 - 16:00	Horario de comida						
16:00 - 18:00	Solmei	Solmei	Solmei	Solmei	Solmei		
18:00 - 20:00	Solmei	Solmei	Solmei	Solmei			

Horario en el que se divide la semana para el desarrollo de la trituradora, dando como resultado entre 40 y 44 horas por semana.

Los horarios a pesar de ser flexibles, se contaba con un cronograma estricto pues se presentaron durante el montaje algunos problemas como la rotura del buje fusible, el cual se volvió a maquinar dentro de las instalaciones de SOLMEI. Al final de cuentas gracias al taller se pudo avanzar en el desarrollo.

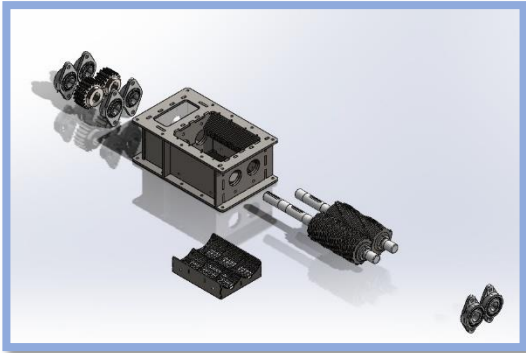
El trabajo se dividía, en asistir presencialmente a la meteorítica, para organizar el trabajo de reporte, acv, compras y planeación, posteriormente la mayor parte del equipo movieron el material de ITESO hacia un taller industrial para garantizar cumplir con la entrega, pues dentro de la universidad las horas y equipo son limitados.

3.1 Sensibilización ante las realidades.

La ética, definida como *conjunto de costumbres y normas que dirigen o valoran el comportamiento humano en una comunidad*, para cumplir con las expectativas y metas para este tiempo de verano, se decidió prescindir de las instalaciones que nos ofrece la universidad y buscar alternativas que sumaran al proyecto.

Las políticas universitarias se han visto como un ancla en lo que a proyectos se respecta, enfatizando la seguridad de los alumnos y restando experiencias enriquecedoras y competentes, lo cual criticamos duramente pues podemos decir que el apoyo del ITESO dejó que desear.

En cuanto al análisis, sobre las capacidades de la máquinatrituradora desarrollada en el PAP, hemos identificado que la investigación de nuestros antecesores no fue del todo verdadera, pues dimos con un problema crítico para el ensamble y mantenimiento de esta. Esta máquina tiene que estar perfectamente alineada, los ejes, cuchillas, engranes incluso la precisión alcanzada para el buje que conecta directo al motor, no son de fácil desensamble.



Modelo CAD actual de la trituradora, en otra iteración se debería modificar el diseño para cumplir con la promesa de fácil mantenimiento.

Se considera rediseñar la trituradora para cumplir con la promesa de fácil mantenimiento, aunado a esto, está el detalle de que tampoco es tan fácil de estar moviéndola a diferentes sitios como se había planificado en un principio, pues si bien no pesa toneladas, su manejo puede desajustar, lastimar o dañar, las cuchillas y el balance que existe entre los ejes y los engranes, sin mencionar el motor que ha quedado en una posición en donde, su base juega un papel fundamental en el soporte para la máquina.



Concepto anterior, que está obligado a cambiar, por un rediseño general.

Por lo que se ha propuesto cambiar el diseño actual por algo que cumpla más con la promesa de ser un centro de reciclado móvil y que tolere las inclemencias del ambiente, camino y usuarios quienes estarán utilizando. Además de los cambios obvios como un motor trifásico, sin tanta fuerza en su reductor y optimizado a 200 revoluciones, para moler hasta bolsa plástica (lo cual requiere una configuración muy específica y tolerancias cerradas en las cuchillas).

Al cambiar el concepto se optó por adoptar una perspectiva distinta de cómo se percibían las máquinas como insectos y se empezó a elaborar la reconceptualización de cómo se representa Artifex a través de sus máquinas y contexto socioambiental.

Al ser un proyecto que su diseño, componentes y ensamblado han sido propuestos a destiempo y sin los líderes originales, se admite que la máquina, al menos en esta iteración, no va a cumplir con los requerimientos originales que es montarla en un remolque para convertirse en un centro de reciclado móvil. Sin embargo, su funcionamiento es una realidad y se requiere hacer pruebas para demostrar que si puede moler hasta 1 tonelada de plástico PET por día.

