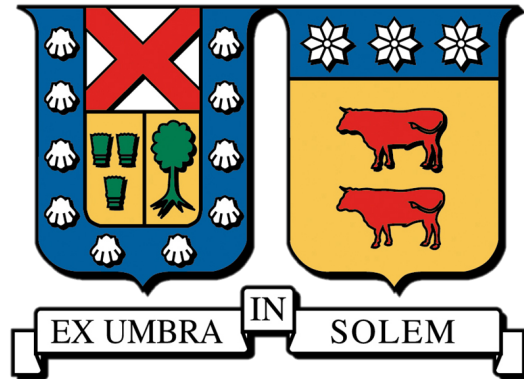


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y MANUFACTURA



EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DESDE RESIDUOS
AGRÍCOLAS PARA PRODUCCIÓN DE BIOPOLÍMEROS

ALESSANDRO ADONAI LASERNA MAZZAQUIOD

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN FABRICACIÓN Y DISEÑO

INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA: MG MARIO SALINAS PSIJAS

2024

Resumen

KEYWORDS : BIOMATERIALES-RESIDUOS AGRICOLAS- ECONOMIA CIRCULAR-PALTA-ALMIDON

El proyecto se centra en la valorización de residuos agrícolas, específicamente en la extracción de almidón a partir de los cuescos de palta, con el objetivo de desarrollar bioplásticos sostenibles. Se propone un enfoque integral que abarca desde la extracción del almidón hasta la producción y caracterización del bioplástico resultante.

En el primer capítulo se exponen los antecedentes generales del proyecto que orientan a una mejor comprensión del mismo. Se aborda la fuente de almidón, que proviene del cuesco de palta, un residuo agrícola. Además, se explica detalladamente el proceso y los diferentes pasos involucrados en la extracción de almidón a partir de este material. Se mencionan también los bioplásticos de diversos orígenes y denominaciones, así como la importancia que tienen en la actualidad.

En el segundo capítulo se muestran los prototipos que mejoran y/o facilitan las distintas etapas de la extracción del almidón para acercarlo a un proceso más industrial.

En el último capítulo se hacen distintos tipos de pruebas para caracterizar el almidón extraído y el biofilm resultante de este, para poder tener claridad de las capacidades y propiedades de estos para un uso posterior.

Abstract

KEYWORDS : BIOMATERIALS-AGRICULTURAL WASTE- CIRCULAR ECONOMY-AVOCADO-STARCH

The project focuses on the valorization of agricultural waste, specifically on extracting starch from avocado pits, with the aim of developing sustainable bioplastics. An integral approach is proposed, covering everything from starch extraction to the production and characterization of the resulting bioplastic.

The first chapter presents the general background of the project to provide a better understanding. It discusses the starch source, which comes from avocado pits, an agricultural waste product. Additionally, the process and the different steps involved in starch extraction from this material are explained in detail. Various bioplastics of different origins and denominations are also mentioned, along with their importance in today's context.

The second chapter showcases prototypes that improve and/or facilitate the different stages of starch extraction to make it closer to an industrial process.

In the final chapter, various tests are conducted to characterize the extracted starch and the resulting biofilm, in order to gain clarity on their capabilities and properties for a posterior use.

Agradecimientos

Quisiera expresar mis mas sinceros agradecimientos a las personas que fueron parte de mi proceso formativo.

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento a mis abuelos, Norma y José, por su apoyo incondicional en cada paso que he dado en este camino. Por siempre motivarme a estudiar, a ser mejor y que todo lo que hiciera lo hiciera con el corazón . Aunque por circunstancias de la vida no están presentes en esta última etapa del proceso, no tengo duda de que, estén donde estén, ellos están igual de felices como yo de culminar esta linda etapa de mi vida. Los amo.

También le agradezco a mi madre Jenniffer y a mi hermano Dantte por haberme apoyado y haber sido mi contención cuando todo se ponía cuesta arriba.

Le agradezco a mi profesor guía por el apoyo que me brindo en todo el desarrollo de esta memoria y mi etapa en la universidad.

Así mismo , no puedo dejar de mencionar el apoyo del profesor Santiago Geywitz, quien cada vez que tenia una inquietud y/o problema se hacia el tiempo para atenderme.

Le agradezco a mis compañeros de universidad con quienes tuve el agrado de compartir estos cuatro años, donde compartimos momentos felices y también largas noche de insomnio interminables haciendo trabajos.

Por ultimo también le agradezco a las personas que de una u otra forma, fueron parte del proceso.

Índice

1	<u>Antecedentes Generales</u>	1
1.1	Almidón	2
1.1.1	Definición	2
1.1.2	Fuentes de almidón	3
1.2	Residuos Agrícolas	4
1.3	Almidón en polímeros biobasados	5
1.4	Biopolímeros	7
1.5	Comportamiento del mercado	8
1.6	Proceso de extracción	9
1.6.1	Tamaño del cuesco	13
1.7	Análisis Foda	15
1.8	Problemas y Objetivos	16
1.8.1	Problema General	16
1.8.2	Problemas específicos	16
1.8.3	Objetivo General	17
1.8.4	Objetivos específicos	17
2	<u>Diseño De Prototipos</u>	18
2.1	Introducción	19
2.2	Formación de suspensión	19
2.2.1	Prototipo Virtual	19
2.2.2	Manufactura	20
2.3	Filtrado	21
2.3.1	Prototipo virtual	22
2.3.2	Manufactura	23
2.4	Molienda	24
2.4.1	Prototipo Virtual	24

3.1	Diseño de ensayos	37
3.2	Pruebas al almidón extraído	37
3.2.1	Prueba de Lugol	37
3.2.2	Resultado Prueba de Lugol	38
3.2.3	Prueba de pH	38
3.2.4	Resultado prueba de pH	39
3.3	Pruebas al Biofilm	39
3.3.1	Producción del Biofilm	40
3.3.2	Recomendaciones para la producción del material	41
3.3.3	Fotos de los materiales	42
3.3.4	Prueba de tracción	44
3.3.5	Resultados Prueba de tracción	45
3.3.6	Superficie del material	48
3.3.7	Resistencia al fuego	49
3.3.8	Grabado Láser	50
3.3.9	Pinturas	51
3.3.10	Prueba de adhesión	52
3.3.11	Comportamiento frente al agua	54
3.3.12	Tratamiento de plasma	55
3.4	Conclusiones	60
	Referencias	61
	Anexos	62

Índice de Tablas

1.1	Valores de amilosa y amilopectina de presente en la semilla de palta y otras fuentes, Fuente: (Machaca Ramos, 2022)	4
2.1	Especificaciones de impresión hélice, Elaboración Propia	21
2.2	Especificaciones de impresión marco, Elaboración Propia	24
3.1	Formula Biofilm, Elaboración Propia	40

Índice de Figuras

1.1	Gránulos de almidón teñidos con Lugol, Fuente: Wikipedia	2
1.2	Fuentes de almidón, Fuente: CienciaUNAM	3
1.3	Residuos agrícolas, Fuente: Residuos Profesional	5
1.4	Bioplasticos con agar y residuos vegetales, Elaboración Propia.	6
1.5	Bioplastico con cascara de Palta, Elaboración Propia.	6
1.6	Biofilm de almidón de papa, Elaboración Propia	6
1.7	Potencial de sustitución a polímeros convencionales, Fuente: (REMAR, 2011)	7
1.8	Clasificación de plásticos según su procedencia,Elaboración Propia según (REMAR, 2011)	8
1.9	Mercado biomateriales, Fuente :(Advisory, 2023)	9
1.10	Cascaras y cuescos en crudo, Elaboración Propia	9
1.11	Triturado de cuesco,Elaboración Propia	10
1.12	Suspensión de la mezcla, Elaboración Propia	10
1.13	Cuchara de cocina, Fuente : Amazon	10
1.14	Colador de uso domestico, Fuente : Casajovenonline.	11
1.15	Desaguado,Elaboración propia	11
1.16	Separación con Matraz de kitasato, Elaboración Propia	12
1.17	Gráfico de variables óptimas para la extracción, Fuente :(Araújo et al., 2020)	12
1.18	Diagrama simplificado del proceso, Elaboración Propia	13
1.19	Tamaños de cuescos de palta, Fuente: (López Jiménez et al., 2010)	13
1.20	Sección del cuesco para modelado 3D, Elaboración Propia	14
1.21	Modelo 3D del cuesco en Fusion 360, Elaboración Propia	14
1.22	Volumen y área total del cuerpo, Elaboración Propia	15
2.1	Diseño 3D de Hélice en Fusion 360, Elaboración Propia	19
2.2	Varilla roscada de 3/8” en Fusion 360, Elaboración Propia	19
2.3	Prototipo de batidor en Fusion 360, Elaboración Propia	20
2.4	Prototipos de batidores, Elaboración Propia	20
2.5	Visualización del modelo en el laminador CURA, Elaboración Propia	20
2.6	Previsualización del relleno en el laminador , Elaboración Propia	21
2.7	Marco en Fusion 360, Elaboración Propia	22
2.8	Perno y tuerca M6 en Fusion 360, Elaboración Propia	22
2.9	Modelo 3D en Fusion 360 del colador, Elaboración Propia	22

2.10	Prototipo físico del colador , Elaboración Propia	23
2.11	Visualización del modelo en el laminador CURA, Elaboración Propia	23
2.12	Previsualización del relleno en el laminador, Elaboración Propia	23
2.13	Principio de funcionamiento del mecanismo principal, Elaboración Propia	24
2.14	Perfil T-slot 20x40, Fuente: Cimech 3D	25
2.15	Dimensión y características de T-slot 20x40, Fuente: Cimech 3D	25
2.16	Perfil T-slot 40x40, Fuente: Cimech 3D	25
2.17	Dimensión y características de T-slot 40x40, Fuente: Cimech 3D	26
2.18	Modelo 3D de la estructura en Fusion 360, Elaboración Propia	26
2.19	Ángulo de unión de 90°,Fuente: Cimech 3D	26
2.20	Dimensión y características del ángulo de unión de 90°, Fuente: Cimech 3D	26
2.21	Representación 3D de unión en software Fusion 360, Elaboración Propia	27
2.22	Tuercas T M8 corredizas, Fuente: Cimech 3D	27
2.23	Dimension y características de tuercas T M8 para 40x40	27
2.24	Perno Allen M8 cabeza cilíndrica, Fuente: Cimech 3D	28
2.25	Dimensiones de la estructura en hecha en Fusion 360, Elaboración Propia	28
2.26	Ubicación del ángulo interno de unión, Elaboración Propia	28
2.27	Unión ángulo 90° interno 40x40, Fuente: Rmparts	29
2.28	Dimensión de unión ángulo 90° interno 40x40, Fuente: Rmparts	29
2.29	Modelo 3D de la hora, Elaboración Propia	29
2.30	Modelo 3d de la chapa metálica en Fusion 360, Elaboración Propia	29
2.31	Desarrollo chapa metálica, Elaboración Propia	30
2.32	Modelo 3D del subconjunto rallador en Fusion 360, Elaboración Propia	30
2.33	Guía lineal SBR12, Fuente: Cimech 3D	30
2.34	Norma guía lineal SBR12, Fuente:Cimech 3D	30
2.35	Rodamiento SBR12, Fuente: Cimech 3D	31
2.36	Especificaciones Roamientos SRB12, Fuente. Cimech3d	31
2.37	Modelo 3D en Fusión 360 de la unión del riel y el rodamiento, Elaboración Propia .	31
2.38	Modelo 3D de la parte superior del conjunto, Elaboración Propia	31
2.39	Dimensiones del alzador en Fusion 3d, Elaboración Propia	32
2.40	Dimensión Cubierta en Fusion 360, Elaboración Propia	32
2.41	Dimensión cubierta 2 en Fusion 360, Elaboración Propia	32
2.42	Medidas contenedor, Elaboración Propia	32
2.43	Medidas empuje, Elaboración Propia	33
2.44	Dimensión biela , Elaboración Propia	33
2.45	Motor Nema 36, Fuente: Aliexpress	33
2.46	Soporte para el motor , Fuente: Aliexpress	34
2.47	Vista isométrica del modelo 3D en Fusion 360, Elaboración Propia	34
2.48	Vista frontal del modelo 3D en Fusion 360, Elaboración Propia	34
2.49	Vista derecha del modelo 3D en Fusion 360, Elaboración Propia	34

2.50	Tabla piezas desde Fusion 360, Elaboración Propia	35
3.1	Estructuras de Lewis del Lugol y sus componentes ,Fuente:Martín-Sánchez et al. (2013)	37
3.2	Frasco de lugol, Fuente:MercadoLibre	37
3.3	Tubos de ensayo, Fuente: Bodega Aurrera	38
3.4	Agua destilada , Fuente: AuxiLab	38
3.5	Prueba de lugol, Elaboración Propia	38
3.6	Escala pH, Fuente Hannah Instruments	39
3.7	Phmetro, Fuente: Yalitech instruments	39
3.8	Resultado prueba de pH con tiras, Elaboración Propia	39
3.9	Grumos encapsulados en la cacerola, Elaboración Propia	41
3.10	Grumos secos, Elaboración Propia	41
3.11	Contracción irregular del material, Elaboración propia	42
3.12	Secado normal del material, Elaboración Propia	42
3.13	Mezcla antes de espesar, Elaboración Propia	42
3.14	Prueba material espesor menor a 1mm, Elaboración Propia	43
3.15	Contracción de material, Elaboración Propia	43
3.16	Material de espesor menor a 1 mm, Elaboración Propia	43
3.17	Espesor de 3mm, Elaboración Propia	43
3.18	Material de espesor 3mm, Elaboración Propia	44
3.19	Biofilm de Chuño, Elaboración Propia	44
3.20	Tipos de esfuerzo, Fuente:Tecnoapuntos	45
3.21	Maquina de tracción, Fuente: Dirimpex	45
3.22	Probetas a base almidón de palta, Elaboración Propia	46
3.23	Probetas a base almidón de papa, Elaboración propia	46
3.24	Montaje probeta de almidón de palta, Elaboración Propia	46
3.25	Montaje probeta de almidón de papa, Elaboración Propia	47
3.26	Gráficos en el software para el ensayo de tracción de las probetas , Elaboración Propia	47
3.27	Rotura probeta de almidón de palta, Elaboración Propia	48
3.28	Rotura probeta de almidón de papa, Elaboración Propia	48
3.29	Biofilm almidón de palta superficie rugosa, Elaboración Propia	49
3.30	Biofilm almidón de palta superficie lisa, Elaboración Propia	49
3.31	Biofilm almidón de papa, Elaboración Propia	49
3.32	Prueba biofilm de almidón extraído, Elaboración Propia	50
3.33	Prueba biofilm de almidón de papa, Elaboración Propia	50
3.34	Encendedor, Elaboración Propia	50
3.35	Grabado láser en la superficie del material, Elaboración Propia	51
3.36	Funcionamiento de la maquina láser, Elaboración Propia	51
3.37	Comparación de aplicado de pintura esmalte, Elaboración Propia	51

3.38 Comparación de aplicado de pintura spray textil, Elaboración Propia	52
3.39 Papel aluminio, Fuente: Publicdomainpictures.net	52
3.40 Alisadora de pelo, Fuente: Maicao	53
3.41 Termo sellado de biofilm de almidón de papa, Elaboración Propia	53
3.42 Unión por pegamento de biofilm de almidón extraído. Elaboración Propia	54
3.43 Unión por pegamento de biofilm de almidón de papa. Elaboración Propia	54
3.44 Recipiente con los matriales sumergidos, Elaboración Propia	55
3.45 Micropipeta, Fuente: Reactlab	55
3.46 Maquina de plasma corona , Fuente: Tantec	55
3.47 Muestra de biofilm de almidón de palta con exposición de 5 segundos, Elaboración Propia	56
3.48 Muestra de biofilm de almidón de palta con exposición de 10 segundos, Elaboración Propia	56
3.49 Muestra de biofilm de almidón de palta con exposición de 20 segundos, Elaboración Propia	57
3.50 Muestra de biofilm de almidón de papa con exposición de 5 segundos, Elaboración Propia	57
3.51 Muestra de biofilm de almidón de papa con exposición de 10 segundos, Elaboración Propia	58
3.52 Muestra de biofilm de almidón de papa con exposición de 20 segundos, Elaboración Propia	58
3.53 Comparacion de las tres pruebas del biofilm de almidon de palta por la cara rugosa, Elaboración Propia	59
3.54 Funcionamiento de la maquina de plasma, Elaboración Propia	59

Siglas y Simbología

%: Porcentaje

°: Grado

/: División

mm: Milímetros

mm/s: Milímetros por segundo

”: Pulgadas

g: Gramos

hrs: Horas

mins: Minutos

PLA: Acido polilactico

PHB: Ácido polihidroxi-butírico

EN13432: Norma europea compostaje y biodegradable

PEAD: Polietileno de alta densidad

PEBD: Polietileno de baja densidad

PP: Polipropileno

PS: Poliestireno

PUR: Polliuretano

REMAR: Red de energía y medio ambiente

CA: Acetato de celulosa

CAB: Butirato de acetato de celulosa

PCL: Policaprolactona

PE: Polietilileno

PBAS: Copoliésteres

I: Yodo

K: Potasio

KI: Yoduro de potasio

pH: Potencial de hidrógeno

N: Newton

CC: Corriente Continua

C: Celcius

FabLab: Laboratorio de fabricacion

Introducción

El almidón es un polisacárido ampliamente utilizado en diversas aplicaciones industriales debido a sus propiedades funcionales y su abundancia en fuentes naturales. El cuesco de la palta (aguacate) es un residuo agrícola que ha despertado interés en los últimos años debido a su contenido de almidón. El cuesco de palta presenta una concentración de almidón, lo que lo convierte en una posible fuente para la extracción de este valioso componente.

El proceso de extracción de almidón a partir del cuesco de palta involucra una serie de etapas que incluyen la trituración del cuesco, la separación de la pulpa y la cáscara, la eliminación de impurezas y la obtención del almidón. Este proceso requiere la utilización de técnicas específicas como la molienda, el lavado, la sedimentación y la secado, con el objetivo de obtener un almidón de calidad.

La extracción y purificación del almidón de cuesco de palta tiene el potencial de proporcionar una alternativa sostenible a las fuentes convencionales de almidón. Además, contribuye a la valorización de un residuo agrícola, promoviendo la reducción de desperdicios y el uso eficiente de los recursos.

En este trabajo, se explorará en detalle el proceso de extracción de almidón desde el cuesco de palta, analizando las etapas involucradas, las técnicas utilizadas y los posibles desafíos y oportunidades. Asimismo, se examinarán las propiedades y aplicaciones del almidón extraído, así como su potencial impacto en la industria de los polímeros biobasados.

Capítulo 1

Antecedentes Generales

1.1 Almidón

1.1.1 Definición

El almidón es un polisacárido natural que se encuentra ampliamente distribuido en el reino vegetal y desempeña un papel fundamental como una reserva de energía para las plantas. Es una macromolécula formada por la unión de múltiples unidades de glucosa, que se organizan en una estructura ramificada y compleja. Esta biomolécula se sintetiza en las células vegetales en forma de gránulos, y su concentración puede variar según el tipo de planta y la parte de la planta analizada. (Editorial Grudemi, 2022)

La estructura del almidón está compuesta en su mayoría por dos componentes: la amilosa y la amilopectina. La amilosa es un polímero lineal de glucosa que se enrolla sobre sí misma, formando una hélice con enlaces de hidrógeno que le confieren propiedades de solubilidad y capacidad de formar geles. Por otro lado, la amilopectina es una fracción altamente ramificada, donde las cadenas de glucosa se unen entre sí mediante enlaces glucósidos, formando una estructura tridimensional que permite un mayor almacenamiento de glucosa en menor espacio.

La proporción de amilosa y amilopectina en el almidón varía según la fuente botánica, lo que influye en sus propiedades funcionales y de uso. El almidón de diferentes plantas puede tener diferentes características de textura, viscosidad y gelatinización, lo que lo hace adecuado para diversas aplicaciones industriales.