3.2 Aprendizajes logrados

Sin duda la adquisición del conocimiento y desarrollo del proyecto por medio del estudio invertido durante la carrera, la práctica para desarrollar modelos en software CAD y la experiencia con la manufactura, fueron relevantes durante el desarrollo del PAP, la administración de tiempos y cambios en el proyecto, nos han llevado a adquirir habilidades para aplicar a nuestro campo.

Uno de los aprendizajes más significativos ha sido el trabajo constante y el liderazgo necesario para lograr nuestras metas, pues si bien algunos de nosotros le dimos seguimiento al proyecto desde semestres pasados, no veíamos todo lo que nos faltaba para llegar a ver la máquina en funcionamiento como hoy ya es una realidad.

Por mencionar algunos ejemplos, no solo fue necesario el ensamblado de la máquina, a todo esto, hacía falta el pintar, aceitar, rectificar, cablear, nivelar y pensar en la movilidad que le hacía falta a la máquina para decir que sería un proyecto completo. Como parte de esto, también el darnos cuenta de que la promesa de lo que podría ser una máquina que recorrería las comunidades que más necesitaran de su servicio, está lejos ser esto posible.

Su mantenimiento no es tan sencillo como se predijo por sus predecesores, el moverla constantemente puede traer consecuencias de fracturas, desalineado de ejes, que se muevan las cuchillas y posteriormente un daño permanente en alguno de sus componentes que detenga su funcionamiento. Además que el ITESO, no cuenta con la grúa necesaria para estar haciendo este trabajo de manera sencilla.



Armado de la máquina no es sencillo y se debe utilizar grúa para nivelar los ejes.

Para un mayor alcance lo mejor sería revisar las tolerancias que existe en el modelo entre las cuchillas, a menor espacio entre una y otra, nuestro alcance no solo sería de triturar PET o HDPE, sino también bolsa plástica que es un material el cual tiene mucho volumen y poca densidad, ocupa mucho espacio y pesa poco. El motor y reductor con el que contamos puede con esta tarea.



Trituradora, Precious Plastics que se encuentra actualmente en el mercado local

El proyecto, si lo ponemos en costo, claramente ha salido muchísimo más costoso de lo que se proyectó o lo que podríamos encontrar en el mercado, sin embargo, esto nos ha llevado a anteponer el conocimiento adquirido en la propia universidad para replicarlo y modificarlo.

Una trituradora de plástico como actualmente conocemos del modelo *Precious Plastics*, que encontramos en el mercado local son de un volumen de molienda más pequeña y con un objetivo educativo, pues cuenta con un área menor de trituración, 15x15 cm, menos fuerza en el motor y un

reductor más pequeño, este tipo cuenta con un costo aproximando de MXN \$19,000 pesos mexicanos (Jun/2022).

Nuestra trituradora cuenta con una mayor área de trituración 30x20 cm, un motor de más capacidad y un reductor bastante sobrado, a ello se le hicieron algunas modificaciones, como el alineamiento de los ejes, las cuchillas careadas para que tengan un filo, un buje el cual protege los ejes y el motor, además del control eléctrico que protege la integridad de la máquina, pintura anticorrosiva y una tolva boca de pato (la cual se ha dejado solo como un prototipo en MDF).



Imagen: Trituradora, PAP materioteca

3.4 Conclusiones

Cristian Mejía Álvarez: A lo largo de todo el verano me he ido encontrando con diferentes retos, desde aprender a convivir con personas de otras disciplinas, hasta cubrir áreas del proyecto donde no tenía experiencia. El primero de los que me enfrente fue el entender el punto de vista de las diseñadoras al momento de realizar un diseño, ya que las perspectivas que se pueden tener sobre un mismo tema fueron realmente muy diferentes.

Hablando del equipo de trabajo con el que estuve más en contacto, un grupo de solo mecánicos es también un reto el poder organizarse para llevar de la mejor manera el proyecto, además de poder visualizar y comprender las habilidades de cada uno de los integrantes para poder aprovecharlas al máximo.

Un punto muy importante a mencionar de este PAP fue el gran aporte curricular que me dio, me da mucho gusto mencionar que ya que no tenía gran experiencia laboral en mi área el PAP me dio ese plus que necesitaba para poder entrar a trabajar a una buena empresa. Mas que un proyecto universitario, veo este PAP como una oportunidad de generar conocimientos que no se logran generar por medio de clases tradicionales.