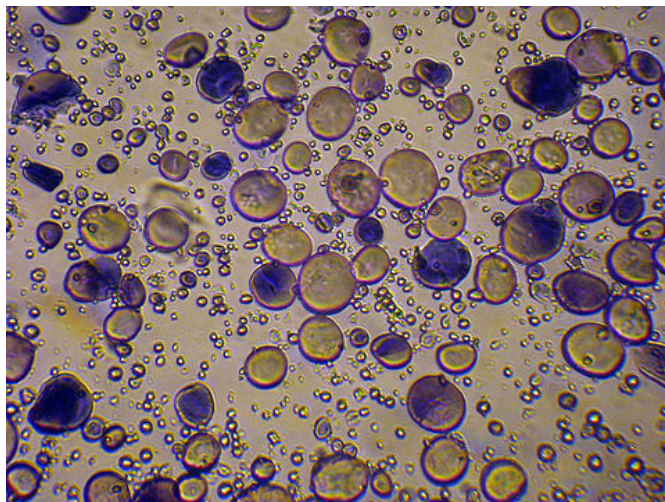


Figura 1.1: Gránulos de almidón teñidos con Lugol, Fuente: Wikipedia

1.1.2 Fuentes de almidón

El almidón se encuentra en una variedad de fuentes naturales, siendo las más comunes los cereales, tubérculos y legumbres. Estas fuentes convencionales de almidón incluyen cultivos como el del maíz, trigo, arroz, las papas, la tapioca y los guisantes. El maíz es una de las principales fuentes de almidón en la industria, ya que contiene altos niveles de amilopectina, lo que le confiere propiedades de gelificación y espesamiento deseables. El trigo, por su parte, contiene tanto amilosa como amilopectina, lo que lo convierte en una fuente versátil de almidón con diferentes aplicaciones. El arroz, otro cultivo importante, proporciona un almidón con propiedades de texturización y espesamiento.

Los tubérculos, como las papas, son una fuente rica en almidón. El almidón de papa tiene una alta capacidad de hinchamiento y retención de agua, lo que lo hace adecuado para aplicaciones como sopas, salsas y productos horneados. La tapioca, derivada de la yuca, es conocida por su capacidad para formar geles transparentes y suaves, lo que la convierte en una opción popular en postres y productos de panadería.

En los últimos años, se ha prestado especial atención a las fuentes alternativas de almidón. Los residuos agrícolas y subproductos de la industria alimentaria, como el cuesco de palta y el salvado de arroz, se han considerado como posibles fuentes de almidón. Estos residuos ofrecen la oportunidad de aprovechar subproductos que de otro modo serían desechados, contribuyendo así a una gestión más sostenible de los recursos agrícolas.

En resumen, existen diversas fuentes de almidón, tanto convencionales como alternativas. Los cereales, tubérculos y legumbres son las fuentes de almidón utilizado en la industria, pero también se está explorando el potencial de los residuos agrícolas y subproductos como fuentes alternativas de almidón. La elección de la fuente de almidón dependerá de las propiedades requeridas para la aplicación específica y de consideraciones económicas y sostenibles.

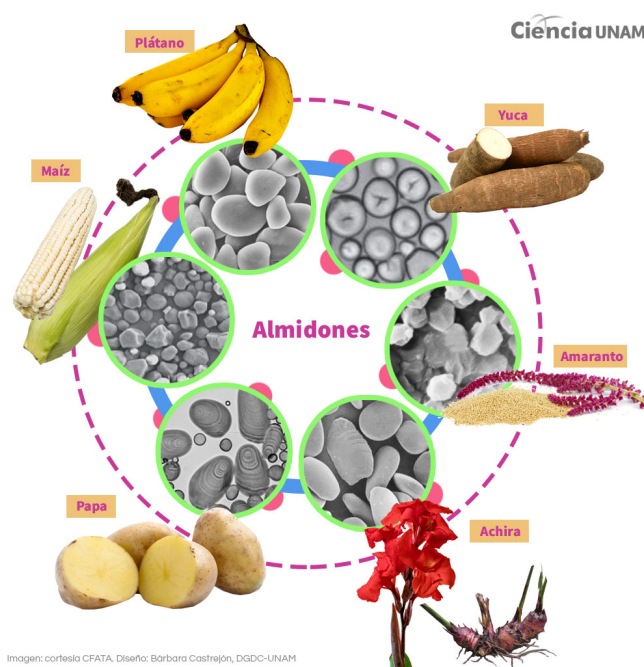


Figura 1.2: Fuentes de almidón, Fuente: CienciaUNAM

	Amilosa (%)	Amilopectina(%)	Referencia
Semilla de palta (Brasil)	39.56	60.44	(martins et al. 2022)
Semilla de palta (Variedad Hass, Mexico)	32.47	35.32	(de Dios-Avila et al. 2022)
Semilla de palta (Brasil)	32.80	67.20	(Brito,2019)
Semilla de palta (Nigeria)	32.50	67.50	(Builders et al. 2010)
Semilla de palta (Peru)	34.93	65.07	(Mantilla & Zavala, 2018)
Semilla de palta (Ecuador)	22.34	77.66	Sanchez et al.,2021)
Semilla de palta (variedad Daisy, Brasil)	21.5	-	(Dos santos et al,2027)
Semilla de palta (Indonesia)	42.37	49.11	Cornelia & Christianti, 2018)
Maiz (brasil)	21.30	78.70	(Sandhu et al., 2007)
Papa (Variedad Yungay, Peru)	26.21	73.79	(Meza, 2016)
Trigo	25.60	74.40	(Alcázar-Alay & Almeida,2015)
Cebada	22.10	77.90	(Alcázar-Alay & Almeida,2015)

Tabla 1.1: Valores de amilosa y amilopectina de presente en la semilla de palta y otras fuentes, Fuente: (Machaca Ramos, 2022)

1.2 Residuos Agrícolas

Los residuos agrícolas son los materiales orgánicos que se generan como subproductos de las actividades agrícolas. Estos incluyen tanto los restos de los cultivos como los subproductos de la producción de alimentos y los desechos de la cría de animales. Los residuos agrícolas presentan una gran oportunidad, ya que permiten aprovechar subproductos que de otra manera podrían ser desperdiciados.

Entre los residuos agrícolas que se han estudiado como fuentes potenciales de almidón se encuentra el cuesco de la palta. Esta es una parte del fruto que generalmente no se utiliza en la

industria alimentaria y a menudo se desecha. Sin embargo, se ha demostrado que el cuesco de palta contiene una cantidad significativa de almidón, lo que lo convierte en una fuente prometedora para la extracción de este polisacárido.

La utilización de residuos agrícolas para la obtención de almidón tiene varios beneficios. En primer lugar, permite reducir la generación de residuos y promover una gestión más sostenible de los recursos agrícolas. En lugar de desechar los residuos agrícolas, se les da un valor añadido al extraer el almidón que contienen. Además, el uso de residuos agrícolas como fuente de almidón contribuye a la reducción de la dependencia de las fuentes convencionales de almidón, como los cereales, y fomenta la diversificación de las fuentes de materias primas.

Además del cuesco de palta, otros residuos agrícolas que se han investigado como fuentes de almidón incluyen la cáscara de papa, la pulpa de manzana, la cáscara de plátano y el salvado de arroz. Estos residuos agrícolas a menudo contienen almidón en cantidades significativas y, al ser aprovechados, pueden contribuir a la economía circular al convertirse en recursos valiosos.

En resumen, los residuos agrícolas ofrecen una oportunidad única para obtener almidón como subproducto de las actividades agrícolas. El cuesco de palta y otros residuos agrícolas son fuentes potenciales de almidón que pueden ser valorizados en lugar de ser desperdiciados. La utilización de estos residuos agrícolas como fuentes de almidón promueve la gestión sostenible de los recursos agrícolas, reduce la generación de residuos y diversifica las fuentes de materias primas en la industria del almidón.

La palta, uno de los productos agrícolas más populares en Chile, genera un residuo significativo en forma de cuesco, que constituye aproximadamente el 15-16% del peso total del fruto. Se estima que durante el año 2017, se produjeron alrededor de 20,400 toneladas de este residuo en Chile. Desafortunadamente, en la actualidad, este residuo no se utiliza de manera provechosa y simplemente se deposita en vertederos sanitarios. (López, 2020)



Figura 1.3: Residuos agrícolas, Fuente: Residuos Profesional

1.3 Almidón en polímeros biobasados

El almidón es un polisacárido natural ampliamente utilizado en la producción de polímeros biobasados. Se obtiene principalmente de fuentes vegetales como maíz, trigo, palta, yuca o papas. El almidón tiene propiedades deseables para la fabricación de polímeros, como su biodegradabilidad, abundancia, bajo costo y facilidad de procesamiento.

El almidón se puede modificar químicamente para producir diferentes tipos de polímeros biobasados, como el ácido poliláctico (PLA) y el polihidroxibutirato (PHB). Estos polímeros tienen aplicaciones en envases, textiles, productos médicos y muchas otras áreas.

La capacidad del almidón para formar polímeros biobasados se debe a su estructura molecular. Está compuesto por amilosa y amilopectina, que se pueden extraer y procesar para obtener materiales poliméricos. Además, el almidón puede ser modificado para mejorar sus propiedades, como la resistencia mecánica y térmica, y la capacidad de resistir la degradación en condiciones específicas. También puede ser procesado por soplado de film, extrusión, termoformado, inyección y recubrimiento de fibras y tejidos (REMAR, 2011)

La utilización del almidón en polímeros biobasados es beneficioso desde el punto de vista ambiental, ya que proviene de fuentes renovables y es biodegradable. Esto ayuda a reducir la dependencia de los recursos no renovables y a disminuir el impacto ambiental asociado con los plásticos convencionales. Además, el almidón ofrece versatilidad y posibilidades de diseño en la producción de polímeros biobasados con propiedades ajustables según las necesidades de cada aplicación. El almidón es 100% biodegradable según la normativa EN13432.



Figura 1.4: Bioplasticos con agar y residuos vegetales, Elaboración Propia.



Figura 1.5: Bioplastico con cascara de Palta, Elaboración Propia.

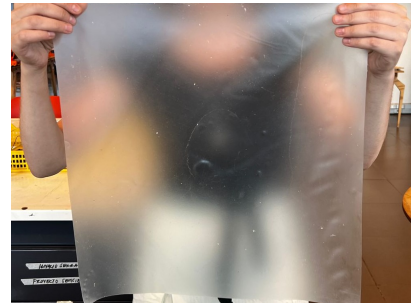


Figura 1.6: Biofilm de almidón de papa, Elaboración Propia

Almidón tiene un potencial de sustitución parcial de los siguientes materiales	PEAD
	PEBD
	PP
	PS
	PUR
Escala de potencialidad: no sustituto/sustitución parcial/sustitución total La potencialidad de sustitución es teórica no considera aspectos como el precio del material	

Figura 1.7: Potencial de sustitución a polímeros convencionales, Fuente: (REMAR, 2011)

1.4 Biopolímeros

Cuando se habla de bioplásticos, se hace referencia a polímeros que se dividen en diferentes tipos: bioplásticos de base biológica, biodegradables o ambos a la vez. Las fuentes más comunes de bioplásticos son la caña de azúcar, especialmente utilizada para el envasado alimentario. Es común encontrar ácido poliláctico (PLA) proveniente de la caña de azúcar, el cual suele ser utilizado en envases y bandejas de comida preparada. El almidón, extraído del maíz, la papa y el trigo, así como la celulosa procedente de la madera o el algodón, son otras fuentes importantes de bioplásticos.

Biobasado significa que los átomos de carbono de las cadenas de las moléculas son de origen natural, es decir, tienen origen biológico. Biodegradable se define como polímero biodegradable aquel que se puede degradar completamente por la influencia de microorganismos que se encuentran en el medio ambiente. En resumen, biobasado hace referencia al origen del material, mientras que biodegradable se refiere a su capacidad para descomponerse al final de su vida útil. (Prime Biopolymers, 2021)

Al proceder de fuentes naturales como los residuos agrícolas, la celulosa o los almidones, estos polímeros reducen la dependencia de la industria frente a los materiales fósiles y también disminuyen considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero. Concretamente, se pueden obtener polímeros de distintos hidratos de carbono como el azúcar, almidón, celulosa, lignina, biograsas o aceites. Algunos ejemplos de estos biopolímeros son el PHB, derivados de la celulosa (CA, CAB) y derivados del almidón.

Además de las ventajas ambientales, estos polímeros son valorados porque mantienen algunas de las preciadas propiedades de los plásticos, es decir, son resistentes, maleables, versátiles e higiénicos. No obstante, están en fase inicial de desarrollo y existe mucho margen de mejora, especialmente en el ámbito económico, ya que suelen ser bastante más caros que los polímeros tradicionales.

En una era en la que los consumidores tienen una mayor conciencia ambiental, comercializar un producto en un embalaje donde solo el 0.04% corresponde a biopolímeros y en otros sectores es muy discreto. Como se mencionó antes, el costo es uno de los principales motivos por los cuales no pueden competir con el plástico más económico. Algunas de las estrategias para reducir el costo de estos incluyen el uso de subproductos de la industria como materia prima y mejoras en los procesos. (Schwarz, 2022)

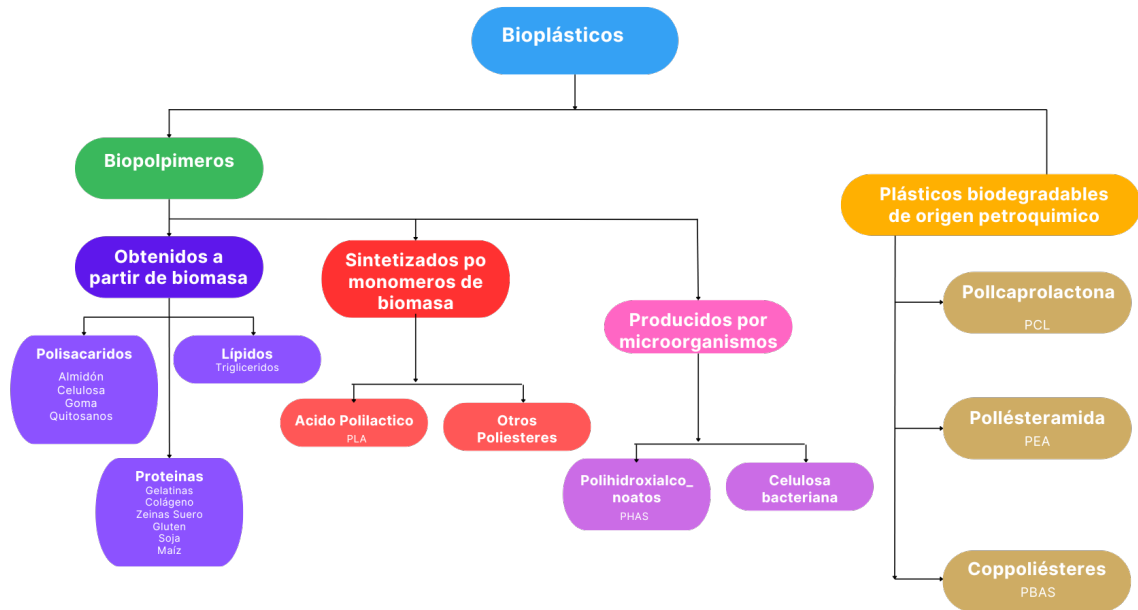


Figura 1.8: Clasificación de plásticos según su procedencia,Elaboración Propia según (REMAR, 2011)

1.5 Comportamiento del mercado

El mercado de bioplásticos está experimentando un crecimiento significativo, con estimaciones que indican un aumento de 2,09 millones de toneladas en 2024 a 4,63 millones de toneladas en 2029, representando una tasa compuesta anual del 17,25 % durante el período previsto. A pesar de los desafíos causados por la pandemia de COVID-19 en 2020, el mercado ha comenzado a recuperarse, impulsado por la creciente conciencia ambiental y la demanda en constante aumento de envases flexibles. Se espera que Europa siga liderando el mercado, con los envases flexibles siendo el segmento dominante. Estos bioplásticos se utilizan ampliamente en una variedad de aplicaciones de envasado, incluidos alimentos, medicamentos, productos no alimentarios y embalajes industriales. Además, el crecimiento de la industria del embalaje, especialmente en Asia-Pacífico, y las regulaciones gubernamentales más estrictas en países clave están impulsando aún más la adopción de bioplásticos. En consecuencia, se prevé un impacto positivo en el mercado durante el período de pronóstico.(Advisory, 2023)

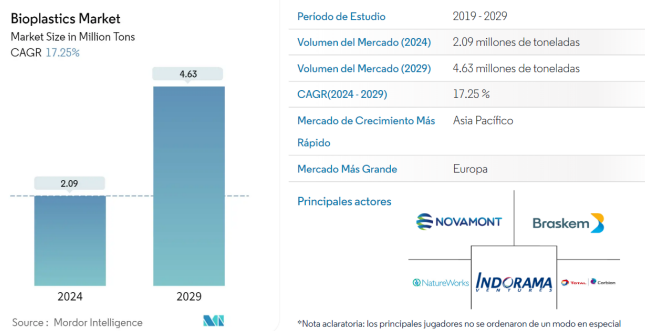


Figura 1.9: Mercado biomateriales, Fuente : (Advisory, 2023)

1.6 Proceso de extracción

El proceso de extracción de almidón es por el cual mediante distintos pasos se logra obtener almidón desde el cuesco de la palta y consta de los siguientes pasos:

Lavado

Este es el primer paso del proceso, los cuescos se sumergen en un recipiente con agua y se frotran para que desprenda la pulpa de el cuesco para que esta evitar el ingreso de agentes externos en la mezcla.



Figura 1.10: Cascaras y cuescos en crudo, Elaboración Propia

Triturado

En esta parte del proceso se trituro el cuesco previamente lavado, utilizando una minipimer hasta tener un tamaño de grano menor a 6mm.



Figura 1.11: Triturado de cuesco,Elaboración Propia

Formación de suspensión

El molido de cuesco se vierte en un balde con agua para que el almidón se comience a disolver y para facilitar se utilizo una cuchara y se agita firmemente.



Figura 1.12: Suspensión de la mezcla, Elaboración Propia



Figura 1.13: Cuchara de cocina, Fuente : Amazon

Filtrado

En esta parte se usan coladores con distintas medidas de malla para retirar el molido de cuesco de la mezcla.



Figura 1.14: Colador de uso domestico, Fuente : Casajovenonline.

Desaguado

Después del proceso filtrado se deja decantar el almidón hasta el fondo de el recipiente y se procede con el desaguado donde con una manguera se retira parte del exceso de agua mediante el efecto Sifón, quedando el concentrado en el fondo del recipiente.



Figura 1.15: Desaguado,Elaboración propia

Separación liquido-solido

Mediante una matraz de kitasato, una bomba de vacío y un filtro se separo el almidón del agua. Este paso so se realiza para obtener una muestra del almidón extraído de forma rápida, para extraer en grandes cantidades se deja el concentrado de almidón en una bandeja para que se seque el agua presente en este.



Figura 1.16: Separación con Matraz de kitasato, Elaboración Propia

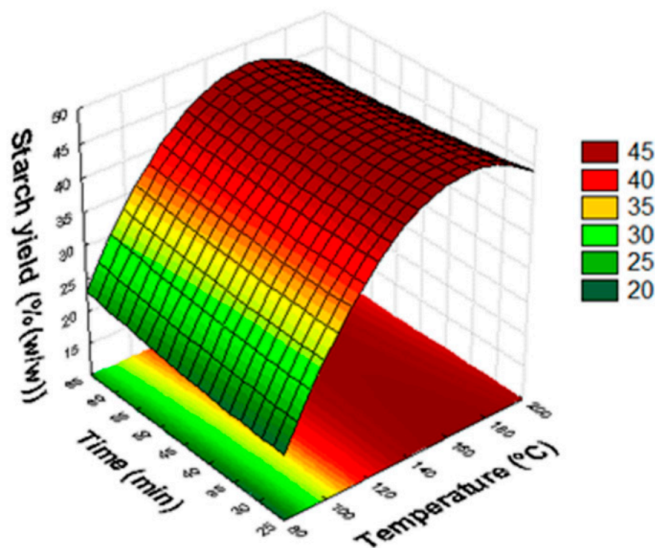


Figura 1.17: Gráfico de variables óptimas para la extracción, Fuente :(Araújo et al., 2020)

Se estimo que el rendimiento de extracción de almidón sería del 46.72% en condiciones óptimas (a una temperatura de 161.09 °C y durante 56.23 minutos) (Figura 1.17) .Después de validar estas condiciones óptimas mediante pruebas triplicadas, se logró un rendimiento de extracción de almidón del $49.52 \pm 0.69\%$, lo que indica que el modelo se ajusta adecuadamente para la extracción de almidón de aguacate. (Araújo et al., 2020)

Observaciones

- Luego de comparar el almidón extraído con el almidón industrial, podemos notar como el primero contiene un color anaranjado y se observa partículas de origen desconocido a diferencia del industrial.
- El uso de un Colador domestico permite el paso de pequeñas partículas de la molienda.
- El formar la suspensión con una cuchara de forma manual se hace muy pesado y artesanal.
- La minipimer no permite un proceso continuo de molienda.