Francisco José Aramburo Alfaro: Este proyecto de integración puso en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera, así como el aprendizaje del liderazgo que ejercieron mis compañeros. Las horas dedicadas al proyecto fueron más de las indicadas, pero

era necesario para llegar a los resultados necesarios para traer a la realidad un proyecto que tiene ya varios años gestándose en este PAP. Puedo concluir que el trabajo que dejamos se efficientiza para hacer de Artifex un proyecto social, el cual beneficiará a nuestro entorno, no solo en la universidad sino en las comunidades y traerá un balance en el consumo sustentable y una economía circular. El desarrollo de materiales compuestos es más extenso de lo que creía, pues una clara muestra de esto son la cantidad de materiales que veo en mi trabajo actual y como se está dando una segunda vida a los desechos del área de taller. En cuanto al manejo y administración del proyecto fue admirable la coordinación que llegamos a tener como equipo, sin embargo, existieron (solo al principio del proyecto) elementos externos que dieron pie a la pérdida de 3 semanas de trabajo (ejes), de ahí en fuera y la oportunidad de trabajar en manufactura por fuera de la universidad le dio un plus significativo en la entrega de tiempos. Un buen líder hizo la diferencia en todo el proyecto, no solo para ensamblar, maquinar y generar el modelo CAD, sino para llevarnos a todos al punto necesario para desarrollar de manera eficiente el trabajo.

Juan Ignacio Navarro Martin: Durante este PAP fue muy interesante aplicar lo que he aprendido durante mi carrera y ver los resultados del trabajo que realizamos, fue un muy buen aprendizaje gracias a los retos que nos fuimos encontrando ya que como en todo existen errores y tienes que buscar soluciones. Ver tu trabajo funcionando es muy satisfactorio ya que este verano fue un buen reto por el poco tiempo con el que se contaba y se avanzó mucho, se podría decir que existió un avance muy significativo en comparación al semestre pasado, gracias al trabajo que se realizó externamente, por los limitantes que se encuentran en el taller del ITESO. En conclusión, fue un muy buen PAP en el que aprendimos varios aspectos que nos toparemos en la vida profesional y además nos dejó un buen portafolio laboral para el futuro a la hora de pedir un trabajo o entrar a una maestría.

Adolfo Ortega González: Con base en los resultados, problemáticas y soluciones experimentados durante este proyecto, concluyo que se logró menos de lo que yo esperaba, sin embargo, afirmo que fue un proyecto exitoso en el que puse en práctica habilidades aprendidas y desarrolladas a lo largo de mi carrera, tanto ingenieriles como sociales. Represento un gran reto llevar del CAD a la realidad, encontramos discrepancias importantes que de no haber solucionado el proyecto seguiría sin ensamblarse.

Considero que gracias al trabajo realizado encontramos áreas de mejora que pueden hacer de nuestro proyecto una herramienta eficiente.

Roberto Montes Brambila: A lo largo de mi carrera he aprendido varios temas de distintos campos y todos ellos los he querido poner en práctica para reafirmar conocimientos e ir involucrándome más en esos temas y siento que al cursar este PAP cumplí con la mayoría de mis objetivos ya que crecí mi vocabulario técnico, aprendí un poco a operar fresadoras y tornos CNC como también familiarizarme en temas de cotización, seguimiento y recepción de materiales por medio de compras ITESO.

Una parte importante en este proyecto que quiero hacer mención es el hecho que en mi equipo donde estuve trabajando (Investigación y Desarrollo) dentro de materioteca, no solo colabore con estudiantes de ingeniería mecánica sino que también colabore con estudiantes de la carrera de diseño lo cual me pareció muy interesante y enriquecedor principalmente por la manera de ver los distintos escenarios cada uno de nosotros ya que había ocasiones en las que se aportaban ideas y alguna de ellas al inicio parecían independientes pero tras realizar un análisis entre todos se lograban conectar e incluso mejorar.

Por último, este proyecto no solamente me apporto aprendizajes en mi vida estudiantil, también me apporto conocimientos en mi vida personal desde el hecho de convivir con personas nuevas hasta tener mi primer acercamiento a realizar un proyecto que no solo se queda en la teoría o un simple proyecto que se hace para pasar una materia, sino que fue algo a mayor escala y funcional en lo que se ha estado trabajando durante varios años lo cual me parece increíble por la razón que se pueden obtener beneficios para la institución, a comunidades y al medio ambiente.