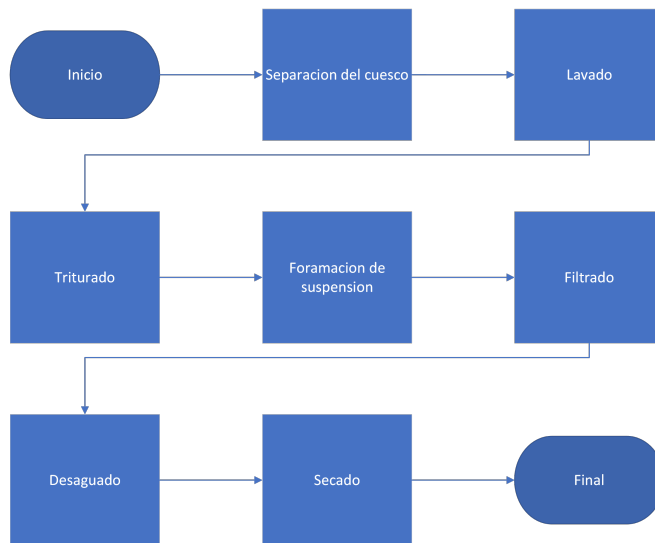


Figura 1.18: Diagrama simplificado del proceso, Elaboración Propia

1.6.1 Tamaño del cuesco

Para tener el tamaño promedio del cuesco se realizara un modelo 3D de referencia en el software Fusion 360.

SELECCIÓN	LUGAR DE COLECTA	DÍAS A GERMINACIÓN	DÍAS A INJERTACIÓN (DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA)	TAMAÑO DEL FRUTO		TAMAÑO DE LA SEMILLA		
				LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)
Cabezón	Puebla	151.0	197.0	12.2	5.4	30.6	4.8	3.4
Negríto	Puebla	85.3	177.6	10.9	5.4	23.5	4.2	3.1
El Verde	Puebla	82.6	221.0	10.3	5.5	26.5	4.8	3.1
Entrada a la Labor	México	72.6	181.5	7.2	5.2	23.9	4.3	3.2
Criollo Ariete	México	138.1	291.1	7.3	5.5	25.9	5.0	3.2
Coapadre	México	93.0	204.8	7.9	5.0	24.4	3.6	2.8
Tolimán	México	60.1	137.1	5.3	4.7	24.4	3.4	3.3
Rey I	Oaxaca	45.0	137.0	5.4	4.1	15.0	3.1	2.7
Rey II	Oaxaca	56.3	136.0	4.9	4.7	17.8	2.8	3.1
El Mulato	Oaxaca	47.8	139.5	6.2	4.1	13.0	3.1	2.4
Chino	Oaxaca	79.5	143.0	8.1	4.6	22.8	4.2	2.9
El Redondo	Oaxaca	44.1	140.6	5.9	4.7	20.0	3.3	3.0
O65	Oaxaca	60.6	152.3	6.3	4.1	13.0	3.5	2.6
El Verde (O67)	Oaxaca	45.0	138.3	5.5	4.5	17.1	3.1	3.0
Pedro	Oaxaca	53.0	136.0	6.4	4.4	23.1	3.8	3.1
Gonzalo Montés II	Oaxaca	91.3	201.3	7.5	4.4	20.0	3.3	3.6

Figura 1.19: Tamaños de cuescos de palta, Fuente: (López Jiménez et al., 2010)

Para aproximar el tamaño de un cuesco de palta se le calculara el promedio para la comuna de longitud de la semilla y de diámetro de la semilla.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1.1)$$

Se obtuvo un promedio de 37.6mm para la columna de longitud y 30.3mm para la columna de diámetro.

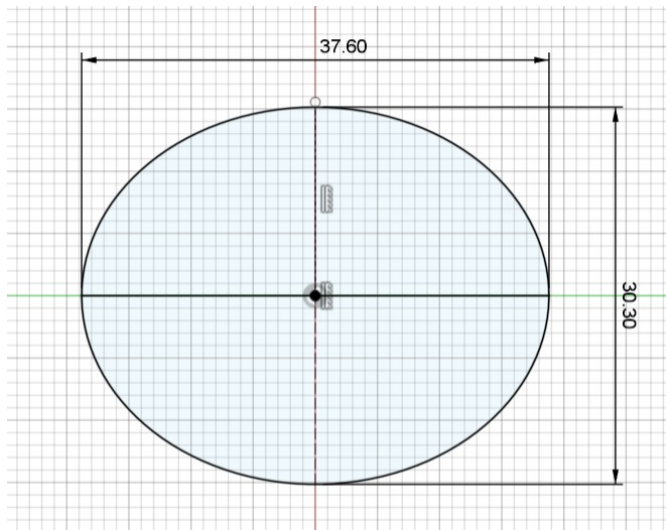


Figura 1.20: Sección del cuesco para modelado 3D, Elaboración Propia



Figura 1.21: Modelo 3D del cuesco en Fusion 360, Elaboración Propia

Para hacer el modelo de la figura 1.21 se hizo un revolución en el programa de modelado 3D a partir del dibujo de la figura 1.20.

Con el modelo 3d podemos obtener el volumen del cuerpo con la ayuda de las herramientas del programa.

Cuerpos (1)	
Área	3357.337 mm ²
Densidad	
Masa	
Volumen	18074.726 mm ³
Material físico	
Aspecto	

Figura 1.22: Volumen y área total del cuerpo, Elaboración Propia

1.7 Análisis Foda

El análisis FODA, siglas que representan Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, constituye una herramienta fundamental para evaluar de manera integral el proyecto en curso. Esta metodología ofrece una vista detallada de los aspectos internos y externos que impactan en la iniciativa, permitiendo identificar áreas de mejora, potenciales oportunidades a explotar, así como posibles riesgos y desafíos a enfrentar.

Fortalezas:

Recursos Naturales: El cuesco de palta es un subproducto disponible en cantidad debido al consumo de esta fruta.

- Sostenibilidad: Contribuye a la economía circular al aprovechar un residuo agrícola y promover prácticas más sostenibles.
- Innovación Tecnológica: La incorporación de sistemas electromecánicos para hacer el proceso de forma mas industrial.
- Potencial de Mercado: La demanda creciente de alternativas sostenibles y biobasadas en diversas industrias podría ser una oportunidad de mercado.

Oportunidades:

- Industrias Diversas: El almidón extraído podría ser utilizado en industrias como la alimentaria, de bioplásticos y más.
- Colaboración con Agricultores y empresas gastronómicas: La colaboración con agricultores locales para obtener cuescos de palta podría fortalecer vínculos y garantizar el suministro.
- Investigación en Desarrollo: La investigación continua podría mejorar los métodos de extracción y la calidad del almidón.

Educación y Concienciación: Poder generar conciencia sobre la sostenibilidad y la valorización de residuos agrícolas.

Debilidades:

- **Calidad del Almidón:** El proceso de extracción podría afectar la calidad del almidón, lo que limitaría sus aplicaciones.
- **Reacciones Químicas:** El cambio de color rojizo debido a la oxidación podría ser un desafío a superar.
- **Inversión Inicial:** La incorporación de tecnología y la investigación pueden requerir una inversión significativa.
- **Competencia Potencial:** Otros proyectos o enfoques similares podrían competir en eficiencia y calidad del producto.

Amenazas:

- **Nuevas Tecnologías:** La aparición de nuevos métodos de extracción de almidón podría afectar la demanda del enfoque.
- **Regulaciones Cambiantes:** Cambios en las regulaciones ambientales o de seguridad podrían influir en la viabilidad del proyecto.
- **Volatilidad del Mercado:** La demanda de productos biobasados puede variar según las tendencias y condiciones del mercado.
- **Percepción del Consumidor:** La aceptación del almidón extraído y su coloración podrían influir en su adopción en diferentes industrias.

1.8 Problemas y Objetivos

1.8.1 Problema General

El proceso de extracción de almidón es un proceso mayormente artesanal que implica una gran cantidad de trabajo manual. Esta característica manual del proceso no solo lo hace demorado, sino también puede afectar la calidad final del almidón extraído. La presencia de partículas externas en el almidón es un problema debido a esta manipulación manual, lo que puede resultar en variaciones en los resultados y esto a su vez conlleva variaciones en los plásticos resultantes.

1.8.2 Problemas específicos

- **Presencia de partículas externas en el almidón :** La presencia de estas partículas se debe mayormente al proceso manual de molienda dado que se produce una granulometría irregular y que el proceso al ser manual permite el ingreso de contaminantes.

- **Manualidad en el proceso de extracción de almidón:** Lo artesanal del proceso provoca que la extracción de almidón sea que tarda mucho tiempo y necesita de una persona en cada paso del proceso.

1.8.3 Objetivo General

Desarrollar un proceso eficiente y sostenible para la extracción de almidón a partir de cuescos de palta con la ayuda de prototipos para tener un proceso que se acerque a un proceso mas industrial, y hacer las pruebas para validar el proceso.

1.8.4 Objetivos específicos

- **Diseñar sistema de molienda:** Para el sistema de molienda se busca desarrollar un prototipo electromecánico para que esta parte del proceso sea mas industrial y también tener un tamaño de grano mas homogéneo.
- **Diseñar sistema para formación de suspensión:** Para el sistema de formación de suspensión se busca tener un prototipo que permite que el proceso no necesite de una persona que este todo el tiempo realizando la tarea para que el proceso se reduzca en tiempo y sea mas eficiente.
- **Diseñar Prototipo para el filtrado** Para el paso de filtrado se usaron coladores de uso domestico y estos no son capaces de filtrar correctamente el molido del cuesco, lo que permitía el paso del resto del molido que fuesen de menor tamaño.
- **Identificar las variables que influyen en la calidad percibida de el almidón:** Las variables de la calidad percibida del almidón se relaciona directamente con la apariencia del almidón extraído.
- **Analizar el almidón extraído a partir del proceso expuesto:** El almidón sera analizado con pruebas cuantitativas y cualitativas.
- **Analizar el material resultante del almidón extraído:** El biofilm resultante sera analizado con pruebas cualitativas y otras cuantitativas.

Capítulo 2

Diseño De Prototipos

2.1 Introducción

En este capítulo se desarrollarán distintos prototipos en el contexto de un laboratorio de prototipado como lo serían un FabLab o el laboratorio del Departamento del Diseño y Manufactura para mejorar aspectos cruciales del proceso. El primero será para la formación de suspensión y el segundo para el filtrado y el tercero para la molienda del cuesco, todos estos prototipos son diseñados para mejorar el proceso de extracción del Almidón.

2.2 Formación de suspensión

Para este proceso se ocupaba un recipiente y una cuchara de cocina como se ve en la figura 1.12. Para mejorar el proceso se hará una herramienta que permita una manera más eficiente del proceso. Con el prototipo a desarrollar se busca una manera de que la formación de suspensión se pueda realizar sin que una persona esté presente en la totalidad, es decir, solo que le de inicio y fin a esta etapa del proceso.

2.2.1 Prototipo Virtual

En esta sección se desarrolla el prototipo que consiste de una hélice impresa en 3D unida a un varilla de acero roscada.

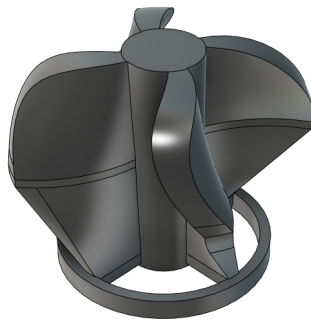


Figura 2.1: Diseño 3D de Hélice en Fusion 360, Elaboración Propia

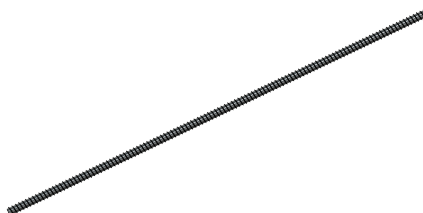


Figura 2.2: Varilla roscada de 3/8" en Fusion 360, Elaboración Propia

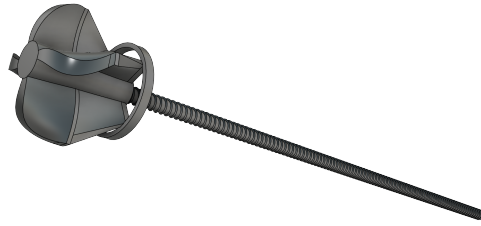


Figura 2.3: Prototipo de batidor en Fusion 360, Elaboración Propia



Figura 2.4: Prototipos de batidores, Elaboración Propia

2.2.2 Manufactura

Para la manufactura de la hélice como se menciona anteriormente se hará por impresión 3D, esta sera de filamento PLA.

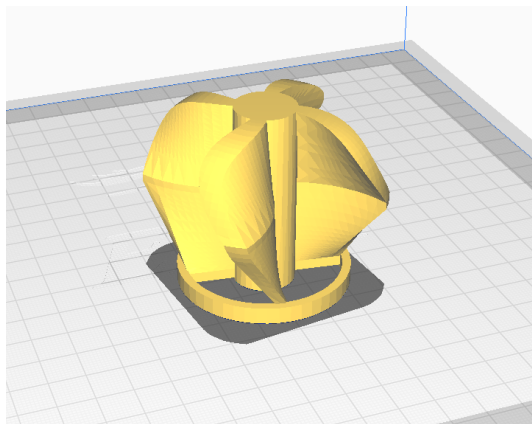


Figura 2.5: Visualización del modelo en el laminador CURA, Elaboración Propia

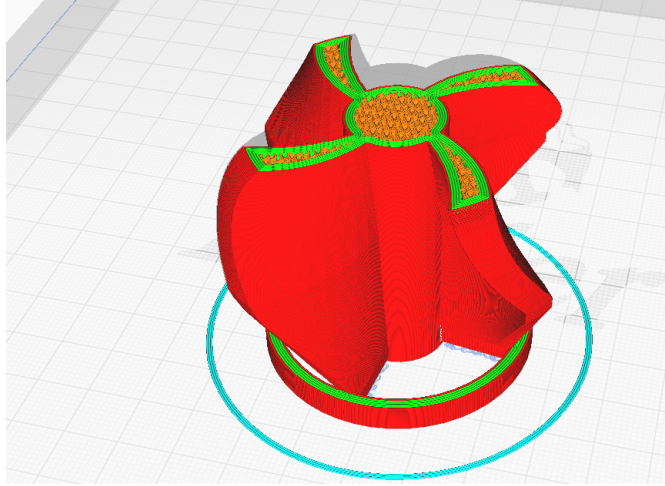


Figura 2.6: Previsualización del relleno en el laminador , Elaboración Propia

Relleno	45%
Material	37 g
Velocidad	45 mm/s
Espesor de Muralla	2 mm
Tipo de relleno	Gyroide
Soporte	Arbol
Impresora	Ender 3 PRO
Tiempo	6 hrs 2 mins

Tabla 2.1: Especificaciones de impresión hélice, Elaboración Propia

Para el caso de la varilla se uso una estandarizada, la cual es una varilla de 3/8" de acero Galvanizado .42413 Color Metálico de largo 450 mm.

Para la Unión de los dos elementos la varilla fue calentada en una llama y fue insertada en el orificio inferior de la hélice mientras se giraba sobre su eje para que enroscara en la pieza impresa además se derritió del mismo filamento para que cayera en la unión de ambas piezas para que le diera mas firmeza.

Para el funcionamiento de este prototipo de se necesita de un taladro de pedestal, ya que permite que el proceso sea sin la presencia de una persona, la persona solo debe posicionar el recipiente donde se formara la suspensión, insertar la hélice en el mandril del taladro de pedestal, encender el taladro y por ultimo apagar el taladro para terminar esta etapa del proceso.

2.3 Filtrado

Para este proceso se se ocupaba un colador de uso domestico como se observa en la figura 1.14 .Para mejorar esto se ocupara un malla mas fina inserte en unas piezas que la sujeten.

Con el uso de una malla mas fina, se asegura que la mayor cantidad de partículas serán filtradas lo que permite tener un resultado de mejor calidad.

2.3.1 Prototipo virtual

En esta sección se desarrolla el prototipo para este proceso. Para este caso se desarrollara un colador de marcos con forma rectangular hecha en impresión 3D, una malla de 8 micras, cuatro pernos y tuerca M6.



Figura 2.7: Marco en Fusion 360, Elaboración Propia

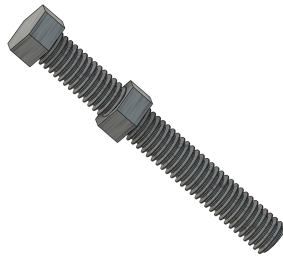


Figura 2.8: Perno y tuerca M6 en Fusion 360, Elaboración Propia



Figura 2.9: Modelo 3D en Fusion 360 del colador, Elaboración Propia

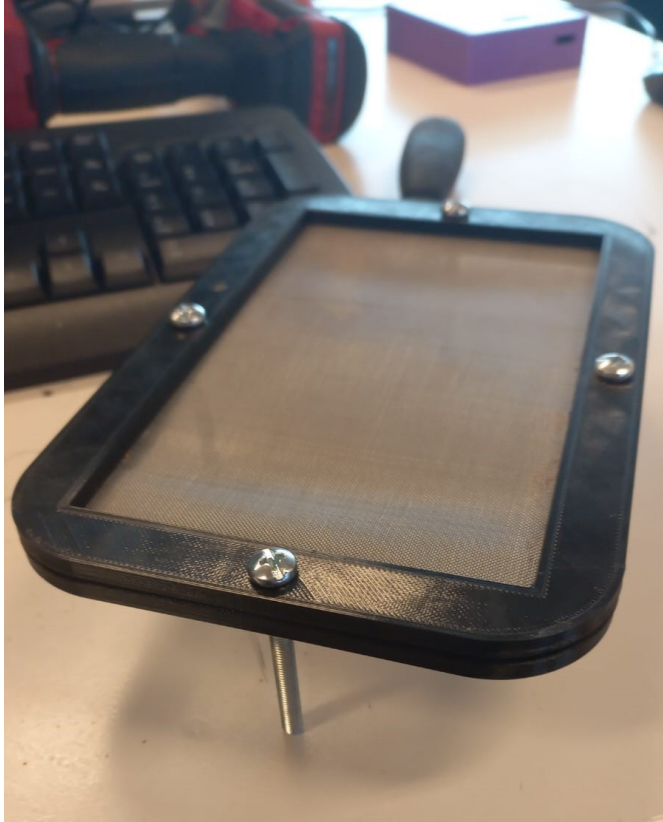


Figura 2.10: Prototipo físico del colador , Elaboración Propia

2.3.2 Manufactura

Para la manufactura de los marcos como se mencione anteriormente se hará por impresión 3D, estos serán de PLA.

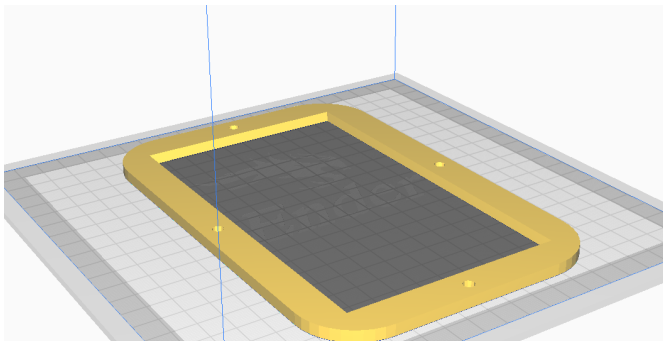


Figura 2.11: Visualización del modelo en el laminador CURA, Elaboración Propia

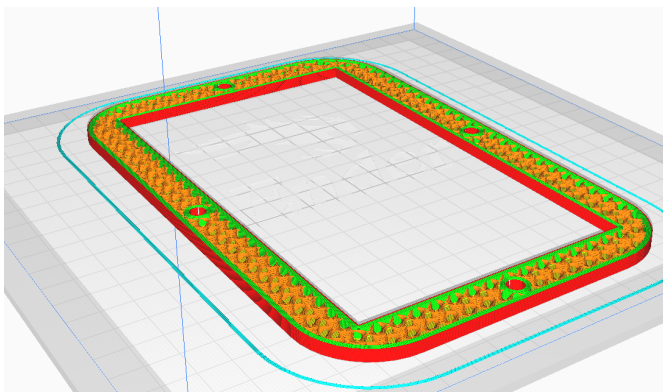


Figura 2.12: Previsualiazción del relleno en el laminador, Elaboración Propia

Relleno	15%
Material	33g
Velocidad	45 mm/s
Espesor de Muralla	2 mm
Tipo de relleno	Gyroide
Soporte	Sin soporte
Impresora	Ender 3 PRO
Tiempo	4 hrs 25 mins

Tabla 2.2: Especificaciones de impresión marco, Elaboración Propia colad

Se imprimieron dos marcos y se usaron cuatro pernos y tuercas M6 para la sujeción.

2.4 Molienda

Para este proceso se ocupaba un minipimer. Para la mejora de este se diseñara una maquina que permita trabajar con un mayor volumen de cuscos y de forma continua.

Con la mejora del sistema de molienda se podrá tener un tamaño mas homogéneo de molido y también se reducirán las pausas en el proceso dado que el sistema planteado permite un trabajo continuo lo que se traduce en la reducción de los tiempos.

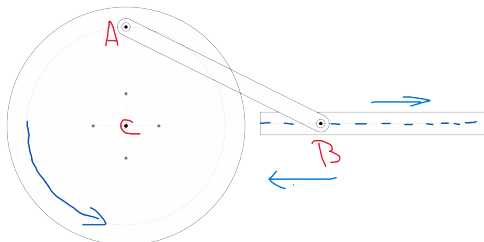


Figura 2.13: Principio de funcionamiento del mecanismo principal, Elaboración Propia

En la figura 2.13 se observa una biela que esta conecta a un circulo en un Punto A este punto gira respecto a el centro (punto C) y la biela esta conectada en el punto B a un rectángulo,al girar el circulo la biela comienza a moverse siguiendo el punto A mientras permanece conectada al y se desplaza por este, lo que permite transformar un movimiento circular en uno lineal.

2.4.1 Prototipo Virtual

Se desarrollo el diseño que transformaba el movimiento circular por uno lineal. Para la estructura se opto por ocupar perfiles T-slot por su versatilidad y capacidad física. Para la unión de los perfiles se usaron ángulos de unión de 90° para perfiles de 40x40.



Figura 2.14: Perfil T-slot 20x40, Fuente: Cimech 3D

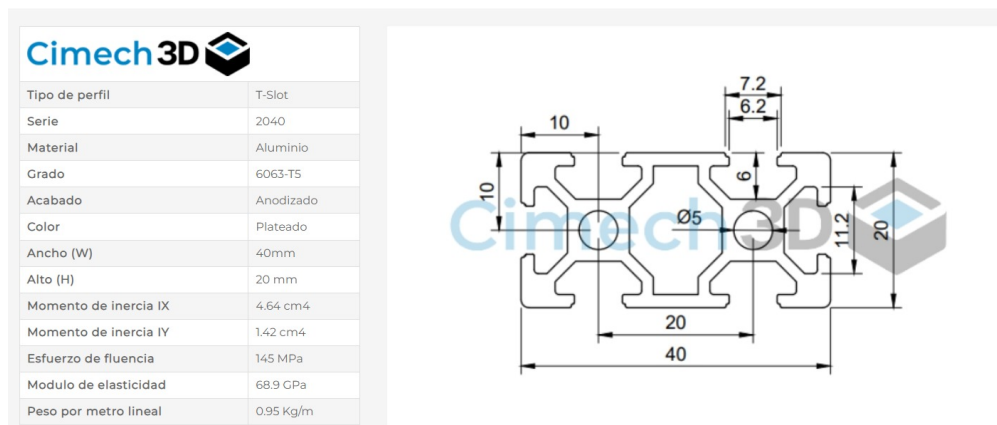


Figura 2.15: Dimensión y características de T-slot 20x40, Fuente: Cimech 3D

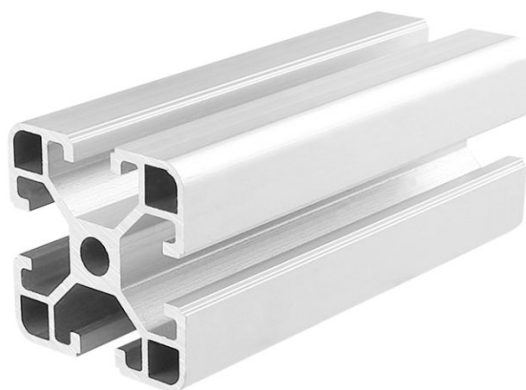


Figura 2.16: Perfil T-slot 40x40, Fuente: Cimech 3D

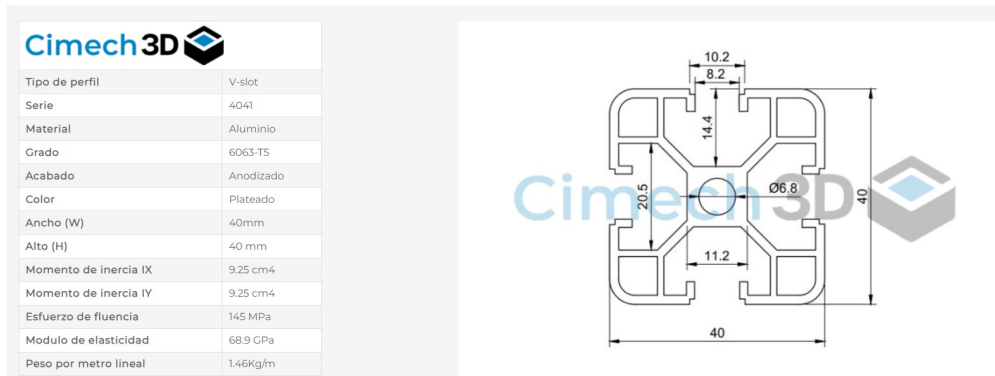


Figura 2.17: Dimensión y características de T-slot 40x40, Fuente: Cimech 3D



Figura 2.18: Modelo 3D de la estructura en Fusion 360, Elaboración Propia



Figura 2.19: Ángulo de unión de 90°, Fuente: Cimech 3D

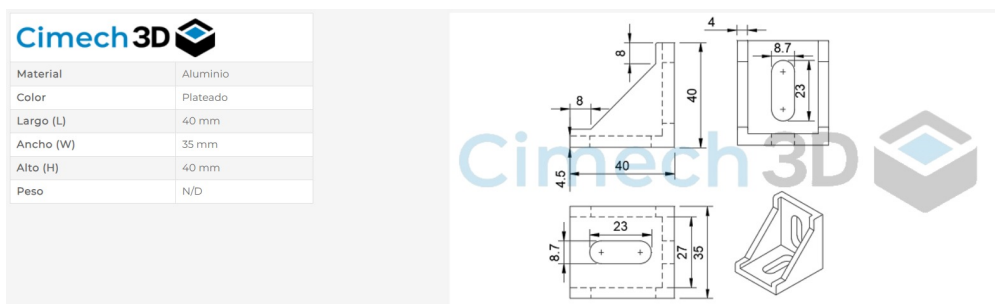


Figura 2.20: Dimensión y características del ángulo de unión de 90°, Fuente: Cimech 3D

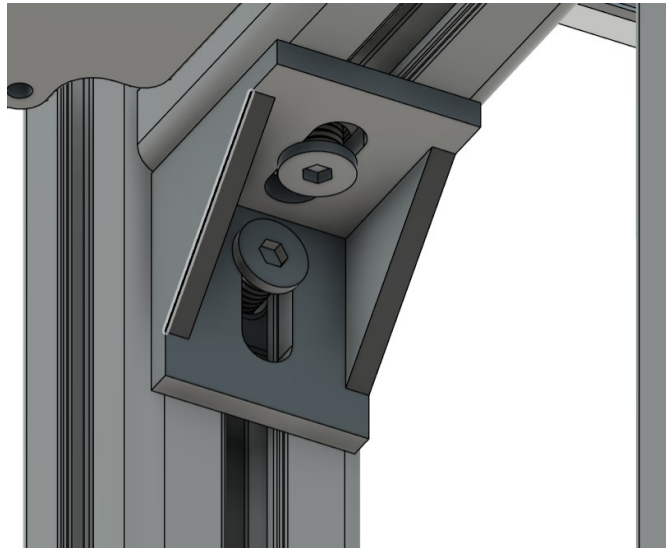


Figura 2.21: Representación 3D de unión en software Fusion 360, Elaboración Propia

Para la unión de los codos con los perfiles se usaron pernos Allen M8 cabeza cilíndrica, y tuercas T M8 corrediza para perfiles 40×40.



Figura 2.22: Tuercas T M8 corredizas, Fuente: Cimech 3D

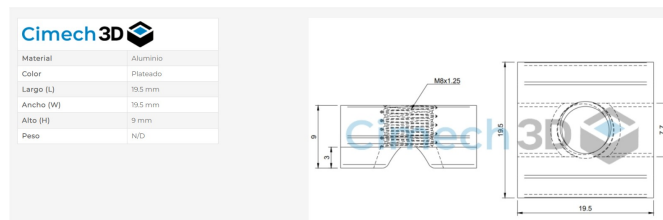


Figura 2.23: Dimension y características de tuercas T M8 para 40x40



Figura 2.24: Perno Allen M8 cabeza cilíndrica, Fuente: Cimech 3D

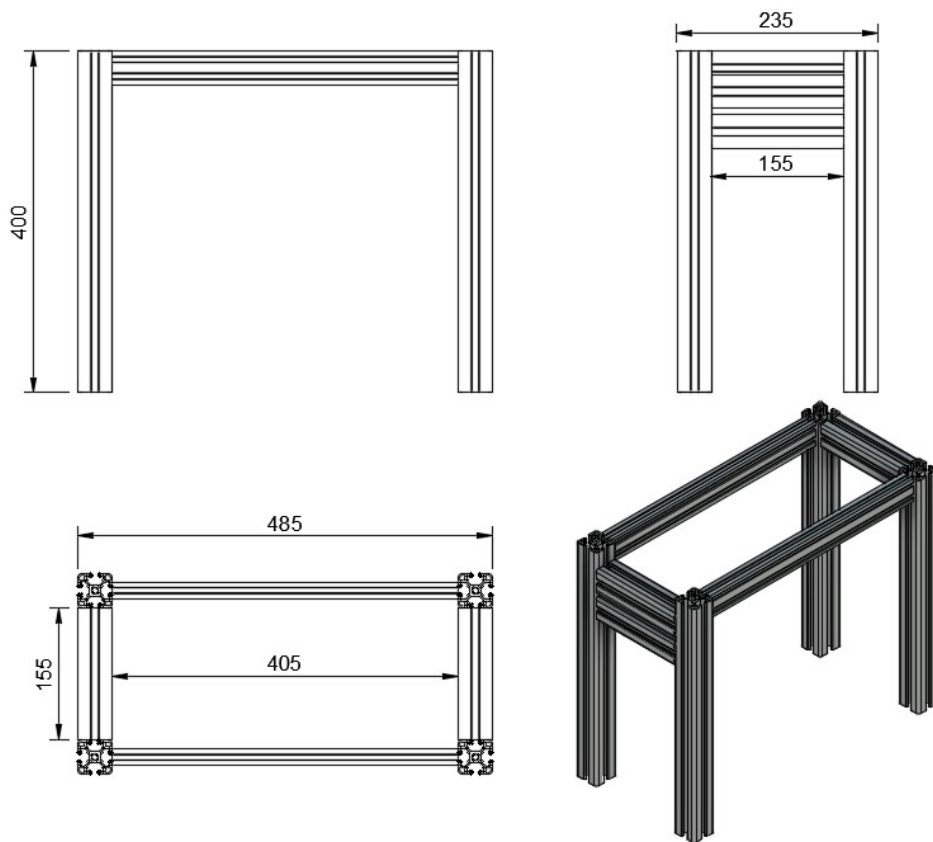


Figura 2.25: Dimensiones de la estructura en hecha en Fusion 360, Elaboración Propia

Para la sujeción del Tslot 40x40 superior que se encuentra en la parte superior se uso otro método de sujeción, se uso un ángulo 90° de unión interna 40x40 que son asegurados por dos prisioneros M6.

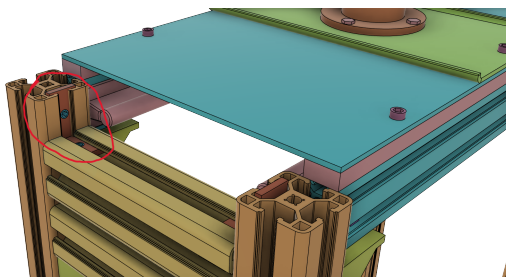


Figura 2.26: Ubicación del ángulo interno de unión, Elaboración Propia



Figura 2.27: Unión ángulo 90° interno 40x40, Fuente: Rmparts

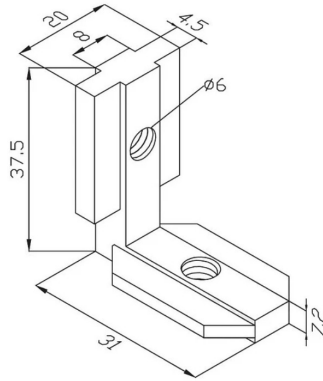


Figura 2.28: Dimensión de unión ángulo 90° interno 40x40, Fuente: Rmparts

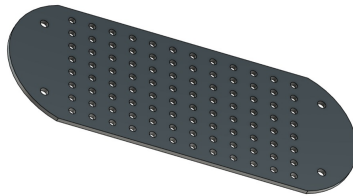


Figura 2.29: Modelo 3D de la hoja, Elaboración Propia

La hoja(Figura2.29) esta soportada en una chapa metálica de acero inoxidable de 2.5mm.(Figura 2.30)

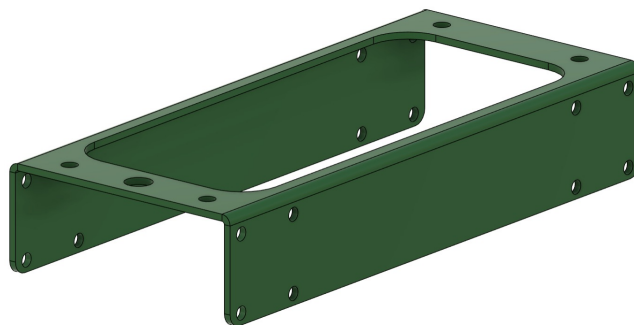


Figura 2.30: Modelo 3d de la chapa metálica en Fusion 360, Elaboración Propia

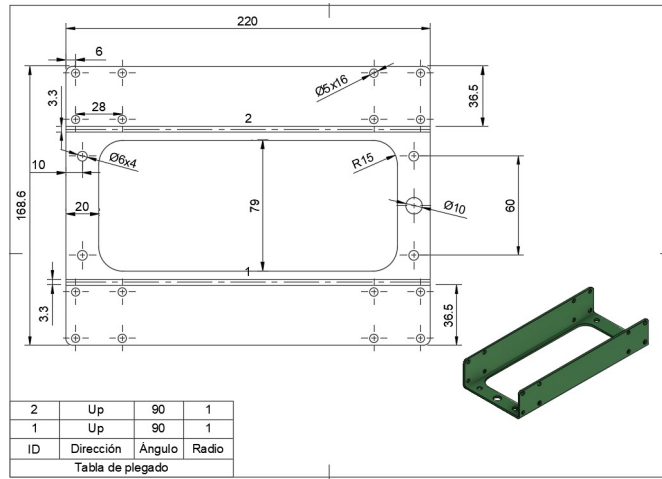


Figura 2.31: Desarrollo chapa metálica, Elaboración Propia

Para la unión del subconjunto se usaron Pernos Allen M6 con cabeza avellanada de largo 10mm y tuerca M6 como se observa en la figura 2.32

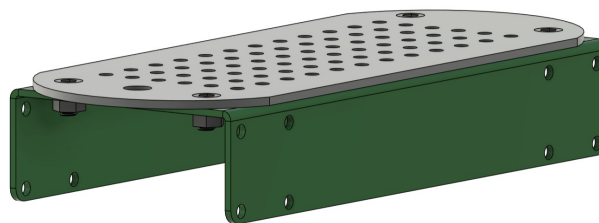


Figura 2.32: Modelo 3D del subconjunto rallador en Fusion 360, Elaboración Propia

Para permitir deslizar el subconjunto de la figura 2.32 de forma lineal se opto usar los rieles sbr12 y los rodamientos.



Figura 2.33: Guia lineal SBR12, Fuente: Cimech 3D

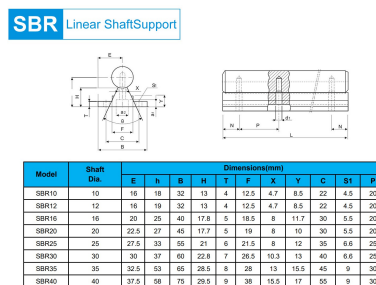


Figura 2.34: Norma guía lineal SBR12, Fuente:Cimech 3D



Figura 2.35: Rodamiento SBR12, Fuente: Cimech 3D

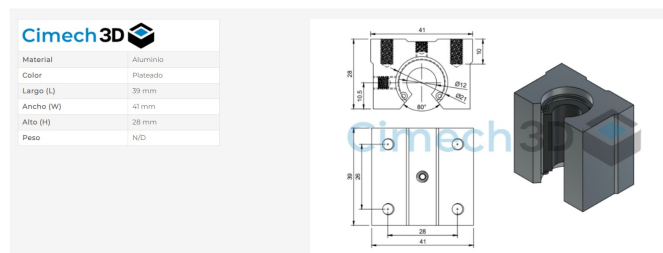


Figura 2.36: Especificaciones Roamientos SRB12, Fuente. Cimech3d

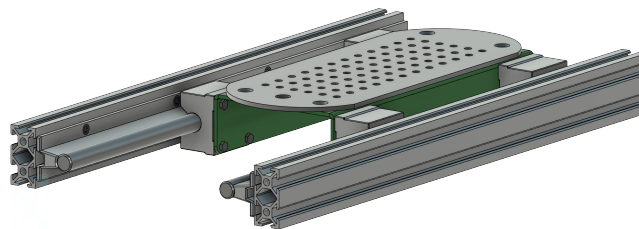


Figura 2.37: Modelo 3D en Fusión 360 de la unión del riel y el rodamiento, Elaboración Propia

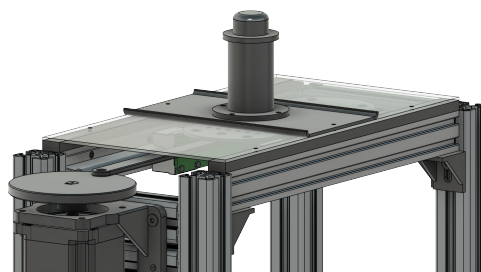


Figura 2.38: Modelo 3D de la parte superior del conjunto, Elaboración Propia

Como se observa en la figura 2.38 arriba de los perfiles T-slot 20x40 hay una estructura compuesta de distintos componentes.