Alejandro Vázquez: Este proyecto de aplicación profesional marca de una manera importante mi desarrollo como ingeniero, ya que la libertad que este te ofrece te obliga a tomar tus propias decisiones y a hacerte responsable de estas mismas, porque no siempre estas decisiones resultan como se esperaba y en ocasiones resulten contraproducentes estos teniéndose que solucionarse teniendo un aprendizaje del mismo error como del acierto.

El trabajo en equipo es indispensable para la formación de este proyecto PAP, ya que de no hacerlo la trituradora no habría funcionado al final de estas 8 semanas de verano, así como el manejo del tiempo mismo creando varias líneas de trabajo para así poder completar

con los objetivos definidos al principio de verano. De igual manera se esto tiene sus ventajas y desventajas dado que no todos los integrantes tienen el mismo ritmo de trabajo y son capaces de solucionar sus propios problemas, por lo que el trabajo en equipo ayuda aquellos que tienen dificultad para solucionar los problemas,

André Gutiérrez Varela: Con este PAP, de manera general. y sobre las áreas que trabajé, pude darme cuenta de todos los procesos que lleva el ya tener un proyecto de verdad y ya existente, al tener que investigar a fondo los contextos en los que va a ser aplicado, ya que anteriormente sólo había trabajado con proyectos que llegaban hasta el desarrollo del prototipo.

En este caso, mis primeras ideas sobre lo que trabajé en la conceptualización de Artifex estaban algo alejadas de la realidad, siendo que las basé en mi contexto y en otros similares que conozco. Poder llegar a realizar lo que hice en este proyecto me llevó a darme cuenta de las diferencias en contexto de cada comunidad, y de que es importante investigar de éstas para poder contribuir sin invadir el estilo de vida de las demás personas y ver de qué manera se animarían más a poder ser parte del proyecto.

En cuanto a mi contribución a la materioteca, podría decir que aprendí más sobre lo es la materioteca en sí y cómo se trabaja con otras empresas e identidades interesadas en esto. Además, la parte de la materioteca digital me ayudó a desarrollarme en un área que siempre me ha gustado, como es el diseño y gestionamiento de páginas web, y me gustaría poder trabajar más en esta área porque, además, me ayuda a organizarme con otras personas en cuanto a los recursos, formatos, decisiones, etc. que se necesitan para los cambios del sitio.

Andrea Altamirano Langarica:

Uno de los aprendizajes más importantes de ser parte de la materioteca este verano fue la oportunidad de trabajar con el equipo de investigación y desarrollo; entender cómo o de qué manera puede un diseñador participar en el área mecánica, en la producción de máquinas por ejemplo en este caso en la conceptualización del proyecto. Al principio me costó mucho trabajo el poder aterrizar las ideas de lo que se estuvo trabajando semestres anteriores y aún un poco más difícil el conectarlas con lo que yo sé, pero considero que el trabajo en equipo (tanto de mis compañeros ingenieros como de André) me ayudó mucho al poder clarificar y entender de qué iba al proyecto y cuál era su objetivo principal. También me pareció muy importante el aprender a trabajar con otras áreas con las cuales yo nunca había tenido un contacto o no entendía cuál era su función y me pareció que tuvimos un contacto muy enriquecedor y muy satisfactorio en donde ambas partes intercambiamos ideas y aprendimos del otro.

Otro aspecto que considero crucial es reconocer y tener paciencia hacia la etapa de investigación y también en la etapa de prueba. En lo personal, cometo el error de pensar que puedo anticipar todo, entiendo qué hay aspectos que sí se pueden prevenir y que desde un principio se puede diseñar con consciencia pero también entiendo que se generan muchas modificaciones en el periodo de prueba o en el caso de la conceptualización del proyecto cuando se comparte con alguien más por lo cual el proyecto necesita mucho tiempo para prepararse y de estar en constante mejora.

En lo personal, considero que los últimos días fueron en los que más me pude empapar del proyecto y en los que pude realmente comprender conceptos importantes del mismo, la importancia de su ejecución y también de la comunicación del proyecto hacia las comunidades. Después de la presentación me di cuenta de muchos aspectos de mejora y también en qué otros debemos enfocarnos para que sea más comprensible y amigable hacia externos. Hay mucho trabajo por hacer, pero agradezco el poder haber tenido la oportunidad de iniciar con el PAP en este periodo porque así pude ponerme al corriente con el proyecto y el próximo semestre trabajar más fluido y más concreto.