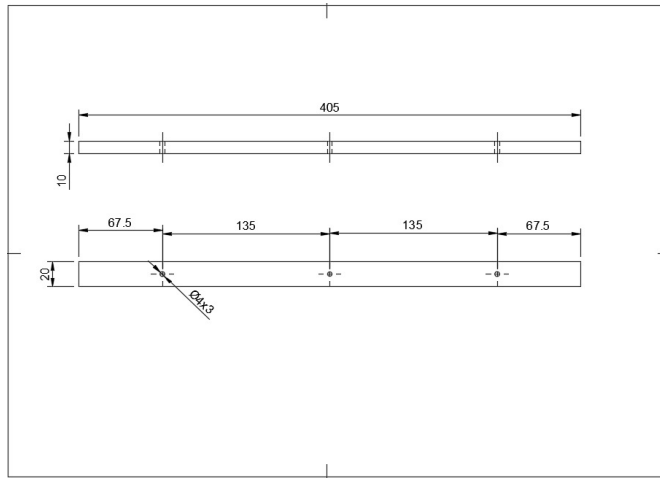


Figura 2.39: Dimensiones del alizador en Fusion 3d, Elaboración Propia

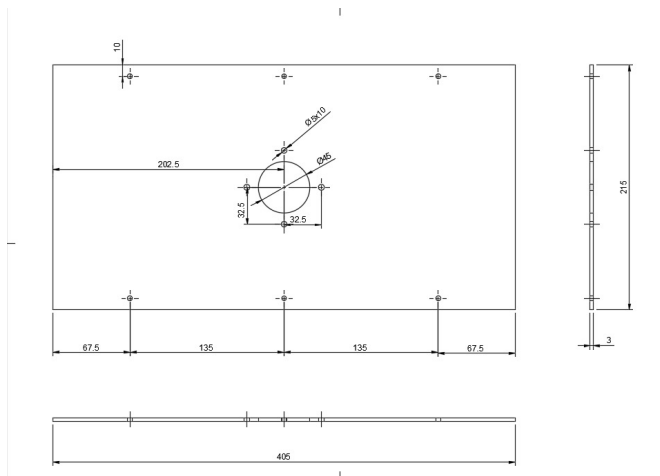


Figura 2.40: Dimensión Cubierta en Fusion 360, Elaboración Propia

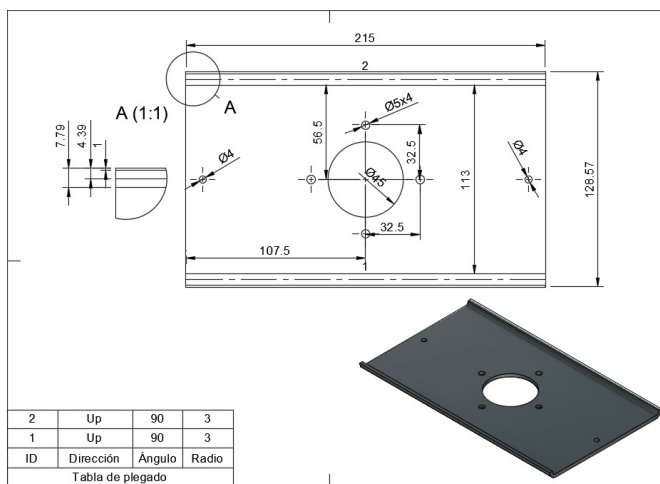


Figura 2.41: Dimensión cubierta 2 en Fusion 360, Elaboración Propia

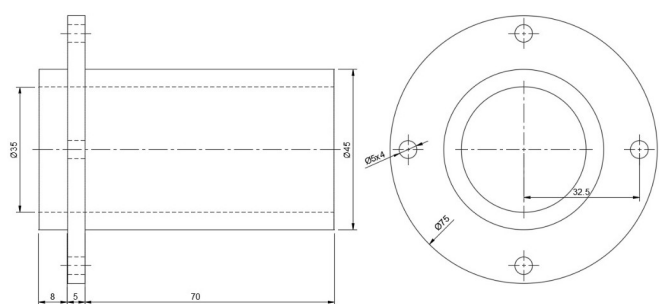


Figura 2.42: Medidas contenedor, Elaboración Propia

En el componente contenedor se ponen los cuescos para ser procesados.

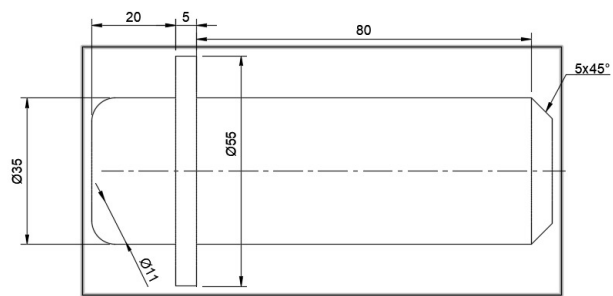


Figura 2.43: Medidas empuje, Elaboración Propia

En el componente empuje se hace presión para que los cuescos se procesen.

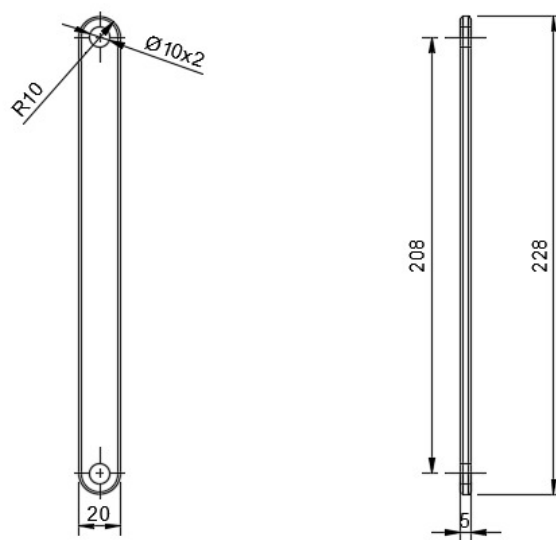


Figura 2.44: Dimensión biela , Elaboración Propia

La biela esta conectada en un extremo de a la hoja de rayado y en el otro al plato que a su vez se conecta al eje del motor, el punto de conexión de la biela tiene un distancia de 50 mm con el centro de giro del plato.



Figura 2.45: Motor Nema 36, Fuente: Aliexpress

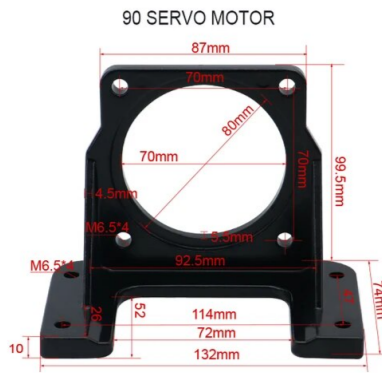


Figura 2.46: Soporte para el motor , Fuente: Aliexpress

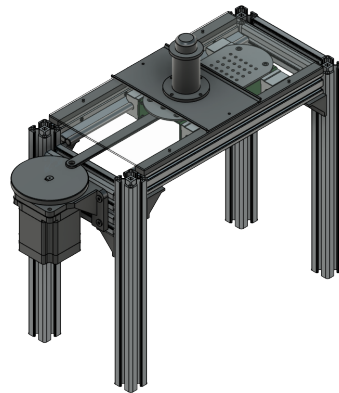


Figura 2.47: Vista isométrica del modelo 3D en Fusion 360, Elaboración Propia

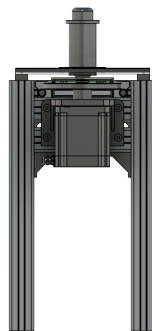


Figura 2.48: Vista frontal del modelo 3D en Fusion 360, Elaboración Propia

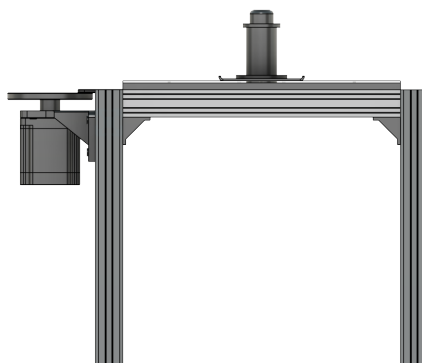


Figura 2.49: Vista derecha del modelo 3D en Fusion 360, Elaboración Propia

Lista de piezas			Lista de piezas		
elem ento	ctd	número de pieza	elem ento	ctd	número de pieza
1	4	Pilar	19	4	Perno M6 cabeza avellanda x 10mm
2	3	Tranversal	20	4	Tuerca M6
3	8	Codo			
5	2	RIEL SBR12	21	16	Perno M5 cabeza hexagonal x 10mm
6	4	RODAMIENTO SBR12	22	16	Perno M8 cabeza avellanada x 8mm
7	1	ESTRUCTURA HOJA	23	4	Perno Allen M8 20mm
8	1	Motor Nema 36	24	26	Tuerca corrediza M4
9	1	SUPPORT NEMA36	25	8	Perno M4 Allenx 18mm
10	1	PLATO EXCENTRICO			
11	1	Biela	26	2	Perno M4 Allen x 23mm
12	2	Alzador	27	4	Perno M5 x 15mm
13	1	Cubierta	28	4	Tuerca cabeza M5
14	1	Cubierta 2	29	1	Perno M10 cabeza hexagonal x 25mm
15	1	Contenedor			
16	1	Empuje	30	1	Tuerca M10
17	12	Perno Allen M8 15mm	31	2	Ángulo de unión 90° interna 40x40
18	13	Tuerca corrediza M8	32	4	Prisionero M6 X 10mm

Figura 2.50: Tabla piezas desde Fusion 360, Elaboración Propia

Capítulo 3

Revisión Material

3.1 Diseño de ensayos

Se busca estudiar el comportamiento y características del almidón extraído y el biofilm resultante a partir del almidón extraído. Con esto se busca dar claridad de la capacidad del material para un posterior uso de este.

3.2 Pruebas al almidón extraído

En este punto se hará una pruebas cualitativas y cuantitativas al almidón derivado del proceso de extracción.

3.2.1 Prueba de Lugol

Lugol es el nombre común para la solución de lugol, un líquido compuesto por yodo elemental I_2 y yoduro de potasio KI disueltos en agua destilada. Se originó en 1829 por el médico francés Jean Guillaume Auguste Lugol, y desde entonces ha encontrado diversas aplicaciones en distintos campos.(Martín-Sánchez et al., 2013)

Para la prueba de lugol se ocuparon 5 gr de almidón y 25 ml de agua con el lugol, se vertieron en un tubo de ensayo y se mezclo.

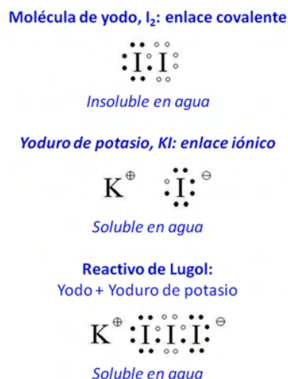


Figura 3.1: Estructuras de Lewis del Lugol y sus componentes ,Fuente:Martín-Sánchez et al. (2013)



Figura 3.2: Frasco de lugol, Fuente:MercadoLibre



Figura 3.3: Tubos de ensayo, Fuente: Bodega Aurrera



Figura 3.4: Agua destilada , Fuente: AuxiLab

3.2.2 Resultado Prueba de Lugol

Al hacer la prueba la solución de almidón extraído (frasco del lado derecho) tomo un color azul al igual que el frasco que contiene la solución de almidón industrial (frasco del lado izquierdo), con esto se comprueba que se logro la extracción de almidón.



Figura 3.5: Prueba de lugol, Elaboración Propia

3.2.3 Prueba de pH

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia. Para realizar la prueba se ponen 5gr del almidón con 25 ml de agua destilada en un tubo de ensayo, se mezcla y se deja reposar por 5 minutos y se realiza la medición con un Phmetro. Los valores se expresan en una escala de 0 a 14, donde:

- 0-6.9: Acido
- 7: Neutro
- 7.1-14: Alcalino



Figura 3.6: Escala pH, Fuente Hannah Instruments



Figura 3.7: Phmetro, Fuente: Yalitech instruments

3.2.4 Resultado prueba de pH

Se realizó una prueba con una tira de pH para tener una aproximación del nivel de pH obteniendo un nivel 6 que es pH de baja acidez como se observa en la figura 3.8

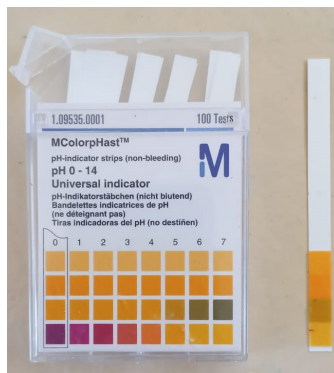


Figura 3.8: Resultado prueba de pH con tiras, Elaboración Propia

3.3 Pruebas al Biofilm

Se le realizarán pruebas cualitativas y cuantitativas al biofilm obtenido a partir del almidón extraído y también uno biofilm con almidón industrial.

3.3.1 Producción del Biofilm

Para hacer este biofilm se ocuparon los elementos descritos en la siguiente tabla junto a sus proporciones.

Fuente	Aglutinante	plastificante	ácido	Solvente
Extraído	20 gr almidón	10 ml glicerina	10 ml Vinagre	250 ml agua destilada
Industrial	20 gr almidón	10 ml glicerina	10 ml Vinagre	250 ml agua destilada

Tabla 3.1: Formula Biofilm, Elaboración Propia

Los elementos para la preparación del material son:

- Una cacerola
- Vasos precipitados
- Jeringas
- Gramera
- Cocinilla
- Cuchara de cocina
- Superficie plana(Espejo, vidrio,acrílico o policarbonato)

Una vez se tienen todos los elementos e ingredientes en las proporciones indicadas se procede a preparar el material. los pasos a seguir son:

1. En una cacerola echar aproximadamente el 80% del agua.
2. Verter la totalidad del ácido
3. Verter la totalidad del plastificante
4. Poner la olla a fuego bajo y comenzar a revolver.
5. Verter el almidón de forma pausada para evitar formar grumos
6. A medida que va ingresando el almidón verter el agua restante
7. Subir el fuego a 80°C y seguir revolviendo.
8. Cuando note el cambio en la viscosidad de la mezcla aumentar la fuerza para revolver por la totalidad de la olla
9. Esperar 5 minutos aproximadamente mientras se revuelve
10. Apagar la cocinilla y verter la mezcla en un solo punto en la superficie.
11. Mover la superficie para que la mezcla se disperse de forma homogénea por la superficie hasta que tenga un espesor de 3mm aproximadamente

3.3.2 Recomendaciones para la producción del material

Cuando se prepara cantidades mas grandes se deben tener consideración extras , por ejemplo el almidón debe ser disuelto en el agua antes de entrar en la cacerola dado que en caso de formarse grumos estos se encapsulan siendo difíciles de disolver. En caso de que aun así se formen grupos en la pre mezcla de almidón y agua se puede ocupar una maquina electro mecánica para disolverlos como una batidora o una minipimer, luego se debe dejar reposar para que las burbujas generadas desaparezcan.



Figura 3.9: Grumos encapsulados en la cacerola, Elaboración Propia



Figura 3.10: Grumos secos, Elaboración Propia

AL haberse secado los grumos se puede observar como el almidón quedo sellado en el interior y también que el plástico que lo rodea tiene una rigidez mayor a los materiales formados por el almidón sin formarse grumos.

Para tener un biofilm de buena calidad se debe esparcir de forma uniforme por la superficie donde se dejara reposar, también no se sacara de la superficie hasta que haya secado por completo de lo contrario el material se contraerá de forma irregular como se observa en la figura 3.11



Figura 3.11: Contracción irregular del material, Elaboración propia



Figura 3.12: Secado normal del material, Elaboración Propia

3.3.3 Fotos de los materiales



Figura 3.13: Mezcla antes de espesar, Elaboración Propia



Figura 3.14: Prueba material espesor menor a 1mm, Elaboración Propia



Figura 3.15: Contracción de material, Elaboración Propia



Figura 3.16: Material de espesor menor a 1 mm, Elaboración Propia



Figura 3.17: Espesor de 3mm, Elaboración Propia



Figura 3.18: Material de espesor 3mm, Elaboración Propia



Figura 3.19: Biofilm de Chuño, Elaboración Propia

Observaciones

El material que resulto de verter la mezcla inferior a 1mm de altura es mas translúcido y tiene menor resistencia física dado que al aplicar un poco de fuerza con la mano se rompe de inmediato, y el de la la mezcla con 3mm de espesor no permite tanto traspaso de luz y si logra resistir las fuerzas ejercidas con la mano, por ultimo el la figura3.19 también se preparo con altura de 3mm tienen un comportamiento fisico parecido al de la figura 3.18 pero es mas translúcido. El material con almidón de palta tiene distintas calidades superficiales una mas lisa en la cara que estaba en contacto con el vidrio y la cara que estaba en contacto con el aire tiene una calidad mas porosa e irregular, mientras que las calidades superficiales del material con almidón de papa tiene las dos calidades bastantes parecidas aunque la cara en contacto con el vidrio es ligeramente mas lisa.

3.3.4 Prueba de tracción

La prueba de tracción es un ensayo destructivo donde se ejercen 2 fuerzas opuestas que se alejan del centro de la pieza. Para hacer la prueba de tracción corta una sección del material para ser

montada una maquina de tracción.



Figura 3.20: Tipos de esfuerzo, Fuente:Tecnoapuntos



Figura 3.21: Maquina de tracción, Fuente: Dirimpex

3.3.5 Resultados Prueba de tracción

Para la prueba de tracción, se realizo un corte en el material de almidón de palta para obtener de probeta de 60mm x 195mm se colocaron dos de estos cortes para facilitar el agarre en la maquina dando un espesor combinado de 0.8mm aproximadamente, mientras que el de chuño se obtuvo un espesor combinado de 0.5mm. Para realizar la prueba de tracción se le aplico una fuerza de 0.098 N de agarre.



Figura 3.22: Probetas a base almidón de palta, Elaboración Propia



Figura 3.23: Probetas a base almidón de papa, Elaboración propia



Figura 3.24: Montaje probeta de almidón de palta, Elaboración Propia



Figura 3.25: Montaje probeta de almidón de papa, Elaboración Propia

Resultados de ensayo:

Nr	E_{mod} GPa	F en deformación plástica 0.2% N	Límite superior de fluencia N	F_{max} N	dL(plast.) en F_{max} mm	dL en F_{max} mm	F_{Rotura} N
1	0,000806	1,51	1,91	52,3	-45,6	24,3	-
2	-0,000624	1,50	1,70	55,2	200,5	47,6	-

Nr	dL en rotura mm	a_0 mm	b_0 mm	S_0 mm ²
1	-	0,8	60	48,00
2	-	0,5	60	30,00

Gráfico Serie:

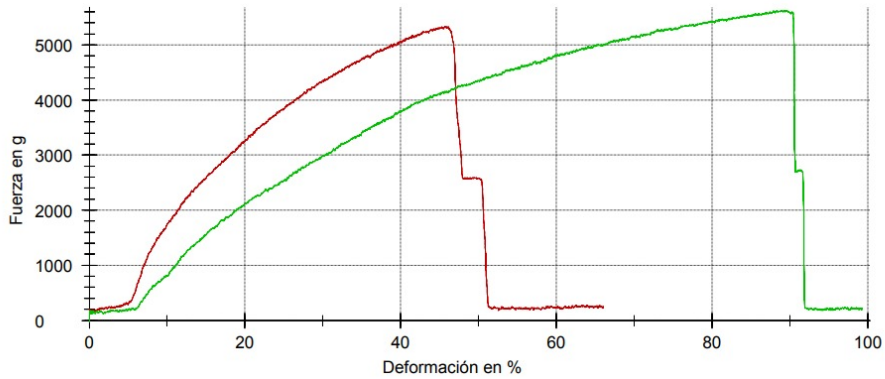


Figura 3.26: Gráficos en el software para el ensayo de tracción de las probetas , Elaboración Propia

En la figura 3.26 se observan dos curvas, la de color rojo representa el material a base almidón de palta mientras que la línea de color verde representa el material con almidón de papa. El material a base de almidón de palta resistió un esfuerzo máximo de 52.3N y tuvo un limite superior de fluencia de 1.91 N, mientras que el que esta hecho a base de almidón de papa resistió un esfuerzo máximo de 55.2N y tuvo un limite superior de fluencia de 1.71N.



Figura 3.27: Rotura probeta de almidón de palta, Elaboración Propia

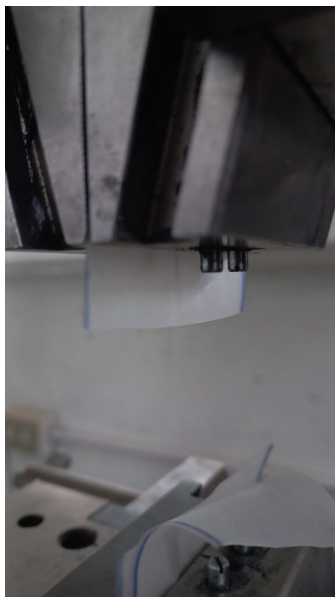


Figura 3.28: Rotura probeta de almidón de papa, Elaboración Propia

3.3.6 Superficie del material

Como se menciono anteriormente al revisar la superficie del material resultante con almidón extraído se observa que la cara que estuvo en contacto con el vidrio tiene una superficie mas lisa mientras la cara que estaba en contacto con el ambiente tiene una superficie mas porosa. Para tener una referencia visual se cortara unos cuadrados de papel y se pondrán sobre los materiales y con la ayuda de un lápiz se hará un recorrido por la superficie para tener una aproximación de la superficie.



Figura 3.29: Biofilm almidón de palta superficie rugosa, Elaboración Propia



Figura 3.30: Biofilm almidón de palta superficie lisa, Elaboración Propia



Figura 3.31: Biofilm almidón de papa, Elaboración Propia

3.3.7 Resistencia al fuego

Para conocer el comportamiento del material frente al fuego, se realiza un corte de este mismo y se le aplica una llama con un encendedor para determinar el comportamiento ante la llama. Ambos materiales tuvieron un comportamiento idéntico.



Figura 3.32: Prueba biofilm de almidón extraído, Elaboración Propia



Figura 3.33: Prueba biofilm de almidón de papa, Elaboración Propia



Figura 3.34: Encendedor, Elaboración Propia

Como se observó, al estar en contacto con el fuego, el material comienza a quemarse, pero a diferencia de los films de plástico derivados del petróleo, éste se consume sin contraerse. Tiene un comportamiento más parecido al papel, ya que se va consumiendo a medida que la llama se propaga.

3.3.8 Grabado Láser

Dado que el material no es ignífugo se hará una prueba grabado láser para ver si resiste esta operación.



Figura 3.35: Grabado láser en la superficie del material, Elaboración Propia



Figura 3.36: Funcionamiento de la maquina láser, Elaboración Propia

Como se observa en las imágenes anteriores se pudo hacer un grabado láser, evitando que se prendiera en llamas el material.

3.3.9 Pinturas

Se le aplicara pintura a 3 muestras, una del material de almidón de papa y dos de el almidón de palta dado que este tiene dos calidades superficiales.



Figura 3.37: Comparación de aplicado de pintura esmalte, Elaboración Propia

Como se observa en la figura 3.38 la pintura no tuvo adhesión en el material dado que se pueden observar la dirección de los trazos. De izquierda a derecha, biofilm almidón de palta superficie rugosa, biofilm almidón de palta superficie lisa y biofilm almidón de papa.

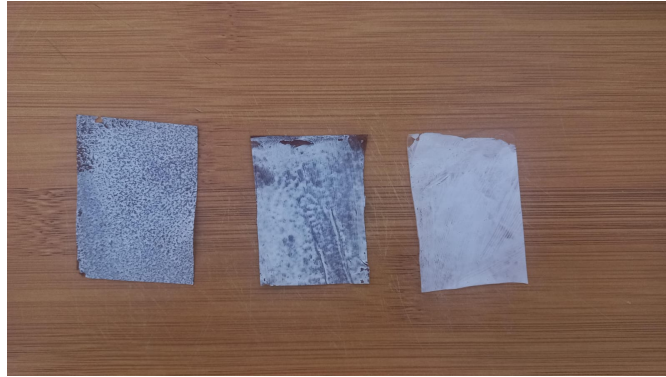


Figura 3.38: Comparación de aplicado de pintura spray textil, Elaboración Propia

Esta pintura tuvo una adhesión que la de esmalte como se observa en la figura 3.38. De izquierda a derecha, biofilm almidón de palta superficie rugosa, biofilm almidón de palta superficie lisa y biofilm almidón de papa.

3.3.10 Prueba de adhesión

Para poder unir los materiales se probaron dos métodos el primero fue un termo sellado y el segundo fue ocupar el material como pegamento.

Para hacer el termo sellado se ocupa papel aluminio y una alisadora de pelo.



Figura 3.39: Papel aluminio, Fuente: Publicdomainpictures.net



Figura 3.40: Alisadora de pelo, Fuente: Maicao



Figura 3.41: Termo sellado de biofilm de almidón de papa, Elaboración Propia

Para la adhesión por pegamento se utilizó la receta del material de almidón de papa utilizarlo de pegamento, una vez se aplicó el pegamento los materiales se dejaron bajo presión mientras el material se secaba.



Figura 3.42: Unión por pegamento de biofilm de almidón extraído. Elaboración Propia



Figura 3.43: Unión por pegamento de biofilm de almidón de papa. Elaboración Propia

El termo sellado solo funcionó en el material de almidón de papa, aunque la unión no fue muy firme. En cambio, al usar el material como pegamento, funcionó en ambos materiales; es notable que tuvo una mejor adhesión en el material de almidón extraído.

3.3.11 Comportamiento frente al agua

Para saber el comportamiento de los bioplásticos frente al agua se sumergirán varios trozos de los materiales en un recipiente con agua.



Figura 3.44: Recipiente con los matriales sumergidos, Elaboración Propia

Los materiales después de haber estado sumergidos por 120 horas , seguían manteniendo su estructura , es decir no se desintegro en el agua pero si si pudo apreciar como perdió resistencia física.

3.3.12 Tratamiento de plasma

Se diseño un experimento para ver el comportamiento del material después de haber estado expuesto al plasma. El experimento consistió en exponer el material a un plasma generado por una maquina que ioniza el aire ambiental mediante un alto voltaje de CC para generar un plasma, se corto el material en tres pequeñas secciones y le vertió una gota de agua con la ayuda de una micropipeta para ver el comportamiento en función al intervalo exposición, los intervalos que se probaron fueron de 5, 10 y 20 segundos.



Figura 3.45: Micropipeta, Fuente: Reactlab



Figura 3.46: Maquina de plasma corona , Fuente: Tantec



Figura 3.47: Muestra de biofilm de almidón de palta con exposición de 5 segundos, Elaboración Propia



Figura 3.48: Muestra de biofilm de almidón de palta con exposición de 10 segundos, Elaboración Propia

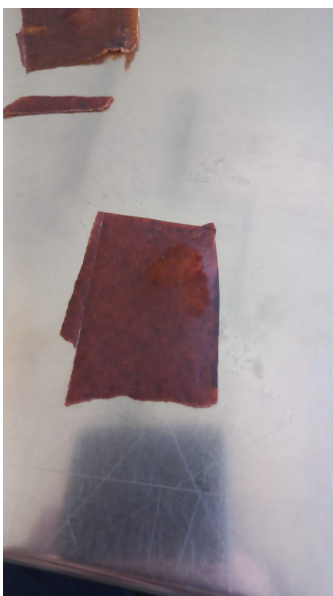


Figura 3.49: Muestra de biofilm de almidón de palta con exposición de 20 segundos, Elaboración Propia

En las imágenes se puede observar como a mayor tiempo de exposición mas hidrofílico se volvió el material, se concluye esto ya que en la muestra que estuvo 5 segundos a exposición (figura 3.47) la gota de agua conserva su forma y se mantiene estática en la superficie, mientras que la que estuvo 20 segundos en exposición (figura 3.49) se puede observar como la gota se difumino y fue parcialmente absorbida por el material. Estas pruebas se realizaron por la cara lisa del material.

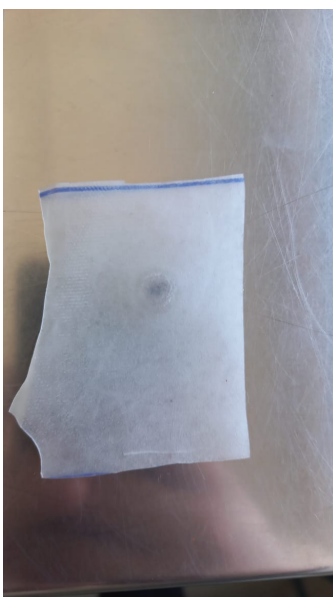


Figura 3.50: Muestra de biofilm de almidón de papa con exposición de 5 segundos, Elaboración Propia

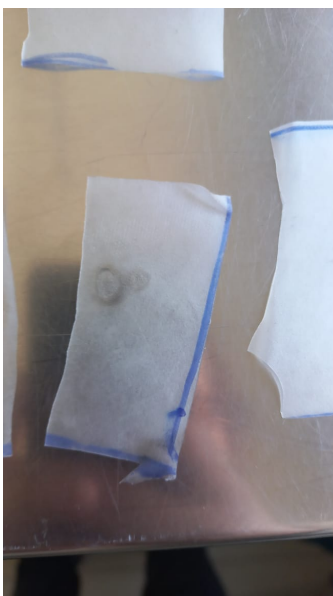


Figura 3.51: Muestra de biofilm de almidón de papa con exposición de 10 segundos, Elaboración Propia



Figura 3.52: Muestra de biofilm de almidón de papa con exposición de 20 segundos, Elaboración Propia

Con el material de almidón de papa se observó el mismo comportamiento que tuvo el de almidón de palta por la cara lisa del material.



Figura 3.53: Comparacion de las tres pruebas del biofilm de almidon de palta por la cara rugosa, Elaboración Propia

En la figura 3.53 se puede observar que a pesar de haberse aplicado distintos tiempos de exposición el material no cambio mucho su comportamiento.



Figura 3.54: Funcionamiento de la maquina de plasma, Elaboración Propia

En la figura 3.54 se ve el modo de uso de la maquina donde se coloca sobre el material a una altura aproximada de 20mm mientras se desplaza para cubrir el total de la superficie con un movimiento constante.

3.4 Conclusiones

Con este trabajo se logro cumplir con lo propuesto en los objetivos que fue el diseño de los prototipos para la mejora del proceso de extracción y posteriormente las pruebas realizadas al almidón extraído y al material resultante.

Logros del Proyecto

Se ha logrado desarrollar un proceso mas eficiente para la extracción de almidón a partir de cuescos de palta con la ayuda de los prototipos , demostrando la viabilidad técnica de este proyecto.

Se han obtenido resultados prometedores en cuanto a la calidad del almidón extraído, lo que sugiere su potencial aplicación en la producción de bioplásticos.

Contribuciones

Este proyecto contribuye al avance del conocimiento en el campo de la valorización de residuos agrícolas, proporcionando una alternativa sostenible para la producción de bioplásticos.

Se ha generado información relevante sobre las características de los plásticos producidos a partir del almidón de cuescos de palta, lo que puede ser útil para futuras investigaciones y aplicaciones creativas y/o industriales.

Impacto ambiental

La implementación de este proceso de extracción de almidón y producción de bioplásticos puede tener un impacto significativo en la reducción de la contaminación plástica y la dependencia de los plásticos sintéticos.

Desafíos y áreas de mejora

A pesar de los avances, aún existen desafíos que deben abordarse, como la optimización de los procesos de extracción y producción para la reducción de los costos.

También es necesario realizar más investigaciones para mejorar las propiedades y industrializar el proceso.

Referencias

- Advisory, M. I. R. . (2023). Tamaño del mercado de bioplásticos y análisis de participación tendencias de crecimiento y pronósticos (2024-2029). <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/bioplastics-market>.
- Araújo, R. G., Rodríguez-Jasso, R. M., Ruiz, H. A., Govea-Salas, M., Rosas-Flores, W., Aguilar-González, M. A., Pintado, M. E., Lopez-Badillo, C., Luevanos, C., and Aguilar, C. N. (2020). Hydrothermal–microwave processing for starch extraction from mexican avocado seeds: operational conditions and characterization. *Processes*, 8(7):759.
- Editorial Grudemi (2022). Almidón. <https://enciclopediadebiologia.com/almidon/>. Recuperado de Enciclopedia de Biología.
- López Jiménez, A., Barrientos Priego, A., Reyes Alemán, J. C., Espíndola Barquera, M. d. l. C., Hernández Vásquez, F. L., Campos Rojas, E., Ayala Arreola, J., Mijares Oviedo, P., and Zárate Chávez, J. d. J. (2010). Donadores de semilla de aguacate.
- López, D. (2020). Valorización del cuesco de palta para la adsorción de arsénico en aguas contaminadas.
- Machaca Ramos, C. E. (2022). Obtención de bioplástico a partir de almidón de la semilla de palta (persea americana) variedad hass y determinación de la biodegradabilidad.
- Martín-Sánchez, M., Martín-Sánchez, M. T., and Pinto, G. (2013). Reactivo de lugol: Historia de su descubrimiento y aplicaciones didácticas. *Educación química*, 24(1):31–36.
- Nigam, P. S.-N. and Pandey, A. (2009). *Biotechnology for agro-industrial residues utilisation: utilisation of agro-residues*. Springer Science & Business Media.
- Prime Biopolymers (2021). Que son los biobasados y como pueden ayudar a tu negocio.
- REMAR (2011). Bioplasticos.
- Schwarz, Z. . (2022). ¿qué son los biopolímeros y para qué se usan en la industria? <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-son-los-biopolimeros/>.

Anexos

Oxidación del molido

Para observar ver el proceso de oxidación se rayo un queso con un rallador de uso domestico y se separa en dos el molido, en la primera el queso quedo en contacto en el ambiente y la segunda parte quedo sumergida en agua para ver los efectos de esto.



Muestra del queso molido expuesta al aire, Elaboración Propia



Muestra de molido que estuvo sumergido, Elaboracion propia

Se puede observar como la muestra que estuvo sumergida tiene un tono mas mas claro a diferencia de la muestra que estuvo en todo tiempo en contacto con el aire teniendo un tono anaranjado



Comparación entre muestras, Elaboración Propia

Resultados

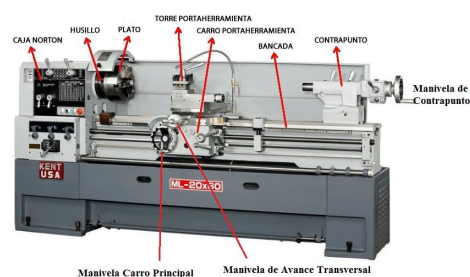
Con esta prueba se demuestra que al dejar el triturado en un recipiente cubierto de agua lo protegerá de la oxidación. Se considera la solución de que el proceso triturado del cuesco deber ser seguido de un proceso de sumergimiento de molido.

Propuesta de diseño

Se trabajara en Fusion 360 para explicar la idea de esta idea y los mecanizados para la fabricación de los componentes principales.

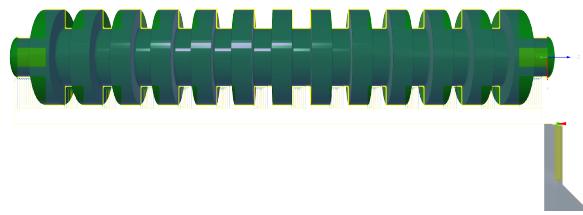
Torneado

La operación de torneado es un mecanizado donde se monta la pieza a trabajar en el plato de una maquina llamada torno, dependiendo del largo a trabajar se monta en uno o dos puntos, si se excede tres veces del diámetro de la pieza se le agrega el segundo punto de apoyo que se llama contrapunto.



k

Torno, Fuente:Areatecnologia.com



Simulación torneado en Fusion 360, Elaboración Propia

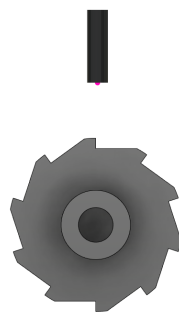
En la imagen anterior se observa un eje que fue cilindrado a un medida específica y que también se le hicieron varios tranzados , los tranzados son las reducciones de diámetro que se observan en la figura

Fresado

La operación de fresado es un mecanizado donde una pieza a trabajar se monta en una maquina llamada fresadora, en esta maquina mediante un herramienta que esta girando va restando material y dando la forma necesaria.

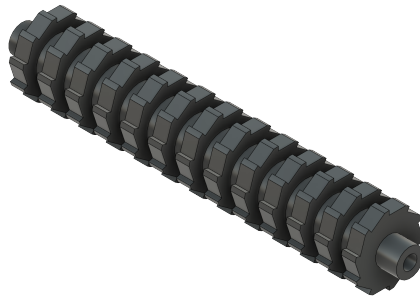


Fresadora, Fuente:Tecnomaquinaria.com



Simulación de fresado en Fusion 360, Elaboración Propia

Con estas dos operaciones se logra tener la geometría apta para funcionar como triturador de cuescos.



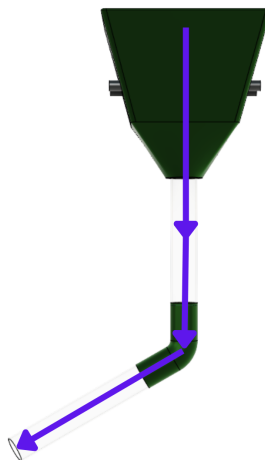
Modelo 3D de triturador en Fusion 360, Elaboracion Propia

Cuerpo

Para el cuerpo de la maquina se pensó en una forma simple para su posterior fabricación. Como el proceso de molienda esta siendo ejecutado con agua para proteger de la oxidación los materiales tiene que ser inoxidable para evitar que estos se vean afectados. También se ocupa un sistema de caída de molido mediante unos tubos de un plástico translúcido, y una unión en acero inoxidable.



Modelo Cuerpo en 3D en Fusion 360, Elaboración Propia



Flujo carga, Elaboración Propia

En la figura anterior podemos notar cual es la ruta que toma el contenido que va cayendo por gravedad un contenedor que se conectaría en la parte inferior del cuerpo.

Resistencia a la degradación fúngica

En esta prueba, el material se expuso a un hongo generado por un pan. Para acelerar el proceso de proliferación del hongo, se humedeció el pan con agua caliente y se guardó en una bolsa plástica en una zona con poca luz. Luego de observar cómo crecía el hongo en el pan, se procedió a guardar muestras del material en la bolsa para evaluar su comportamiento.



Muestra del biofilm de almidón extraído en contacto con el hongo, Elaboración Propia

En la imagen se puede observar como el hongo es por sobre el material.



Muestra del biofilm de almidón de papa en contacto con el hongo, Elaboración Propia



Vista general de la prueba, Elaboración Propia

Observaciones

En ambas muestras, se observó la presencia de parte del hongo en su superficie, pero no se detectaron señales de que el hongo hubiera penetrado en ellas. En el caso del biofilm elaborado con almidón extraído, bastó con raspar la superficie para eliminar el hongo y dejarla limpia, por otro lado, al raspar el biofilm de papa, aún se observaron vestigios del hongo, sin embargo al aplicarle agua, quedó completamente limpio. El tiempo de exposición del material fue acotado fue de alrededor de 90 hrs.

Trabajo de practica en el FabLab UChile

Durante la practica tuve la oportunidad de trabajar en el área de biofabricación donde explore los materiales basados en agar y residuos orgánicos generados en la ciudad y también el proceso de extracción de almidón desde el cuesco de palta.

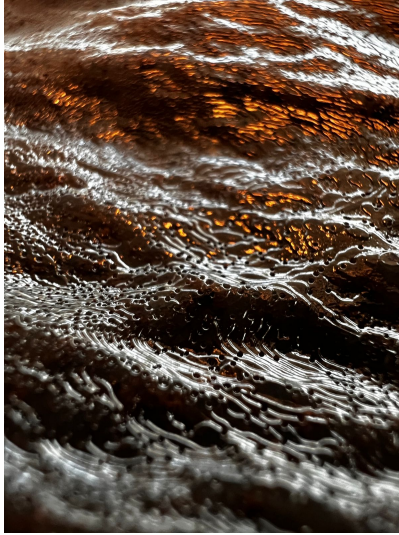
Imágenes de biomateriales trabajados



Materiales agar en la deshidratadora, Elaboración Propia



Material con carga de borra de café, Elaboración Propia



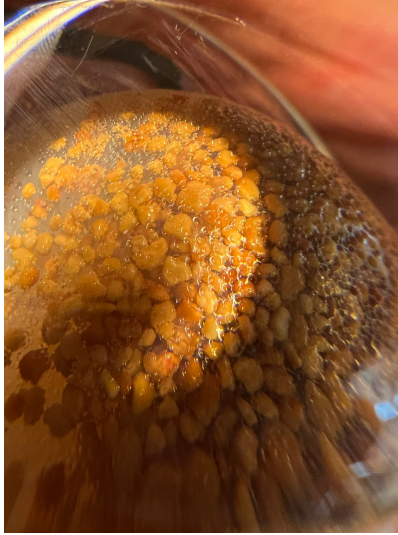
Superficie del material con borra de café, Elaboración Propia



Muestras en deshidratadora, Elaboración Propia



Material con carga de semilla de cereza, Elaboración Propia

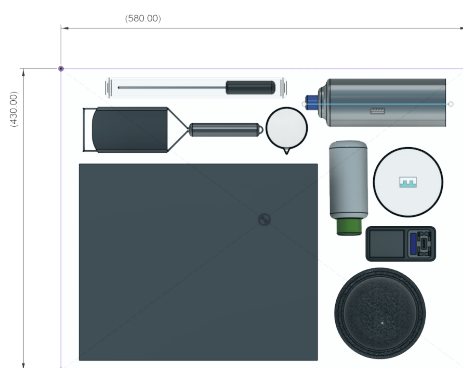


superficie material con semilla de cereza, Elaboración Propia

Propuesta de carro móvil para biolaboratorio

Se propone un un diseño que contenga 3 kits para la producción de biomateriales con residuos orgánicos.

- Cocinilla
- Gas para la cocinilla
- Rallador
- Gramera
- Placas petris
- Termómetro
- Precipitados
- Glicerina
- Contenedor de agar
- Mortero



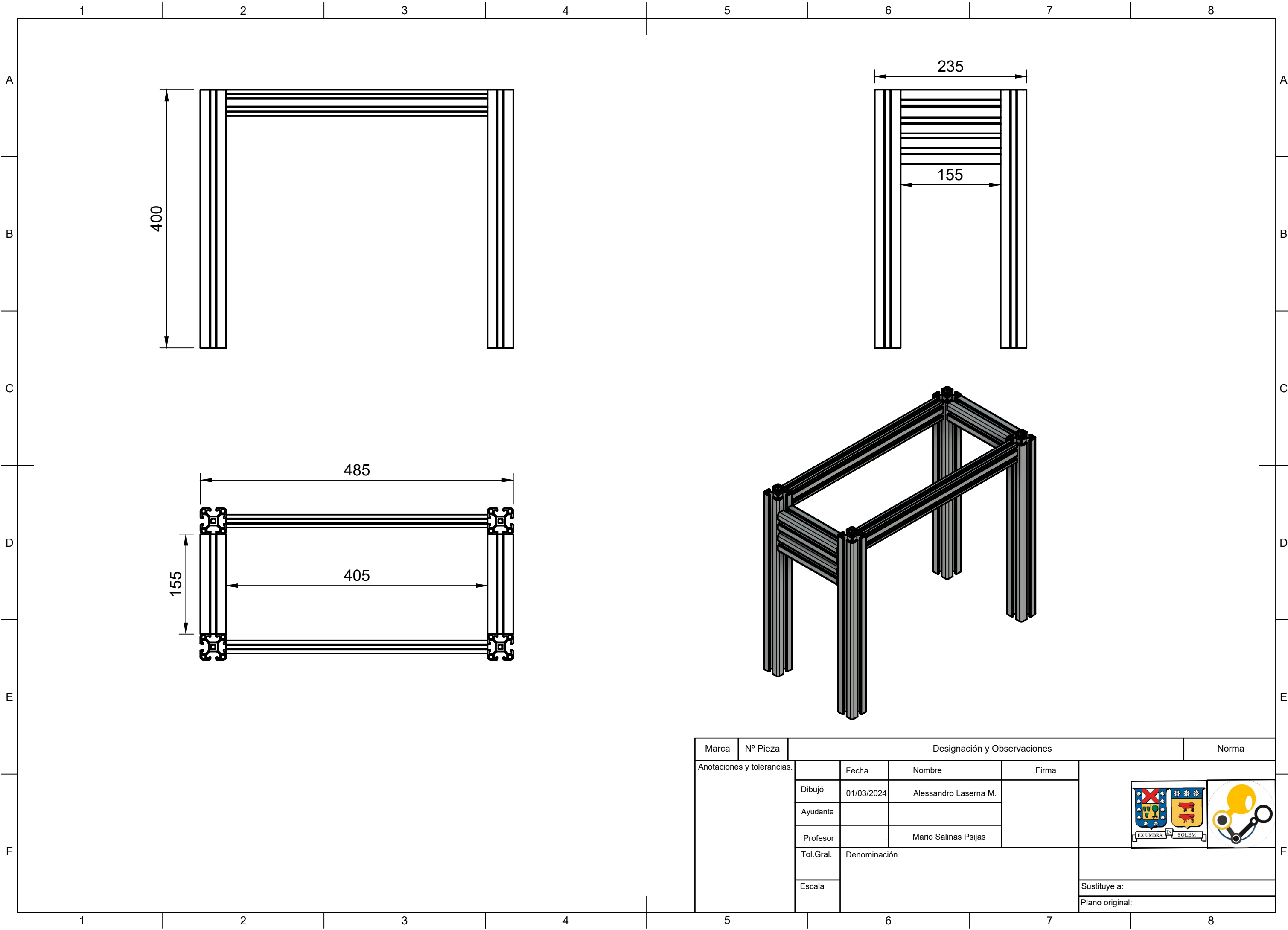
Aproximación de medidas mínima con Fusion 360, Elaboración Propia

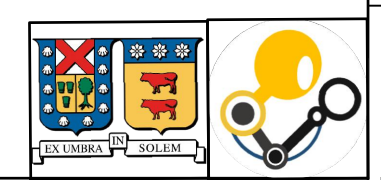


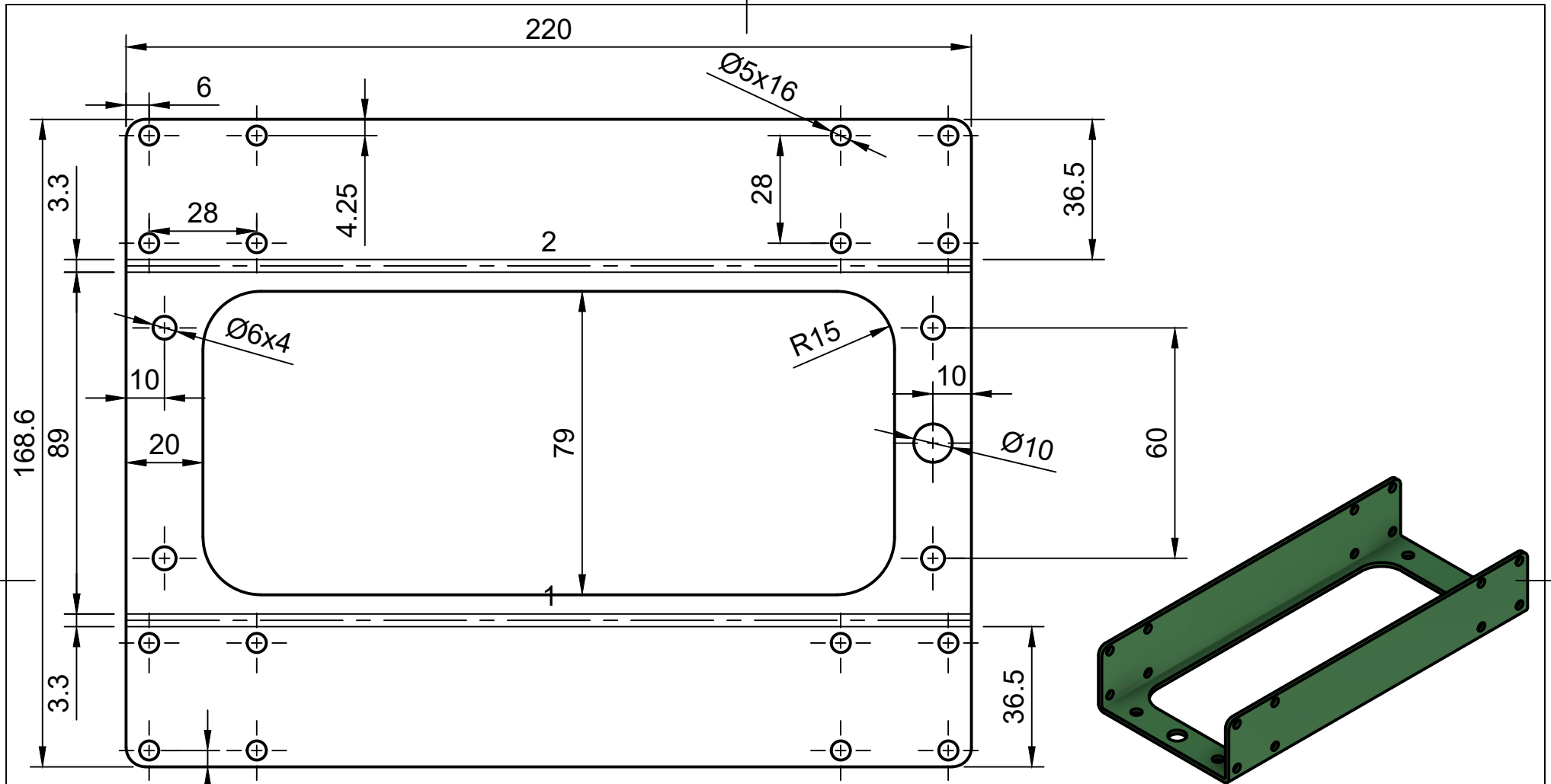
Carro cerrado, Elaboración Propia



Carro abierto para uso como mesón, Elaboración Propia



Marca	Nº Pieza	Designación y Observaciones			Norma
Anotaciones y tolerancias.		Fecha	Nombre	Firma	
		Dibujó	01/03/2024	Alessandro Laserna M.	
		Ayudante			
		Profesor	Mario Salinas Psijas		
		Tol.Gral.	Denominación		
		Escala			Sustituye a:
					Plano original:

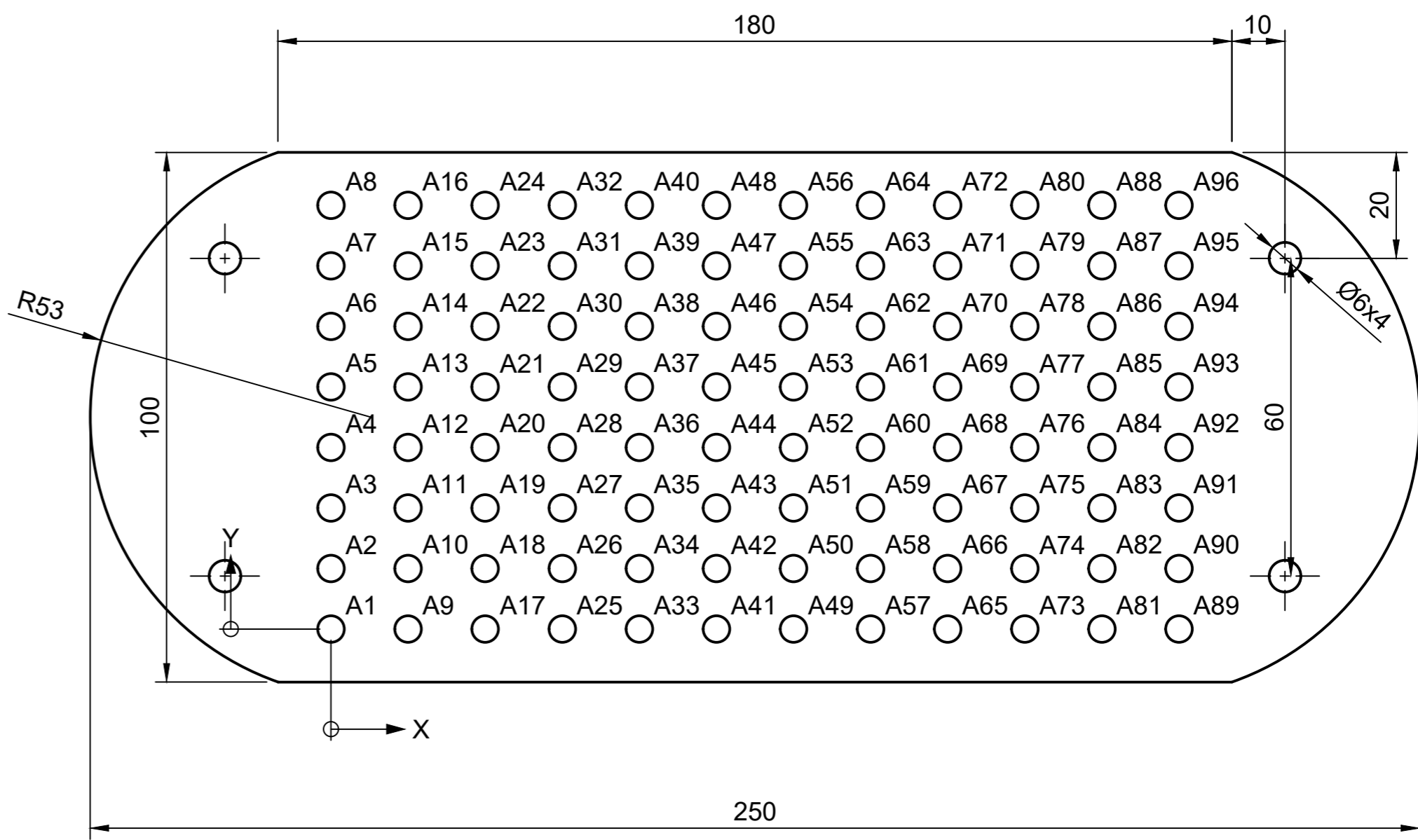


ID	Dirección	Ángulo	Radio
2	Up	90	1
1	Up	90	1

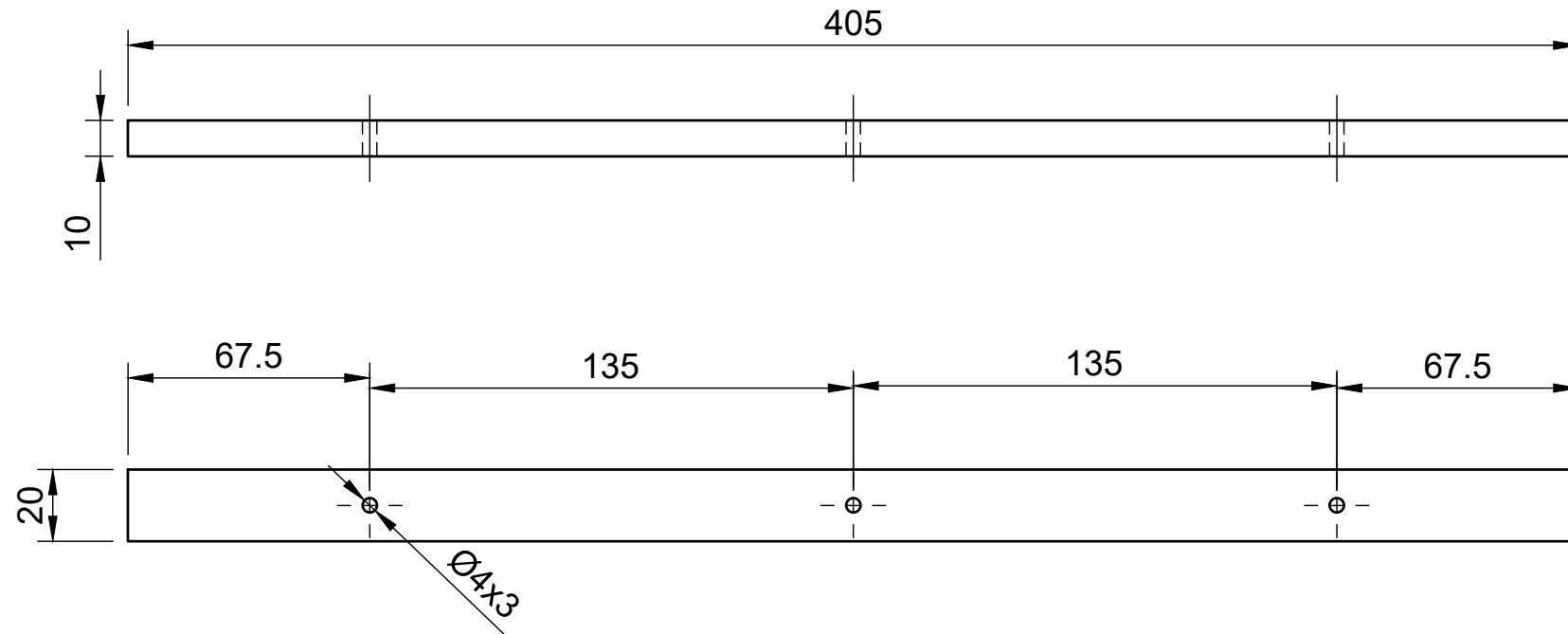
Tabla de plegado

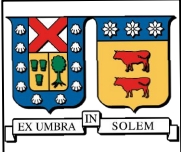

Marca	Nº Pieza	Designación y Observaciones			Norma
Anotaciones y tolerancias.		Fecha	Nombre	Firma	
		Dibujó	Alessandro Laserna M.		
		Ayudante			
		Profesor	Mario Salinas Psijas		
		Tol.Gral.	Denominación		
		Escala			
					Sustituye a:
					Plano original:

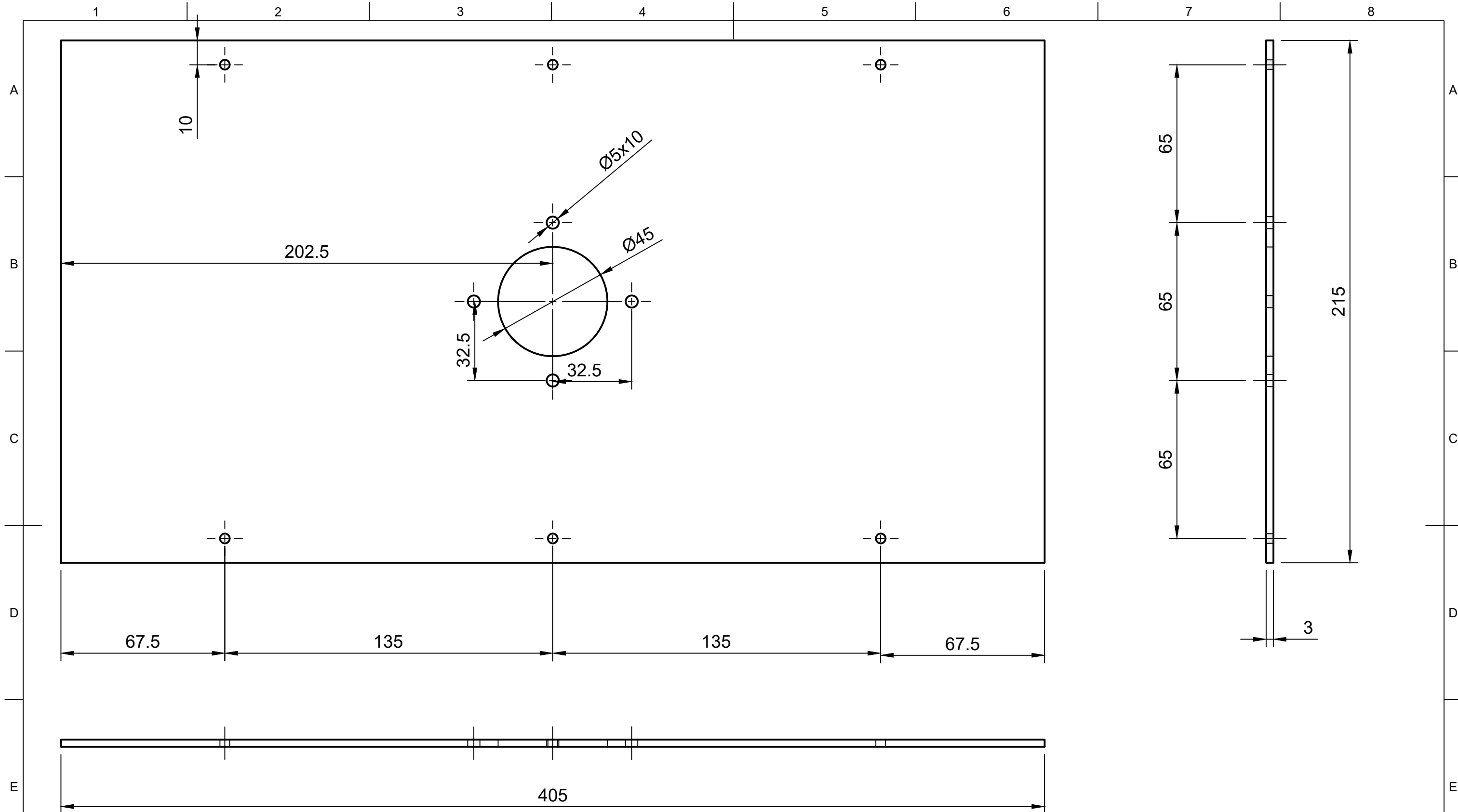
Tabla De Agujeros				Tabla De Agujeros			
Agujero	Cota X	Cota Y	Descripción	Agujero	Cota X	Cota Y	Descripción
A1	0	0	Ø5 x 130	A49	87.27	0	Ø5 x 130
A2	0	11.43	Ø5 x 130	A50	87.27	11.43	Ø5 x 130
A3	0	22.86	Ø5 x 130	A51	87.27	22.86	Ø5 x 130
A4	0	34.29	Ø5 x 130	A52	87.27	34.29	Ø5 x 130
A5	0	45.71	Ø5 x 130	A53	87.27	45.71	Ø5 x 130
A6	0	57.14	Ø5 x 130	A54	87.27	57.14	Ø5 x 130
A7	0	68.57	Ø5 x 130	A55	87.27	68.57	Ø5 x 130
A8	0	80	Ø5 x 130	A56	87.27	80	Ø5 x 130
A9	14.55	0	Ø5 x 130	A57	101.82	0	Ø5 x 130
A10	14.55	11.43	Ø5 x 130	A58	101.82	11.43	Ø5 x 130
A11	14.55	22.86	Ø5 x 130	A59	101.82	22.86	Ø5 x 130
A12	14.55	34.29	Ø5 x 130	A60	101.82	34.29	Ø5 x 130
A13	14.55	45.71	Ø5 x 130	A61	101.82	45.71	Ø5 x 130
A14	14.55	57.14	Ø5 x 130	A62	101.82	57.14	Ø5 x 130
A15	14.55	68.57	Ø5 x 130	A63	101.82	68.57	Ø5 x 130
A16	14.55	80	Ø5 x 130	A64	101.82	80	Ø5 x 130
A17	29.09	0	Ø5 x 130	A65	116.36	0	Ø5 x 130
A18	29.09	11.43	Ø5 x 130	A66	116.36	11.43	Ø5 x 130
A19	29.09	22.86	Ø5 x 130	A67	116.36	22.86	Ø5 x 130
A20	29.09	34.29	Ø5 x 130	A68	116.36	34.29	Ø5 x 130
A21	29.09	45.71	Ø5 x 130	A69	116.36	45.71	Ø5 x 130
A22	29.09	57.14	Ø5 x 130	A70	116.36	57.14	Ø5 x 130
A23	29.09	68.57	Ø5 x 130	A71	116.36	68.57	Ø5 x 130
A24	29.09	80	Ø5 x 130	A72	116.36	80	Ø5 x 130
A25	43.64	0	Ø5 x 130	A73	130.91	0	Ø5 x 130
A26	43.64	11.43	Ø5 x 130	A74	130.91	11.43	Ø5 x 130
A27	43.64	22.86	Ø5 x 130	A75	130.91	22.86	Ø5 x 130
A28	43.64	34.29	Ø5 x 130	A76	130.91	34.29	Ø5 x 130
A29	43.64	45.71	Ø5 x 130	A77	130.91	45.71	Ø5 x 130
A30	43.64	57.14	Ø5 x 130	A78	130.91	57.14	Ø5 x 130
A31	43.64	68.57	Ø5 x 130	A79	130.91	68.57	Ø5 x 130
A32	43.64	80	Ø5 x 130	A80	130.91	80	Ø5 x 130
A33	58.18	0	Ø5 x 130	A81	145.45	0	Ø5 x 130
A34	58.18	11.43	Ø5 x 130	A82	145.45	11.43	Ø5 x 130
A35	58.18	22.86	Ø5 x 130	A83	145.45	22.86	Ø5 x 130
A36	58.18	34.29	Ø5 x 130	A84	145.45	34.29	Ø5 x 130
A37	58.18	45.71	Ø5 x 130	A85	145.45	45.71	Ø5 x 130
A38	58.18	57.14	Ø5 x 130	A86	145.45	57.14	Ø5 x 130
A39	58.18	68.57	Ø5 x 130	A87	145.45	68.57	Ø5 x 130
A40	58.18	80	Ø5 x 130	A88	145.45	80	Ø5 x 130
A41	72.73	0	Ø5 x 130	A89	160	0	Ø5 x 130
A42	72.73	11.43	Ø5 x 130	A90	160	11.43	Ø5 x 130
A43	72.73	22.86	Ø5 x 130	A91	160	22.86	Ø5 x 130
A44	72.73	34.29	Ø5 x 130	A92	160	34.29	Ø5 x 130
A45	72.73	45.71	Ø5 x 130	A93	160	45.71	Ø5 x 130
A46	72.73	57.14	Ø5 x 130	A94	160	57.14	Ø5 x 130
A47	72.73	68.57	Ø5 x 130	A95	160	68.57	Ø5 x 130
A48	72.73	80	Ø5 x 130	A96	160	80	Ø5 x 130



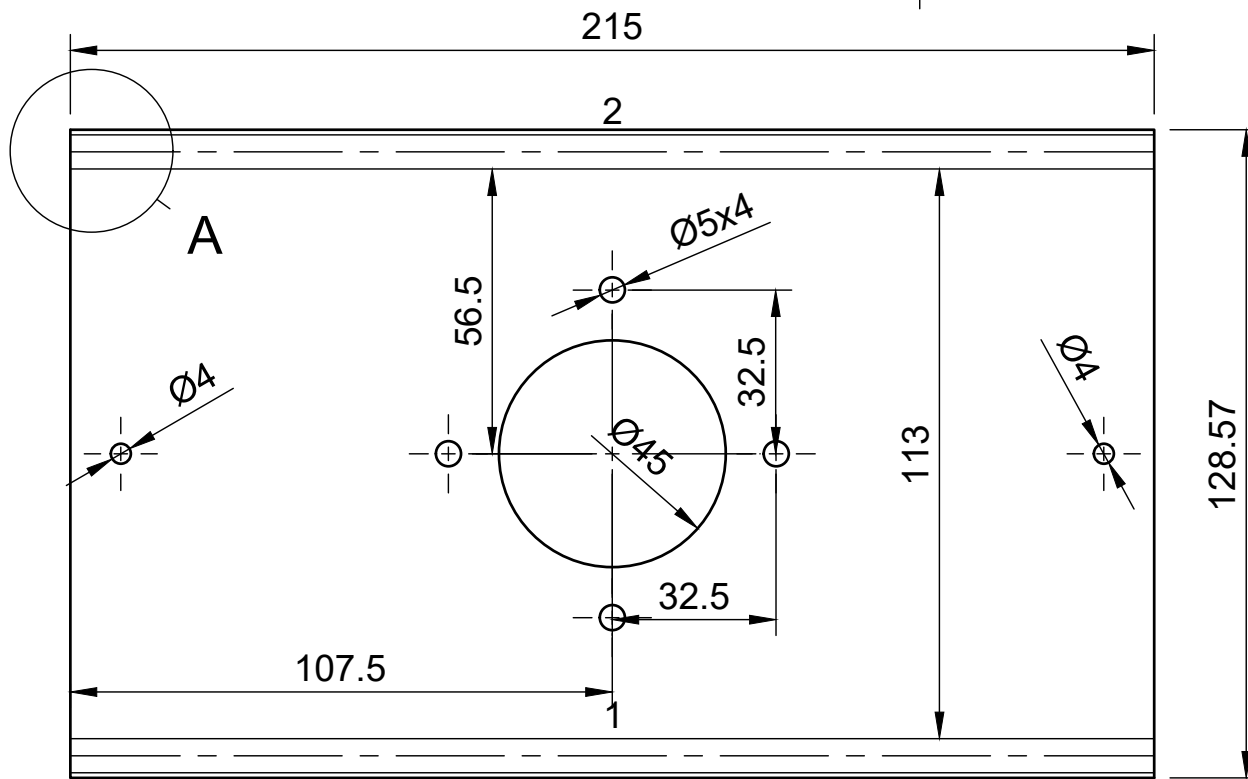
Marca	Nº Pieza	Designación y Observaciones			Norma
Anotaciones y tolerancias.		Fecha	Nombre	Firma	
		Dibujó	01/03/2024	Alessandro Laserna M.	
		Ayudante			
		Profesor		Mario Salinas Psijas	
		Tol. Gral.	Denominación		
		Escala			Sustituye a:
					Plano original:



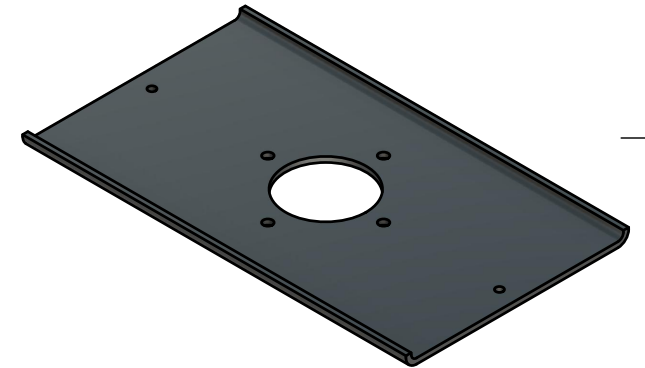
Marca	Nº Pieza	Designación y Observaciones			Norma
Anotaciones y tolerancias.		Fecha	Nombre	Firma	 
		Dibujó	01/03/2024	Alessandro Laserna M.	
		Ayudante			
		Profesor		Mario Salinas Psijas	
		Tol.Gral.	Denominación		
Escala		Sustituye a:			
		Plano original:			



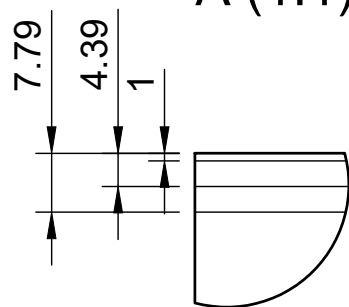
Marca	Nº Pieza	Designación y Observaciones			Norma
Anotaciones y tolerancias.		Fecha	Nombre	Firma	
		Dibujó	Alessandro Laserna M.		
		Ayudante			
		Profesor	Mario Salinas Psijas		
		Tol.Gral.	Denominación		
		Escala			Sustituye a:
					Plano original:



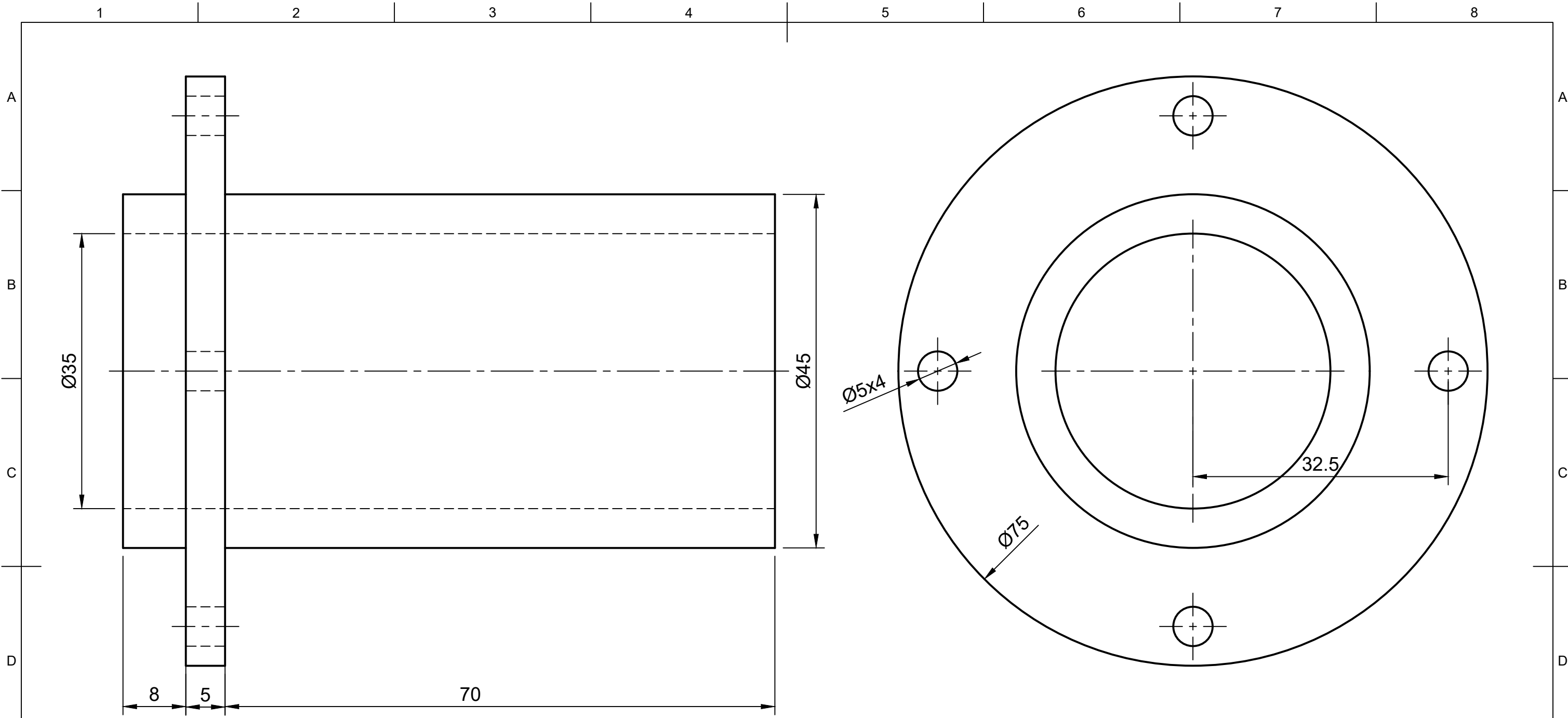
2	Up	90	3
1	Up	90	3
ID	Dirección	Ángulo	Radio
Tabla de plegado			

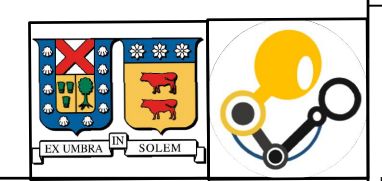


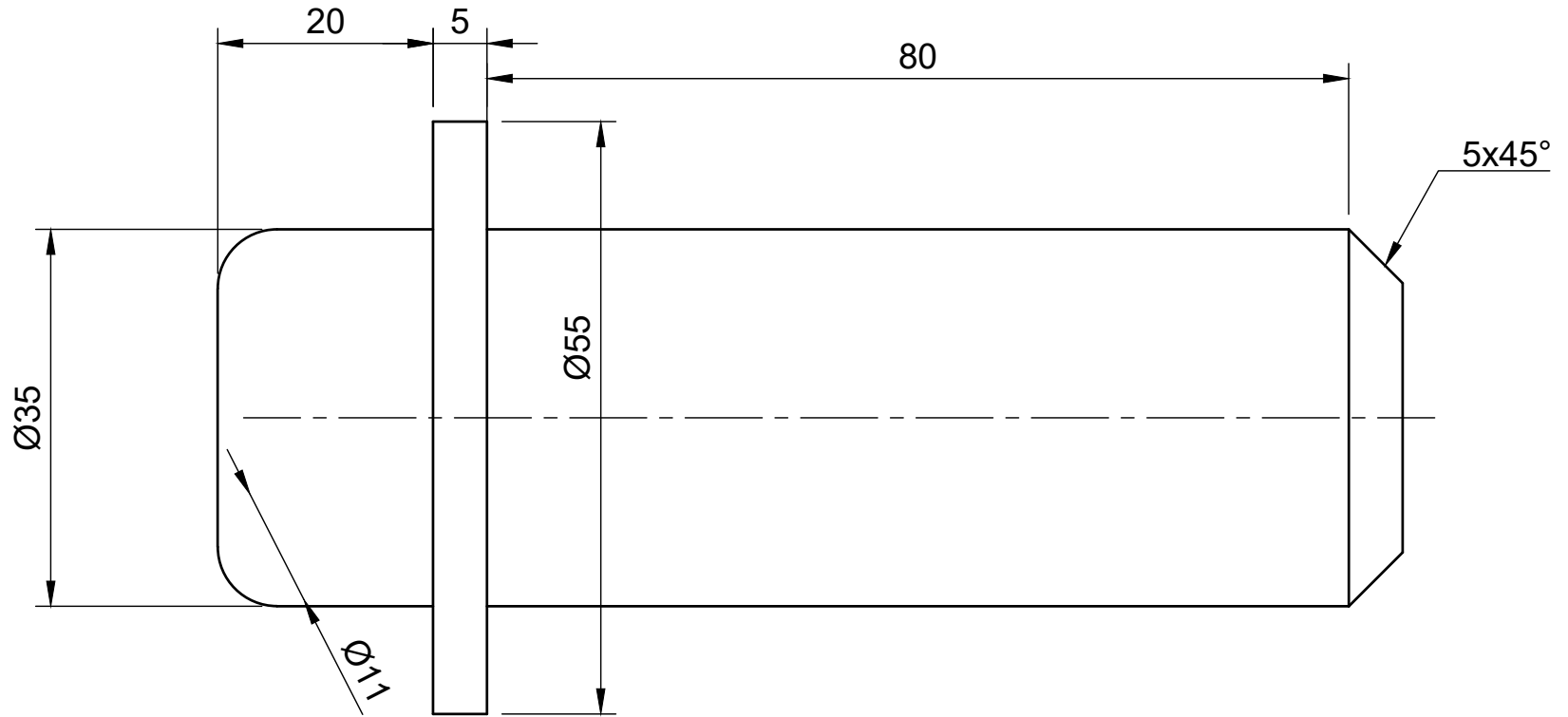
A (1:1)

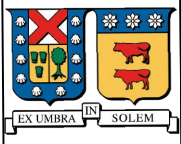



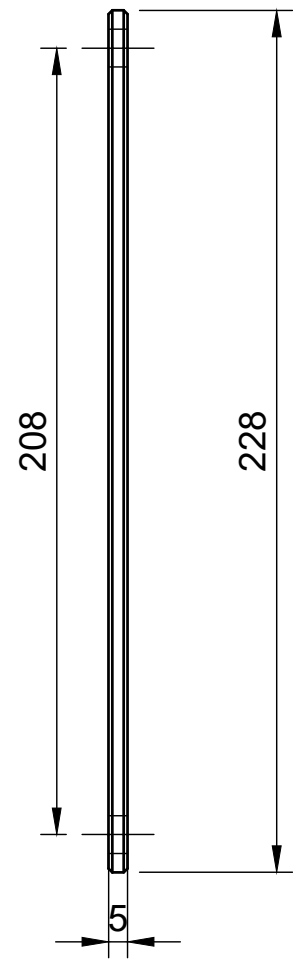
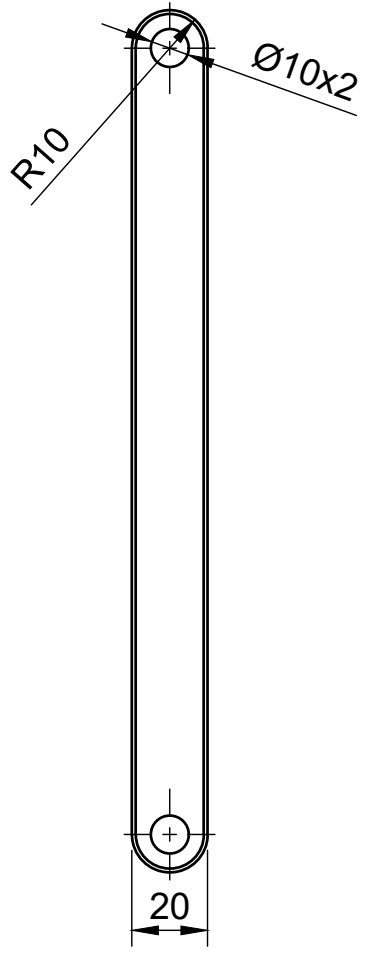
Marca	Nº Pieza	Designación y Observaciones			Norma
Anotaciones y tolerancias.		Fecha	Nombre	Firma	
Dibujó		01/03/2024	Alessandro Laserna M.		
Ayudante					
Profesor			Mario Salinas Psijas		
Tol.Gral.		Denominación			
Escala					Sustituye a: Plano original:

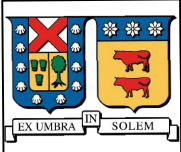



Marca	Nº Pieza	Designación y Observaciones			Norma
Anotaciones y tolerancias.		Fecha	Nombre	Firma	
		Dibujó	01/03/2024	Alessandro Laserna M.	
		Ayudante			
		Profesor	Mario Salinas Psijas		
		Tol.Gral.	Denominación		
		Escala			Sustituye a:
					Plano original:



Marca	Nº Pieza	Designación y Observaciones			Norma
Anotaciones y tolerancias.		Fecha	Nombre	Firma	 
		Dibujó	01/03/2024	Alessandro Laserna M.	
		Ayudante			
		Profesor		Mario Salinas Psijas	
		Tol.Gral.	Denominación		
		Escala			Sustituye a:
					Plano original:



Marca	Nº Pieza	Designación y Observaciones			Norma
Anotaciones y tolerancias.		Fecha	Nombre	Firma	 
	Dibujó	01/03/2024	Alessandro Laserna M.		
	Ayudante				
	Profesor		Mario Salinas Psijas		
	Tol.Gral.	Denominación			
Escala					Sustituye a: Plano original: