

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB- 12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/1

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): JUAN SEBASTIAN APELLIDOS: VICTORIA GONZALEZ

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): CARLOS HUMBERTO APELLIDOS: ACEVEDO PEÑALOZA

CODIRECTOR:

NOMBRE(S): ERNESTO APELLIDOS: MARÍN MOARES

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): REDISEÑO Y ACOPLAMIENTO DE UN MICROSCOPIO MARCA MOTIC MODELO PSM 1000 DELENTE TÉRMICA DE ALTA SENSIBILIDAD A MESA ANTIVIBRATORIA PARA EL LABORATORIO DE TÉCNICAS FOTOTÉRMICAS EN CICATA-IPN

RESUMEN

Este proyecto presenta el diseño y la fabricación de piezas mecánicas para la implementación de espectroscopia en lente térmica a un microscopio marca Motic PSM 1000 y acoplarlo a mesa anti vibratoria en el laboratorio de técnicas fototérmicas de CICATA-IPN. Haciendo uso SolidWorks como programa de diseño y Flash Print como programa para impresión, se implementaron dos sistemas para el rediseño del microscopio. El primer ensayo que es de lente térmica y reflectancia, se compone de una serie de piezas acopladas entre sí para el correcto funcionamiento de dos láseres. El segundo ensayo, de lente térmica solo ese compone de una pieza. El diseño de estas piezas se basó en tres parámetros fundamentales: a) Orientación de construcción de las piezas; b) Componentes opto mecánicos en el sistema, c) accesibilidad a materiales para impresión. Se tomó como referencia las condiciones en las que se encontraba el microscopio sobre la mesa anti vibraciones y del espacio que se disponía para la implementación de las piezas. También se modificó la base del microscopio para poder elevarlo a una altura de 15 cm y así poder ubicar bajo el lente objetivo las muestras a las cuales se realizará el estudio respectivo

PALABRAS CLAVE: Diseño, Piezas mecánicas, Impresión 3D, Lente térmica y reflectancia.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 181 PLANOS: _____ ILUSTRACIONES: _____ CD ROOM: 1

Elaboró		Revisó		Aprobó	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
Fecha	24/10/2014	Fecha	05/12/2014	Fecha	05/12/2014

COPIA NO CONTROLADA

REDISEÑO Y ACOPLAMIENTO DE UN MICROSCOPIO MARCA MOTIC MODELO PSM
1000 DELENTE TÉRMICA DE ALTA SENSIBILIDAD A MESA ANTIVIBRATORIA PARA
EL LABORATORIO DE TÉCNICAS FOTOTÉRMICAS EN CICATA-IPN

JUAN SEBASTIAN VICTORIA GONZALEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

REDISEÑO Y ACOPLAMIENTO DE UN MICROSCOPIO MARCA MOTIC MODELO PSM
1000 DELENTE TÉRMICA DE ALTA SENSIBILIDAD A MESA ANTIVIBRATORIA PARA
EL LABORATORIO DE TÉCNICAS FOTOTÉRMICAS EN CÍCATA-IPN

JUAN SEBASTIAN VICTORIA GONZALEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico

Director:

DR. CARLOS HUMBERTO ACEVEDO PEÑALOZA

Codirector:

DR. ERNESTO MARIN MOARES

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: MAYO 2020

HORA:

LUGAR: SUTENTACIÓN VIRTUAL

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA MECANICA

Título de la Tesis: "REDISEÑO Y ACOPLAMIENTO DE UN MICROSCOPIO MARCA MOTIC MODELO PSM 1000 DE LENTE TÉRMICA DE ALTA SENSIBILIDAD A MESA ANTIVIBRATORIA PARA EL LABORATORIO DE TÉCNICAS FOTOTÉRMICAS EN CÍCATA-IPN"

Jurados: ING. JORGE EDUARDO GRANADOS GRANADOS

ING. JESÚS BETHSAID PEDROZA ROJAS

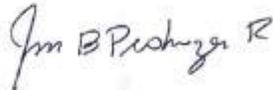
Director: ING. CARLOS HUMBERTO ACEVEDO PEÑALOZA

Codirector: DR. ERNESTO MARÍN MOARES

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES	CÓDIGO	CALIFICACIÓN	
		LETRA	NÚMERO
JUAN SEBASTIÁN VICTORIA GONZALEZ	1120916	CUATRO, DOS	4.2

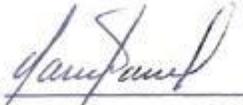
APROBADA

FIRMA DE JURADOS



ING. JESUS BETHSAID PEDROZA R.

ING. JORGE E. GRANADOS G.

Vo.Bo 
GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCIA
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Mecánica



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA
LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y LA PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Cúcuta

Señores
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS
Ciudad

Cordial saludo:

Juan sebastian victoria gonzalez, identificado(s) con la C.C. N.º 1090487326, autor de la tesis y/o trabajo de grado titulado: Rediseño y acoplamiento de un microscopio marca Motic modelo PSM 1000 de lente térmica de alta sensibilidad a mesa antivibratoria para el laboratorio de técnicas fototérmicas en CICATA-IPN. Presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico; autorizo a la biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander, Eduardo Cote Lamus, para que, con fines académicos, muestre a la comunidad en general a la producción intelectual de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet etc.; y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Lo anterior, de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la ley 1982 y el artículo 11 de la decisión andina 351 de 1993, que establece que **“los derechos morales del trabajo son propiedad de los autores”**, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

1090487326

FIRMA Y CEDULA

Contenido

	pág.
Introducción	20
1. Problema	22
1.1 Título	22
1.2 Planteamiento del Problema	22
1.2.1 Formulación del problema.	23
1.3 Justificación	23
1.4 Objetivos	24
1.4.1 Objetivo general	24
1.4.2 Objetivos específicos	24
1.5 Alcances y Delimitaciones	25
1.5.1 Alcance	25
1.5.2 Delimitaciones	25
1.5.2.1 Delimitación geográfica	25
1.5.2.2 Delimitaciones temporales	26
2. Marco Referencial	27
2.1 Antecedentes	27
2.1.1 Antecedentes en el diseño de piezas	27
2.1.2 Antecedentes en el software de diseño	27
2.1.3 Antecedentes específicos	28
2.2 Marco Teórico	28
2.2.1 El diseño mecánico	28

2.2.1.1 Historia del diseño mecánico	29
2.2.1.2 Definiciones del concepto de diseño en ingeniería mecánica	29
2.2.1.3 Fases del diseño mecánico	30
2.2.1.4 Consideraciones del diseño	31
2.2.2 Diseño asistido por computador	32
2.2.2.1 Tipos de software de ingeniería y diseño mecánico	36
2.2.2.2 SolidWorks	36
2.2.3 Impresión 3d	38
2.2.3.1 Historia de la impresión 3D	39
2.2.3.2 Ventajas de la impresión 3D	39
2.2.3.3 Desventajas en la impresión 3D	40
2.3 Marco Conceptual	41
2.4 Marco Contextual	42
2.4.1 Historia del instituto	43
2.4.2 Misión	43
2.4.3 Visión	44
2.4.4 Manual de procedimientos	44
2.5 Fundamentos Legales	45
3. Diseño Metodológico	46
3.1 Tipo de Investigación: Documental	46
3.2 Fuentes de Información	47
3.2.1 Fuentes de información primaria	47
3.2.2 Fuentes de información secundarias	47

3.3 Técnicas y Procedimientos para la Recolección de Información	47
3.3.1 Técnicas para la recolección de información. Documentación y análisis	47
3.3.2 Procedimientos para la recolección de información	48
3.4 Análisis de la Información	48
4. Desarrollo del Proyecto	49
4.1 Situación Actual	49
4.2 Características de los Equipos que Intervienen en el Proyecto	50
4.2.1 Microscopio	50
4.2.2 Mesa Anti vibraciones	52
4.2.3 Impresora 3D	56
4.2.4 Laser	58
4.3 Ensayos Realizados	60
4.4 Características Mecánicas y Propiedades de los Materiales a Seleccionar para la Implementación en el Microscopio Especial de Lente Térmica	61
4.4.1 Información obtenida por el fabricante del filamento para impresión.	61
4.4.2 Norma ASTM D638	62
4.4.3 Para el cálculo y la comparación de resultados	64
4.4.3.1 Resultados	69
4.4.3.2 Discusión de los resultados	76
4.4.3.3 Conclusiones del estudio	77
4.5 Modelo Geométrico de las Piezas	78
4.5.1 Modelado de las piezas principales del diseño – MODELO 1.	81
4.5.1.1 Porta dicroico	81

4.5.1.2 Soporte estabilizador	84
4.5.1.3 Acople láser-estabilizador	87
4.5.1.4 Carcasa del láser	90
4.5.1.5 Tapa carcasa láser	93
4.5.1.6 Soportes D1	96
4.5.1.7 Soportes D2	99
4.5.2 Modelado de las piezas principales del diseño – MODELO 2	102
4.5.2.1 Base ocular fotográfico	102
4.5.3 Modelado de las piezas secundarias del diseño	105
4.5.3.1 Base para dicroico dentro del microscopio	105
4.5.3.2 Porta muestras	108
4.5.3.3 Base de estabilizador del porta muestras	111
4.5.4 Ensamblaje sistema #1	114
4.5.5 Ensamblaje #2	116
4.6 Análisis Estático	118
4.6.1 Primer sistema: Lente térmica y Reflectancia	118
4.6.2 Segundo sistema	125
4.7 Análisis Térmico	133
4.8 Impresión de las Piezas Diseñadas	141
4.9 Piezas del Microscopio Después de ser Impresas e Implementadas en el Microscopio	146
4.9.1 Modelo 1	146
4.9.2 Modelo 2	152
4.9.3 Piezas adicionales al microscopio	153

4.10 Rediseño del Soporte del Microscopio	157
5. Resultados Esperados	160
6. Recomendaciones	161
7. Conclusiones	162
Referencias Bibliográficas	163
Anexos	168

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. Accesorios ópticos	23
Figura 2. Ubicación de la sede del CICATA- IPN unidad legaria	26
Figura 3. Fases del proceso de diseño que reconocen múltiples retroalimentaciones e iteraciones	31
Figura 4. Proceso de Diseño para elaboración de la pieza o componente en CAD	34
Figura 5. Proceso de refinamiento del diseño	35
Figura 6. Etapas de la impresión 3D de una hélice	39
Figura 7. Localización geográfica CICATA IPN	42
Figura 8. Metodología de diseño de un proyecto mecánico	46
Figura 9. Microscopio MOTIC PSM-1000	50
Figura 10. Ficha técnica microscopio MOTIC PSM-1000	51
Figura 11. Mesa anti vibraciones	52
Figura 12. Ficha técnica mesa anti vibraciones	55
Figura 13. Impresora 3D Creator Pro-Flashforge 3D	56
Figura 14. Ficha técnica Impresora 3D	57
Figura 15. Laser OBIS 640 Nm	58
Figura 16. Ficha técnica Laser OBIS 640 Nm	59
Figura 17. Ensayos realizados	60
Figura 18. Muestras estándar para pruebas mecánicas (a) muestra de tracción. (b) muestra de flexión en 3 puntos. (Las dimensiones están en mm.)	66
Figura 19. Parámetros del proceso	66
Figura 20. Comparación grafica de la resistencia a la tracción máxima promedio	72

Figura 21. Comparación gráfica de la resistencia a la flexión máxima promedio	73
Figura 22. Curvas promedio de tensión- deformación	74
Figura 23. Curvas de tensión-deformación promedio	75
Figura 24. Porta dicroico	81
Figura 25. Porta dicroico con líneas ocultas visibles	82
Figura 26. Medidas del porta dicroico	83
Figura 27. Soporte estabilizador	84
Figura 28. Soporte estabilizador con líneas ocultas visibles	85
Figura 29. Medidas del soporte estabilizador.	86
Figura 30. Acople Láser-Estabilizador	87
Figura 31. Acople laser-estabilizador con líneas ocultas visibles	88
Figura 32. Medidas del acople láser-estabilizador	89
Figura 33. Carcasa láser	90
Figura 34. Carcasa del láser con líneas ocultas visibles	91
Figura 35. Medidas de la carcasa del láser	92
Figura 36. Tapa carcasa láser	93
Figura 37. Tapa carcasa láser con líneas ocultas visibles	94
Figura 38. Medidas de la Tapa de la carcasa del láser	95
Figura 39. Soportes D1	96
Figura 40. Soportes D1 con líneas ocultas visibles	97
Figura 41. Medidas de los soportes D1	98
Figura 42. Soportes D2	99
Figura 43. Soportes D2 con líneas ocultas visibles	100
Figura 44. Medidas de los soportes D2	101

Figura 45. Base ocular fotográfico	102
Figura 46. Base ocular fotográfico con líneas ocultas visibles	103
Figura 47. Medidas de base ocular fotográfico	104
Figura 48. Base para dicroico	105
Figura 49. Base para dicroico dentro del microscopio con líneas ocultas visibles	106
Figura 50. Medidas de la base para dicroico dentro del microscopio	107
Figura 51. Porta muestras	108
Figura 52. Porta muestras con líneas ocultas visibles	109
Figura 53. Medidas del porta muestras	110
Figura 54. Base para estabilizador del porta muestras	111
Figura 55. Base del estabilizador del porta muestras con líneas ocultas visibles	112
Figura 56. Medidas de la base de estabilizador del porta muestras	113
Figura 57. Diseño del ensamblaje total del SISTEMA 1	114
Figura 58. Medidas del ensamblaje total del SISTEMA 1	115
Figura 59. Diseño del ensamblaje total del SISTEMA 2	116
Figura 60. Medidas del ensamblaje total del SISTEMA 2	117
Figura 61. Malla Sistema 1	122
Figura 62. Tensión von mises	123
Figura 63. Desplazamientos resultantes	123
Figura 64. Deformación unitaria equivalente	124
Figura 65. Malla sistema 2	129
Figura 66. Tensión von mises	130
Figura 67. Desplazamientos resultantes	131
Figura 68. Deformación unitaria	132

Figura 69. Malla	137
Figura 70. Temperatura	138
Figura 71. Flujo de calor Direcc. X	139
Figura 72. Gradiente de temperatura resultante	140
Figura 73. Grafico de Temperatura	140
Figura 74. Formato de las piezas 3D	141
Figura 75. Posicionamiento de las piezas	142
Figura 76. Soportes	143
Figura 77. Soportes para imprimir las piezas 3D	144
Figura 78. Porta dicroico 3D	146
Figura 79. Soporte del estabilizador 3D	147
Figura 80. Acople Láser-Estabilizador 3D	148
Figura 81. Carcasa del láser 3D	149
Figura 82. Carcasa o cobertor del láser 3D	150
Figura 83. Montaje MODELO 1	151
Figura 84. Montaje MODELO 2	152
Figura 85. Tapón para cámara en lente ocular	153
Figura 86. Porta muestras	154
Figura 87. Base estabilizador porta muestras 3D	155
Figura 88. Montaje de la base del estabilizador con el porta muestras	156
Figura 89. Primer diseño de la base	157
Figura 90. Segundo diseño de la base	158
Figura 91. Segundo diseño de la base	159

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. Consideraciones de las características en un diseño	32
Tabla 2. Amortiguación Activa e híbrida	53
Tabla 3. Aislador de vibración	54
Tabla 4. Rangos típicos de propiedades mecánicas para materiales PLA	65
Tabla 5. Parámetros del proceso	67
Tabla 6. Parámetros fijos del proceso	67
Tabla 7. Resultados promedio de la prueba de tracción de las muestras. La desviación estándar se representa en paréntesis	69
Tabla 8. Resultados promedio de la prueba de flexión a 3 puntos. La desviación estándar se representa entre paréntesis.	70
Tabla 9. Numero de capas y tiempo de impresión	71
Tabla 10. Información de Modelo	118
Tabla 11. Propiedades de estudio	119
Tabla 12. Unidades	119
Tabla 13. Propiedades de material	120
Tabla 14. Cargas y sujeciones	121
Tabla 15. Información de contacto	121
Tabla 16. Información de malla	122
Tabla 17. Fuerzas de reacción	122
Tabla 18. Resultados del estudio	123
Tabla 19. Tensión von mises	123
Tabla 20. Desplazamientos resultantes	124

Tabla 21. Información de Modelo	125
Tabla 22. Propiedades de estudio	126
Tabla 23. Propiedades de material	126
Tabla 24. Cargas y sujeciones	127
Tabla 25. Información de contacto	128
Tabla 26. Información de malla	128
Tabla 27. Fuerzas de reacción	129
Tabla 28. Tensión von mises	130
Tabla 29. Desplazamientos resultantes	131
Tabla 30. Deformación unitaria	132
Tabla 31. Información de Modelo	133
Tabla 32. Propiedades de estudio	134
Tabla 33. Unidades	134
Tabla 34. Propiedades de material	135
Tabla 35. Cargas térmicas	136
Tabla 36. Información de contacto	137
Tabla 37. Información de malla	137
Tabla 38. Resultados del estudio	138
Tabla 39. Flujo de calor Direcc. X	139
Tabla 40. Gradiente de temperatura resultante	140
Tabla 41. Parámetros generales de impresión	145
Tabla 42. Parámetros de relleno	145

Lista de Anexos

Anexo 1. Planos

169

Resumen

Este proyecto presenta el diseño y la fabricación de piezas mecánicas para la implementación de espectroscopia en lente térmica a un microscopio marca Motic PSM 1000 y acoplarlo a mesa anti vibratoria en el laboratorio de técnicas fototérmicas de CICATA-IPN. Haciendo uso SolidWorks como programa de diseño y Flash Print como programa para impresión, se implementaron dos sistemas para el rediseño del microscopio. El primer ensayo que es de lente térmica y reflectancia, se compone de una serie de piezas acopladas entre sí para el correcto funcionamiento de dos láseres. El segundo ensayo, de lente térmica solo ese compone de una pieza. El diseño de estas piezas se basó en tres parámetros fundamentales: a) Orientación de construcción de las piezas; b) Componentes opto mecánicos en el sistema, c) accesibilidad a materiales para impresión. Se tomó como referencia las condiciones en las que se encontraba el microscopio sobre la mesa anti vibraciones y del espacio que se disponía para la implementación de las piezas. También se modificó la base del microscopio para poder elevarlo a una altura de 15 cm y así poder ubicar bajo el lente objetivo las muestras a las cuales se realizará el estudio respectivo

Abstract

This project presents the design and manufacture of mechanical parts for the implementation of thermal lens spectroscopy to a Motic PSM 1000 microscope and to attach it to an anti-vibration table in the CICATA-IPN photothermal techniques laboratory. Using SolidWorks as the design program and Flash Print as the printing program, two systems were implemented for the redesign of the microscope. Two systems were implemented to the microscope for two different tests; the first test, which is thermal lens and reflectance, is composed of a series of parts coupled together for the proper functioning of two lasers. The second test, of thermal lens, is composed of only one piece. The design of these parts was based on three fundamental parameters: a) Construction orientation of the parts; b) Opto-mechanical components in the system; c) Accessibility to printing materials. The conditions in which the microscope was placed on the anti-vibration table and the space available for the implementation of the parts were taken as a reference. The base of the microscope was also modified to be able to elevate it to a height of 15 cm and thus to be able to locate under the objective lens the samples to which the respective study was enhanced.

Introducción

Es indispensable para cualquier estudiante, materializar el conocimiento; llevar a la práctica la teoría para un desarrollo íntegro y competente del ingeniero en futura función, fomentar la investigación física, para la implementación de todos aquellos conceptos aprendidos durante la carrera universitaria.

Para entrar un poco en contexto, hablaremos sobre la técnica de espectroscopia de lente térmica, en la cual un haz de luz, denominado haz de excitación o bombeo, se hace incidir sobre una muestra siendo su energía luminosa parcialmente absorbida y transformada en calor. El calentamiento provoca un cambio local en el índice de refracción que a su vez modifica la intensidad de otro haz de luz (haz de prueba) que se propaga a través de la misma región. El cambio en intensidad es medido con un fotodetector en el campo lejano, y constituye la señal de lente térmica, misma que es proporcional a la absorbancia óptica de la muestra. La sensibilidad de la técnica puede ser varios ordenes de magnitud superior a la de la espectroscopía óptica de transmitancia convencional, por lo que desde varios años se utiliza para la medición de trazas de contaminantes en líquidos, entre otras aplicaciones. Para una revisión de los principios y aplicaciones de la técnica el lector puede consultar las referencias [1-3]. Si el haz de bombeo se enfoca en una región de dimensiones micrométricas la técnica recibe el nombre de Microscopía de Lente Térmica [4]. Esta configuración ha sido implementada desde hace algunos años en el laboratorio de técnicas fototérmicas de CICATA, U. Legaria, del Instituto Politécnico Nacional, en Ciudad de México, México [5], donde recientemente se adquirió un Microscopio óptico MOTIC (PSM 1000) para implementarla en él, aprovechando la óptica optimizada para su uso con láseres que posee dicho instrumento. Para ello hubo que sustituir la base original del microscopio por una que permitiese elevarlo de manera tal de poder colocar algunos aditamentos

debajo del objetivo, y se tuvo que fabricar una serie de piezas necesarias para incorporar aquellas componentes de la técnica de lente térmica que no se encuentran en el microscopio, como los láseres de bombeo y prueba, y los elementos ópticos necesarios para sus enfoques, como lentes, espejos, filtros, polarizadores, etc. Con esas componentes actualmente se cuenta en el mencionado laboratorio con un microscopio de lente térmica de alta sensibilidad con el cual se ha venido trabajando en aplicaciones espectroscópicas de alta sensibilidad en microespacios.

Adicional a esto, se optimizó el requerimiento de un mínimo esfuerzo de alineación si se compara con el diseño anterior que existía, y la obtención de límites de detección menores a los que se alcanzaban anteriormente (Actualmente se reportan partes por trillón en contaminante como Cr hexavalente y Hierro divalente en agua).

[1] (R.D. Snook R. L., 1995)

[2] (S.E. Bialkowski, Photothermal Spectroscopy Methods, Wiley, 2019)

[3] (M. Liu M. F., 2016)

[4] (M. Proskurnin D. V., 2015)

[5] (J. Batalla H. C.-M., 2015)

1. Problema

1.1 Título

REDISEÑO Y ACOPLAMIENTO DE UN MICROSCOPIO MARCA MOTIC MODELO PSM 1000 DELENTE TÉRMICA DE ALTA SENSIBILIDAD A MESA ANTIVIBRATORIA PARA EL LABORATORIO DE TÉCNICAS FOTOTÉRMICAS EN CICATA-IPN.

1.2 Planteamiento del Problema

A través de la historia se han visto múltiples fallas en la industria debido a detalles mínimos que descuidaron los ingenieros y ocasionaron que sistemas importantes no respondieran a los requerimientos. Por ejemplo, el ingeniero William Mulholland construyó una presa en Los Ángeles sobre cimientos defectuosos e ignoró la geología del cañón circundante. Cinco días después, la presa se rompió matando a 450 personas y destruyendo ciudades enteras (Outland, 2002).

En algunas ocasiones el uso correcto de equipos en laboratorios con fines investigativos, se ven limitados en sus funciones por una incorrecta adaptación de sus componentes, es el caso del microscopio especial de lente térmica y reflectancia, el cual “basa su técnica en la medición de la cantidad de calor generado por la absorción de energía en un haz de bombeo generando así cierto gradiente de origen térmico llamado, lente térmica” (Cedeño, 2015). Dado esto, surgió la necesidad de rediseñar y acoplar de manera precisa el microscopio Motic a la mesa antivibratoria, para así poder acomodar en el PSM 1000 la óptica y el porta-muestras requerido en la configuración. Es necesario extender el largo del soporte del microscopio para poder separar el cabezal de la platina aproximadamente 15 cm; para ello se debe diseñar un dispositivo modular

compuesto de tres piezas de aluminio acoplables entre sí: dos bloques rectangulares huecos de dimensiones 106*59*100 mm y una base de 110*64*20 mm la cual se pueda fijar a la mesa anti vibratoria. Uno de los bloques será diseñado de manera tal que pueda sostener una platina móvil y algunos accesorios ópticos.

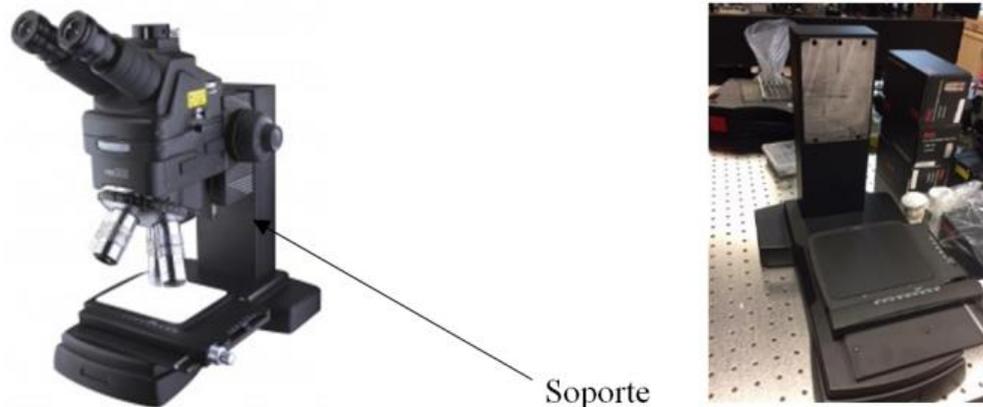


Figura 1. Accesorios ópticos

Fuente: Motic, 2019.

1.2.1 Formulación del problema. ¿Cómo se podría realizar el montaje de un microscopio de lente térmica usando un microscopio marca Motic modelo PSM 1000 sobre la mesa anti vibratoria, con el fin de garantizar lecturas correctas y precisas del microscopio, el cual será implementado en el laboratorio de técnicas fototérmicas en CICATA-IPN?

1.3 Justificación

El principal interés de cualquier diseño se basa en una completa implementación de los fenómenos y cálculos físico-matemáticos aplicados al dibujo y diseño mecánico generalmente en programas de diseño como SolidWorks. “Actualmente las computadoras suelen asistir el proceso de creación de cualquier equipo mecánico complejo, tanto en la primera etapa del diseño (CAD),

como en la última de la manufactura (CAM). En el caso del diseño y manufactura de sistemas mecánicos complejos, el proceso de diseño debería fundamentarse en un modelo computarizado especialmente desarrollado de la estructura mecánica” (Buchelli, 2014).

Es aquí donde los conocimientos y bases fundamentados en la Universidad Francisco de Paula Santander, programa de ingeniería mecánica, son llevados a cabo mediante métodos de estimación de fuerzas y de diseño mecánico en programas avanzados, el diseño y la fabricación de piezas de gran importancia.

Es importante para nosotros como ingenieros tener claros los conceptos básicos aprendidos en cada área de desarrollo profesional, para así poder determinar cuáles serán los procesos más críticos y justificar un diseño sin ser sobredimensionado, ajustando cada parámetro a la necesidad del equipo al cual se le adaptarán estas piezas, teniendo en cuenta aquellos factores que afectan el funcionamiento de dichas piezas como el tipo de material, la eficiencia del diseño y las condiciones ambientales sometidas; por medio de cálculos matemáticos y físicos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general. Rediseñar y acoplar un microscopio marca Motic modelo PSM 1000 de lente térmica de alta sensibilidad a mesa anti vibratoria para el laboratorio de técnicas fototérmicas en CICATA-IPN

1.4.2 Objetivos específicos. Estudiar las características mecánicas y propiedades de los materiales a seleccionar para la implementación en el microscopio especial de lente térmica.

Determinar las piezas mecánicas necesarias para la implementación del microscopio de lente térmica de alta sensibilidad.

Rediseñar el soporte del microscopio.

Implementar una extensión al soporte que le permita sostener una platina móvil y algunos accesorios ópticos.

1.5 Alcances y Delimitaciones

1.5.1 Alcance. El alcance del diseño y fabricación de las piezas mecánicas para la implementación de un microscopio especial de lente térmica es totalmente necesario para poder llevar a cabo la finalidad del proyecto, el cual tendrá un gran impacto a nivel nacional en México. El proyecto promueve el desarrollo tecnológico, es innovador y trae consigo múltiples beneficios para la academia y la industria.

1.5.2 Delimitaciones. El proyecto se limita únicamente al microscopio marca Motic modelo PSM 1000 y realizará para la finalización de un proyecto innovador el cual tendrá la totalidad de sus derechos de autor el IPN (Instituto Politécnico Nacional) de la ciudad de México los cuales serán los usuarios totales de las pruebas, diseños, datos e información obtenida. Estos datos, gráficas y tablas no podrán ser reproducidas sin el permiso del expreso autor.

1.5.2.1 Delimitación geográfica. El proyecto se realizará dentro de las instalaciones del CICATA-IPN unidad legaría ubicado en Calzada Legaria No. 694 Col. Irrigación, Del. Miguel Hidalgo, Ciudad de México, C.P.

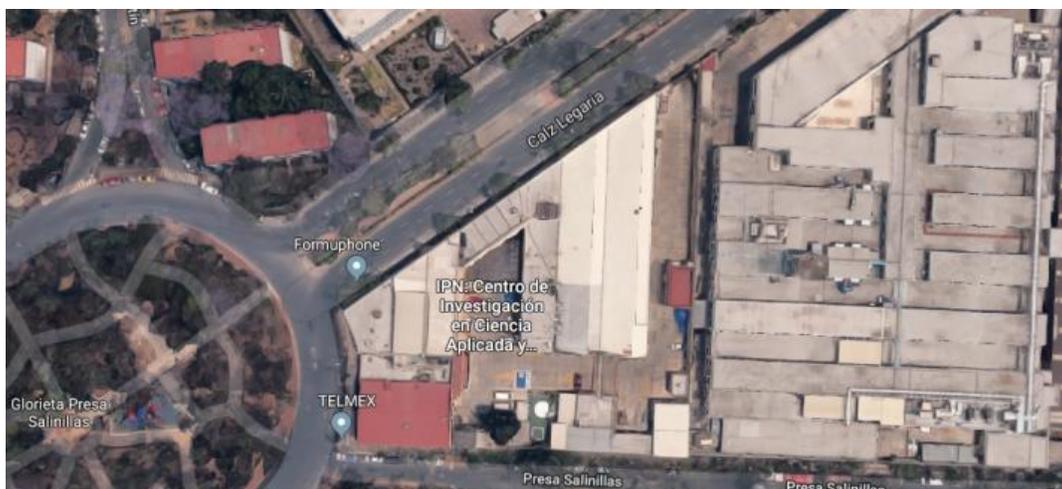


Figura 2. Ubicación de la sede del CICATA- IPN unidad legaria

Fuente: Google Maps, 2020.

1.5.2.2 Delimitaciones temporales. Se realizará el total estudio y diseño para la fabricación de las piezas para el montaje del microscopio en donde algunas semanas se trabajará en Colombia y se monitoreará el desarrollo de las piezas para su finalización.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes en el diseño de piezas. Patrick Hanratty e Ivan Sutherland contribuyeron significativamente en el conocido diseño asistido por ordenador (CAD) de hoy, ya que lo consideran una herramienta más rápida y precisa (Parodesings, 2018).

En el año de 1958, el Ingeniero Jorge Reynolds Pombo fue pionero en el mundo con el diseño y la construcción del primer marcapasos, en Bogotá, basado en el modelo de John Hopps de 1950. Hoy en día Jorge Reynolds Pombo avanza en un nuevo diseño apoyado en nanotecnología que reducirá de 12.000 a 1.500 dólares el costo (López, 2009).

Switek, Acosta & Alencastre (2004), Realizaron en el 2004 una simulación y modelado en el diseño mecánico de un reductor de velocidad utilizando softwares de simulación y de diseño tales como Powersim, AutoCAD y SolidWorks (Switek, 2004).

2.1.2 Antecedentes en el software de diseño. Desde que en 1963 Ivan Sutherland del MIT (Massachusetts Institute of Technology) publicó su tesis doctoral sobre graficas interactivas por computadora definiendo la topología del objeto (sistema Sketchpad – SUTH63) la tecnología CAD se ha desarrollado con limitante tiempo de proceso (Rojas Lazo O. R., 2006). En la década de 1960 un matemático e ingeniero llamado Pierre Bezier cambió todo con su nueva herramienta CAGD llamada UNISURF. Este nuevo software permitió a los diseñadores dibujar curvas suaves en la pantalla de una computadora y usar menos espacio de almacenamiento físico para materiales de diseño. La contribución de Béziere a los gráficos por computadora ha allanado el camino para el CAD.

Software como Maya, Blender y 3D Max. Sus desarrollos sirven como puerta de entrada al aprendizaje. Sobre los modernos gráficos por ordenador, que dieron lugar a un objeto matemático relativamente nuevo conocido como spline, o una curva suave especificada en términos de unos pocos puntos (Bertka, 2008).

El desarrollo del CAD empezó en Estados Unidos hace unos 60 años. El Dr. Patrick Hanratty concebía en 1957 el primer software CAM llamado "PRONTO" por eso el Dr. Hanratty ha sido muchas veces llamado el padre del CAD/CAM (Nieto, 2012).

2.1.3 Antecedentes específicos. En el caso en particular del diseño planteado, se contaba en las instalaciones del IPN CICATA unidad legaría con un microscopio de lente térmica, el cual fue implementado con piezas de baja calidad y no acordes al diseño necesario, además era un microscopio que no era de alta resolución con el cual no se había podido iniciar el proyecto actual de investigación “ Espectroscopía de lente térmica de alta sensibilidad en configuración micro espacial para detección de trazas de contaminantes en agua”. Cabe resaltar que, con el actual diseño y alcance del microscopio, es altamente viable una patente en México.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 El diseño mecánico. El diseño es un proceso iterativo con muchas fases interactivas. Existen recursos para apoyar al diseñador, entre los que se incluyen muchas fuentes de información y una gran abundancia de herramientas de diseño por computadora.

“Los problemas reales se resisten a la especialización. Un simple muñón y cojinete involucran flujo de fluidos, transferencia de calor, fricción, transporte de energía, selección de materiales, etc. La construcción debe respetar el medio ambiente” (Shigley, 2008).

Sabemos que entonces para concluir con un diseño este se basará en el amplio conocimiento que tengamos sobre cálculo de fuerzas, dibujo aplicado a la ingeniería y de diversos estándares y recomendaciones existentes en la particular área del diseño, así como nuestra propia experiencia. Actualmente contamos con softwares capaces de asistir cualquier proceso de creación de cualquier equipo mecánico complejo, tanto en la etapa de diseño CAM hasta su última etapa de manufactura CAM (Switek, 2004).

2.2.1.1 Historia del diseño mecánico. Al igual que la historia del hombre, la historia del diseño mecánico, con el paso de los años se ha ido perfeccionando y evolucionando, desarrollando técnicas que permitieron convertir el lenguaje gráfico en un lenguaje universal (Rojas, 2011).

2.2.1.2 Definiciones del concepto de diseño en ingeniería mecánica. Se piensa que el diseñar es idear un instrumento y se hace hincapié en el diseño de diferentes partes en las maquinas, como, por ejemplo: ejes, resortes, engranes, etc. En las universidades, y diferentes cursos, se plantea el diseño con ejemplos de estática, dinámica, análisis mecánicos, análisis térmicos, resistencias de materiales, y se muestra una relación general, la cual enseña una idea principal en la importancia de estas teorías de ciencia básica de una forma puntual, pero no estructural (Shigley, 2008).

Actualmente las descripciones para el concepto “Diseño en ingeniería mecánica” son muchas, estas son algunas de diferentes autores:

Los ingenieros mecánicos están relacionados con la producción y el procesamiento de energía y con el suministro de los medios de producción, las herramientas de transporte y las técnicas de automatización. Las bases de su capacidad y conocimiento son extensas. Entre las bases disciplinarias

se encuentran la mecánica de sólidos, de fluidos, la transferencia de masa y momento, los procesos de manufactura y la teoría eléctrica y de la información. El diseño en la ingeniería mecánica involucra todas las áreas que componen esta disciplina. (Shigley, 1979, p.5)

“Es el arte de planear o idear máquinas nuevas o mejoradas para finalidades específicas. En general una máquina, se compone de una combinación de varios elementos mecánicos diferentes, adecuadamente dispuestos para trabajar conjuntamente como un todo” (Spotts, 1976, p.1).

“Es la creación de los planos necesarios para que las máquinas, las estructuras, los sistemas o los procesos desarrollen las funciones deseadas” (Hall, 1974, p.2).

“Consiste en la determinación previa de su constitución estructural, material, dimensional y formal realizada, teniendo presente los resultados cualitativos y cuantitativos, físicos y económico que se quieran obtener y los medios disponibles para su fabricación” (Tedeschi, 1979, p.12).

2.2.1.3 Fases del diseño mecánico. El desarrollo del diseño inicia con el reconocimiento de una necesidad y que se hará respecto a eso. Luego de repetir el proceso, se termina con la solución de la necesidad. Cabe resaltar que en muchas ocasiones dicha necesidad no es clara por lo tanto para poder reconocerla las eventualidades se tienen que originar de forma casi simultánea. Existe una gran desigualdad entre la necesidad y la identificación del problema; en el problema su descripción es más específica e incorpora todas las características específicas del objeto a diseñar, estas características definen el valor, el número de unidades, su vida útil, confiabilidad, etc. Los aspectos principales en las características específicas son las limitaciones de temperatura, velocidad, avance, variaciones esperadas, intervalos, etc (Shigley, 2008).

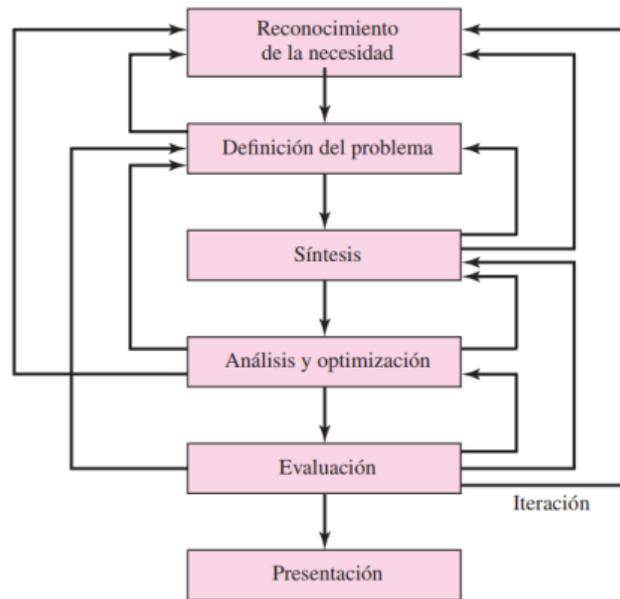


Figura 3. Fases del proceso de diseño que reconocen múltiples retroalimentaciones e iteraciones

Fuente: Shigley, 2008.

2.2.1.4 Consideraciones del diseño. Como ejemplo, en algunas ocasiones los parámetros de un material inciden directamente en factores importantes para determinar el diseño de una pieza, en estas situaciones dicho parámetro es una consideración del diseño importante. Es necesario estimar muchas características como esta en una situación de diseño (Shigley R. G., 2008).

Tabla 1. Consideraciones de las características en un diseño

1. Funcionalidad	14. Ruido
2. Resistencia/esfuerzo	15. Estilo
3. Distorsión/deflexión/rigidez	16. Forma
4. Desgaste	17. Tamaño
5. Corrosión	18. Control
6. Seguridad	19. Propiedades térmicas
7. Confiabilidad	20. Superficie
8. Manufacturabilidad	21. Lubricación
9. Utilidad	22. Comercialización
10. Costo	23. Mantenimiento
11. Fricción	24. Volumen
12. Peso	25. Responsabilidad legal
13. Vida	26. Capacidad de reciclado/recuperación

Fuente: Shigley, 2008.

2.2.2 Diseño asistido por computador. Como se muestra a continuación:

CAD (Computer Aided Design): Diseño asistido por computador

CAM (Computer Aided Manufacturing): Manufactura asistida por computador

CAE (Computer Aided Engineering): Ingeniería asistida por computador

El gran progreso que ha tenido en esta década el software y hardware, ha cambiado el juicio del CAD, en la actualidad se interpreta como la unificación del diseño y del análisis (CAD y CAE)

Características principales del CAD/CAE son:

“Simulaciones dinámicas con características especiales de visualización de procesos y resultados (representaciones foto realistas, tabulaciones, diagramas, giros, sonido, etc.).

Capacidad del software de generar soluciones óptimas según los tipos de aplicación.

Desarrollo de sistemas virtuales dentro de un entorno, permitiendo en muchos casos eliminar los prototipos físicos.

Ingeniería concurrente on-line (trabajo multidisciplinario vía red, con niveles de acceso y con geoprocésamiento referenciado).

Arquitectura abierta del software (posibilidad de personalizar y generar programas complementarios - “glue functions”).

Ingeniería inversa (obtener un modelo CAD a partir del escaneado tridimensional de una pieza real).

Intercambio estandarizado de formatos de archivos para el trabajo multiplataforma (run anywhere).

Pantalla de trabajo (workspace) compartidos con diferentes aplicaciones y programas adicionales (plug-ins) (Rojas, 2006).

La llegada de los computadores, ha permitido que la producción se convierta en una automatización integral en los procesos industriales. Dado esto los softwares se están uniendo bajo los sistemas CAD/CAM/CAE que dan un mayor significado a la automatización desde el diseño hasta su fabricación.

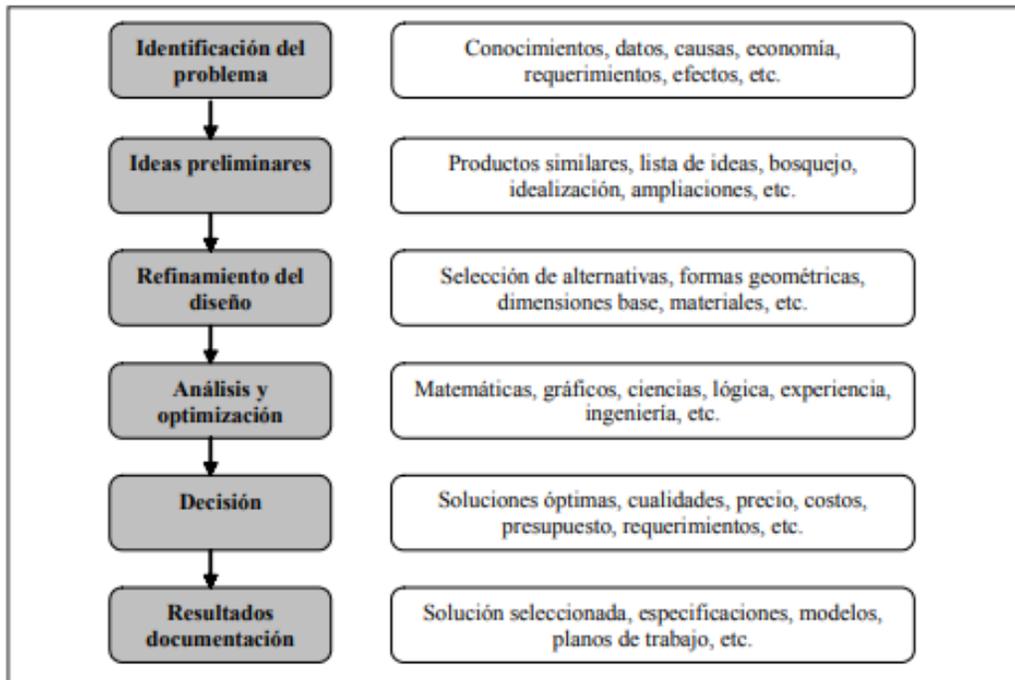


Figura 4. Proceso de Diseño para elaboración de la pieza o componente en CAD

Fuente: Rojas, 2006.

Luego de realizar el proceso definido en la Figura anterior (Figura 3) se procede al refinamiento del diseño, esta es la etapa en la que se comienza a trabajar con los sistemas CAD, la cual se conforma por tres áreas.

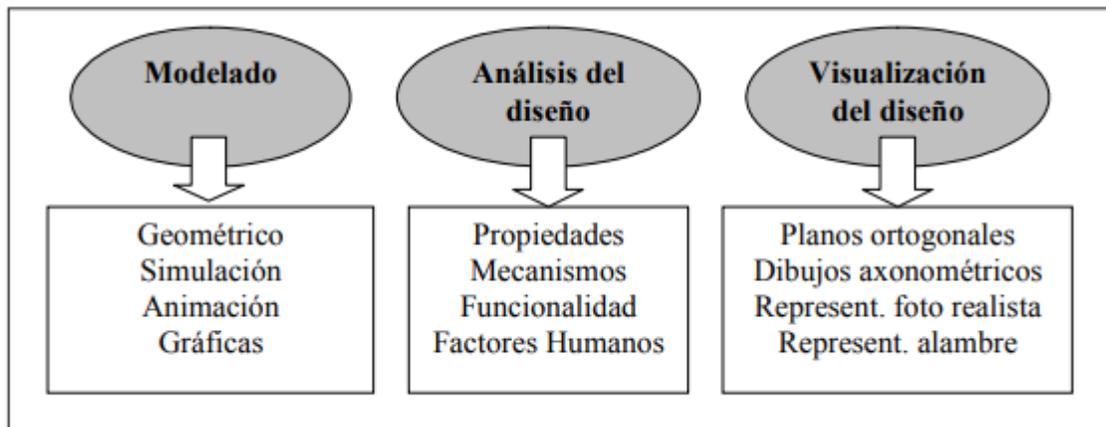


Figura 5. Proceso de refinamiento del diseño

Fuente: Rojas, 2006.

Los prototipos en un sistema CAD son:

Modelo de alambre “wireframe” (información geométrica de entrada, usada para la representación de los vértices y aristas).

De superficie (visualización y trabajos superficiales, usados en control numérico).

Sólidos (análisis de ingeniería, se le asignan propiedades, son usados en el análisis con elementos finitos) (Rojas, 2006).

Después de este proceso, para poder conseguir la geometría óptima para la situación. El personal capacitado, bien sean ingenieros, diseñadores, arquitectos, etc. Usan los programas CAE para determinar la viabilidad de cada posibilidad en el diseño. Usando correctamente la herramienta CAE se puede conseguir rápidamente soluciones eficaces con una alta confiabilidad (Rojas, 2006).

2.2.2.1 Tipos de software de ingeniería y diseño mecánico. Como se muestra a continuación:

Tipos:

El diseño asistido por computadora (CAD):

Es una de las herramientas de software de diseño más populares. Generalmente, los modelos creados con software CAD se utilizan como entradas en otras herramientas de ingeniería y diseño mecánico.

Ingeniería asistida por computadora (CAE):

Es un término amplio que se da al software utilizado para los análisis de ingeniería. El software CAE puede realizar tareas complejas, como análisis de elementos finitos (FEA) y dinámicas de fluidos computarizados (CFD), entre otros.

Manufactura asistida por computadora (CAM):

Hace referencia al uso de software para automatizar el proceso de manufactura. CAM suele usarse después de desarrollar un diseño con software CAD y se valida mediante software CAE antes de la etapa de manufactura.

El software de gestión de datos de producto (PDM):

Ayuda a los ingenieros a gestionar la documentación y controlar las revisiones (Autodesk, 2018).

2.2.2.2 SolidWorks. Se eligió SolidWorks como software para el diseño de las piezas a fabricar por diversos motivos, principalmente porque es un software altamente sofisticado y cumple con las demandas requeridas para la realización del diseño, consta de múltiples

actualizaciones constantemente mejorando su rendimiento y calidad, es un software que es compatible la impresión 3D con la cual se contara para la fabricación de las piezas, en el CICATA-IPN se cuenta con las licencias y los permisos necesarios para el uso de este software, aparte de que durante algunos semestres de formación de los estudiantes de ingeniería mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander fue posible realizar varios cursos de este software facilitando su uso para la terminación del proyecto.

Usos de SolidWorks. El software básicamente se basa en el diseño asistido por computadora en 3D, el cual permite diseñar tanto piezas como ensamblajes en 3 dimensiones y 2 dimensiones. El programa brinda una cantidad completa que permita abarcar los procesos más importantes en el desarrollo del producto. El programa permite tanto crear la pieza como hacer su simulación entre otras características (Solidbi, 2017).

Historia y evolución. La empresa SolidWorks se creó en 1993 por Jon Hirschtick quien es actualmente desarrollador del software CAD, fundador y ex CEO de solidworks, se fundó en el estado de Massachussets (Solidbi, 2017).

Ventajas de este software. El software brinda las herramientas necesarias para cada parte del diseño, cuenta con una gran variedad de herramientas que optimizaran el desarrollo de los diseños en todas sus etapas.

Herramientas ofrecidas por el software SolidWorks, las cuales trabajan de manera simultánea para optimizar el rendimiento de fabricación:

Herramientas de diseño para crear modelos y ensamblajes.

Herramientas de diseño para la fabricación mecánica, que automatiza documentos de inspección y genera documentación sin planos 2D.

Herramientas de simulación para evaluar el diseño y garantizar que es el mejor posible.

Herramientas que evalúan el impacto medioambiental del diseño durante su ciclo de vida.

Herramientas que reutilizan los datos de CAD en 3D para simplificar el modo en que las empresas crean, conservan y utilizan contenidos para la comunicación técnica.

Finalmente, todas estas herramientas están respaldadas por SolidWorks PDM para gestionar y controlar de forma segura los datos mediante una única fuente de datos reales de sus diseños y SOLIDWORKS Manager, una herramienta que gestiona los procesos y proyectos implicados en todo el desarrollo del producto y está conectado al proceso de diseño (Solidbi, 2017).

2.2.3 Impresión 3d. En pocas palabras la impresión 3D consta de un único proceso en el cual se fabrica la pieza en un único procedimiento, este procedimiento es un método de adición de material capa sobre capa, a una velocidad constante. Las piezas impresas tienen la capacidad de si es necesario tener mecanismos internos, tales como perforaciones, curvas, rodamientos, etc. Se conoce que en la actualidad hay muchos procedimientos para la impresión 3D, pero como se dijo anteriormente todos son fabricados bajo un procedimiento de adición de material capa sobre capa, llamado así este proceso como “adición” (BERCHON, 2014). Este proceso involucra una máquina que realizara la adición de material capa sobre capa llamada impresora 3D, la cual está asociada a muchos softwares de diseño, también se encuentran en el mercado una gran variedad de ellas, variando aspectos y partes del hardware.



Figura 6. Etapas de la impresión 3D de una hélice

Fuente: Bertier, 2019.

2.2.3.1 Historia de la impresión 3D. Se puede llegar a pensar que la impresión 3D es un método que hasta ahora está comenzando, pero la verdad es que este es un método conocido desde hace ya más de 25 años, que debido a circunstancias no se había podido implementar en la forma que se ven ahora en el mercado, ya que su principal uso fue con fines de crear instrumentación rápida. Entre sus primeros ejemplares se encuentra la SLA-250, la cual fue creada en 1988 por la empresa 3D systems, donde utilizaban estereolitografía, principio en el que se basa la creación de modelos 3D con materiales o resinas sensibles a los rayos ultra violetas, de igual forma en esta empresa se originó el STL o “Lenguaje estándar de teselado” el cual más adelante se convertiría en un formato estándar para la impresión 3D (Berchon, 2014).

2.2.3.2 Ventajas de la impresión 3D. Como se muestra a continuación:

1. Fabricación económicamente eficiente. Mediante una impresión 3D se necesitan menos recursos humanos participando en las diferentes etapas del producto. Por ejemplo, un único diseñador podría crear un modelo CAD de una pieza, y mediante dicho programa directamente imprimirla en su impresora 3D. Esta pieza puede ser manipulada por cualquiera, lo que le da al diseñador una importante información práctica y le permite redefinir los parámetros necesarios

(García, 2013).

2. Producción rápida. Basándose en los mismos principios que el anterior punto, con esta tecnología es posible construir, relativamente rápido, diferentes piezas. Esta puede ser una competencia realmente interesante por ejemplo para una empresa que fabrique pequeñas series de piezas, pero de gran variedad, o para empresas de producción bajo demanda (Aycardi, 2017).

3. Ahorro de material. “Comparando con una fabricación tradicional basada en un mecanizado común, la cantidad de material desechado es mucho menor mediante esta tecnología. Obviamente esto tiene una influencia en el coste final de la pieza producida” (aycardi, 2017, p.28).

4. Alta calidad y nuevos perfiles. Con la impresión 3D se puede conseguir una excelente calidad en la superficie del material, todo esto depende del tipo de impresora que se use y los filamentos utilizados. También se puede resaltar que con esta tecnología es posible fabricar piezas con perfiles imposibles de realizar en otros procesos (Aycardi, 2017).

2.2.3.3 Desventajas en la impresión 3D. Como cualquier tecnología, la impresión 3D también tiene sus desventajas, las cuales son las siguientes:

5. Material. Aunque diariamente se siguen investigando y saliendo al mercado nuevos materiales para impresión 3D, actualmente su variedad es muy limitada y solo algunos polímeros tienen las características necesarias tanto mecánicas como térmicas para poder utilizarse en la impresión 3D que depende del uso que se le vaya a dar, por esto no es posible utilizar este método en todas las áreas.

6. Estructura. Sabemos que con el método de impresión 3D, la variedad de formas y diseños que pueden ser impresos son innovadores con una gran exactitud, también es cierto que en muchas ocasiones solo se podrían imprimir dichas piezas agregando soportes o extensiones a la pieza y esto condiciona mucho el proceso.

7. Tamaño del producto impreso. Y al igual que en las limitaciones por diseño o estructura, el tamaño también es un factor importante en este proceso, dado a que esto está directamente relacionado con la impresora 3D de la que dispongamos y si las dimensiones de la cama de impresión no son las necesarias, el diseño tocaría reestructurarlo en partes que muchas veces afectaría el desempeño de la pieza (Aycardi, 2017).

2.3 Marco Conceptual

Diseño: Se puede definir el diseño como el momento en el que se consigue representar bien sea en el papel, en una pantalla, o en cualquier superficie, una idea. Puede ser en el contexto de la arquitectura, las artes, la ingeniería y demás disciplinas.

Pieza Mecánica: Puede definirse como el elemento o conjunto de elementos que cumple una función determinada en algún sistema, proporcionando a este cualquier beneficio, o evitando cualquier inconsistencia en un diseño.

Fabricación: Proceso fundamental para cambiar la composición de un material para generar otro, bien sea alterando su estructura, resistencia, densidad, tamaño, o diseño.

CAD/CAM: Como sus siglas lo indican significa (Computer Aided Desing, Computer Aided Manufacturing) lo cual traduce: diseño asistido por computador y fabricación asistida por computadora respectivamente. Son programas o software que facilitan el diseño y la creación.

Facilitando el trabajo del ingeniero mediante las curvas de Bézier en su sistema.

Impresión 3D: Es un nuevo método de creación de objetos el cual permite fabricar casi cualquier cosa desde que sea posible diseñarla. Es un proceso en el cual el software, el hardware y el material deben trabajar en conjunto para completar la tarea. Básicamente lo que hace es crear un objeto tridimensional por adición mediante la superposición de capas del material.

Microscopio De Medición: Su técnica es prácticamente igual a la de un microscopio normal, lo que lo diferencia es que la imagen y la iluminación se basa en un sistema de luz reflejada.

2.4 Marco Contextual

El siguiente trabajo se realizó en las instalaciones del Instituto Politécnico Nacional CICATA unidad legaria, la localización física del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada unidad Legaria Calzada Legaria No. 694 Col. Irrigación, Del. Miguel Hidalgo, México D.F., C.P.:11500.



Figura 7. Localización geográfica CICATA IPN

Fuente: Google Maps, 2020.

2.4.1 Historia del instituto. El Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria perteneciente al Instituto Politécnico Nacional como institución educativa del Estado mexicano creado por Acuerdo del 02 de septiembre de 1996 con un solo propósito: contribuir al desarrollo y difusión del conocimiento científico y tecnológico, de conformidad con los compromisos establecidos por el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Nacional de Educación y los Programas Sectoriales, en condiciones que exigen una mejor capacidad de respuesta de las instituciones dedicadas a la enseñanza, la investigación y la innovación. Hacer del CICATA-IPN Unidad Legaria, una entidad consolidada y comprometida, innovadora y transparente, de mayor calidad y pertinencia, que responda a las demandas del presente, acrecentando sus capacidades para enfrentar un futuro de mayores desafíos. En otras palabras, hacer de este Centro de investigación un líder en la producción y aplicación de investigación científica y de tecnología avanzada. La imagen que representa a este Centro de Investigación, está integrada por un ojo al centro formado por dos semicírculos, los cuales representan al hombre y a la observación que este hace a los diferentes fenómenos para transformarlos y/o controlarlos en su beneficio, además de que la observación es una de las características del medio científico; alrededor de él se observa un engrane, que representa a la tecnología como uno de los elementos más característicos de esta, al momento de ir girando se va transformando en los rayos que emite el sol, que representan la luz de la ciencia. Los colores seleccionados, el negro y el rojo, dan un efecto contrastante entre sí, el rojo funciona como punto de atención en la imagen y provoca que se siga un camino visual hacia la derecha (IPN, 2019).

2.4.2 Misión. El Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA), Unidad Legaria, forma recursos humanos de alta especialidad científica, tecnológica y educativa, mediante el desarrollo de proyectos de investigación, de desarrollo tecnológico y de

innovación con una visión global, vinculados a los sectores productivos de bienes y servicios, público, social y privado, para atender y contribuir con pertinencia a la solución de los problemas nacionales, a través de capital humano especializado y con tecnología avanzada (IPN, 2019).

2.4.3 Visión. El CICATA, Unidad Legaria será de vanguardia en investigación, desarrollo científico, tecnológico e innovación, que contribuirá al desarrollo global, a través de sus funciones sustantivas, con calidad, ética y compromiso social (IPN, 2019).

2.4.4 Manual de procedimientos. El Manual de Procedimientos del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, es un instrumento que fue elaborado con la participación de todos los Centros de Investigación del Instituto Politécnico Nacional con la aprobación de la Dirección de cada uno de los mismos, así como la asesoría de la Dirección de Planeación.

Este documento promueve la realización ordenada y eficiente de las actividades de los Centros, derivadas de las funciones básicas para ofrecer servicios ágiles, oportunos y efectivos, indicando las áreas que intervienen en la consecución de los propósitos y metas, delimitando las actividades; participación, responsabilidades y registro de la información referente al funcionamiento y operación de cada uno de los procedimientos.

El presente Manual está conformado por el Acta de Expedición, el Propósito del Manual, Alcance, Documentos de Referencia y Normas de Operación, Relación de Procedimientos y los Procedimientos, integrados cada uno de ellos, por Control de Emisión, Control de Cambios, Propósito del Procedimiento, Alcance, Documentos de Referencia y Normas de Operación, Políticas de Operación, Descriptivo y Diagramas de Flujo.

2.5 Fundamentos Legales

Reglamento del trabajo de grado. El consejo superior universitario mediante el acuerdo N°069 de septiembre 5 de 1997 expide el estatuto estudiantil de la UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER, “De acuerdo con el artículo 140 del estatuto estudiantil de la UNIVERSIDAD FRANCISCO PAULA SANTANDER”, establece las modalidades de los trabajos de grados, por los cuales, el alumno puede adoptar para cumplir con este prerrequisito de graduación. Esta reglamentación básica de prerrequisito para trabajo de grado se hace necesaria, con el objetivo primordial de establecer criterios institucionales, marco básico en el cual el comité curricular de cada plan de estudios elabora las normas y procedimientos específicos que reglamentan internamente el trabajo de grado.

Artículo 141 del Estatuto Estudiantil de la Universidad Francisco de Paula Santander, en el cual especifica las etapas primordiales para el desarrollo de los trabajos de grado.

3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Investigación: Documental

La metodología utilizada para la realización de este proyecto, consiste en el diseño e implementación de piezas mecánicas para el montaje de un microscopio especial de lente térmica, que permita el buen uso del microscopio que se encuentra en el CICATA IPN UNIDAD LEGARIA, por medio de la información obtenida del montaje de un microscopio anterior el cual no cumplía con las necesidades, en el caso del nuevo prototipo se basaran sus características conforme a las necesidades del microscopio.

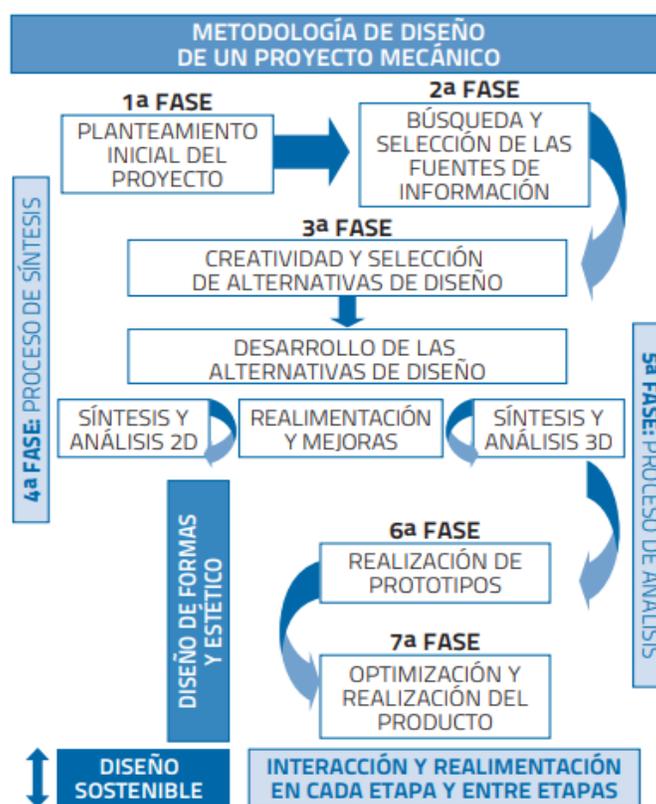


Figura 8. Metodología de diseño de un proyecto mecánico

Fuente: Rico, 2013.

3.2 Fuentes de Información

3.2.1 Fuentes de información primaria. Como se muestra a continuación:

Base de datos digital Scielo.

Libros de diseño mecánico como la Shigley.

Registros de diseños de piezas usando CAD o CAM.

3.2.2 Fuentes de información secundarias. Como se muestra a continuación:

Libros y medios electrónicos con información referente al diseño de piezas.

Trabajos de grado relacionados con el diseño mecánico.

Información suministrada por el CICATA IPN.

Normas que rigen el diseño de piezas.

Páginas de las empresas más reconocidas en software de diseño CAD.

3.3 Técnicas y Procedimientos para la Recolección de Información

3.3.1 Técnicas para la recolección de información. Documentación y análisis. Se comenzó con la documentación y el análisis de la información bajo las especificaciones de diseño mecánico, resistencia de materiales, y dibujo de máquinas.

Encuesta. Para poder tener la información precisa y detallada de las prioridades del proyecto se realizó una encuesta con los investigadores en el CICATA IPN UNIDAD LEGARIA.

3.3.2 Procedimientos para la recolección de información. Como se muestra a continuación:

El problema.

Formulación del problema.

Recursos disponibles.

Recolección de datos.

Agrupación y tabulación de los datos.

Posible solución del problema.

Viabilidad de la solución.

Limitantes.

3.4 Análisis de la Información

Para el estudio de la información obtenida se utilizaron programas como Microsoft Office Word y Microsoft Office Excel para la agrupación de los datos y las tablas, y para medir parámetros que afecten directamente la calidad de las piezas como por ejemplo el tipo de material utilizado emplearemos programas de simulación como SolidWorks.

4. Desarrollo del Proyecto

4.1 Situación Actual

El objetivo principal es fabricar ciertas piezas necesarias para el microscopio, las cuales permitan realizar los estudios de espectroscopia. Para esto es necesario asegurarse de que las condiciones de fabricación de las piezas sean las mejores. Para mejorar esto se optó por cambiar el sistema de distribución de material a la impresora, uno en el cual el suministro sea constante y el riesgo de atascamiento sea menor.

En cuanto al rediseño y acoplamiento del microscopio, este debe ir sobre una mesa anti vibraciones y para ellos se diseñan algunas piezas para acoplar con la mayor exactitud el láser o los láseres de medición evitando cualquier vibración que intervenga con las lecturas finales.

Es necesario diseñar y fabricar dos tipos de instalaciones para dos tipos de arreglos experimentales diferentes; el primero, es una combinación de lente térmica y reflectancia ópticamente modulada, en el cual se usan dos láseres que pasan a través de un espejo dicróico antes de llegar al lente del microscopio, y el segundo es un experimento con configuración de lente térmica con ases colineales en modo mich-mach en el cual el láser entra directamente al lente del microscopio; buscaremos diseñar un sistema por niveles, que permita intercambiar las piezas que sean necesarias para así cambiar el tipo de configuración y no montar y desmontar un sistema entero, ya que esto conlleva más tiempo y más uso de material innecesariamente.

4.2 Características de los Equipos que Intervienen en el Proyecto

4.2.1 Microscopio. Como se muestra a continuación:



Figura 9. Microscopio MOTIC PSM-1000

Fuente: MOTIC, 2019.

Construido alrededor de ópticas especialmente recubiertas y adaptado para inspección y trabajo con láser [355nm - 1064nm] en un sistema, el PSM-1000 emplea una serie de características para facilitar ambas funciones. El PSM-1000 se puede convertir rápidamente de la inspección óptica al trabajo con láser utilizando la torreta de cambio de 3 lentes y el divisor de haz. La torreta de cambio de 3 lentes permite al usuario seleccionar el espectro para operar o simplemente magnificar la imagen 2X [ampliación máxima 2000X con un objetivo 100X], mientras que el divisor de haz elimina el prisma óptico para lograr la máxima transmisión del pulso láser. Las pruebas de eficiencia de transmisión actuales ubican al PSM-1000 en 82% en el

espectro de 1064 nm.

Los movimientos precisos son cruciales, ya sea al usar un láser o láminas de inspección o paneles planos con grandes aumentos. Incluso con una resolución de 1 mm, el bloque de enfoque del PSM-1000 puede manejar pesos montados de hasta 45 libras. La carrera total para el bloque de enfoque es de 50 mm, con la opción de ser invertida para un mayor uso del espacio.

Ajuste de enfoque		Ruedas de enfoque grueso y fino coaxial de Witd [derecha / izquierda] [50 mm de recorrido, 0,1 mm / rev. Para ajuste fino, 4mm / rev. para el ajuste basto]	
Peso de carga en el tubo óptico		20.5kg	
Montaje de cámara		Adaptador de montaje en C	
Fuente de luz [opcional]		Fuente de luz fría de 150W, guía de luz de longitud 2m.	
Boquilla objetiva		Parcenterable, exterior, tipo rotativo para lentes de campo claro [con 4 montajes], desmontable	
Objetivos [opcional]	ELWD Plan Apo	2x, 5x, 10x, 20x, 50x	
	ULWD Plan Apo	50x, 100x	
	ELWD Plan Apo [Parfocality Ajustable]	2x, 5x, 10x, 20x, 50x	
	ULWD Plan Apo [Parfocality Ajustable]	50x, 100x	
	NIR Apo	20x, 50x	
Masa [unidad principal / fuente de luz]		6.8kg / 2.5kg	
		PSM1000	PSM1000E
Tubo trinocular	Imagen	Imagen erecta	
	Distancia interpupilar	Tipo Siedentopf, rango de ajuste: 55 mm-75 mm	
	Número de campo	24mm	
	Relación de paso óptico	Conmutable [ocular / láser = 100/0 o 0/100]; Observación simultánea [50:50]	
	Ajuste del ángulo de observación	/	3 ° a 30 °
Unidad principal	Lente tubular [corrección]	1x [ultravioleta e infrarroja] y 2x [visible]	
	Trabajo laser	Extraiga el divisor de haz para el trabajo con láser	
	Láser aplicable	1064/532 / 355nm láser NWR	
Rango de ampliación		20X - 2000X	

Figura 10. Ficha técnica microscopio MOTIC PSM-1000

Fuente: MOTIC, 2019.

4.2.2 Mesa Anti vibraciones. Como se muestra a continuación:

Modelo: Mesa óptica de grado de investigación, 1200 x 3000 x 305 mm, agujeros métricos

M6, MODELO: M-RS2000-410-12



Figura 11. Mesa anti vibraciones

Fuente: Newport. s,f.

La mesa óptica de grado de investigación M-RS2000-410-12 proporciona el 50% de la amortiguación encontrada en el RS4000. Esta mesa óptica de 305 mm de grosor tiene un ancho de 1200 mm, una longitud de 3000 mm y orificios métricos M6 en una rejilla de 25 mm.

Amortiguación Activa e híbrida:

En la línea de productos de Newport, Smart Table enseña su amortiguación activa con tecnología IQ, las cuales en lugar de absorber de forma pasiva las vibraciones, las detecta de forma inmediata y envía pulsos a los actuadores para anular las vibraciones (newport, newport, 2020).

Tabla 2. Amortiguación Activa e híbrida

Amortiguación sintonizada	2 amortiguadores afinados de precisión de banda estrecha.	Aislamiento horizontal Res.	1 Hz
Amortiguación de banda ancha	Núcleo de capa restringida, superficie de trabajo amortiguada y acabado de borde compuesto.	Amplificación horizontal en resonancia	6 dB
Anchura	900 mm	Aislamiento horizontal, 5 Hz	88%
longitud	1800 mm	Aislamiento horizontal, 10 Hz	98%
Grosor	203 mm	Aislamiento vertical, Res.	1,5 Hz
Capacidad de carga por aislador	363 kg	Amplificación vertical en resonancia	9 dB
Carga máxima	1216 kg	Aislamiento vertical, 5 Hz	88%
Peso: sobremesa	236 kg	Aislamiento vertical, 10 Hz	98%

Fuente: Newport. s,f.

Adicional a esto, la mesa cuenta con aisladores de vibración neumáticos S-2000 de nivelación automática, los cuales cual brindan una frecuencia natural más baja, poseen también, tecnología de amortiguación de flujo laminar, altura ajustable y una facilidad de uso inigualables en el mercado (Newport, 2020).

Tabla 3. Aislador de vibración

Tipo	Aislador de vibración neumático con brida de barra de acoplamiento	Aislamiento horizontal, 5 Hz	85%
Capacidad de carga por aislador	2000 libras (900 kg)	Aislamiento horizontal, 10 Hz	95%
Aislamiento horizontal, resonancia	1,5 Hz	Aislamiento vertical, resonancia	1 Hz
Amplificación horizontal en resonancia	9 dB	Aislamiento vertical, 5 Hz	94%
Amplificación vertical en resonancia	10 dB	Aislamiento vertical, 10 Hz	98%

Fuente: Newport, 2020.

El amortiguamiento total es el combinado, debido a la tabla óptica y a las patas con suspensión neumática, con lo cual se alcanza hasta un 98%.

Concluyendo la información obtenida por el fabricante, sabemos que las vibraciones transportadas por el piso hacia la mesa son disipadas por los aisladores de vibración neumáticos, vibraciones tales como, balanceos en la edificación, tráfico de personas caminando cerca o de la calle. Y en cuanto a la amortiguación ofrecida por la mesa, minimiza las resonancias causadas por el entorno o demás experimentos (newport, newport, 2020).

La influencia de las vibraciones se elimina, en gran medida, con la mesa óptica antivibratoria que las reduce en hasta un 98% de acuerdo al fabricante. No se contemplaron estos análisis en el marco del proyecto donde se insertó el trabajo, debido a que, en opinión de los orientadores, no fue necesario toda vez que, la funcionalidad de los componentes se constataría una vez que se obtuviese la señal de lente térmica característica en muestras de muy baja absorción óptica.

Ficha técnica:

Anchura	1200 mm	Tipo de Sellado de Agujero	Taza cónica de fácil limpieza, 19 mm de profundidad, material de polímero de alto impacto no corrosivo
Longitud	3000 mm	Coefficiente de deflexión dinámico máximo	0.8×10^{-3}
Espesor	305 mm	Valor de movimiento relativo máximo	$<2.0 \times 10^{-7}$ mm
Orificios de montaje	M6	Deflexión bajo carga	$<1.3 \times 10^{-3}$ mm
Planitud superficial	± 0.1 mm sobre 600 mm cuadrados	Peso en caja	658 kg
Amortiguación de banda ancha	Núcleo de capa restringida, superficie de trabajo amortiguada y acabado de borde compuesto	Peso	558 kg
Patrón de orificio de montaje	Rejilla de 25 mm	Superficie no magnética	No
Bordes de orificio de montaje	12.5 mm	Cuadrícula alfanumérica Lables	Sí
Superficie de trabajo	Acero inoxidable ferromagnético serie 400.		
Pieles superiores e inferiores	4,8 mm de espesor con capa de amortiguación integrada.		

Figura 12. Ficha técnica mesa anti vibraciones

Fuente: Newport, 2019.

4.2.3 Impresora 3D. Como se muestra a continuación:

Modelo: Creator Pro-Flash Forge 3D



Figura 13. Impresora 3D Creator Pro-Flashforge 3D

Fuente: Flashforge, 2020.

Actualizado desde el exterior hacia adentro, Creator Pro es una impresora 3D con excelente precisión y calidad profesional. El marco de metal resistente aumenta la estabilidad de las partes móviles de la impresora. El soporte de plataforma de metal y las varillas de guía de 10 mm del eje Z permiten un movimiento preciso del eje z. La placa de construcción está fabricada con una aleación de aluminio de 6,3 mm de grosor, el mismo grado utilizado en la industria aeroespacial, excelente distribución del calor y nunca deformado. La cámara versátil proporciona diferentes

entornos de impresión para diferentes materiales.

Ficha técnica:

IMPRESIÓN	MECANICA Y DIMENSIONES	SOFTWARE Y ELECTRICIDAD
Tecnología de impresión FFF (fabricación de filamentos fundidos)	Marco y cuerpo con recubrimiento de polvo de acero + panel de PVC	Software ReplicatorG
Volumen de construcción 227 LX 148 WX 150 H mm 8.9 X 5.8 X 5.9 in	Extrusora Qty Two	Firmware Sailfish
Resolución de capa 100 ~ 500 micrones 0.0039 ~ 0.019 in	Dimensión del producto 526 x 360 x 550 mm [20.7 x 14.1 x 21.7 in]	Tipo de archivo STL, OBJ
Precisión de posicionamiento XY: 11 micrones [0.0004 in] Z: 2.5 micrones [0.0001 in]	Dimensión de envío 560 x 415 x 500 mm [22 x 16.3 x 19.7 in]	Sistemas operativos Windows 7, Mac OS X, Linux
Diámetro del filamento 1.75 mm [0.069 in]	Peso del producto 14.8 kg [32.7 lbs]	Conectividad USB, Tarjeta SD
Diámetro de la boquilla 0.4 mm [0.015 in]	Peso del envío 21.5 kg [47.4 lbs]	Entrada de CA 100-240 V, ~ 2 amperios, 50-60 Hz, 350 W

Figura 14. Ficha técnica Impresora 3D

Fuente: Flashforge, 2018.

4.2.4 Laser. Como se muestra a continuación:

Laser 1: Obis 640 Nm



Figura 15. Laser OBIS 640 Nm

Fuente: Coherent, 2020.

Los láseres OBIS LX / LS están disponibles de UV a IR, con longitudes de onda disponibles a 375 nm, 405 nm, 413 nm, 422 nm, 445 nm, 458 nm, 473 nm, 488 nm, 505 nm, 514 nm, 520 nm, 532 nm, 552 nm, 561 nm, 594 nm, 637 nm, 640 nm, 647 nm, 660 nm, 685 nm, 730 nm, 785 nm, 808 nm y 980 nm.

Estos láseres cuentan con:

Aspectos comunes en todo el espectro en dimensiones, haz e interfaz

Control electrónico integrado.

Modo analógico, digital y modulación mixta.

De suministro de fibra opcional con la LX OBIS / LS de fibra de la trenza Lasers

Ficha técnica:

SPECIFICATIONS	OBIS 637LX	OBIS 640LX	OBIS 647LX
Wavelength ¹ (nm)	637	640	647
Output Power ² (mW)	140	40, 100	120
Spatial Mode	TEM ₀₀	TEM ₀₀	TEM ₀₀
M ² (Beam Quality) ³	≤1.2	≤1.2	≤1.2
Beam Asymmetry	≤1:1.2	≤1:1.2	≤1:1.2
Beam Diameter at 1/e ² (mm)	0.7 ±0.1	0.8 ±0.1	0.8 ±0.1
Beam Divergence (mrad, full-angle)	<1.3	<1.3	<1.3
Pointing Stability (μrad) (over 2 hours after warm-up and ±3°C)	<30	<30	<30
Pointing Stability Over Temp. (μrad/°C)	<5	<5	<5
RMS Noise (%) (20 Hz to 20 MHz)	≤0.05	≤0.05	≤0.05
Peak-to-Peak Noise (%) (20 Hz to 20 kHz)	<0.5	<0.5	<0.5
Long-term Power Stability (%) (8 hrs., ±3°C)	<2	<2	<2
Warm-up Time ⁴ (minutes) (from cold start)	<5	<5	<5
Polarization Ratio	Minimum 100:1, Vertical ±5°		
Laser Drive Modes	CW, Analog Modulation, Digital Modulation and Computer Control		
Digital Modulation			
Maximum Bandwidth (MHz)	150	150	150
Rise Time (10% to 90%) (nsec)	<2	<2	<2
Fall Time (90% to 10%) (nsec)	<2	<2	<2
Modulation Depth (extinction ratio)	>1,000,000:1 at 0 Hz, >250:1 at 150 MHz	>1,000,000:1 at 0 Hz, >250:1 at 150 MHz	>1,000,000:1 at 0 Hz, >250:1 at 150 MHz
Analog Modulation			
Maximum Bandwidth (kHz)	300	500	500
Rise Time (10% to 90%) (nsec)	<1200	<700	<700
Fall Time (90% to 10%) (nsec)	<800	<700	<700
Modulation Depth (extinction ratio)	>1,000,000:1	>1,000,000:1	>1,000,000:1
Static Alignment Tolerances			
Beam Position from Reference ⁵ (mm)	<1	<1	<1
Beam Angle ⁵ (mrad)	<5	<5	<5
Beam Waist Position at Exit Window (mm)	n/a	n/a	n/a
Laser Safety Classification	3b	3b	3b
ESD Protection	EN61326-1	EN61326-1	EN61326-1
Power Consumption (W)	Typical 5, Max. 13	Typical 5, Max. 13	Typical 5, Max. 13
Laser Head Baseplate Temp. (Max., °C)	50	50	50
Heat Dissipation of Laser Head ⁶ (W)	Typical 5, Max. 13	Typical 5, Max. 13	Typical 5, Max. 13
Ambient Temperature ⁷			
Operating Condition ⁸ (°C)	10 to 50	10 to 50	10 to 50
Non-operating Condition (°C)	-20 to 60	-20 to 60	-20 to 60
Shock Tolerance (g) (6 ms)	30	30	30

Figura 16. Ficha técnica Laser OBIS 640 Nm

Fuente: Coherent, 2018.

4.3 Ensayos Realizados

Antes de comenzar con el modelo geométrico de las piezas se realizaron pruebas para obtener la señal de lente térmica que es característica de este tipo de experimentos, como los que se muestran en la siguiente figura.

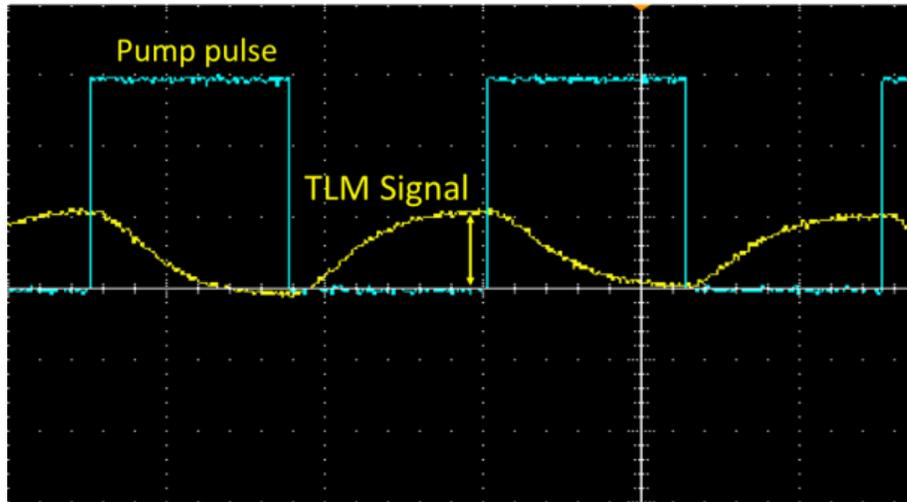


Figura 17. Ensayos realizados

Captura de pantalla del osciloscopio donde se muestra la forma de los pulsos debidos al haz de excitación (azul) y la señal de lente térmica medida con el haz de prueba (amarillo). La muestra fue agua con 1PPM del colorante azul de metileno disuelto en ella y la frecuencia de los pulsos es de 10 Hz.

Luego del regreso a Colombia, culminadas las pasantías académicas en el laboratorio de CICATA IPN, se siguió trabajando en aplicaciones, algunas de las cuales, se han publicado en artículos de revistas de gran impacto. Se puede consultar en las siguientes referencias (Cabrera, 2019).

4.4 Características Mecánicas y Propiedades de los Materiales a Seleccionar para la Implementación en el Microscopio Especial de Lente Térmica

En el proyecto se utilizó el material PLA suministrado por la empresa INKY 3D.

Cabe resaltar que las características mecánicas de cada una de las piezas impresas en el proyecto varían dependiendo de diversos factores:

Las condiciones ambientales a las que la pieza está sometida.

El tipo de material de impresión a utilizar.

La porosidad que se le da al programa de impresión para fabricar la pieza.

La cantidad de capas externas que se le configuran al programa de impresión.

El tamaño de la pieza.

Su geometría.

Teniendo esto en cuenta de igual manera se realiza la investigación de las propiedades mecánicas para el PLA basados en la norma ASTM D638 y las especificaciones brindadas por el proveedor del material.

4.4.1 Información obtenida por el fabricante del filamento para impresión. Como se muestra a continuación:

Características:

Su dureza y la tenacidad son más altos que el filamento común, tal como el PLA, el modelo de impresión puede satisfacer la mayoría de los requisitos.

Con este filamento se puede realizar piezas más resistentes a los impactos, caídas y esfuerzos cortantes y son piezas más ligeras (Excelente Para Piezas Roboticas, Drones Y Modelos Estructurales).

Baja tasa de contracción.

Especificaciones

Diámetro de tolerancia: 0.02 mm.

Temperatura de imp.: 190-210°C.

Peso neto: 1kg (

Fuente: (3D, 2019)

Los siguientes datos son una recopilación de diferentes estudios mecánicos para el PLA:

Dependiendo de la ubicación geográfica las personas suelen optar por uno u otro estándar para determinar las propiedades mecánicas de un material bien sea la norma ASTM D638 o la norma ISO 527-2. En este trabajo la recopilación de datos se tuvo en cuenta para estudios realizados en base a la norma ASTM D638.

4.4.2 Norma ASTM D638. La mayoría de las pruebas ASTM D638 son realizadas en una máquina de prueba universal de sobremesa. Un sistema de 5 kN o 10 kN (1125 o 2250 lbf) es el más utilizado, pero a medida que el PLA reforzado y los compuestos aumentan su resistencia, pueden requerirse unidades de mayor suficiencia, como sistemas de 30 kN o 50 kN (D638, 2014).

La norma ASTM D638 se realiza aplicando una fuerza de tracción a una muestra, luego se miden varias propiedades de la muestra bajo tensión. Esta se lleva a cabo en una máquina de prueba universal (también llamada máquina de prueba de tracción) a velocidades de tracción que varían de 1 a 500 mm / min hasta que la muestra falla (rendimientos o roturas) (D638, 2014). Aun sabiendo que la ASTM D638 mide propiedades de tracción diferentes, las siguientes son las más comunes:

Resistencia a la tracción: la cantidad de fuerza que se puede aplicar a un plástico antes de ceder (estirarse irreparablemente) o romperse.

Módulo de tracción: cuánto puede deformarse (estirarse) un material en respuesta a la tensión antes de ceder. El módulo es una medida de la rigidez del material.

Elongación: el aumento en la longitud del indicador después de la ruptura dividido por la longitud del indicador original. Mayor alargamiento indica mayor ductilidad.

Proporción de Poisson: una medida de la relación entre cuánto se estira un material y qué tan delgado se vuelve durante el proceso de estiramiento (D638, 2014)

Tipos de Muestra:

Existen cinco diferentes tipos de muestra permitidos para ASTM D638 los cuales se diferencian dependiendo de factores como: tamaño, grosor y cantidad de material disponible. La muestra más usada es el tipo I, la cual posee un grosor de 3,2 mm y usualmente se fabrican por moldeo de inyección. Estas muestras tipo I tienen una altura total de 165 mm y un grosor de 13 mm, con una longitud de calibre de 50mm. Las muestras planas son típicamente moldeadas, troqueladas o mecanizadas en forma de "hueso de perro" o "mancuerna", lo que garantiza que la

rotura se produzca en el centro de la muestra en lugar de en las áreas de sujeción (D638, 2014).

El módulo de elasticidad (cuánto se estira o deforma la muestra en respuesta a la fuerza de tracción) es uno de los tipos de datos más importantes recopilados por las pruebas de tracción plástica ASTM D638. Los usuarios necesitan un dispositivo de medición de tensión adecuado, un extensómetro, para recopilar estos datos. Los extensómetros para medir módulos deben cumplir con ASTM E83 Clase B-2 (D638, 2014).

4.4.3 Para el cálculo y la comparación de resultados. Al presentar los resultados de la prueba, es importante asegurarse de que los términos estén definidos correctamente para garantizar el cumplimiento de la norma y facilitar la comparación de datos.

Los estándares de prueba de plásticos se refieren a un término llamado deformación nominal que se define de manera diferente según el método de prueba que se utilice. Para ASTM D638, la deformación nominal se define como la deformación medida desde el desplazamiento de la cruceta, no desde el extensómetro. Esto se debe a que el plástico no se descompone de manera homogénea, y la tensión a menudo se enfoca en una parte desproporcionadamente pequeña de la muestra, una propiedad llamada "cuello", para cualquier material que tenga cuello o tenga un punto de fluencia, el alargamiento porcentual en la rotura no se puede informar a través del extensómetro, ya que el cuello puede ocurrir fuera de la longitud del calibre del extensómetro. Por lo tanto, la deformación nominal debe usarse para informar el porcentaje de alargamiento en cualquier punto después del rendimiento (INSTRON, 2020).

A continuación, se anexa información de un artículo publicado por la editorial Elsevier en su libro Material Design. El PDF del cual se sustrajo la información es un manuscrito sin editar que fue aceptado para su publicación en el año 2017 y del cual sacamos las conclusiones para las

propiedades mecánicas del PLA que usamos en las piezas elaboradas.

El objetivo del estudio es determinar las propiedades mecánicas del PLA variando parámetros como orientación de extrusión, grosor de la capa y la velocidad de alimentación.

Debido al proceso de capa por capa, las muestras impresas en 3D exhiben un comportamiento anisotrópico. La orientación vertical muestra las propiedades mecánicas más bajas, pero por otro lado la orientación (One-edge) y (Flat) muestran la mayor resistencia y rigidez.

Desde el punto de vista del espesor de la capa y la velocidad de alimentación, se observa que la ductilidad disminuye a medida que el espesor de la capa y la velocidad de alimentación aumentan la tasa; A demás de esto se observa que las propiedades mecánicas aumentan a medida que aumenta el espesor de la capa y disminuyen a medida que la velocidad de alimentación aumenta (Chacón, 2017).

Tabla 4. Rangos típicos de propiedades mecánicas para materiales PLA

Propiedades	PLA
Resistencia a la tracción (MPa)	15.5-72.2
Módulo de tracción (GPa)	2.020-3.550
Elongación a la rotura (%)	0.5-9.2
Resistencia a la flexión (MPa)	52-115.1
Módulo de flexión (GPa)	2.392-4.930

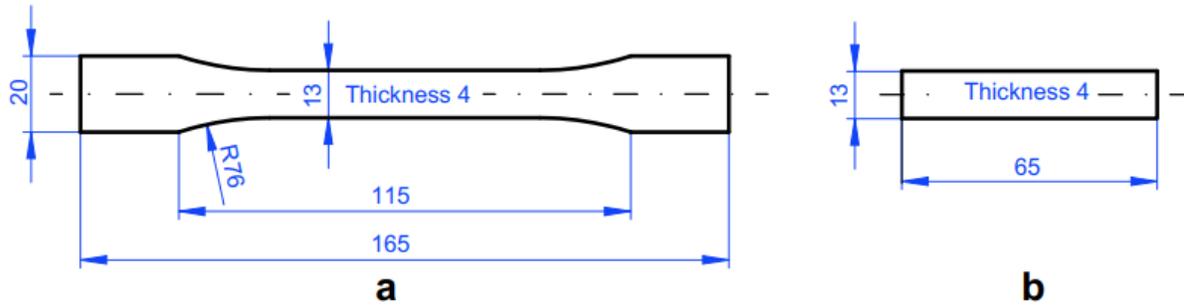


Figura 18. Muestras estándar para pruebas mecánicas (a) muestra de tracción. (b) muestra de flexión en 3 puntos. (Las dimensiones están en mm.)

Fuente: Chacón, Caminero, García & Núñez, 2017.

En este estudio se utilizan las normas ASTM D638 y D790 para analizar muestras de tracción y flexión respectivamente.

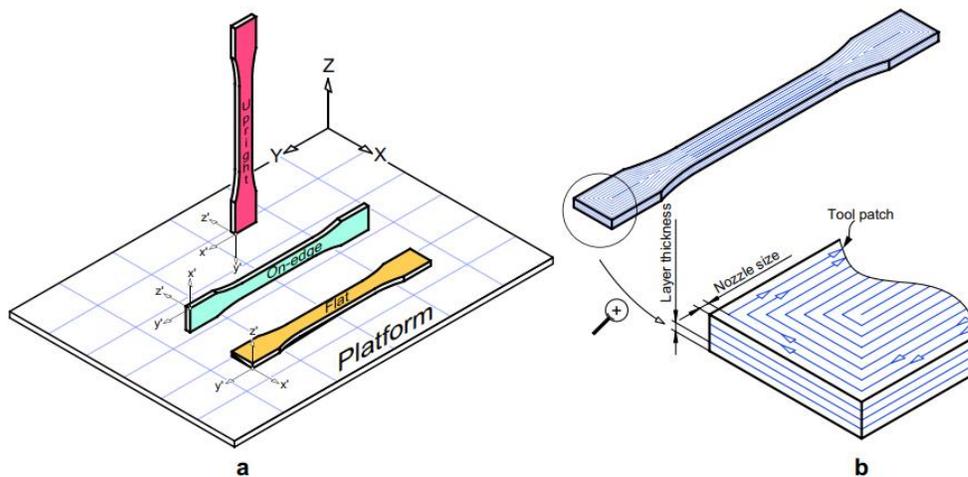


Figure 2: Process parameters: a) Build orientation. b) Layer thickness and perimeter raster

Figura 19. Parámetros del proceso

Fuente: Chacón, Caminero, García & Núñez, 2017.

Parámetros del proceso:

Tabla 5. Parámetros del proceso

Parámetros	Valor
Orientación de extrusión	Plano (F), En el borde (O), Vertical (U).
Grosor de capa	Lt= {0.06, 0.12, 0.18, 0.24}
Velocidad de alimentación	Fr= {20(1.9), 50(4.8), 80(7.7)}

Parámetros fijos:

Tabla 6. Parámetros fijos del proceso

Parámetros	Valor
Espacio de aire(mm), Angulo de trama	0, 0° (Muestra solida)
Temperatura (°C)	210

Las pruebas de tracción uniaxiales se realizan bajo el estándar ASTM D638-10 como se menciona anterior mente a 50Kn universal, y se utiliza una máquina de prueba electromecánica con una celda de carga de 5kN a una velocidad de 2mm/min para ambos ensayos.

El módulo de Young (E) se determinó considerando la parte lineal de la curva de tensión-deformación y la pendiente por un ajuste lineal.

La resistencia a la tracción máxima (σ_t) se calculó como una relación entre la carga máxima alcanzada.

Para la prueba de flexión se realizó siguiendo el procedimiento ASTM D790-10.

El módulo de elasticidad a la flexión (E_f) Se determinó siguiendo el estándar anterior y basado sobre la teoría clásica del haz, suponiendo que los efectos de corte son insignificantes.

Estrés normal máximo (σ_f)

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2wt^2}$$

Donde:

P= Fuerza de fractura, L= Tramo del soporte, w= Grosor de la muestra, t= Ancho de la muestra.

Deformación máxima (ε)

$$\varepsilon = \frac{6\delta t}{L^2}$$

Donde:

δ = Desviación del tramo medio.

Módulo de elasticidad a la flexión (E_f)

$$E_f = \frac{L^3 m}{4wt^3}$$

Donde:

m= Secante de la curva de carga-desplazamiento.

La pendiente m se midió entre el 25% y el 75% de la carga máxima.

4.4.3.1 Resultados. Como se muestra a continuación:

Tabla 7. Resultados promedio de la prueba de tracción de las muestras. La desviación estándar se representa en paréntesis

$L_t = 0.06mm$						
	$F_r = 20mm/s$		$F_r = 50mm/s$		$F_r = 80mm/s$	
Extrusión	$\sigma_t (MPa)$	$E (GPa)$	$\sigma_t (MPa)$	$E (GPa)$	$\sigma_t (MPa)$	$E (GPa)$
Vertical	28.8(0.2)	4.011(0.040)	20.2(1.3)	3.765(0.127)	22.4(1.7)	3.266(0.122)
En el	73.2(0.9)	4.042(0.075)	84.7(0.5)	4.018(0.002)	83.4(0.2)	4.040(0.082)
Plana	75.2(0.3)	3.867(0.034)	89.1(0.2)	4.192(0.070)	88.2(0.4)	4.409(0.109)
$L_t = 0.12mm$						
	$F_r = 20mm/s$		$F_r = 50mm/s$		$F_r = 80mm/s$	
Extrusión	$\sigma_t (MPa)$	$E (GPa)$	$\sigma_t (MPa)$	$E (GPa)$	$\sigma_t (MPa)$	$E (GPa)$
Vertical	34.9(1.5)	3.599(0.251)	46.2(0.7)	3.887(0.145)	27.5(2.2)	3.796(0.128)
En el	72.4(0.6)	4.018(0.063)	77.3(0.1)	3.992(0.034)	65.4(1.3)	3.976(0.039)
Plana	72.8(1.4)	3.925(0.006)	74.5(3.0)	3.860(0.048)	68.6(1.0)	3.892(0.035)
$L_t = 0.18mm$						
	$F_r = 20mm/s$		$F_r = 50mm/s$		$F_r = 80mm/s$	
Extrusión	$\sigma_t (MPa)$	$E (GPa)$	$\sigma_t (MPa)$	$E (GPa)$	$\sigma_t (MPa)$	$E (GPa)$
Vertical	40.9(4.8)	3.521(0.089)	41.1(1.7)	3.726(0.169)	32.6(0.4)	3.668(0.061)
En el	78.5(1.2)	3.913(0.057)	64.9(1.8)	4.004(0.073)	66.1(2.7)	3.955(0.033)
Plana	76.5(0.9)	3.882(0.056)	77.3(0.8)	4.017(0.037)	69.8(1.5)	4.030(0.023)
$L_t = 0.24mm$						
	$F_r = 20mm/s$		$F_r = 50mm/s$		$F_r = 80mm/s$	
Extrusión	$\sigma_t (MPa)$	$E (GPa)$	$\sigma_t (MPa)$	$E (GPa)$	$\sigma_t (MPa)$	$E (GPa)$
Vertical	46.6(2.8)	3.356(0.097)	40.5(3.3)	3.451(0.175)	39.5(4.4)	3.468(0.046)
En el	78.4(1.7)	3.924(0.031)	78.1(0.3)	4.025(0.058)	71.9(1.2)	3.934(0.063)
Plana	73.6(0.7)	3.915(0.112)	72.3(0.2)	3.769(0.034)	64.6(0.5)	3.622(0.028)

Tabla 8. Resultados promedio de la prueba de flexión a 3 puntos. La desviación estándar se representa entre paréntesis.

$L_t = 0.06mm$						
	$F_r = 20mm/s$		$F_r = 50mm/s$		$F_r = 80mm/s$	
Extrusión	$\sigma_f (MPa)$	$E_f (GPa)$	$\sigma_f (MPa)$	$E_f (GPa)$	$\sigma_f (MPa)$	$E_f (GPa)$
Vertical	25.1(1.2)	1.590(0.105)	15.4(0.5)	1.482(0.049)	14.3(0.9)	1.318(0.111)
En el borde	53.0(2.5)	1.555(0.089)	52.8(1.3)	1.540(0.034)	65.0(2.9)	1.852(0.072)
Plana	53.0(2.1)	1.471(0.053)	55.3(2.4)	1.519(0.043)	56.0(2.8)	1.596(0.086)
$L_t = 0.12mm$						
	$F_r = 20mm/s$		$F_r = 50mm/s$		$F_r = 80mm/s$	
Extrusión	$\sigma_f (MPa)$	$E_f (GPa)$	$\sigma_f (MPa)$	$E_f (GPa)$	$\sigma_f (MPa)$	$E_f (GPa)$
Vertical	34.5(1.6)	1.389(0.002)	32.2(0.8)	1.384(0.036)	23.8(2.8)	1.392(0.022)
En el borde	64.8(2.2)	1.772(0.096)	64.2(1.5)	1.757(0.071)	61.3(3.7)	1.729(0.112)
Plana	51.4(3.8)	1.480(0.089)	47.0(0.4)	1.369(0.006)	49.0(5.4)	1.434(0.142)
$L_t = 0.18mm$						
	$F_r = 20mm/s$		$F_r = 50mm/s$		$F_r = 80mm/s$	
Extrusión	$\sigma_f (MPa)$	$E_f (GPa)$	$\sigma_f (MPa)$	$E_f (GPa)$	$\sigma_f (MPa)$	$E_f (GPa)$
Vertical	29.8(3.1)	1.464(0.024)	29.9(0.8)	1.402(0.002)	19.4(2.1)	1.302(0.022)
En el borde	62.9(10)	1.805(0.330)	62.0(1.5)	1.447(0.208)	61.0(1.2)	1.519(0.085)
Plana	51.4(2.5)	1.470(0.054)	53.4(3.6)	1.550(0.100)	51.4(1.9)	1.518(0.042)
$L_t = 0.24mm$						
	$F_r = 20mm/s$		$F_r = 50mm/s$		$F_r = 80mm/s$	
Extrusión	$\sigma_f (MPa)$	$E_f (GPa)$	$\sigma_f (MPa)$	$E_f (GPa)$	$\sigma_f (MPa)$	$E_f (GPa)$
Vertical	32.4(1.4)	1.473(0.027)	31.0(0.4)	1.339(0.018)	28.4(0.4)	1.414(0.045)
En el borde	61.1(6.0)	1.754(0.159)	61.7(3.9)	1.717(0.130)	64.2(2.3)	1.886(0.065)
Plana	46.3(2.2)	1.326(0.046)	46.0(0.5)	1.526(0.084)	46.2(2.1)	1.246(0.053)

Tabla 9. Numero de capas y tiempo de impresión

		$L_z = 0.06mm$		
		$F_r = 20mm/s$	$F_r = 50mm/s$	$F_r = 80mm/s$
Extrusión	# De capas	Time (min)	Time (min)	Time (min)
Vertical	2746	360	252	253
En el borde	316	344	143	93
Plana	63	333	149	105
		$L_z = 0.12mm$		
		$F_r = 20mm/s$	$F_r = 50mm/s$	$F_r = 80mm/s$
Extrusión	# De capas	Time (min)	Time (min)	Time (min)
Vertical	1374	303	129	129
En el borde	159	173	72	47
Plana	32	169	79	56
		$L_z = 0.18mm$		
		$F_r = 20mm/s$	$F_r = 50mm/s$	$F_r = 80mm/s$
Extrusión	# De capas	Time (min)	Time (min)	Time (min)
Vertical	916	222	86	86
En el borde	106	175	48	31
Plana	22	176	56	41
		$L_z = 0.24mm$		
		$F_r = 20mm/s$	$F_r = 50mm/s$	$F_r = 80mm/s$
Extrusión	# De capas	Time (min)	Time (min)	Time (min)
Vertical	687	91	64	65
En el borde	80	86	36	24
Plana	16	85	42	32

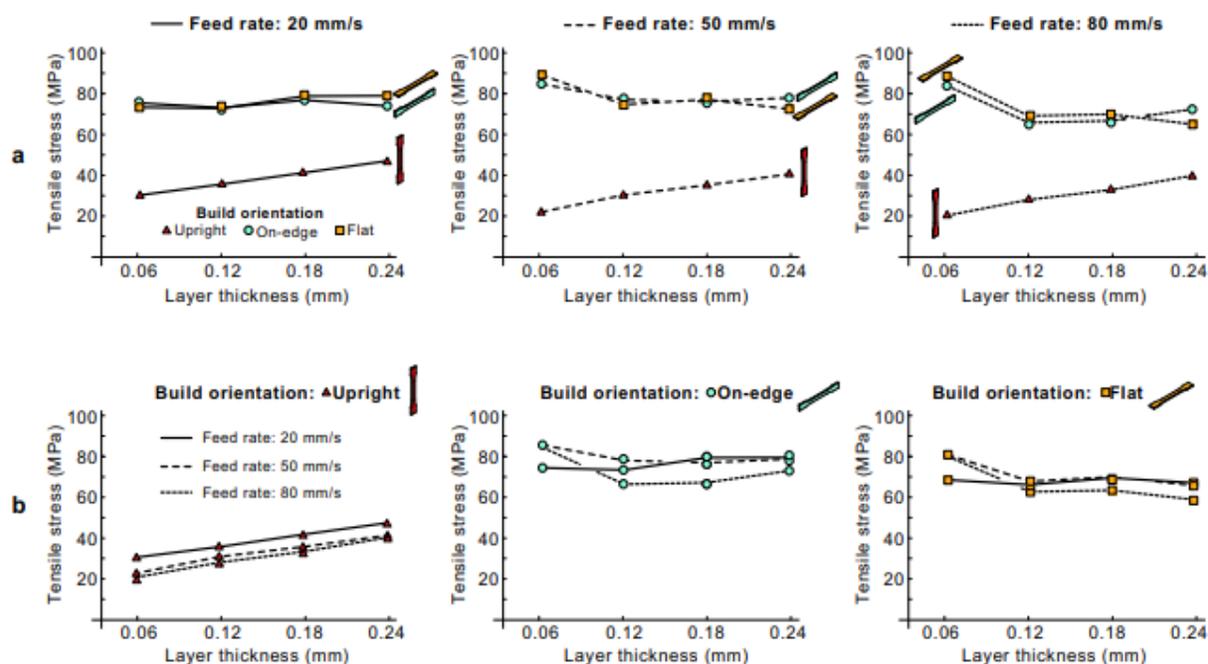


Figura 20. Comparación gráfica de la resistencia a la tracción máxima promedio

(σ_t en función del espesor de capa. (a) Efecto de orientación de construcción para una velocidad de avance fija. (b) Efecto de la velocidad de avance para una orientación de construcción fija.

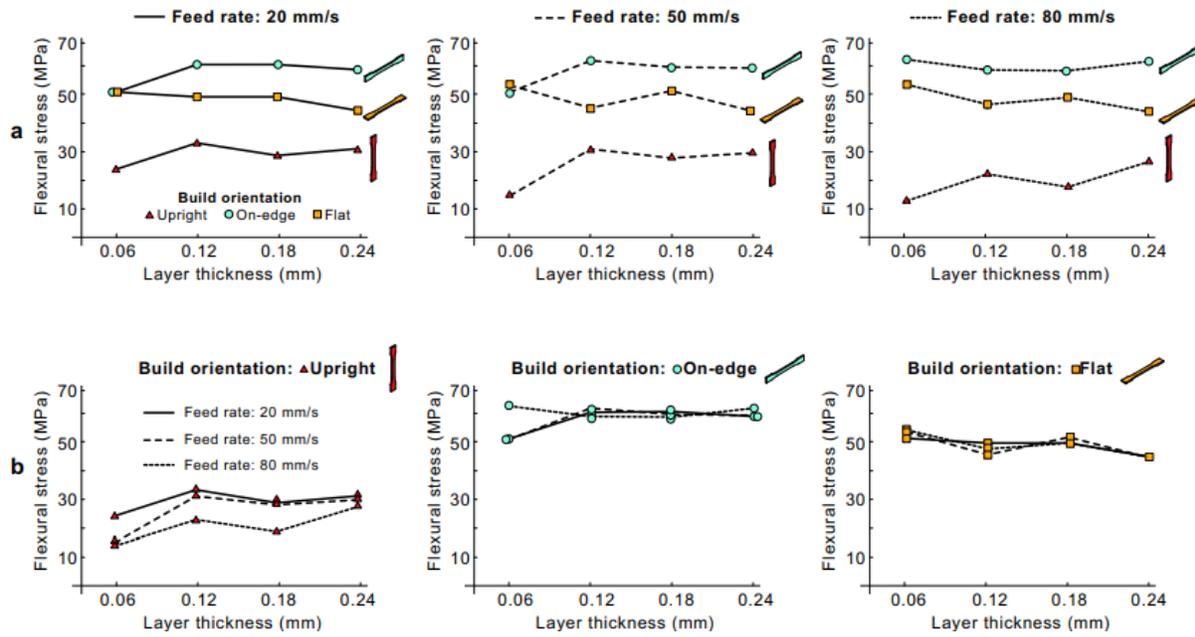


Figura 21. Comparación gráfica de la resistencia a la flexión máxima promedio

Fuente: Chacón, Caminero, García & Núñez, 2017.

(σ_f . Para las muestras en flexión en función del grosor de la capa. (a) Efecto de la orientación de construcción para una velocidad de avance fija. (b) Efecto de la velocidad de avance para una orientación de construcción dada.

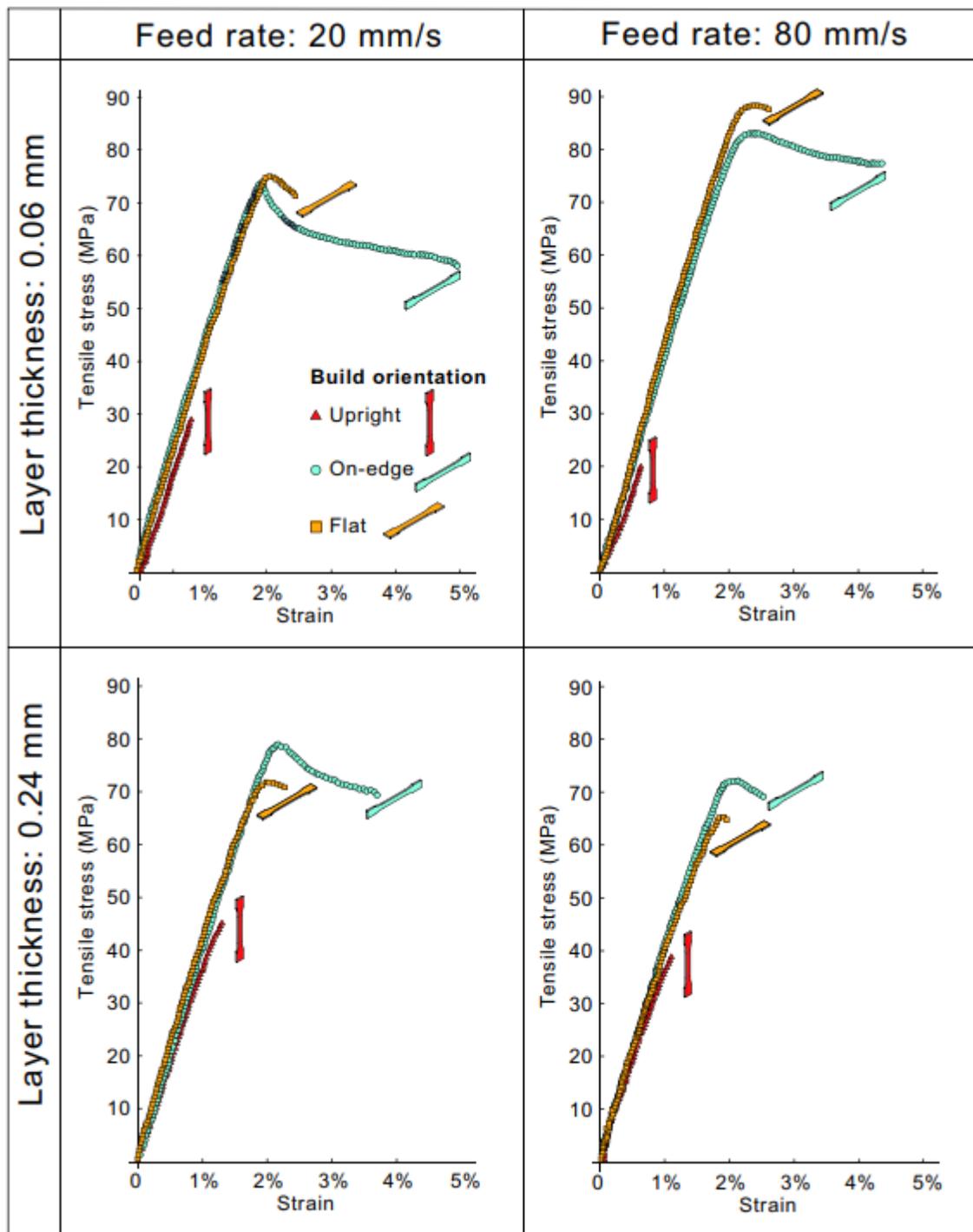


Figura 22. Curvas promedio de tensión- deformación

Fuente: Chacón, Caminero, García & Núñez, 2017.

Curvas promedio de tensión-deformación para las probetas de tracción bajo diferentes condiciones de impresión.

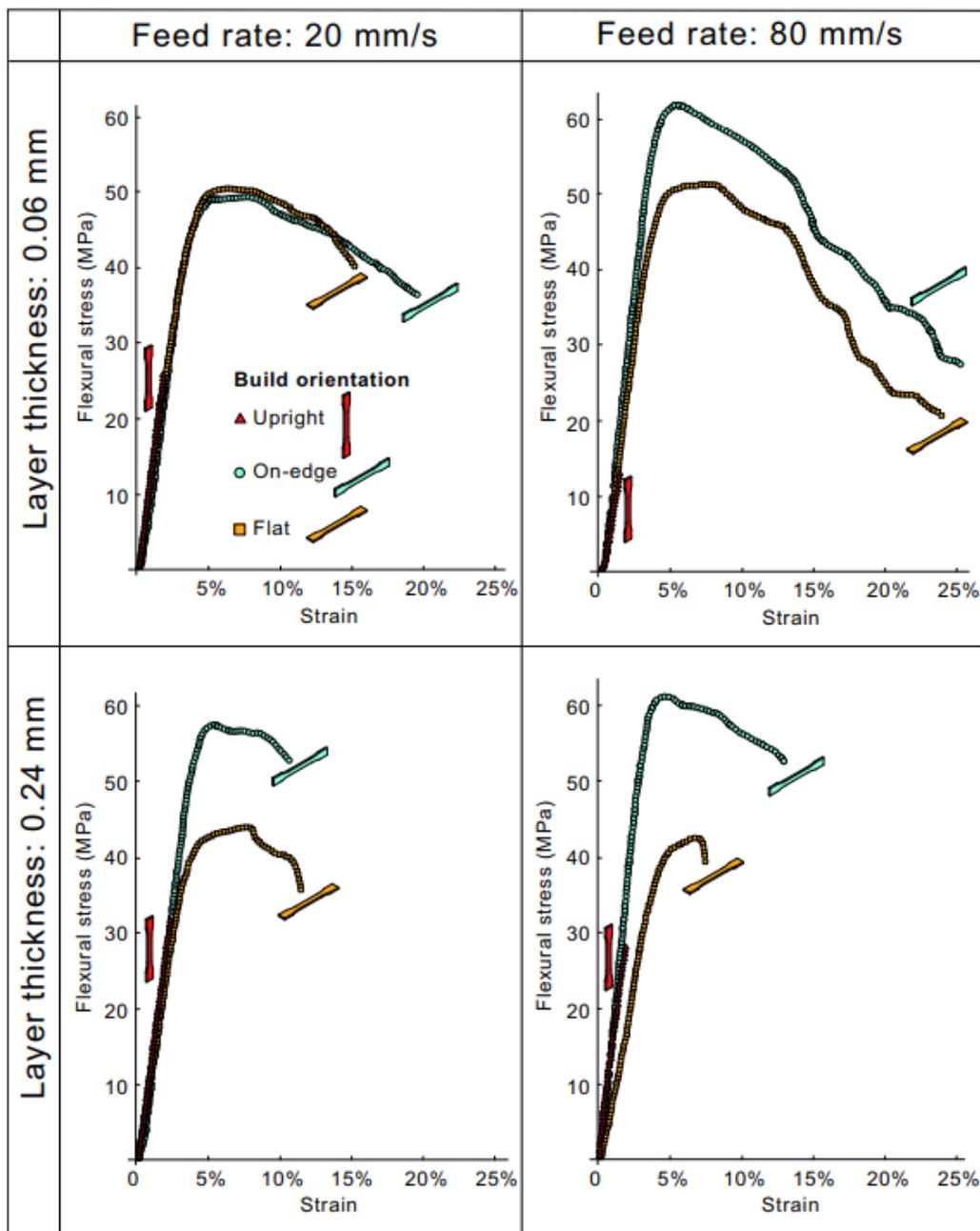


Figura 23. Curvas de tensión-deformación promedio

Fuente: Chacón, Caminero, García & Núñez, 2017.

Curvas de tensión-deformación promedio para las muestras en flexión bajo diferentes condiciones de impresión.

4.4.3.2 Discusión de los resultados. Desviación promedio estándar de los resultados de la prueba de fuerzas máximas (σ_t, σ_f) y rigidez (E, E_f); para las pruebas de tracción se tabularon los resultados en la Tabla #10 y para las pruebas de flexión de 3 puntos en la Tabla#11.

La comparación de los valores promedio mínimo y máximo de las resistencias a la tracción y flexión (σ_t, σ_f) y las rigideces (E, E_f) mostraron variaciones entre las muestras fabricadas bajo diferentes condiciones en el rango de:

$$\sigma_t = [20.2, 89.1]MPa$$

$$E = [2765.5, 4409.7]MPa$$

$$\sigma_f = [14.3, 65]MPa$$

$$E_f = [1282, 1886]MPa$$

En otras palabras, los parámetros del proceso tuvieron una influencia significativa en las propiedades de resistencia y rigidez.

Estos resultados fueron en línea con los reportados en la literatura para el PLA fabricado bajo diferentes condiciones de impresión.

Además, la Tabla #12 representa el número de capas y el tiempo de impresión para las muestras de tracción en función de los parámetros del proceso. El tiempo de impresión es un parámetro clave del proceso del material porque está relacionado con el costo de fabricación (J.M. Chacón, 2017).

4.4.3.3 Conclusiones del estudio. En la publicación anterior se realizó un estudio con base a la orientación de construcción, el grosor de la capa y la velocidad de alimentación sobre las propiedades mercancías del PLA, muestras fabricadas en una impresora 3D de escritorio de bajo costo. Los rangos que componen los 3 parámetros del estudio son los siguientes:

Orientación de construcción: Plana. En borde y vertical.

Grosor de la capa: Lt: (0.06, 0.12, 0.18, 0.24) mm.

Velocidad de alimentación: Fr: (20, 50, 80) mm/s.

Cabe resaltar que el costo de fabricación está directamente relacionado con el grosor de la capa y la velocidad de alimentación, es decir, el tiempo de impresión disminuye a medida que aumenta el espesor de la capa y la velocidad de alimentación (J.M. Chacón, 2017).

Para determinar la respuesta mecánica de las muestras se ha seguido la recomendación estándar de ASTM.

Por lo tanto, se pueden sacar las siguientes conclusiones del estudio:

Orientación de construcción:

Las muestras verticales demostraron fallas entre las capas con un menor rendimiento de resistencia y rigidez. Por otro lado, las muestras planas y en el borde demostraron una falla trans-

capa con las propiedades mecánicas más altas. Las muestras orientadas al borde exhibieron el mejor rendimiento de flexión y resistencia a la tracción, además exhibieron el mejor comportamiento de tensión en términos de ductilidad. Por lo tanto, es razonable concluir que las muestras en el borde mostraron el rendimiento mecánico óptimo en términos de resistencia, rigidez y ductilidad (J.M. Chacón, 2017).

Espesor de capa:

Este parámetro tuvo un efecto diferente sobre la resistencia a la tracción y a la flexión de las muestras PLA como una función de la orientación de construcción. En las muestras verticales la resistencia a la tracción y flexión aumento a medida que aumento el espesor de capa. En el caso de las orientaciones en el borde y plana, las variaciones de la resistencia máxima a la tracción y la flexión de $L_t = 0.12$ a 0.24 mm fueron de poca importancia, sin embargo, para el caso particular de $L_t = 0.06$ mm los resultados mostro la mayor resistencia a la tracción y menor resistencia a la flexión (J.M. Chacón, 2017).

Velocidad de alimentación:

En las muestras verticales, la resistencia a la tracción y a la flexión disminuyeron a medida que aumento la velocidad de alimentación. Para el caso de las orientaciones en borde y plana el efecto de la velocidad de avance sobre la resistencia a la tracción y flexión fue de poca importancia (J.M. Chacón, 2017).

4.5 Modelo Geométrico de las Piezas

En este estudio se realizaron dos sistemas para dos tipos de lecturas diferentes en el microscopio.

El primer sistema, el sistema de lente térmica y reflectancia, permite el uso de 2 láseres, consta de una serie de piezas acopladas entre sí, utilizando un montaje de espejo cinemático de $\varnothing 1$ " para asegurarse de conseguir el ángulo indicado, adicional a esto es posible instalar un lente dicróico el cual es indispensable para el estudio de lente térmica y reflectancia. En este sistema, un láser se ubicará en posición vertical, que estará sujeto al microscopio. El segundo láser se acoplará directamente a la mesa anti vibraciones quedando perfectamente alineados ambos láseres; en el punto donde se encuentran estos láseres se ubica el lente dicróico que permitirá el paso del láser vertical y cambiará la dirección del láser horizontal, haciendo que ambos pasen por el eje óptico del microscopio.

Para el segundo sistema, el sistema de lente térmica se utiliza solo un láser y una sola pieza, la cual permita instalar 3 espejos cinemáticos y un montaje de filtro variable redondo con recubrimiento; esto con el fin de poder manipular el ángulo del láser a voluntad del estudio y variar la densidad del láser en el estudio según se requiera.

Aparte de esto es necesario diseñar e imprimir un porta muestras que se adapte a la mesa anti vibratoria y un sujetador de la cámara a uno de los visores del microscopio.

Primer sistema: Lente Térmica y reflectancia

Porta dicróico.

Soporte estabilizador.

Acople láser-estabilizador.

Carcasa del láser.

Segundo sistema: Lente térmica:

Base ocular fotográfico.

Piezas Secundarias en el diseño:

Estas piezas no han sido diseñadas ni fabricadas, pero forman parte del ensamblaje:

Tornillos de ajuste al microscopio.

Tornillos primer ensamblaje.

Tornillos segundo ensamblaje.

Tornillos tapa láser.

Estabilizador (espejo cinemático de precisión).

Postes.

Láseres.

4.5.1 Modelado de las piezas principales del diseño – MODELO 1. Como se muestra a continuación:

4.5.1.1 Porta dicroico.

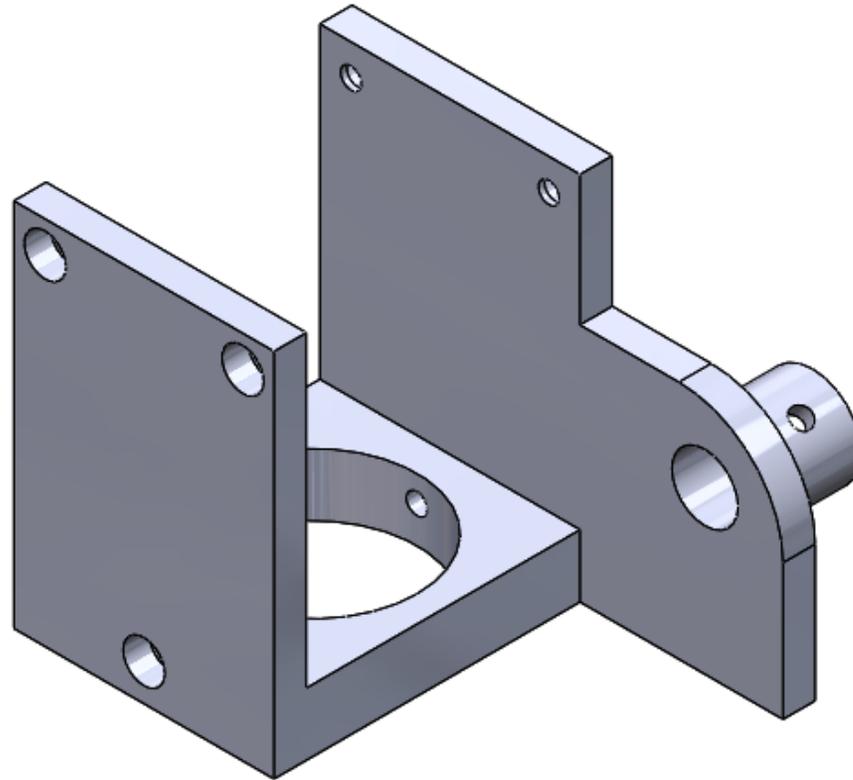


Figura 24. Porta dicroico

Pieza sobre el ocular fotográfico del microscopio, cumple la función de elevar el nivel del láser y si se requiere se le adapta un poste unido a un estabilizador con un espejo dicróico para cambiar el tipo de estudio.

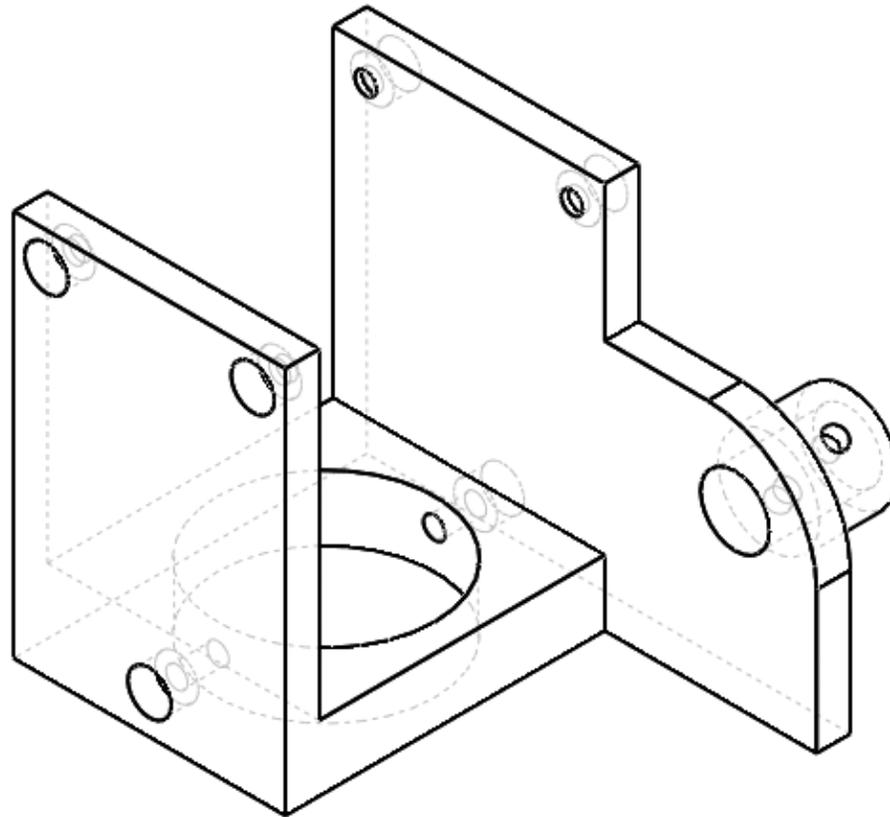


Figura 25. Porta dicróico con líneas ocultas visibles

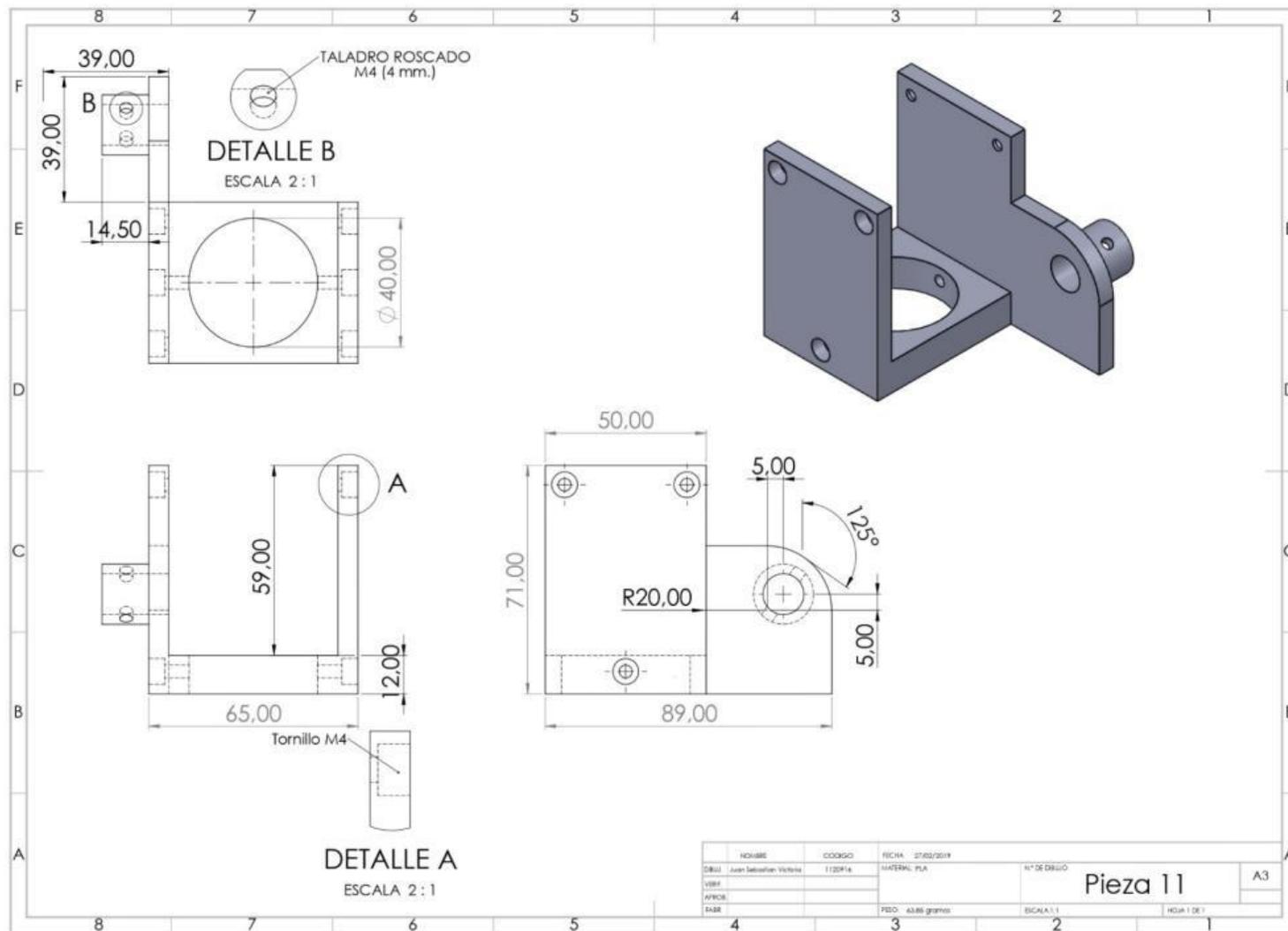


Figura 26. Medidas del porta dicroico

4.5.1.2 Soporte estabilizador. Como se muestra a continuación:

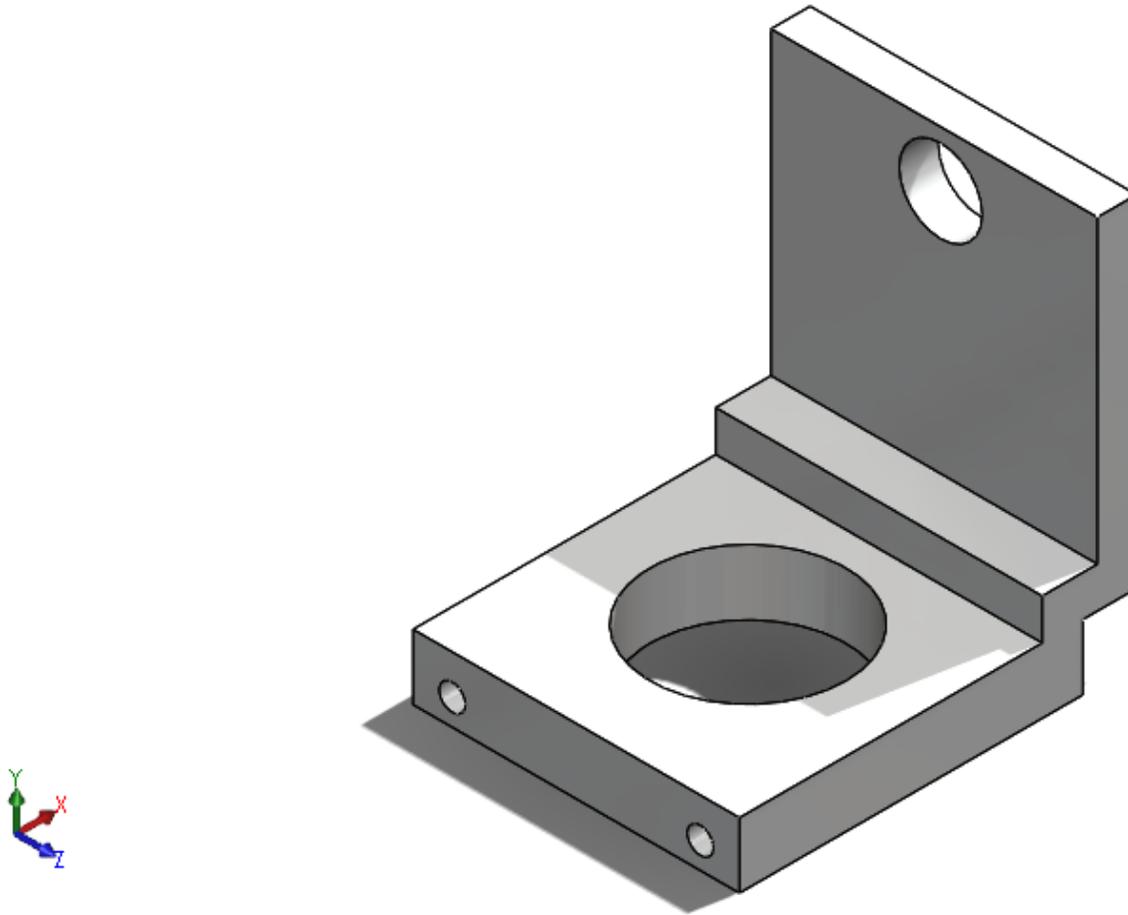


Figura 27. Soporte estabilizador

Segunda pieza del primer sistema, esta pieza se acopla al porta dicroico y lleva un poste en su orificio superior el cual se ensambla con el estabilizador (espejo cinemático de precisión). 300 micras de tolerancia en los ensamblajes. Medidas con 300 micras de tolerancia.

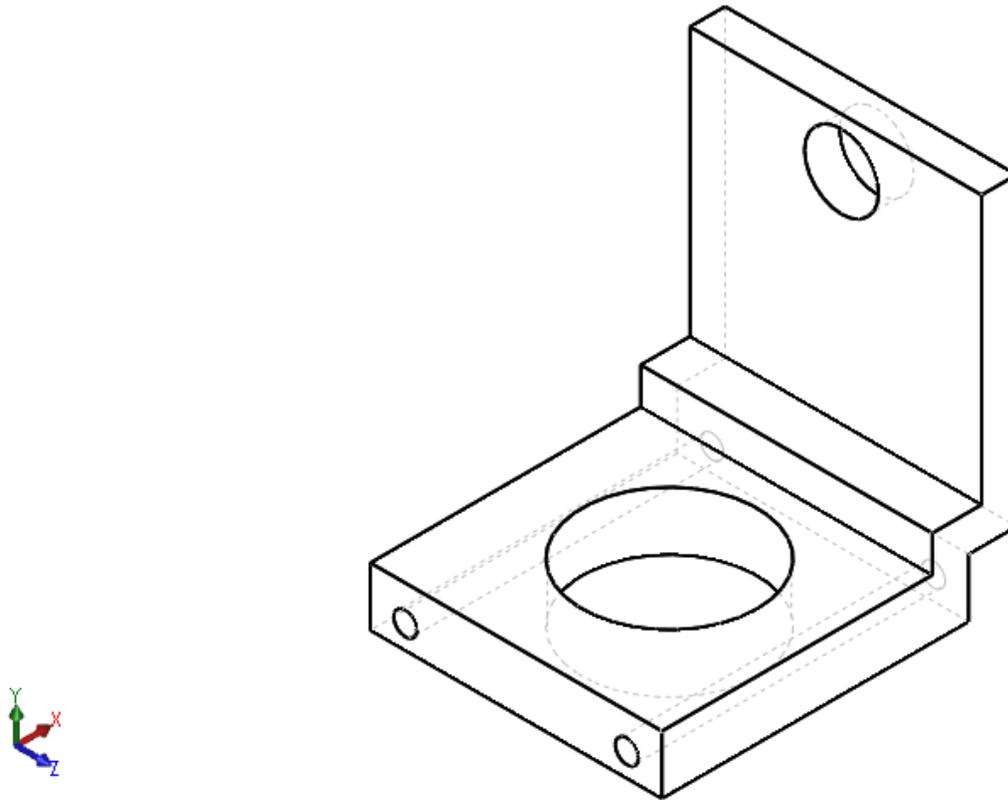


Figura 28. Soporte estabilizador con líneas ocultas visibles

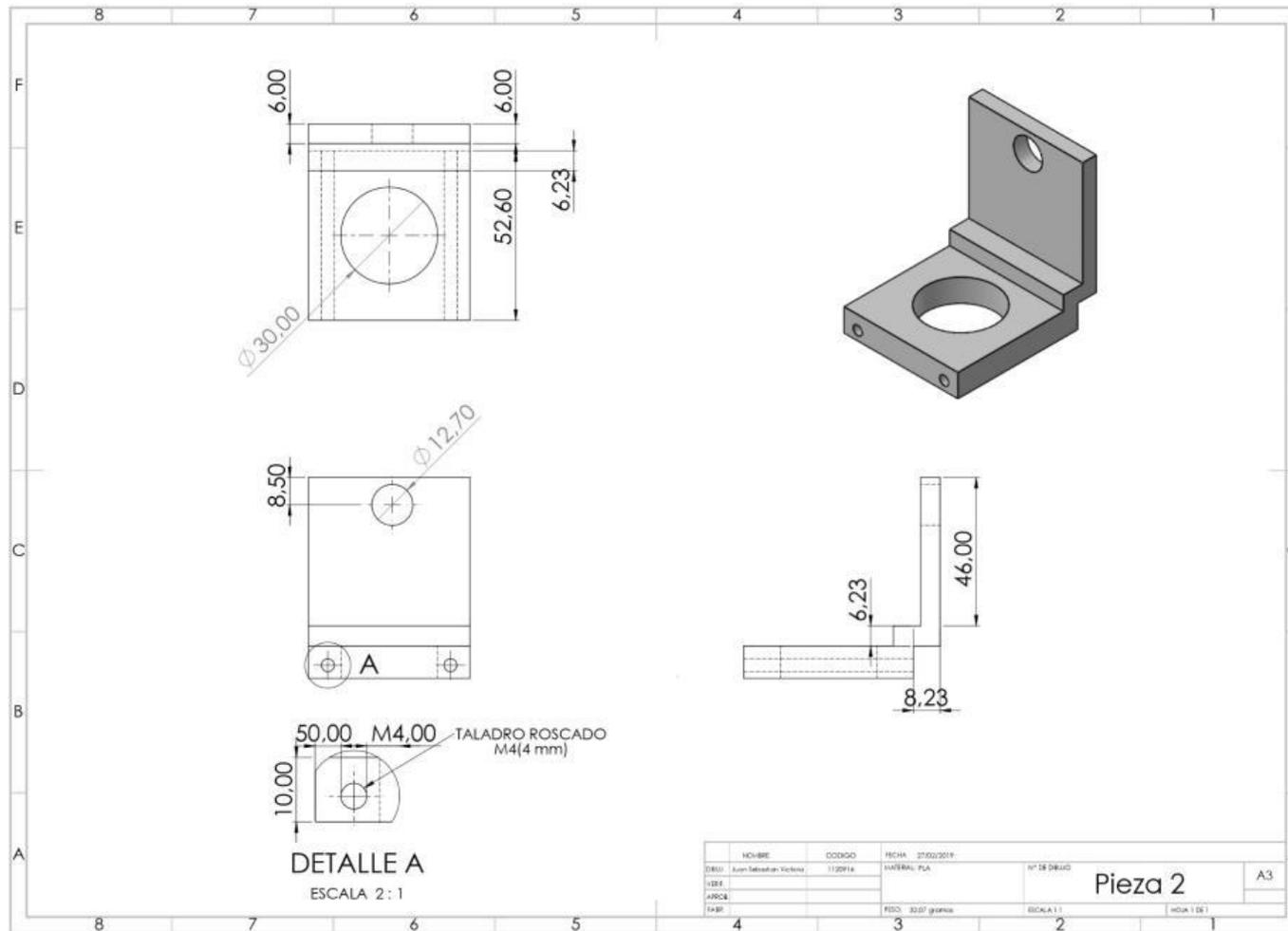


Figura 29. Medidas del soporte estabilizador.

4.5.1.3 Acople láser-estabilizador. Como se muestra a continuación:

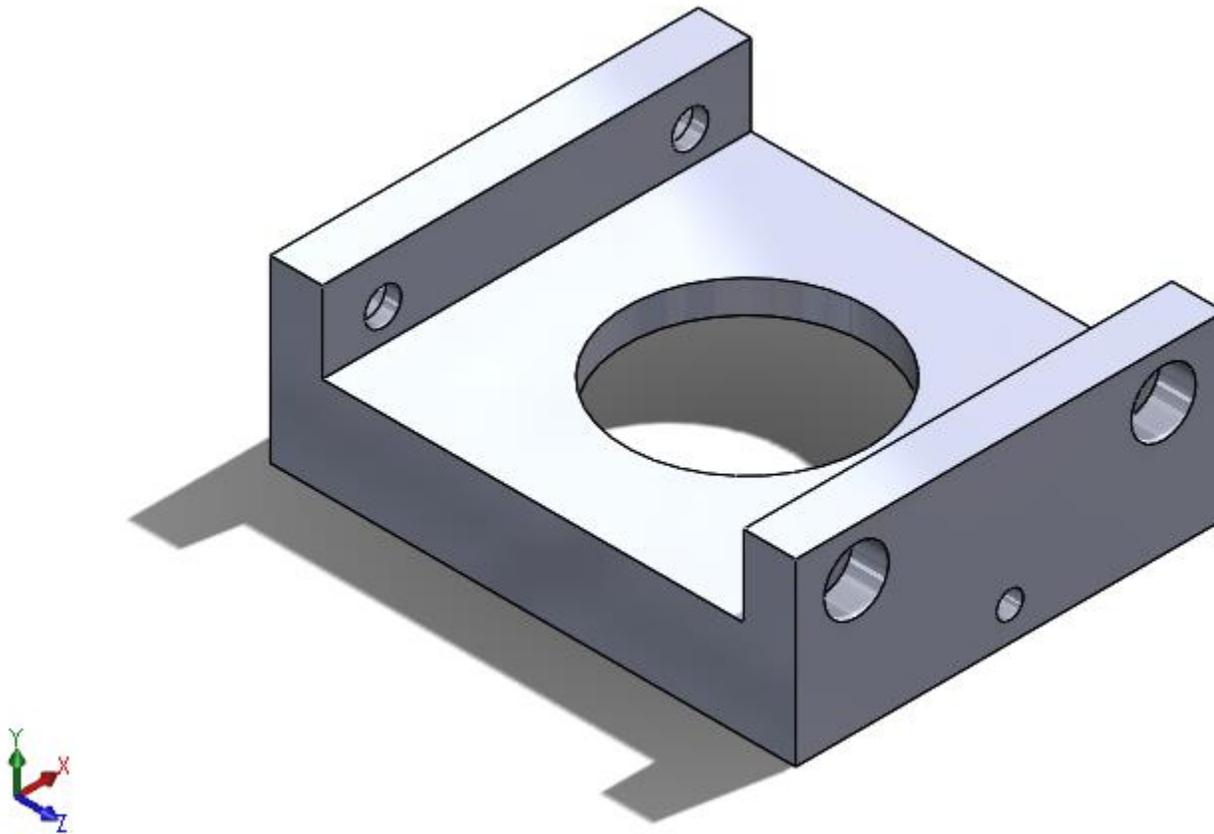


Figura 30. Acople Láser-Estabilizador

Tercera pieza del primer sistema, Esta pieza cumple la función de mantener la unión entre el estabilizador y el láser que va en la parte superior, pieza que permite el movimiento del estabilizador para dar el Angulo correcto al láser. Medidas con 300 micras de tolerancia.

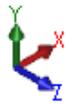
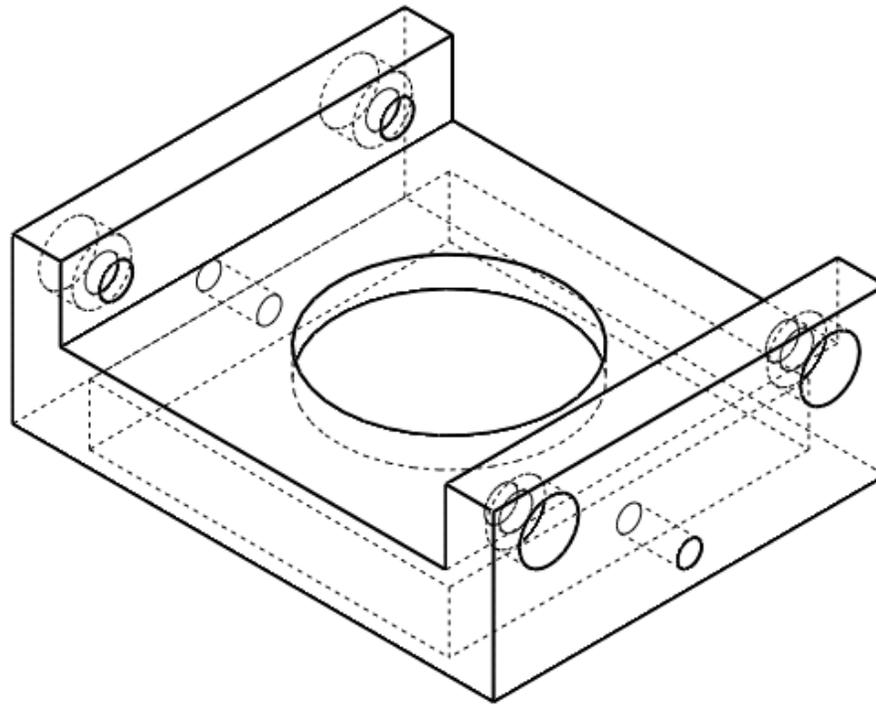


Figura 31. Acople laser-estabilizador con líneas ocultas visibles

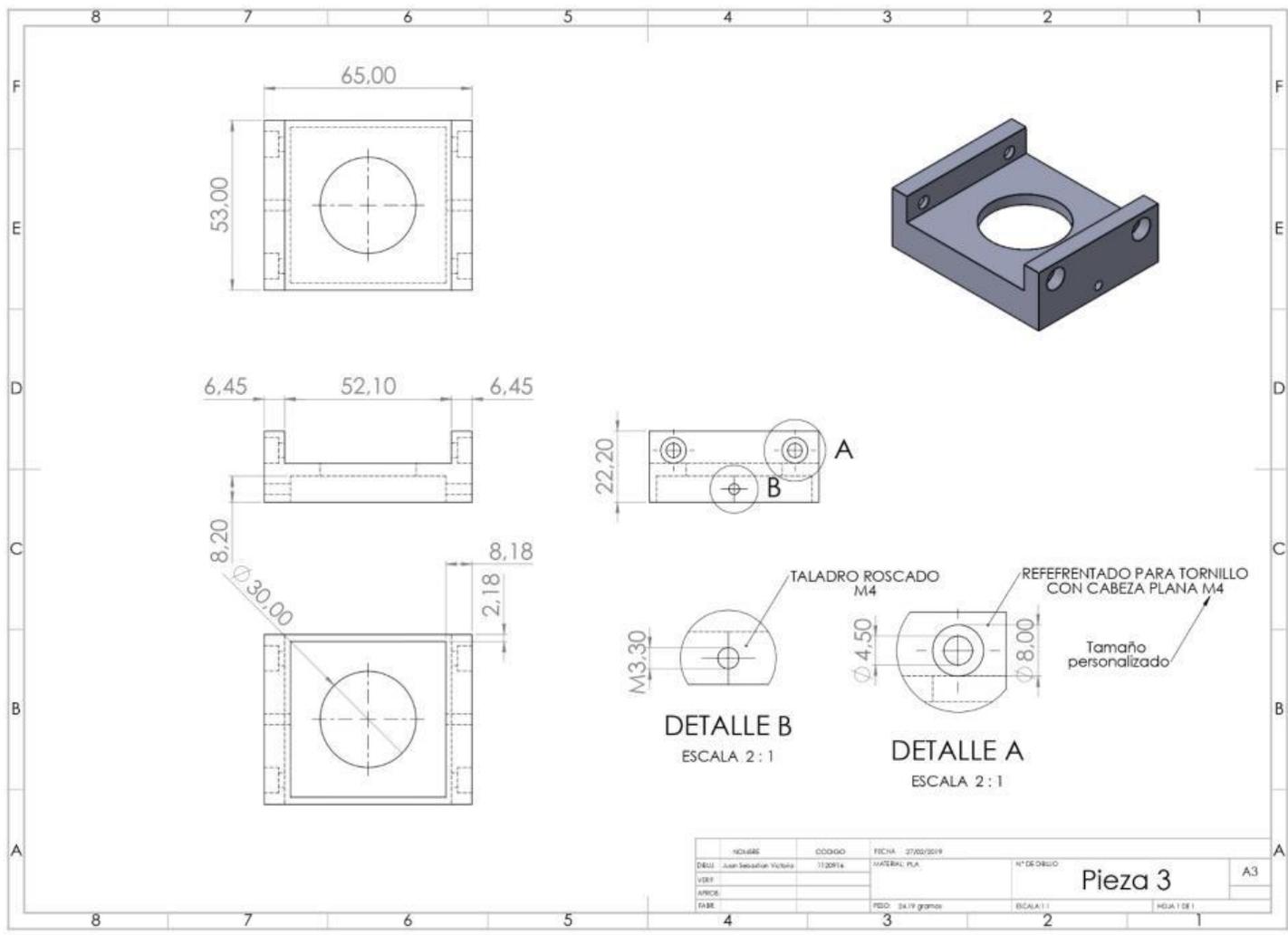


Figura 32. Medidas del acople láser-estabilizador

4.5.1.4 Carcasa del láser. Como se muestra a continuación:

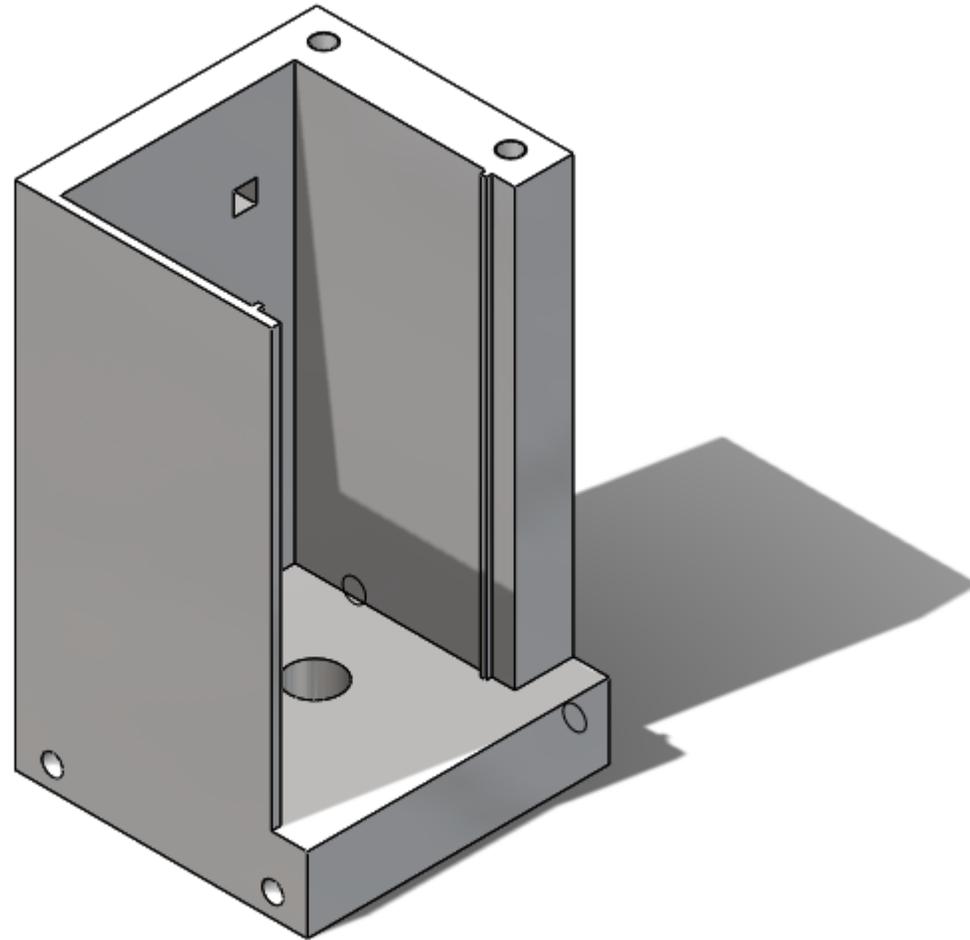


Figura 33. Carcasa láser

Cuarta pieza del primer sistema, su función principal es crear una base para el láser y al mismo tiempo una estructura a la cual se le pueda acoplar un disipador de calor por las altas temperaturas que alcanza el láser. Medidas con 300 micras de tolerancia.

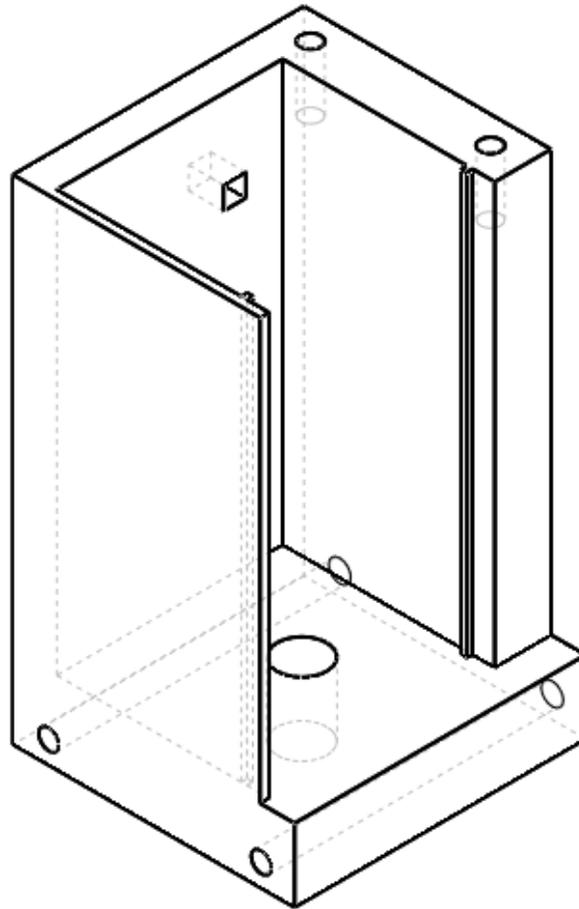
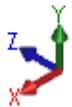


Figura 34. Carcasa del láser con líneas ocultas visibles

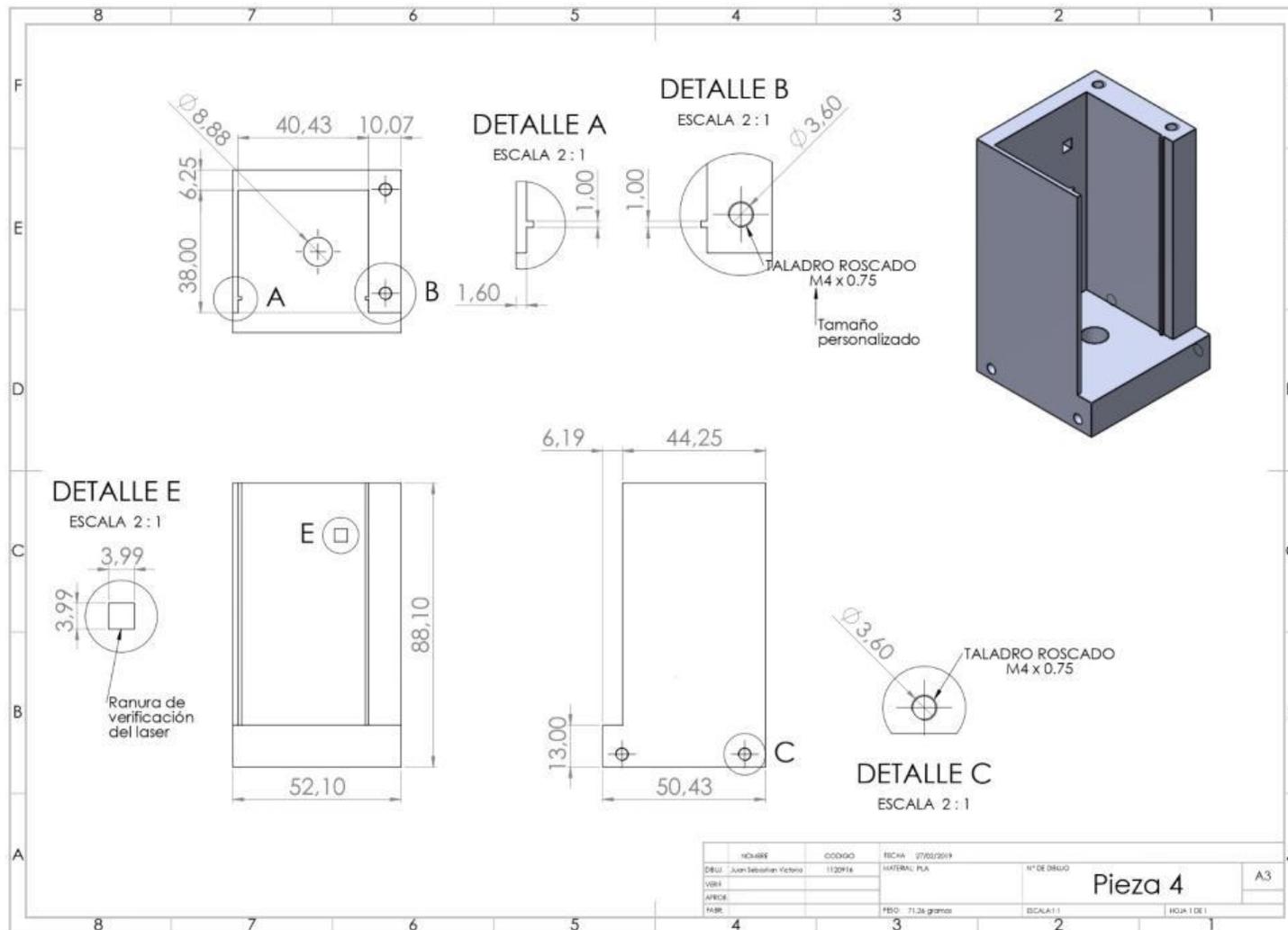


Figura 35. Medidas de la carcasa del láser

4.5.1.5 Tapa carcasa láser. Como se muestra a continuación:

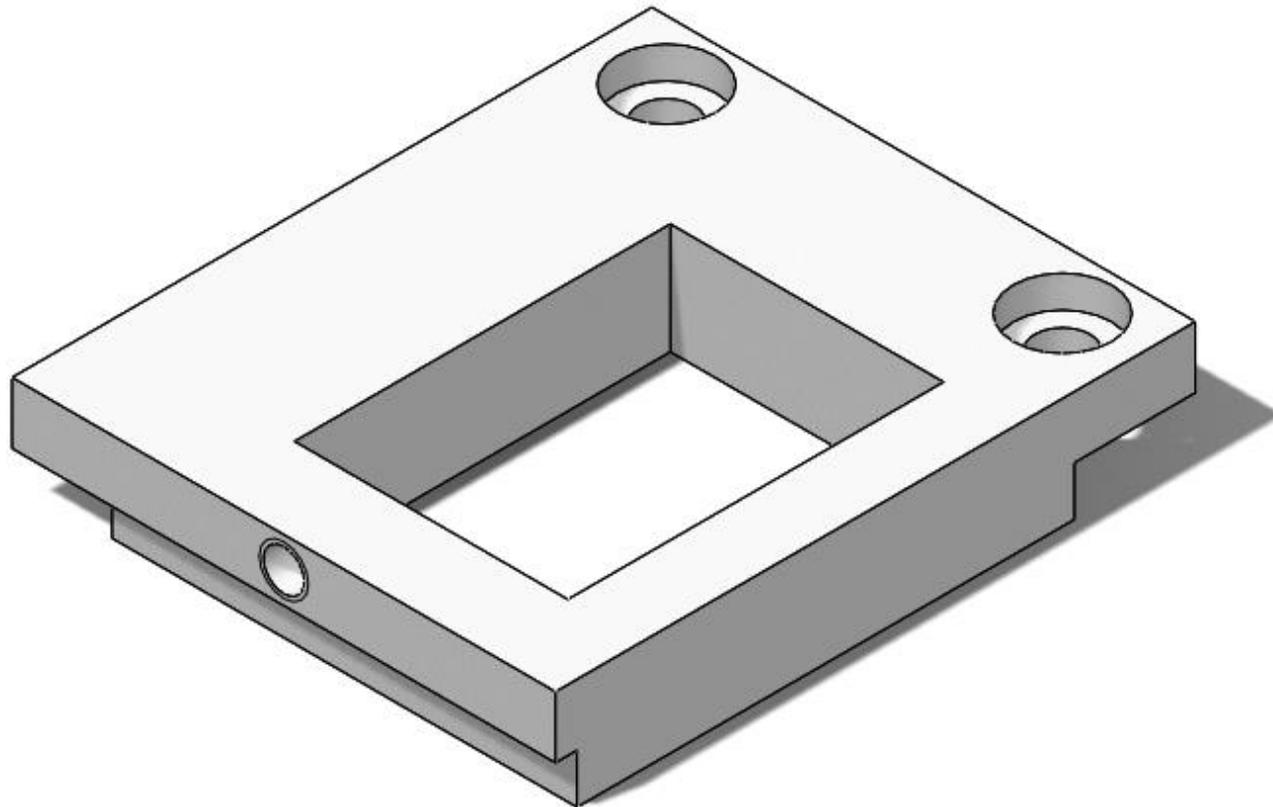


Figura 36. Tapa carcasa láser

Esta pieza es utilizada, primero para darle más seguridad al láser y segundo, tiene dos perforaciones a sus costados para poder anclar los soportes D1 que a su vez ayudarán a sostener los soportes D2 que mantienen el disipador de calor fijo junto al láser. Medidas con 300 micras de tolerancia.

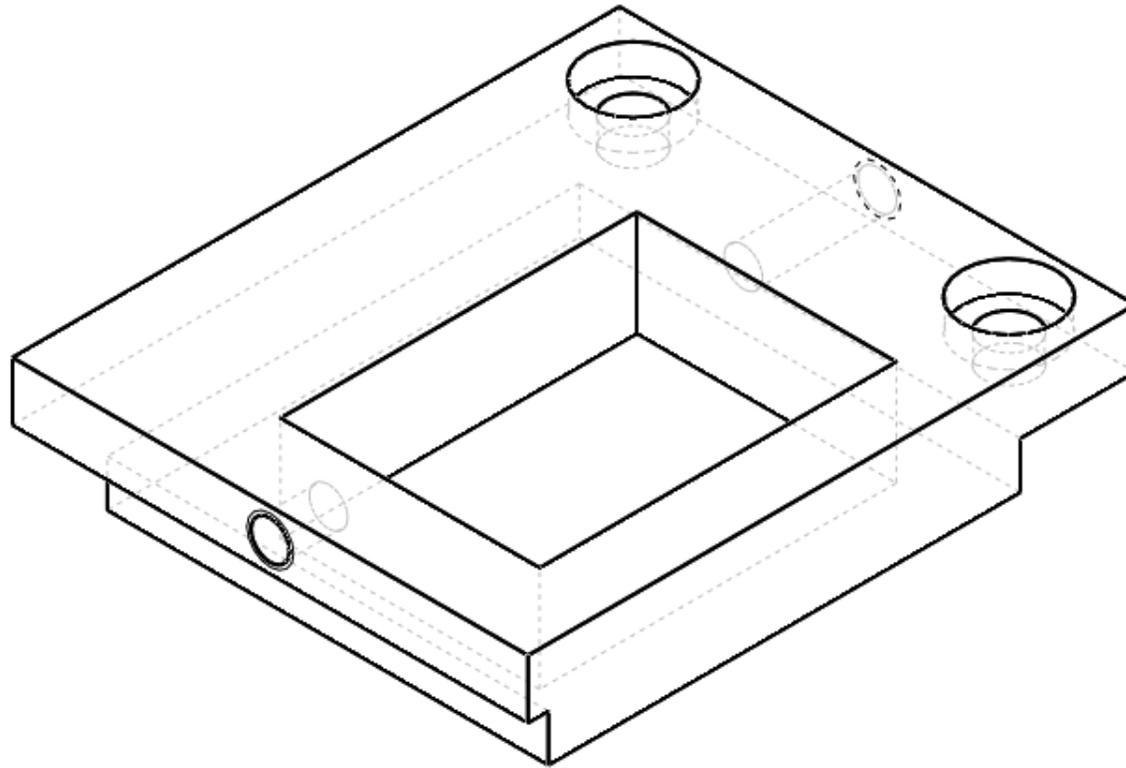


Figura 37. Tapa carcasa láser con líneas ocultas visibles

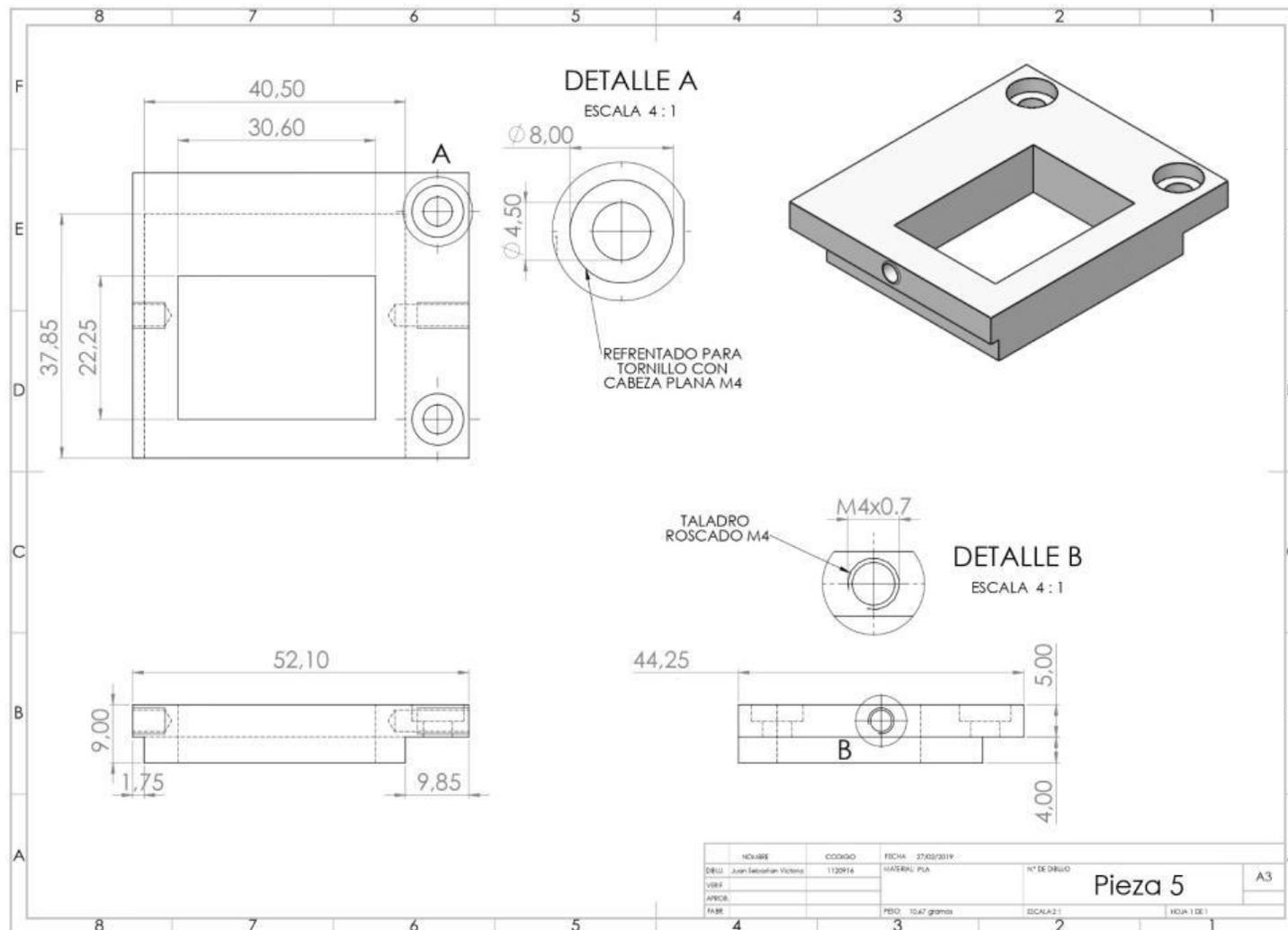


Figura 38. Medidas de la Tapa de la carcasa del láser

4.5.1.6 Soportes D1. Como se muestra a continuación:

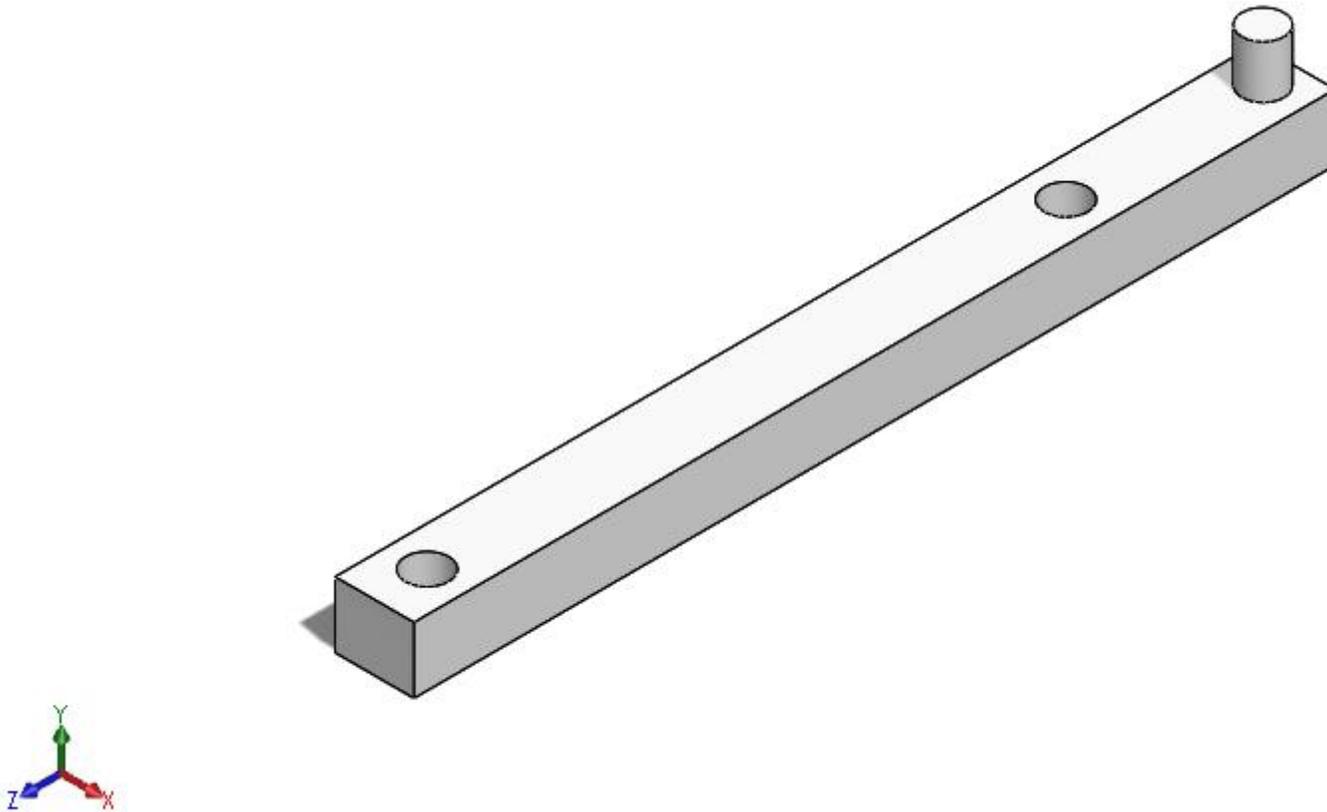


Figura 39. Soportes D1

Dos figuras idénticas a la anterior se acoplan a la tapa de la carcasa del láser, estas piezas cuentan con dos perforaciones en la cual se acoplan los soportes D2 que sostendrán el disipador de calor unido al laser, no se utiliza tornillos para su unión puesto a que sus dimensiones son muy pequeñas para utilizar la herramienta. Medidas con 300 micras de tolerancia.

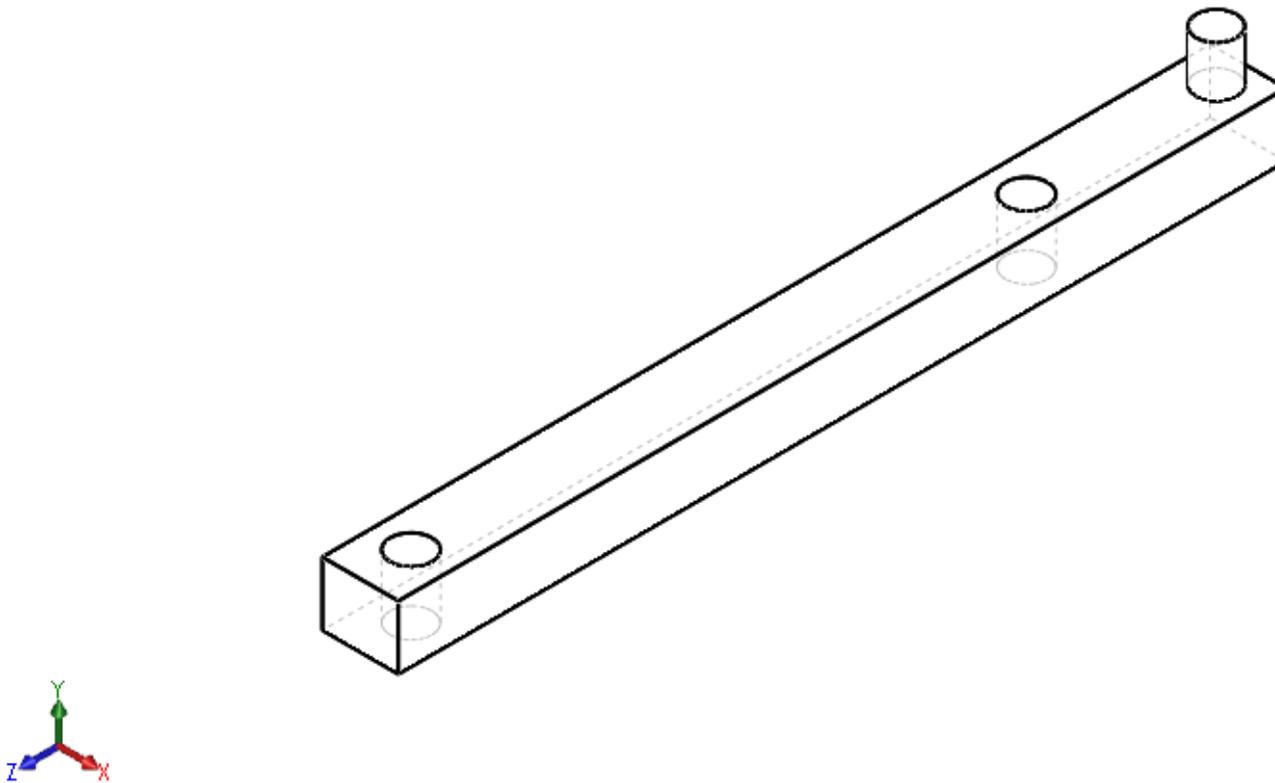


Figura 40. Soportes D1 con líneas ocultas visibles

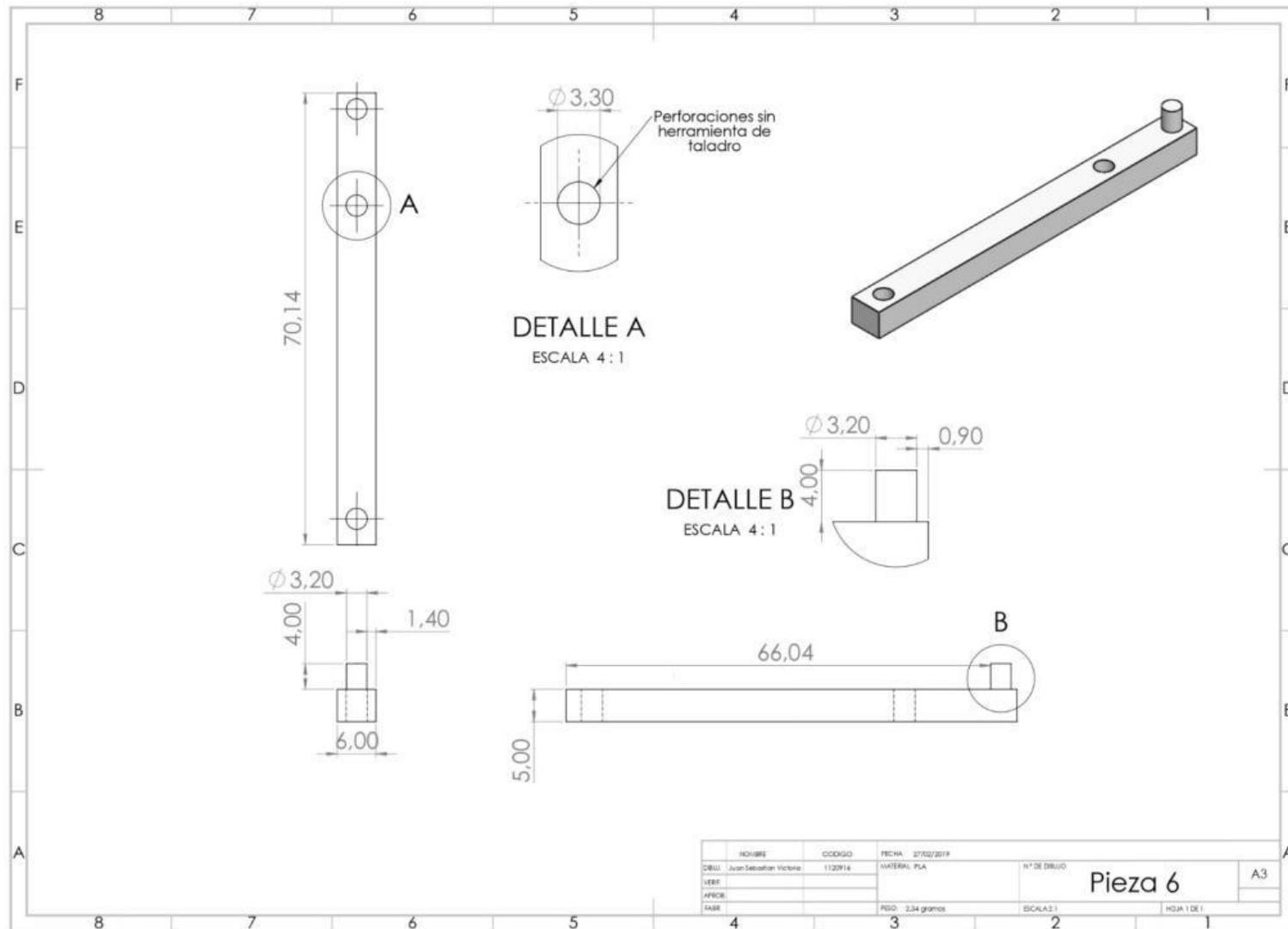


Figura 41. Medidas de los soportes D1

4.5.1.7 Soportes D2. Como se muestra a continuación:

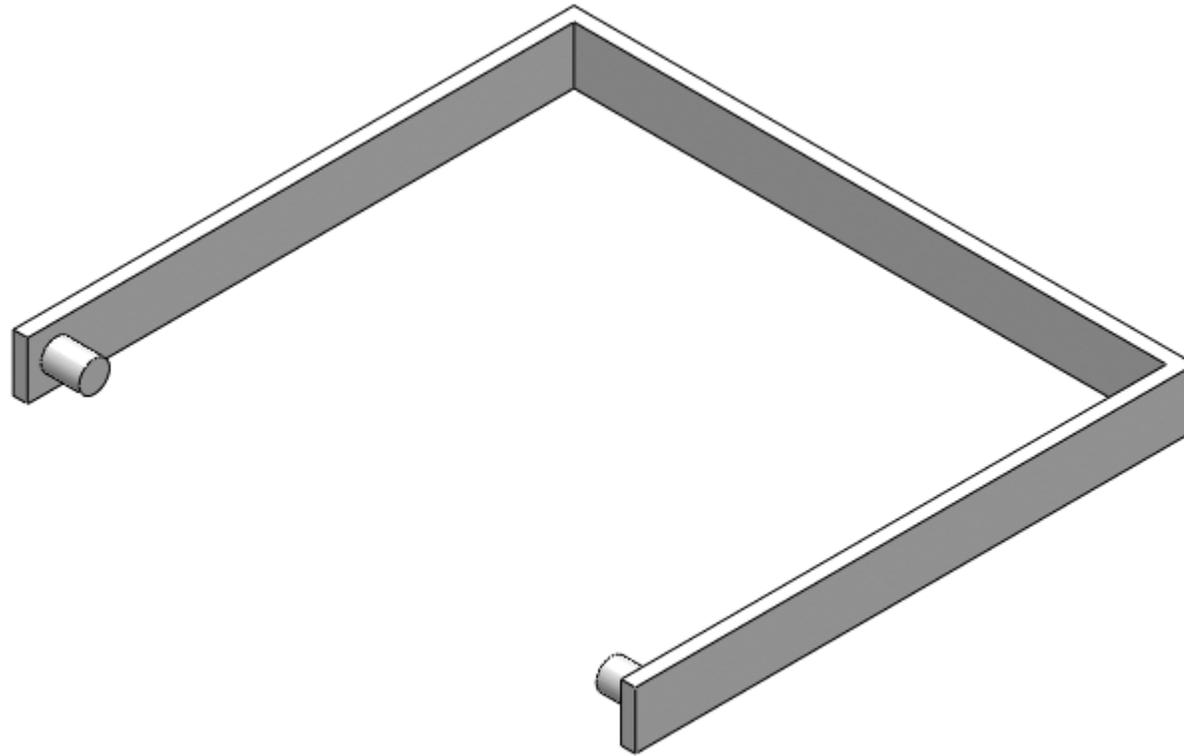


Figura 42. Soportes D2

Se usaron dos piezas idénticas a la anterior ubicadas en la parte superior e inferior del disipador, los cuales le brindarán el soporte necesario para mantenerlo unido al láser junto con la pasta térmica. Medidas con 300 micras de tolerancia.

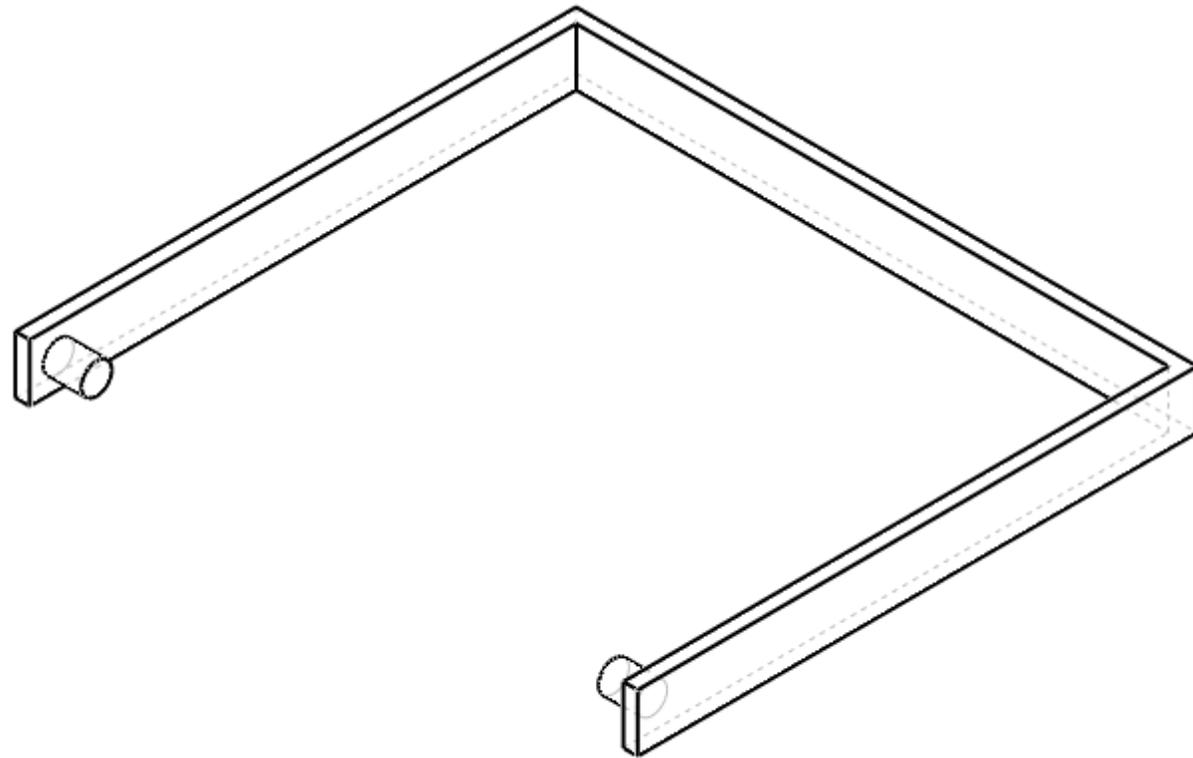


Figura 43. Soportes D2 con líneas ocultas visibles

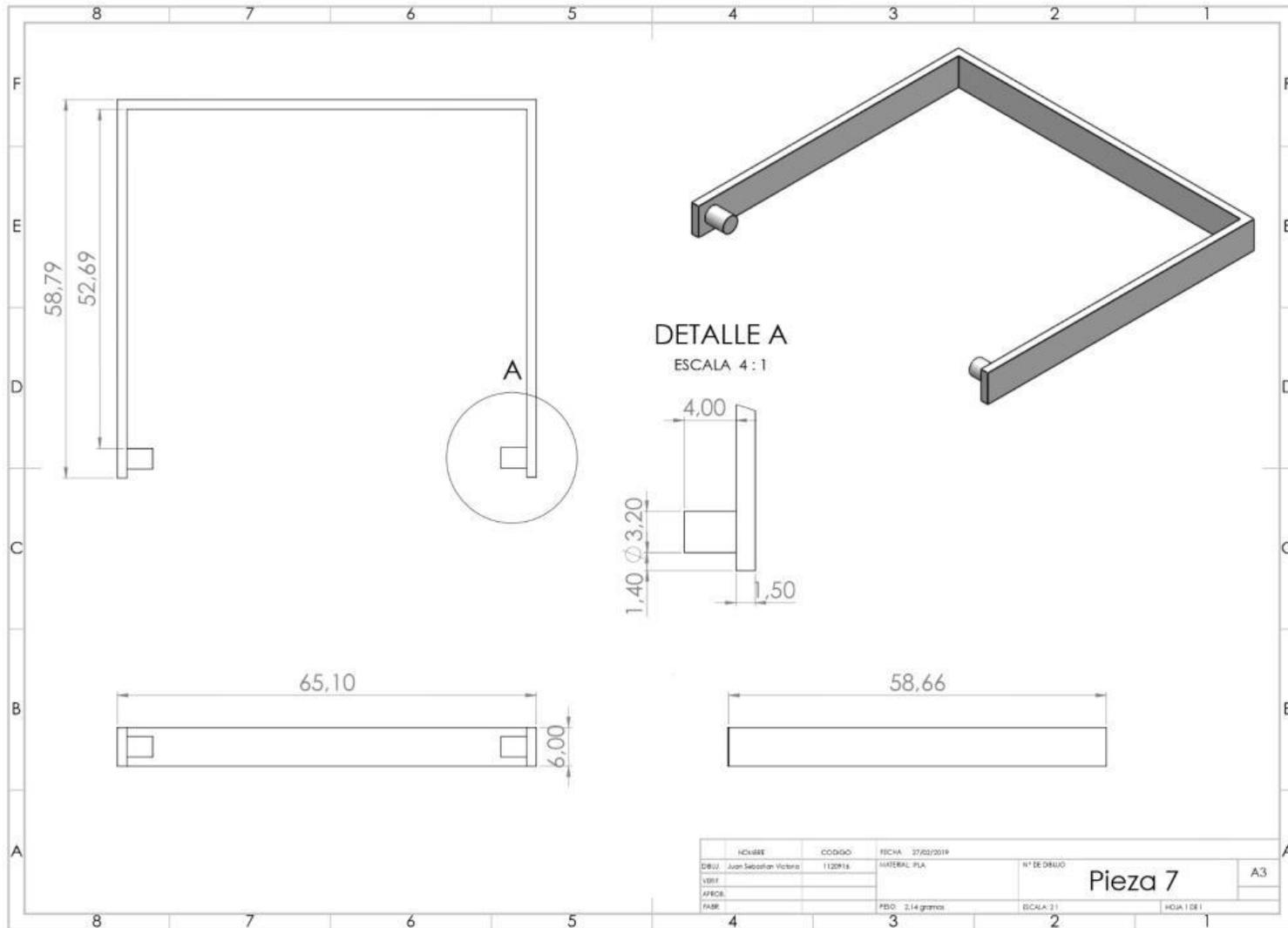


Figura 44. Medidas de los soportes D2

4.5.2 Modelado de las piezas principales del diseño – MODELO 2. Como se muestra a continuación:

4.5.2.1 Base ocular fotográfico

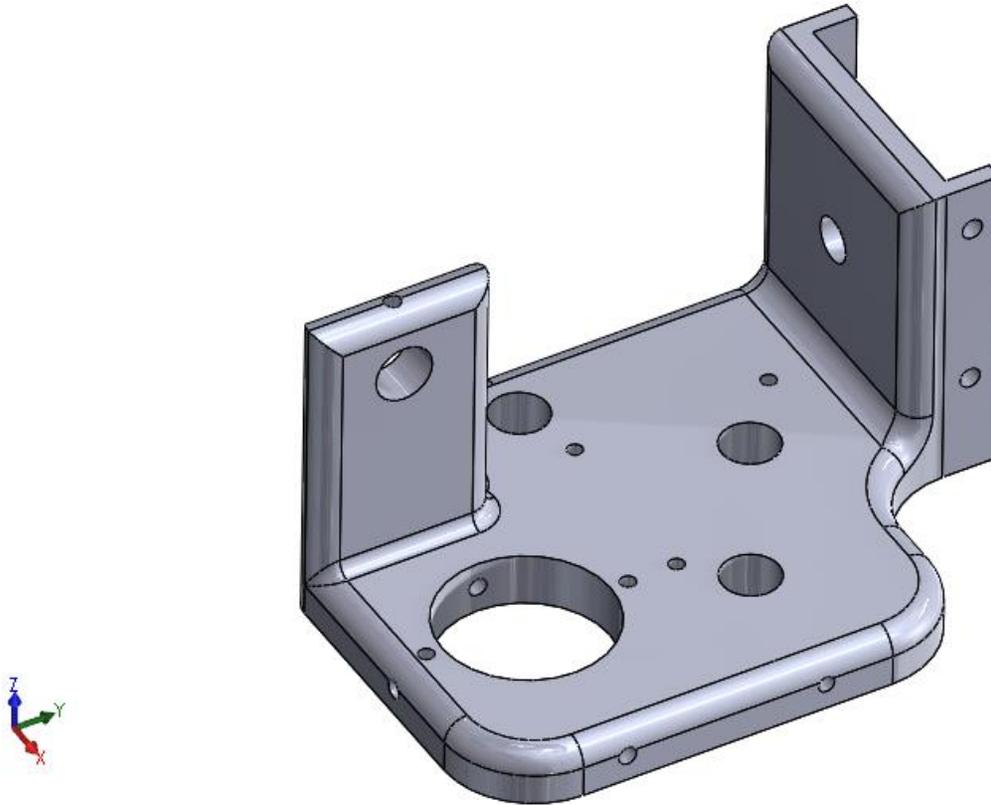


Figura 45. Base ocular fotográfico

En este sistema se utiliza una única pieza que contiene todos los elementos necesarios para este tipo de ensayo, contiene piezas del sistema anterior y tiene la capacidad de soportar 3 montajes de espejo cinemático y un montaje de filtro redondo con recubrimiento.

Medidas con 300 micras de tolerancia.

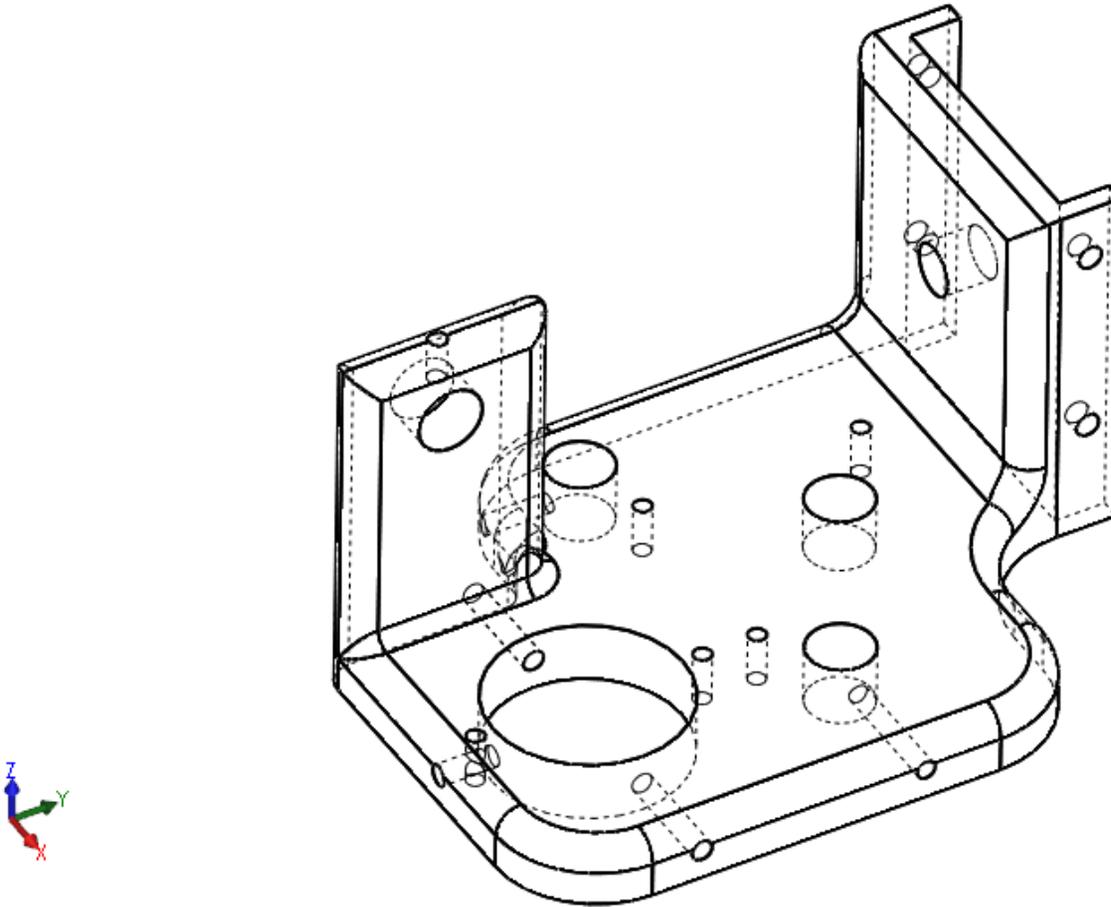


Figura 46. Base ocular fotográfico con líneas ocultas visibles

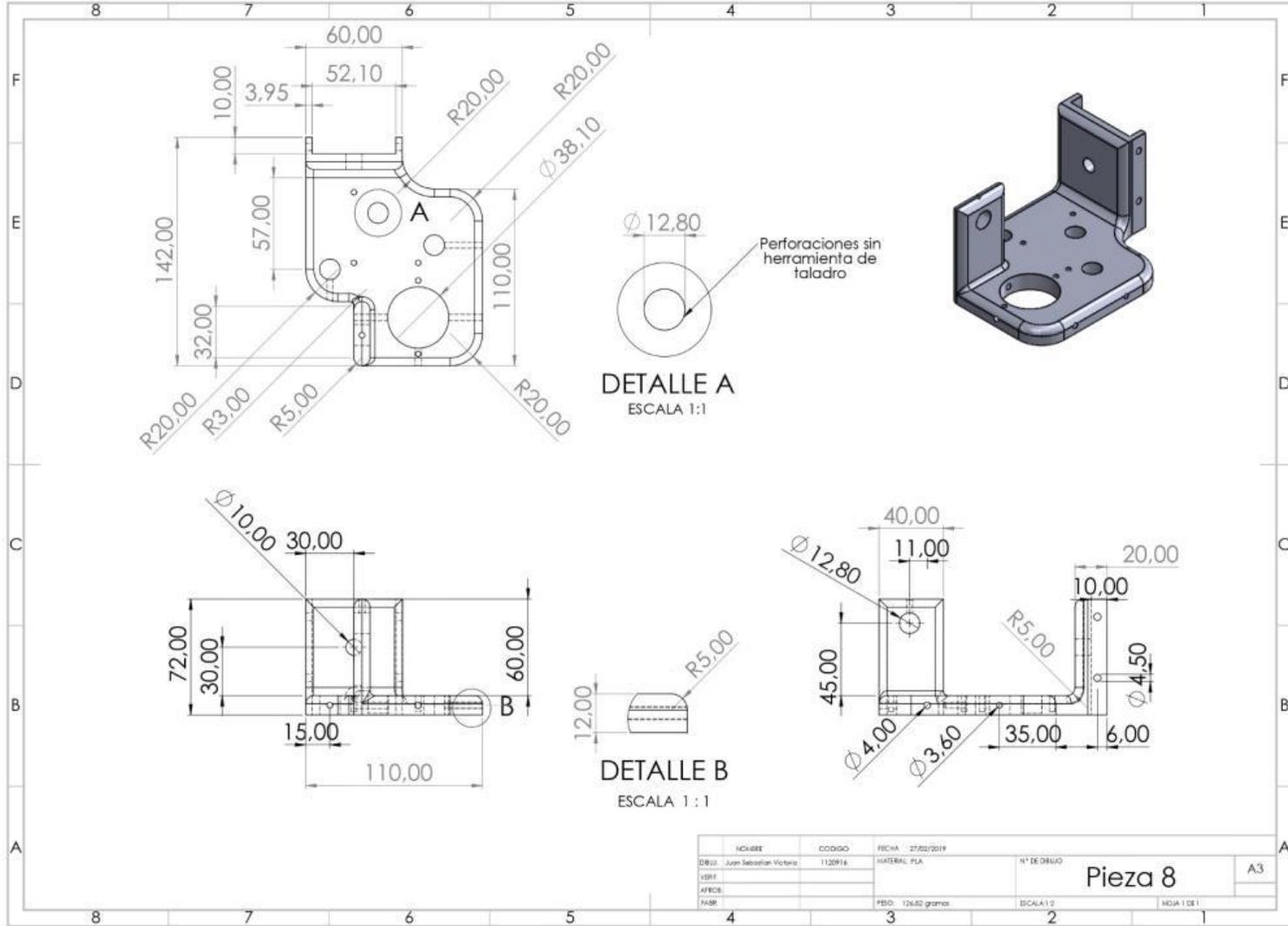


Figura 47. Medidas de base ocular fotográfico

4.5.3 Modelado de las piezas secundarias del diseño. Como se muestra a continuación:

4.5.3.1 Base para dicroico dentro del microscopio

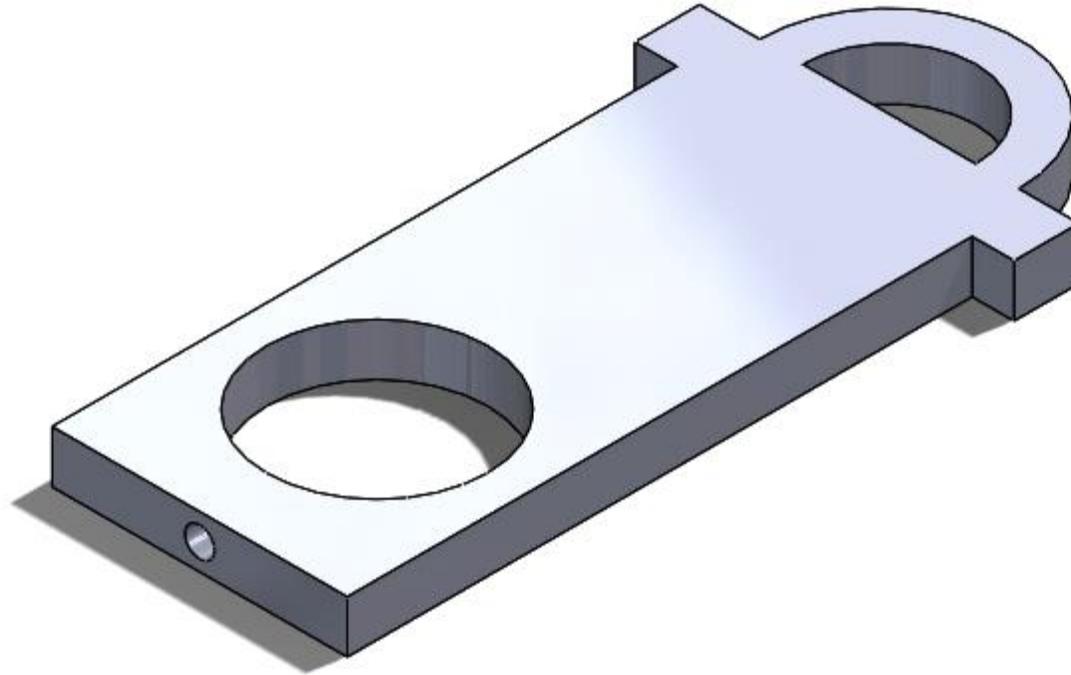


Figura 48. Base para dicroico

Esta pieza se diseña para colocarla dentro del microscopio por una de sus ranuras si se requería cambiar el tipo de estudio agregando un lente dicróico adicional. Medidas con 300 micras de tolerancia.

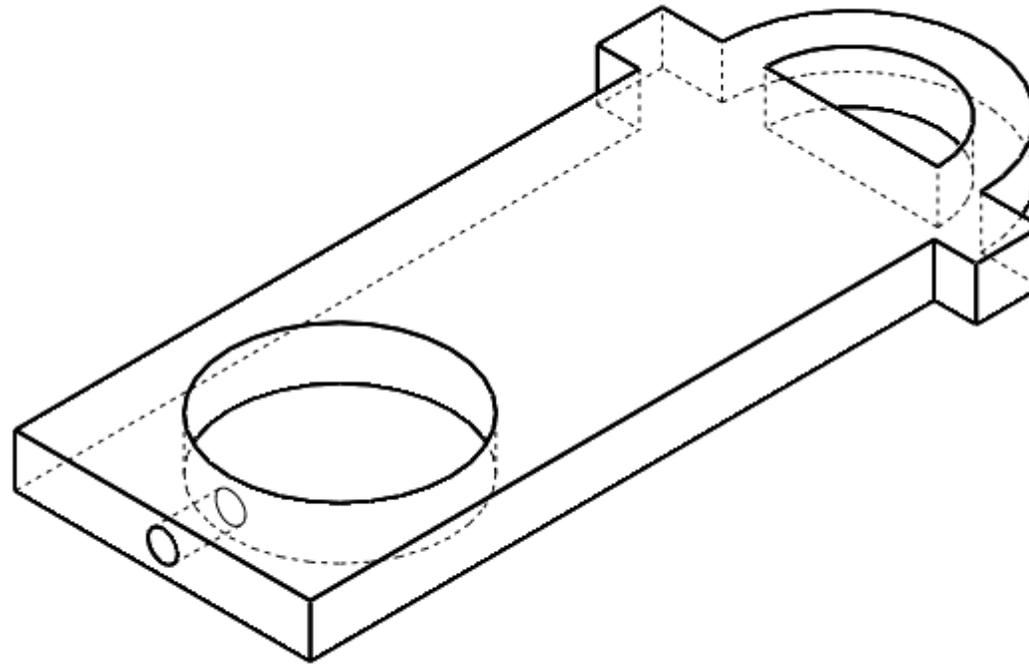


Figura 49. Base para dicróico dentro del microscopio con líneas ocultas visibles

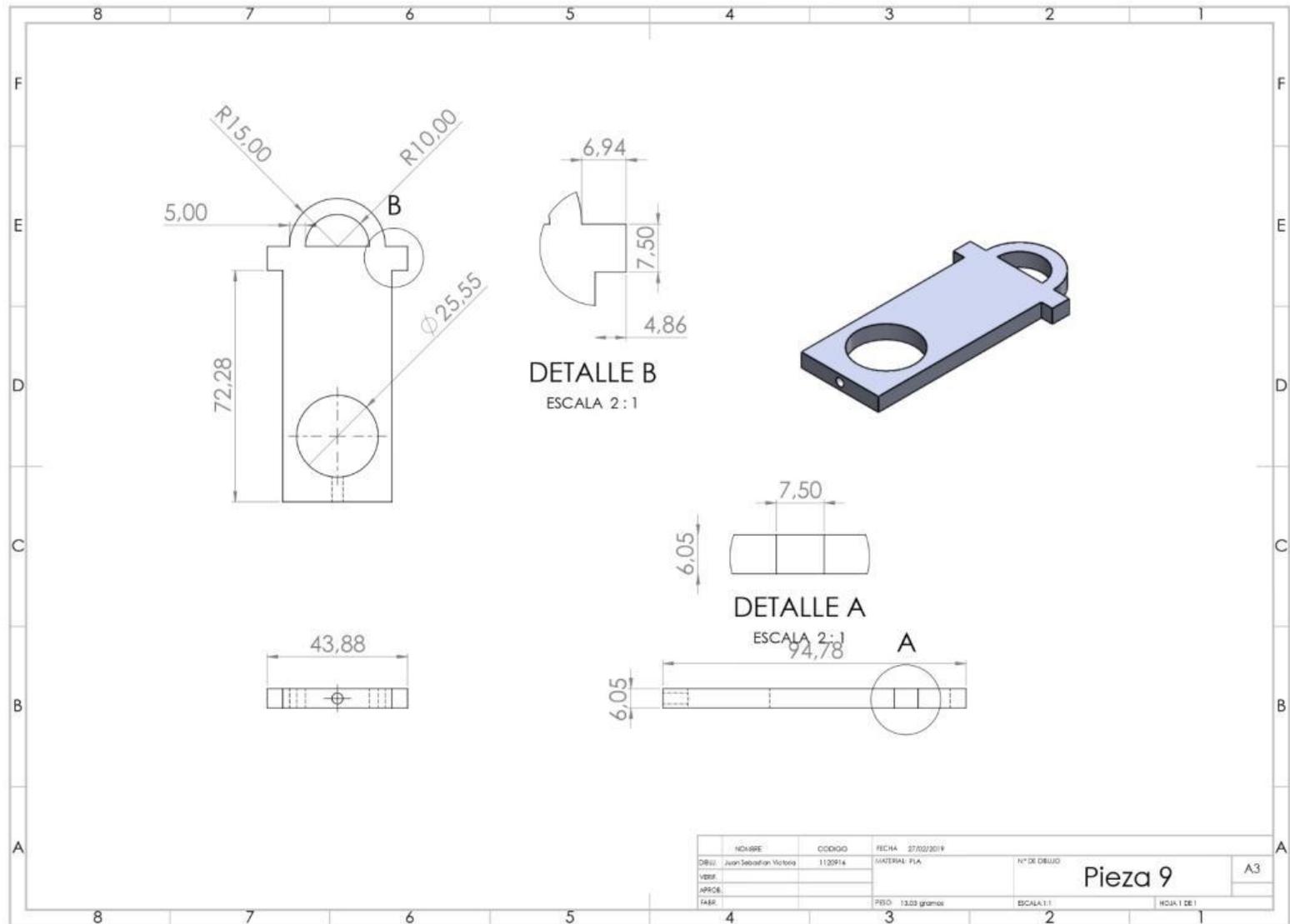


Figura 50. Medidas de la base para dicroico dentro del microscopio

4.5.3.2 Porta muestras. Como se muestra a continuación:

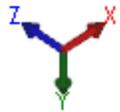
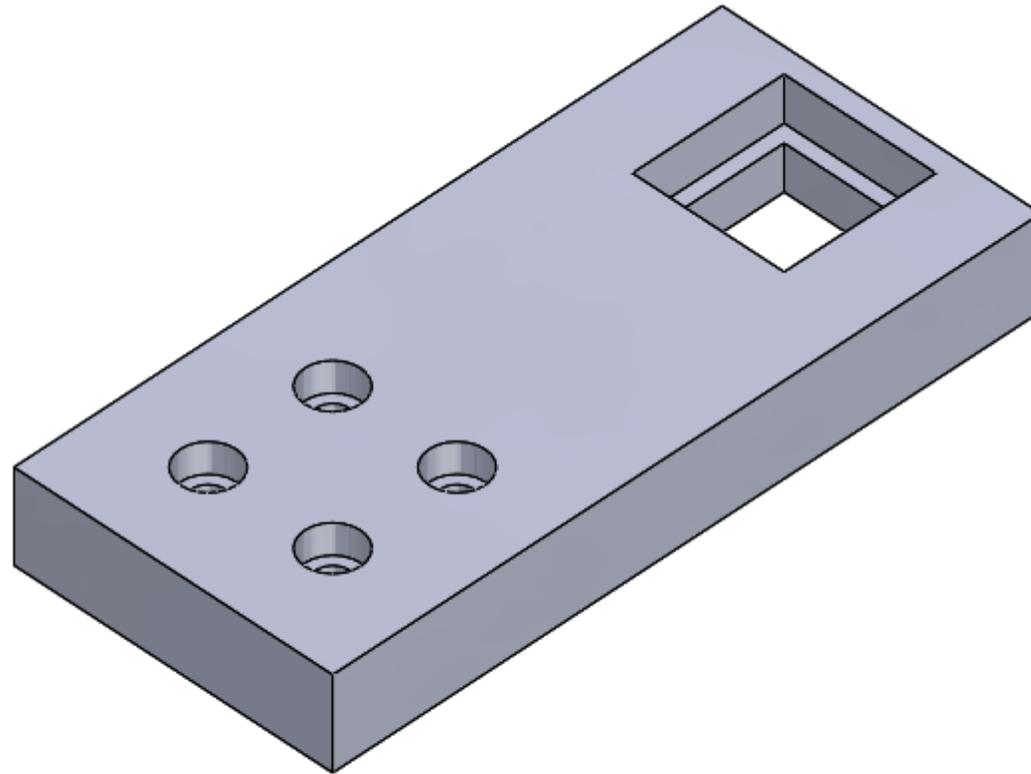


Figura 51. Porta muestras

En esta pieza se ubican todas las muestras para detección de trazas contaminantes en agua para el proyecto de espectroscopia de lente térmica de alta sensibilidad en configuración micro espacial. Medidas con 300 micras de tolerancia.

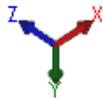
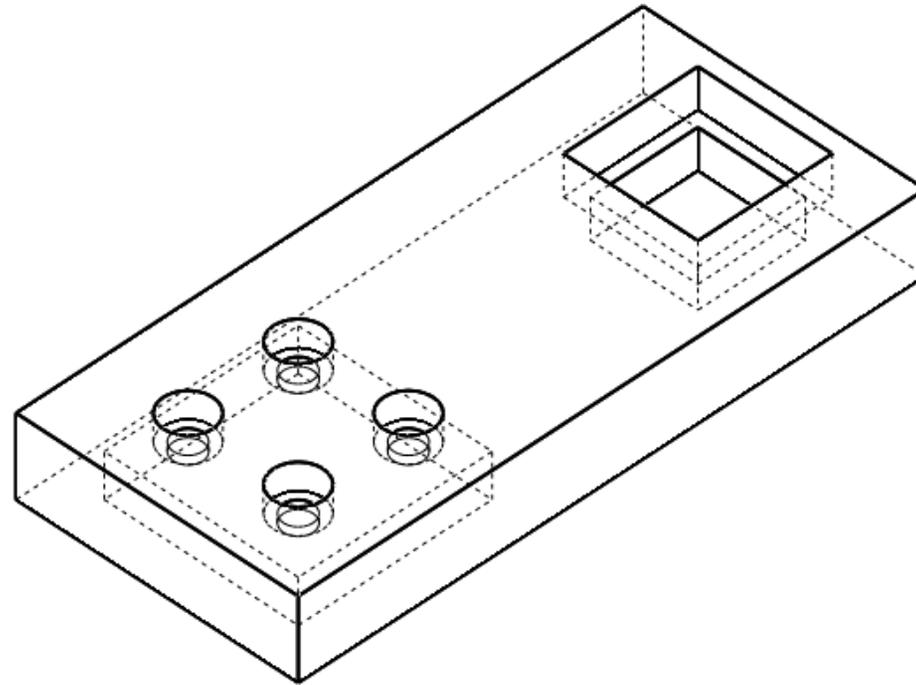


Figura 52. Porta muestras con líneas ocultas visibles

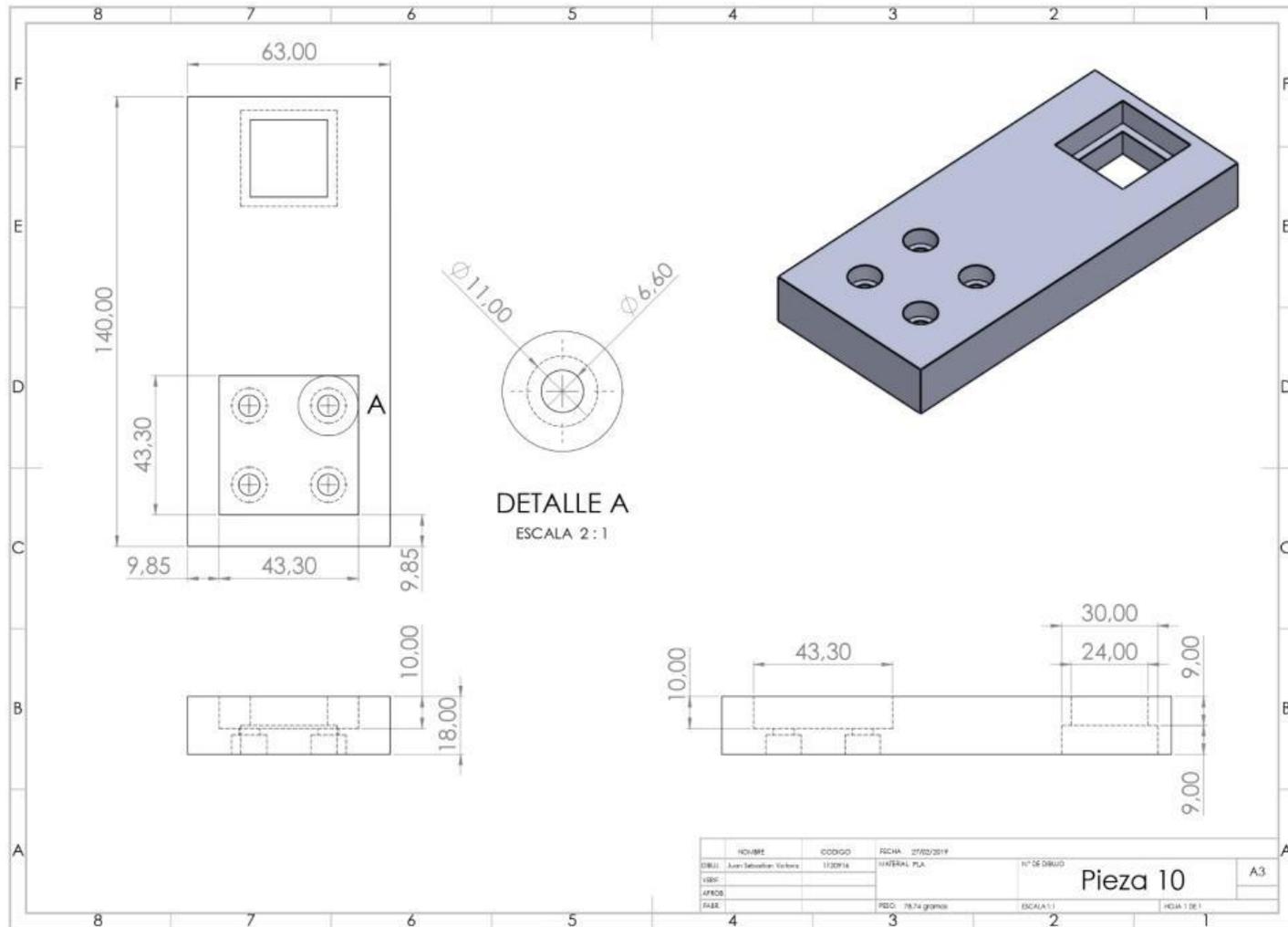


Figura 53. Medidas del porta muestras

4.5.3.3 Base de estabilizador del porta muestras. Como se muestra a continuación:

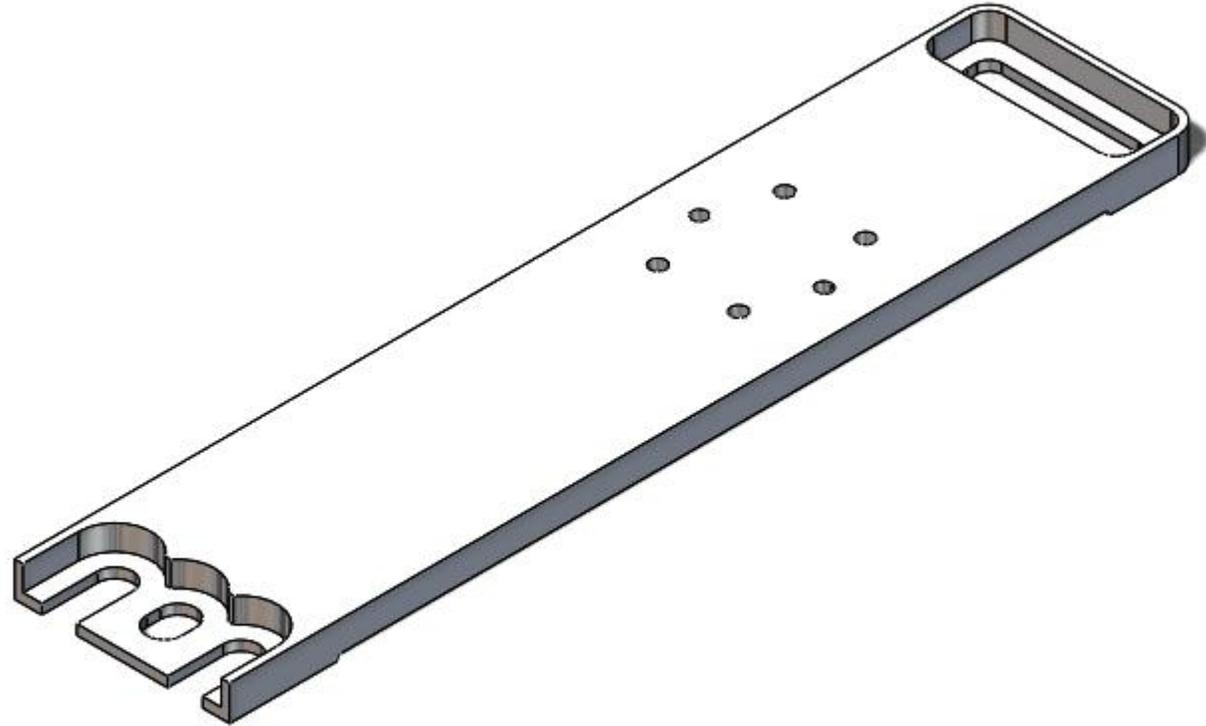


Figura 54. Base para estabilizador del porta muestras

Esta pieza permite acoplar todo el sistema que sostendría el porta muestras a la mesa anti vibratoria

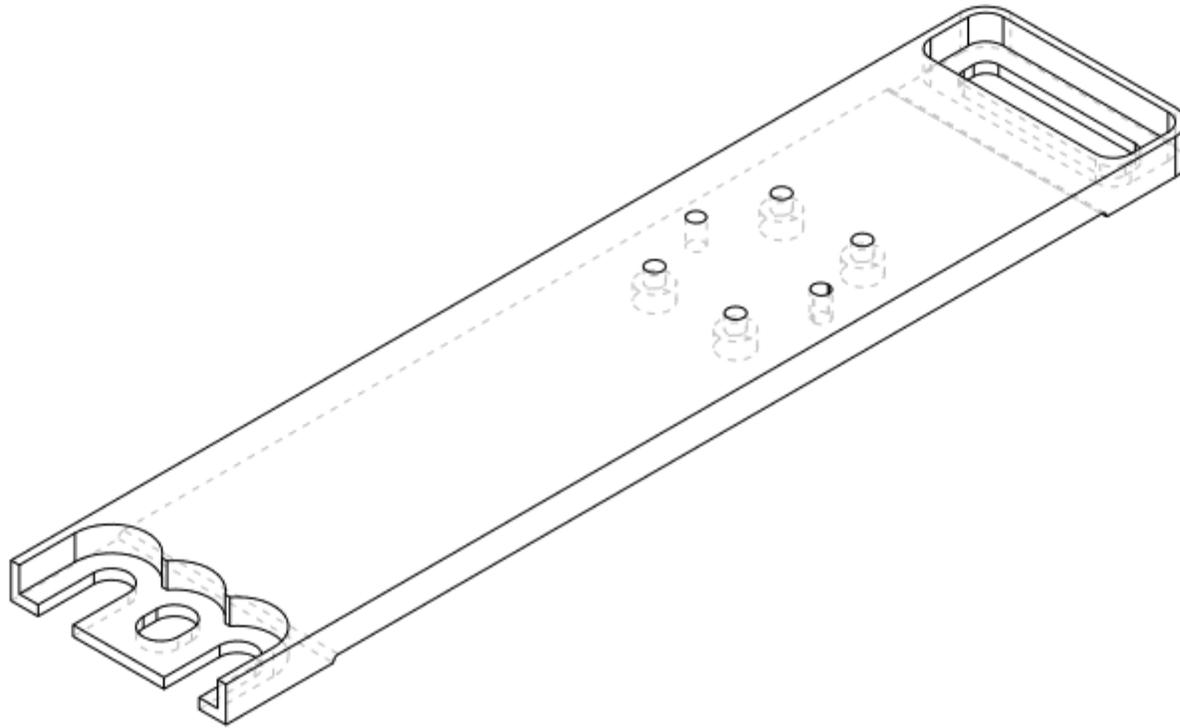


Figura 55. Base del estabilizador del porta muestras con líneas ocultas visibles

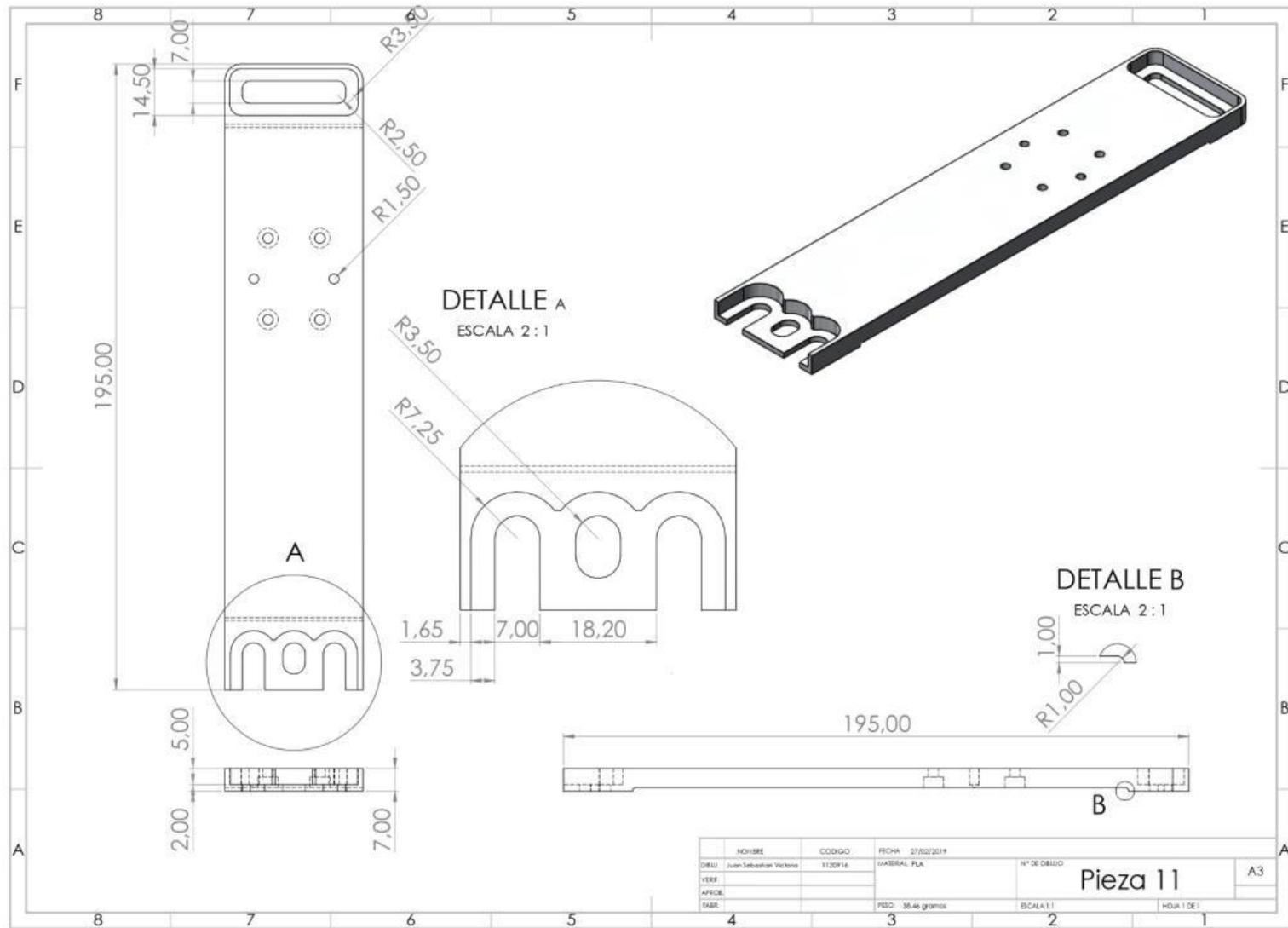


Figura 56. Medidas de la base de estabilizador del porta muestras

4.5.4 Ensamblaje sistema #1. Como se muestra a continuación:

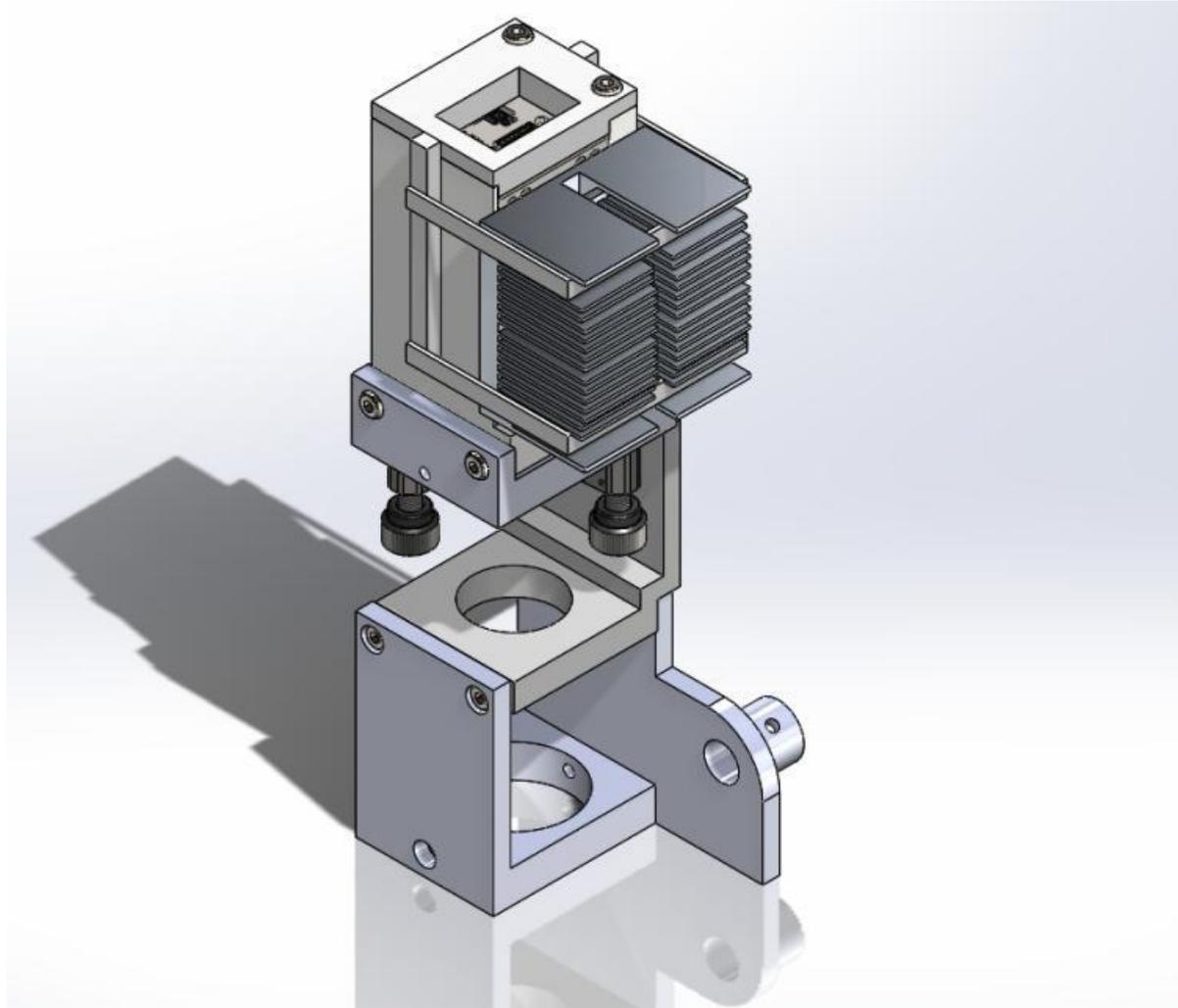


Figura 57. Diseño del ensamblaje total del SISTEMA 1

Vistas ensamblaje #1:

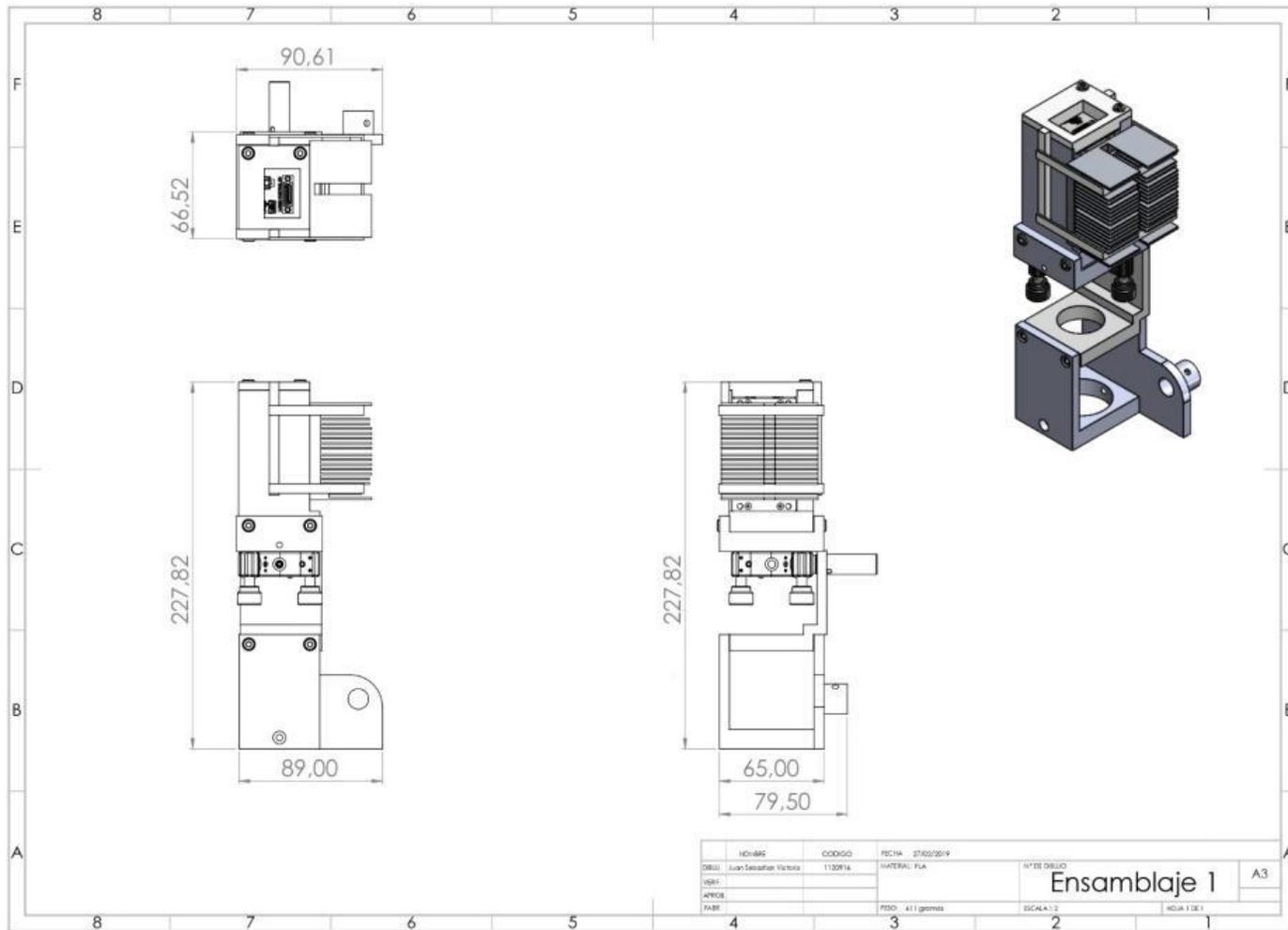


Figura 58. Medidas del ensamblaje total del SISTEMA 1

4.5.5 Ensamblaje #2. Como se muestra a continuación:

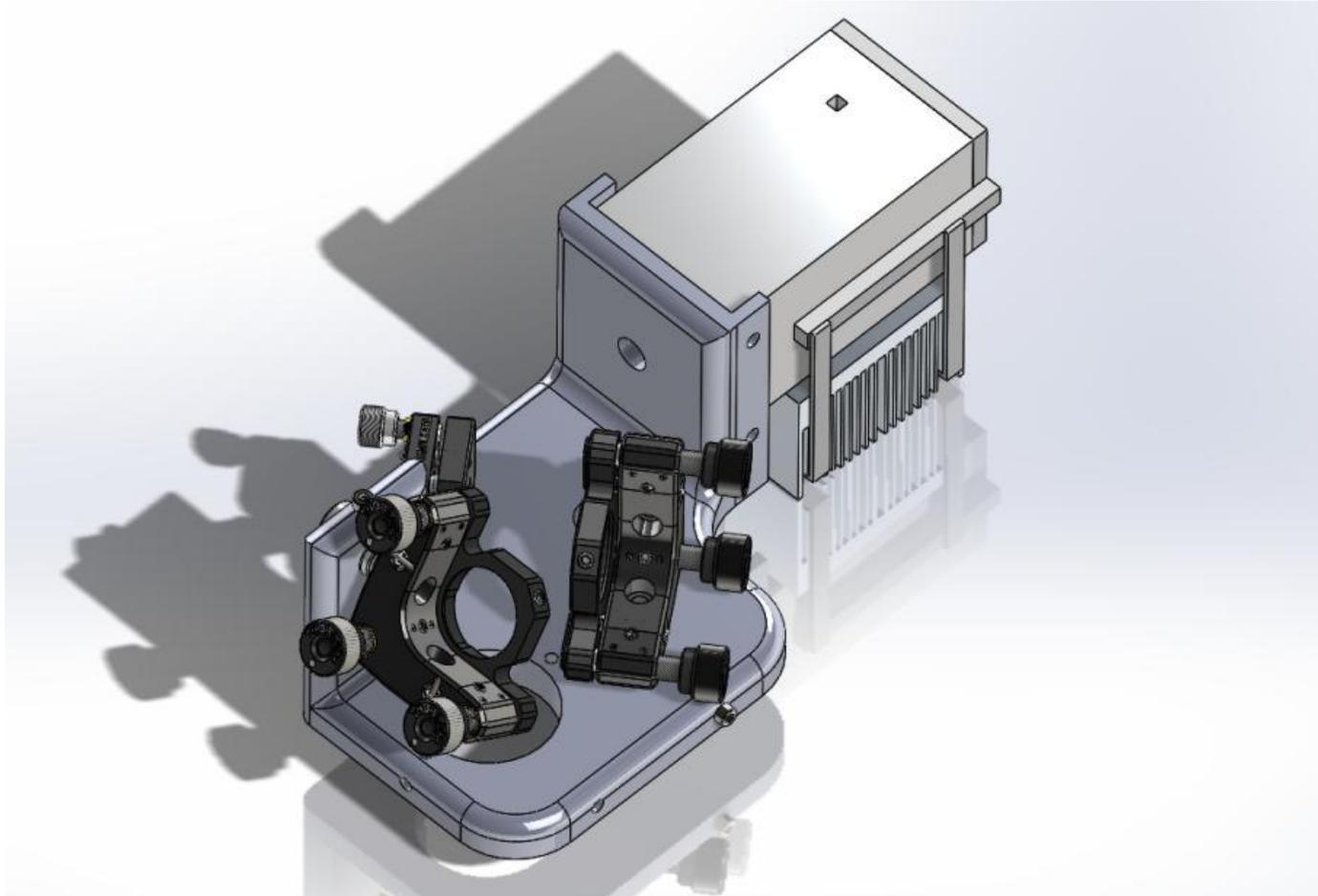


Figura 59. Diseño del ensamblaje total del SISTEMA 2

Vistas ensamblaje #2:

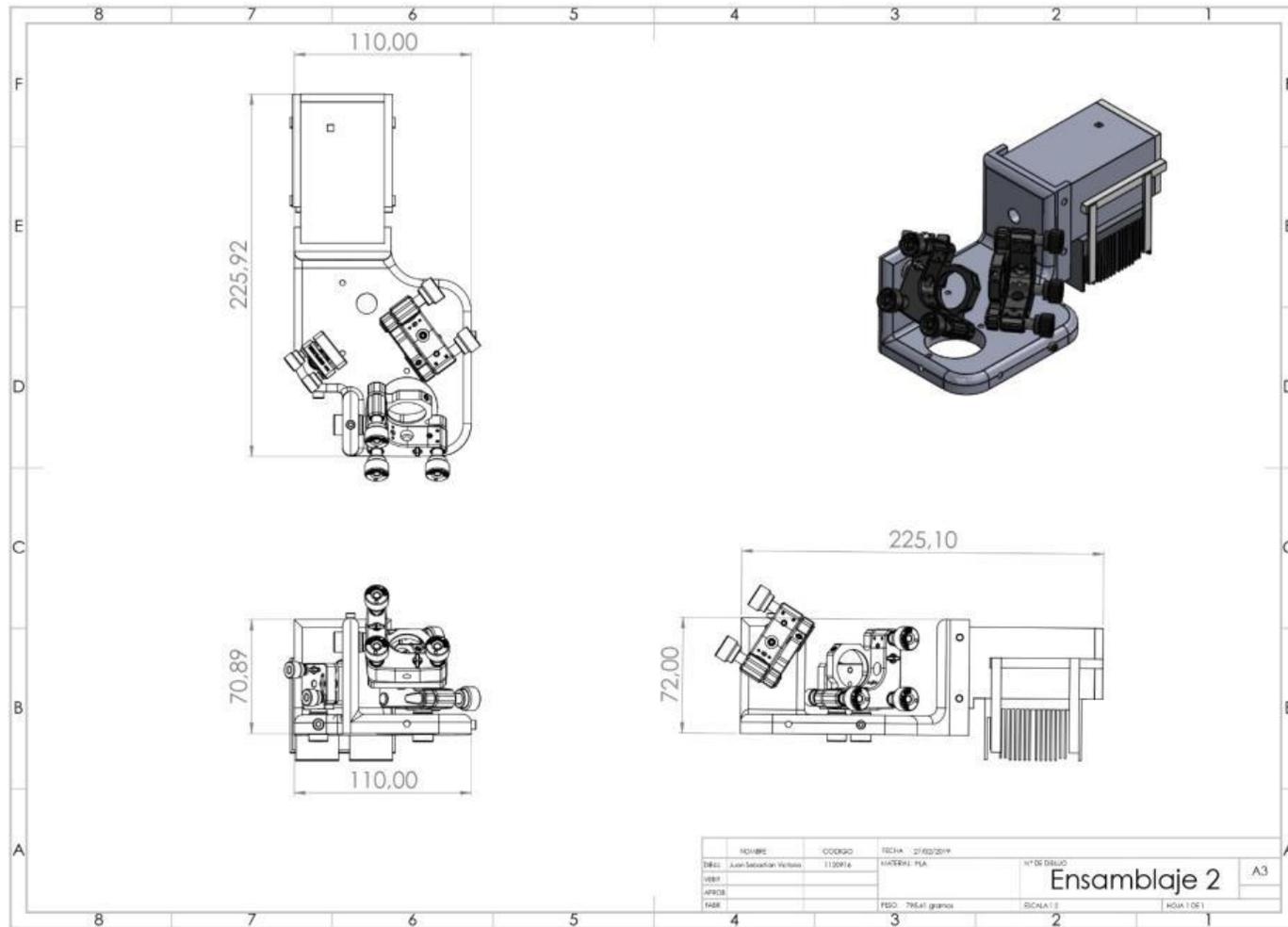


Figura 60. Medidas del ensamblaje total del SISTEMA 2

4.6 Análisis Estático

4.6.1 Primer sistema: Lente térmica y Reflectancia. Como se muestra a continuación:

Tabla 10. Información de Modelo

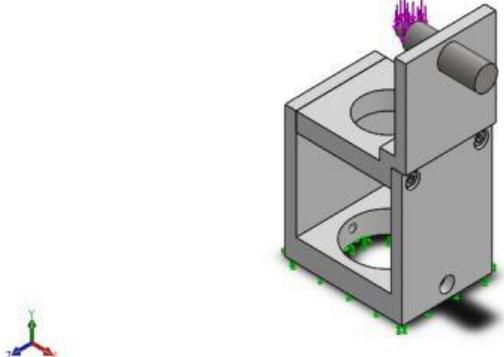
 <p>Nombre del modelo: Ensamblaje1 Estático</p>		
Sólidos		
Pieza ensamblaje	Tratado como	Propiedades Volumétricas
Porta Dicroico 	Sólido	<ul style="list-style-type: none"> • Masa:0,0875658 kg • Volumen:7,06176e-05 m³ • Densidad:1.240 kg/m³ • Peso:0,858145 N
Soporte Estabilizador 	Sólido	<ul style="list-style-type: none"> • Masa:0,0439625 kg • Volumen:3,54537e-05 m³ • Densidad:1.240 kg/m³ • Peso:0,430833 N
Poste Estabilizador 	Sólido	<ul style="list-style-type: none"> • Masa:0,0417812 kg • Volumen:5,28876e-06 m³ • Densidad:7.900 kg/m³ • Peso:0,409456 N

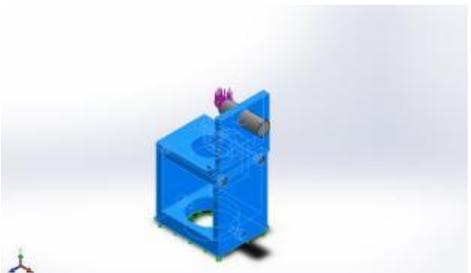
Tabla 11. Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Tipo de solver	FFEPlus

Tabla 12. Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/mm ² (MPa)

Tabla 13. Propiedades de material

Referencia de Modelo	Propiedades
	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre: PLA • Tipo de modelo: isotrópico elástico lineal • Límite de tracción: 50 N/mm² • Modulo elástico: 3.500 N/mm² • Coeficiente de poisson: 0.39 • Densidad: 1,24 g/cm³ • Modulo cortante: 2.400 N/mm²

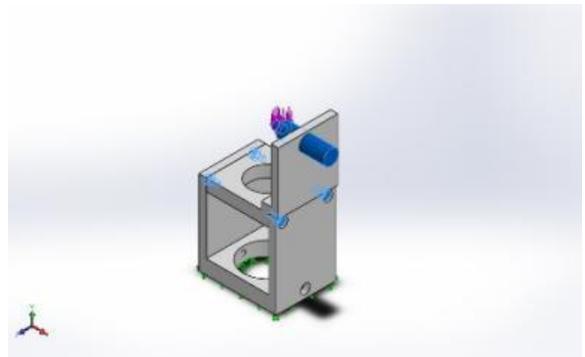
Referencia de modelo	Propiedades
	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre: AISI 1020 • Tipo de modelo: isotrópico elástico lineal • Limite elástico: 351,571 N/mm² • Límite de tracción: 420,507 N/mm² • Modulo elástico: 200.000 N/mm² • Coeficiente de poisson: 0.29 • Densidad: 7,9 g/cm³ • Modulo cortante: 77.000 N/mm²

Tabla 14. Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-4		Entidades: 1 arista, 1 cara Tipo: geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-2,47346e-08	8,927	6,72881e-08	8,927

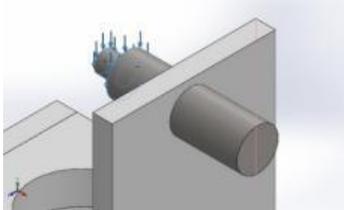
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-3		Entidades: 2 caras Referencia: 1 arista Tipo: Aplicar fuerza Valor: 4,4635 N		

Tabla 15. Información de contacto

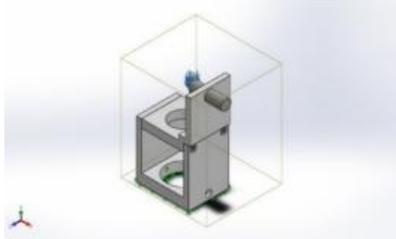
Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto		
Contacto global		Tipo: Sin penetración Componentes: 1 componente		

Tabla 16. Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Puntos jacobianos	4 puntos
Tamaño de elementos	4,82452 mm
Tolerancia	0,241226 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	20695
Número total de elementos	11308

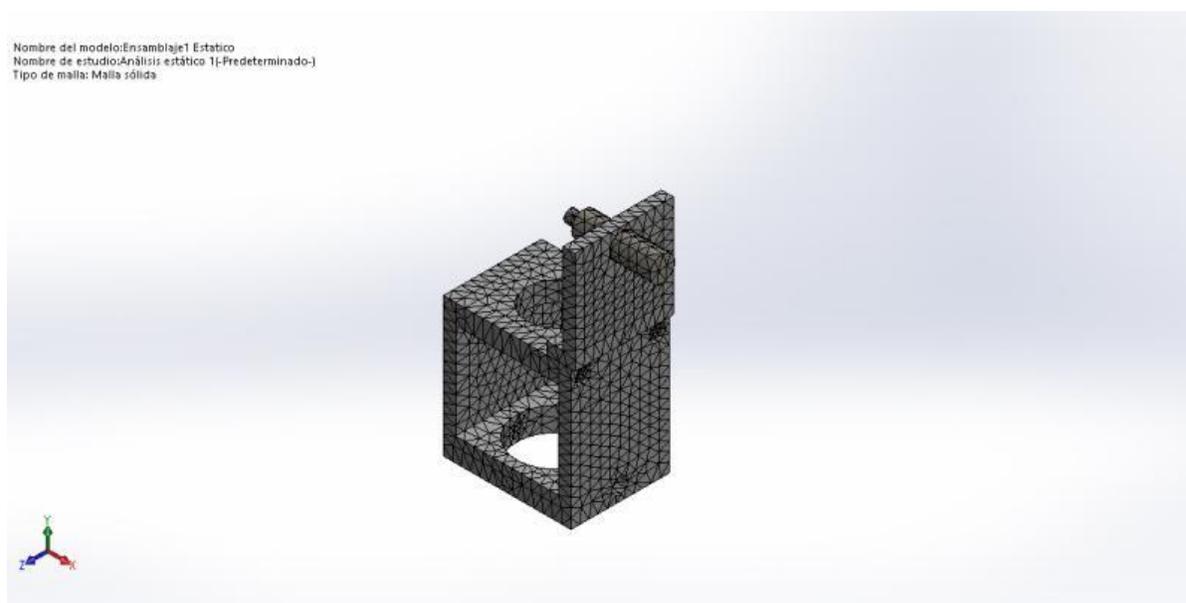


Figura 61. Malla Sistema 1

Fuerzas resultantes:

Tabla 17. Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-2,47346e-08	8,927	6,72881e-08	8,927

Tabla 18. Resultados del estudio

Tipo	Min.	Max.
Tensión de Von Mises	7,948e-05 N/mm ² (MPa) Nodo: 17097	4,046e+00 N/mm ² (MPa) Nodo: 11532

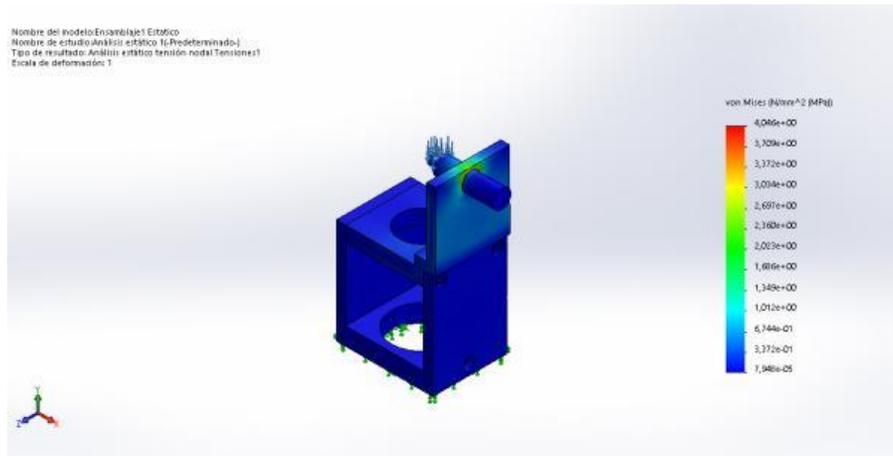


Figura 62. Tensión von mises

Tabla 19. Tensión von mises

Tipo	Min.	Max.
Desplazamientos resultantes	0,000e+00 mm Nodo: 10	2,362e-01 mm Nodo: 17125

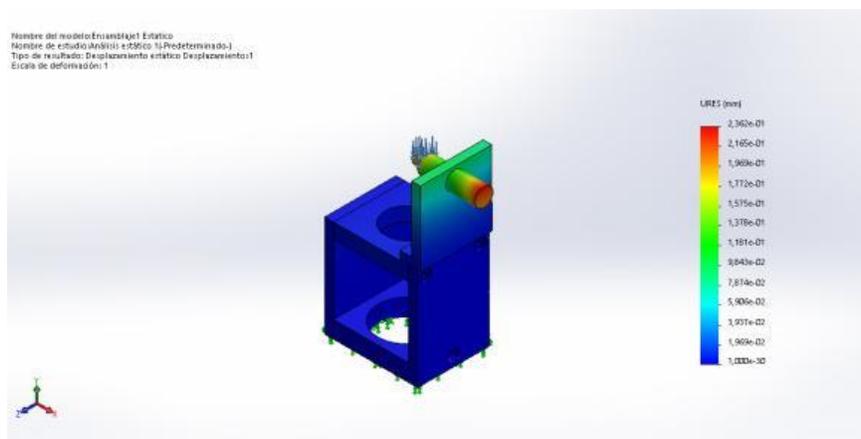
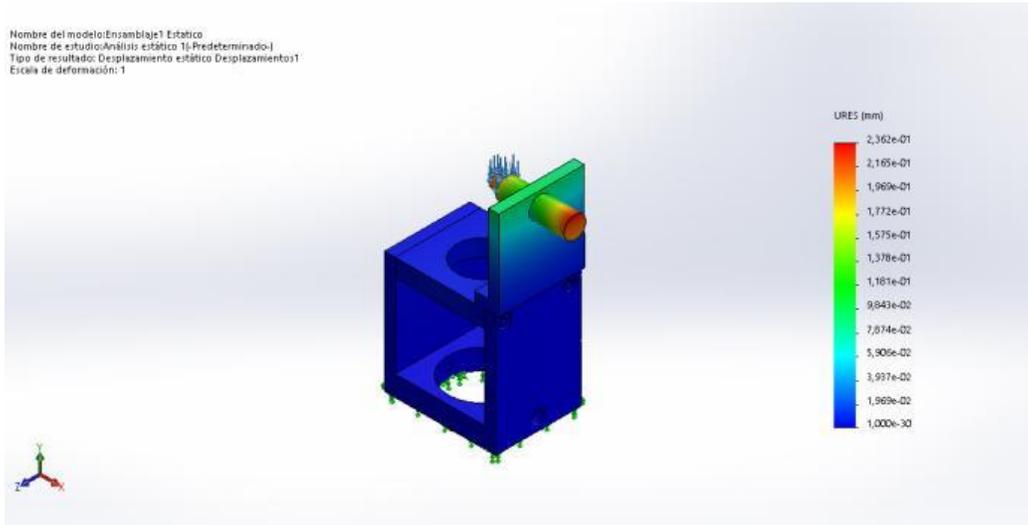


Figura 63. Desplazamientos resultantes

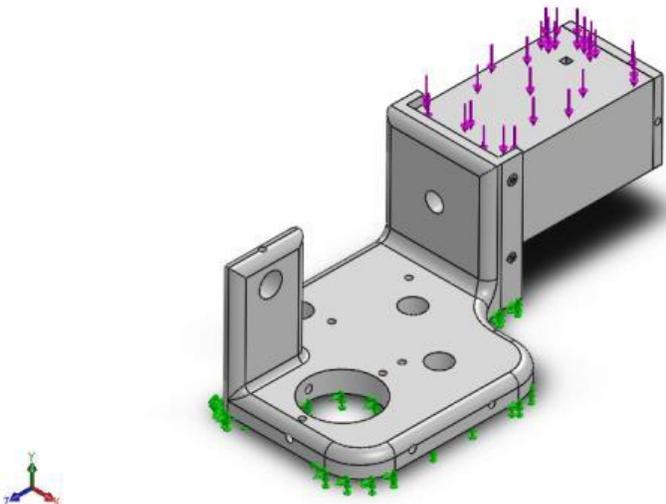
Tabla 20. Desplazamientos resultantes

Tipo	Min.	Max.
Deformación unitaria equivalente	7,986e-10 Elemento: 9679	6,589e-04 Elemento: 9010

**Figura 64. Deformación unitaria equivalente**

4.6.2 Segundo sistema: Lente térmica

Tabla 21. Información de Modelo



Nombre del modelo: Ensamblaje 2 Estático

Solidos		
Pieza ensamblaje	Tratado como	Propiedades Volumétricas
Ensamblaje laser	Sólido	<ul style="list-style-type: none"> • Masa:0,111405 kg • Volumen:8,98431e-05 m³ • Densidad:1.240 kg/m³ • Peso:1,09177 N
Ocular fotográfico	Solido	<ul style="list-style-type: none"> • Masa:0,228562 kg • Volumen:0,000184324 m³ • Densidad:1.240 kg/m³ • Peso:2,23991 N

Tabla 22. Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 kelvin
Tipo de solver	FFEPlus

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/mm ² (MPa)

Tabla 23. Propiedades de material

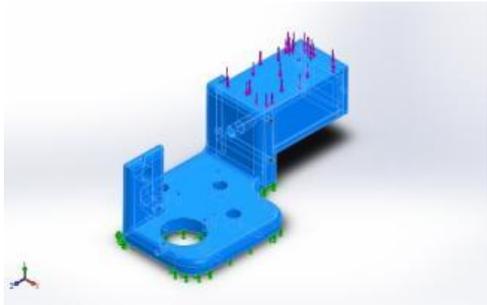
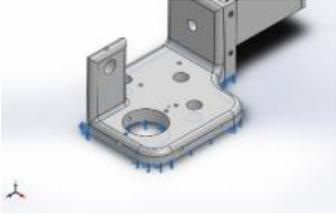
Referencia de Modelo	Propiedades
	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre: PLA • Tipo de modelo: isotrópico elástico lineal • Límite de tracción: 50 N/mm² • Modulo elástico: 3.500 N/mm² • Coeficiente de poisson: 0.39 • Densidad: 1,24 g/cm³ • Modulo cortante: 2.400 N/mm²

Tabla 24. Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 1 cara Tipo: geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0,579845	2,29009	-0,0737561	2,36351

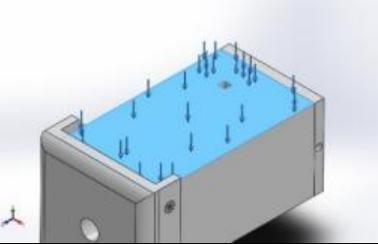
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara Tipo: Aplicar fuerza Valor: 3,19 N

Tabla 25. Información de contacto

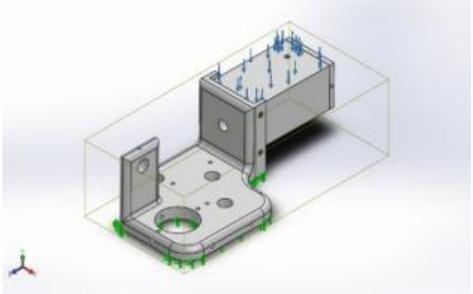
Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		<p>Tipo: Sin penetracion</p> <p>Componentes: 1 componente</p>

Tabla 26. Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Puntos jacobianos	4 puntos
Tamaño de elementos	6,58965 mm
Tolerancia	0,329483 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	29728
Número total de elementos	16536

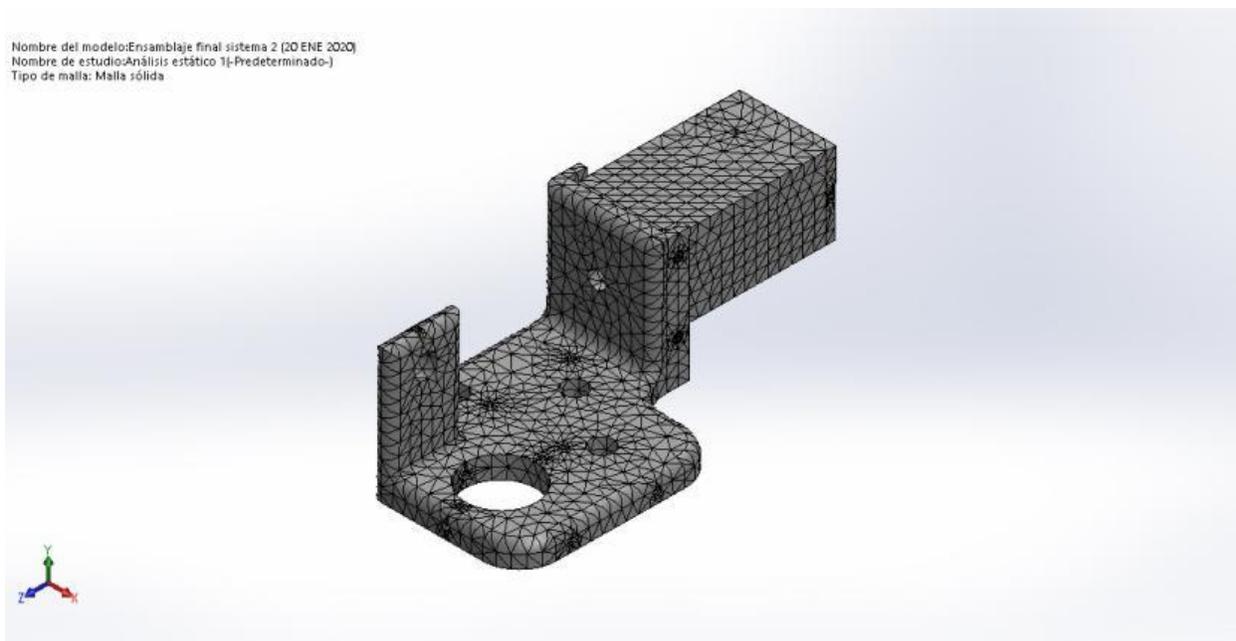


Figura 65. Malla sistema 2

Fuerzas resultantes:

Tabla 27. Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0,579845	2,29009	-0,0737561	2,36351

Tabla 28. Tensión von mises

Tipo	Min.	Max.
Tensión de Von Mises	2,893e-05 N/mm ² (MPa) Nodo: 24128	7,939e+01 N/mm ² (MPa) Nodo: 80

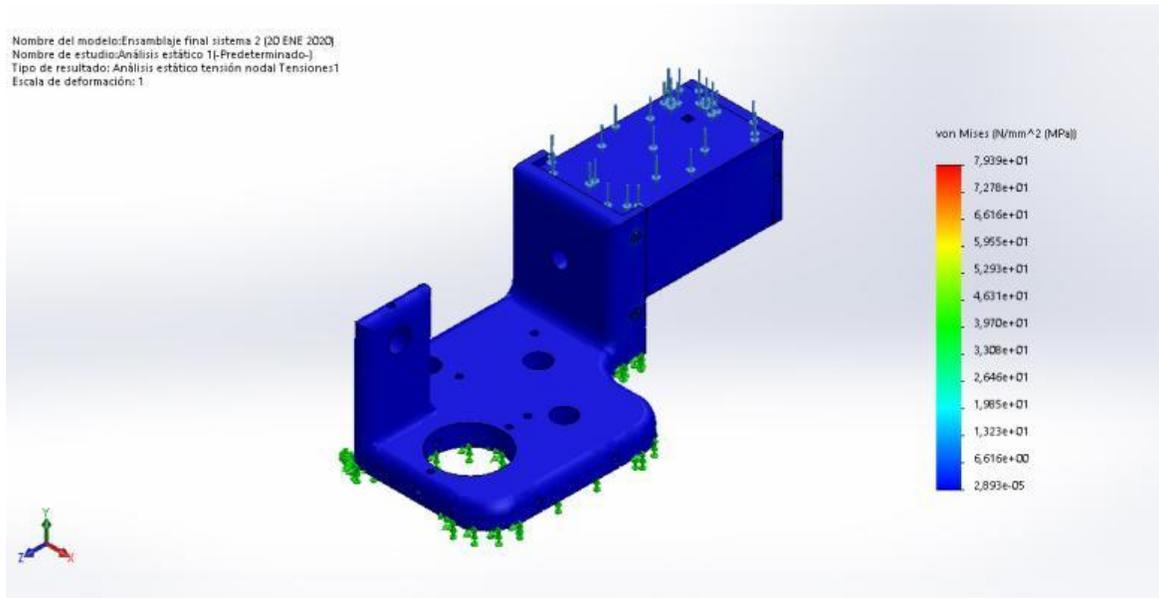


Figura 66. Tensión von mises

Tabla 29. Desplazamientos resultantes

Tipo	Min.	Max.
Desplazamientos resultantes	0,000e+00 mm Nodo: 10906	3,029e+01 mm Nodo: 27742

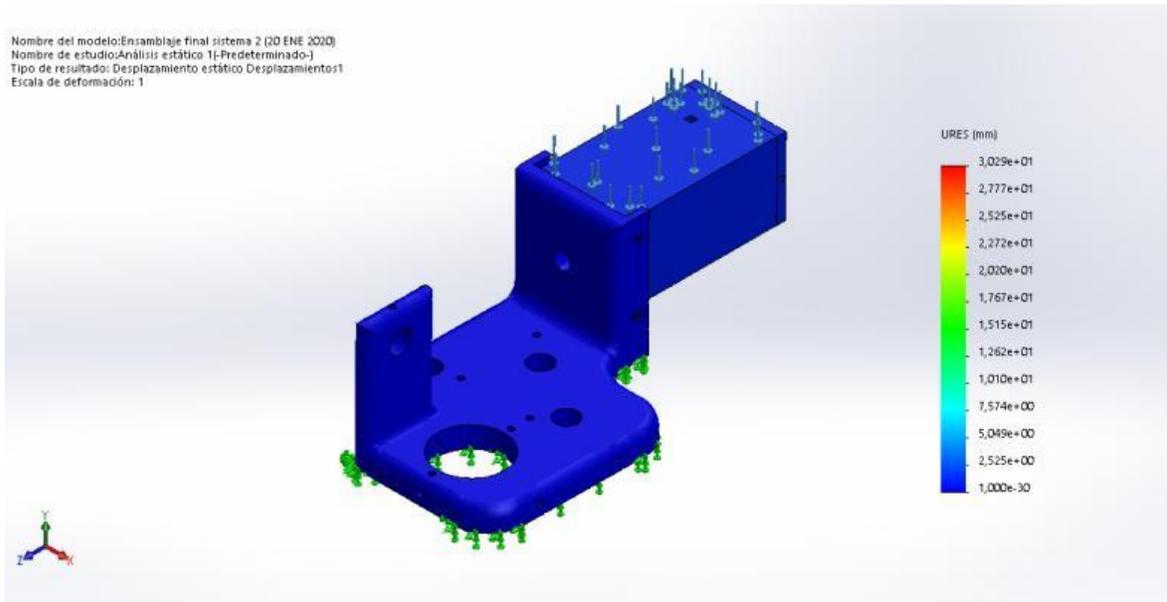
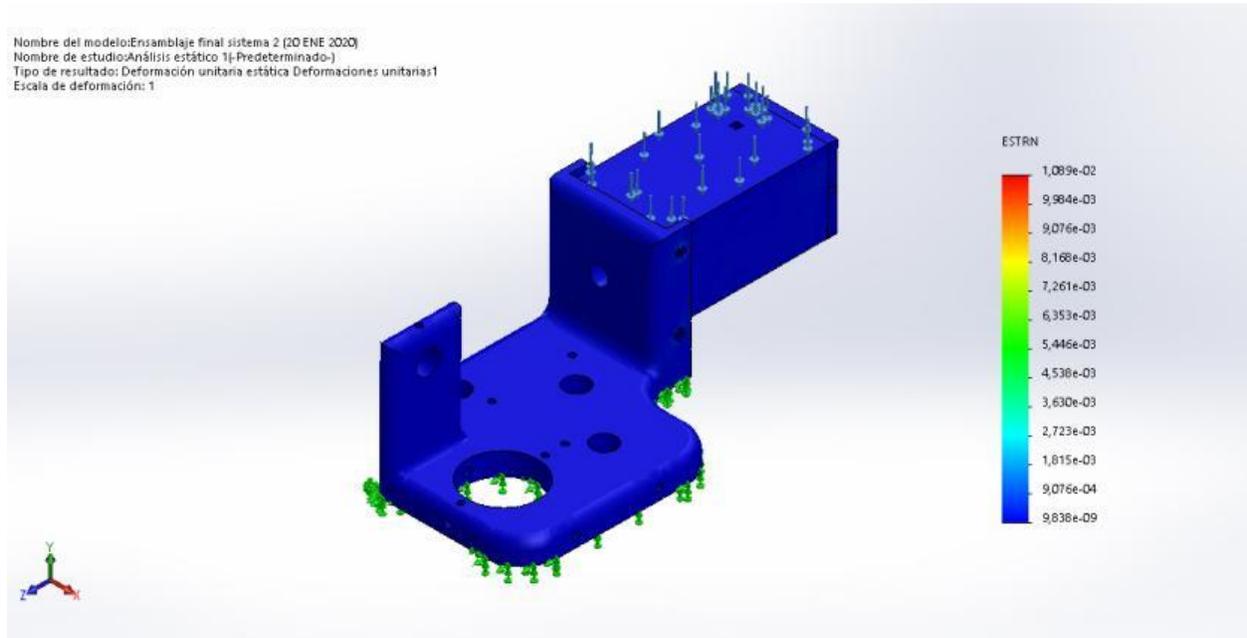


Figura 67. Desplazamientos resultantes

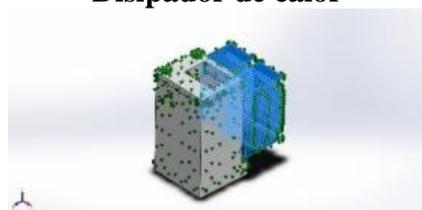
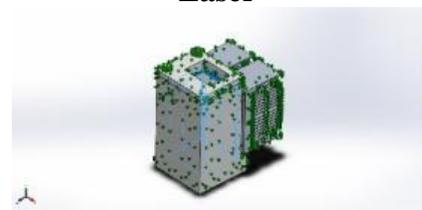
Tabla 30. Deformación unitaria

Tipo	Min.	Max.
Deformación unitaria	9,838e-09 Elemento: 12839	1,089e-02 Elemento: 3138

**Figura 68. Deformación unitaria**

4.7 Análisis Térmico

Tabla 31. Información de Modelo

		
Nombre del modelo: Ensamblaje Térmico		
Sólidos		
Pieza ensamblaje	Tratado como	Propiedades Volumétricas
Cobertor laser 	Sólido	<ul style="list-style-type: none"> • Masa:0.111393 kg • Volumen:8.98328e-05 m³ • Densidad:1240 kg/m³ • Peso:1.09165 N
Disipador de calor 	Sólido	<ul style="list-style-type: none"> • Masa:0,0439625 kg • Volumen:3,54537e-05 m³ • Densidad:1.240 kg/m³ • Peso:0,430833 N
Laser 	Sólido	<ul style="list-style-type: none"> • Masa:0.597053 kg • Volumen:7.55763e-05 m³ • Densidad:7900 kg/m³ • Peso:5.85112 N
Tapa laser	Sólido	<ul style="list-style-type: none"> • Masa:0.03318 kg • Volumen:4.2e-06 m³ • Densidad:7900 kg/m³

		<ul style="list-style-type: none"> • Peso:0.325164 N
<p>Tapa cobertor laser</p> 	Solido	<ul style="list-style-type: none"> • Masa:0.597053 kg • Volumen:7.55763e-05 m³ • Densidad:7900 kg/m³ • Peso:5.85112 N
<p>Componente electronico</p> 	Solido	<ul style="list-style-type: none"> • Masa:0.0100125 kg • Volumen:1.125e-06 m³ • Densidad:8900 kg/m³ • Peso:0.0981225 N

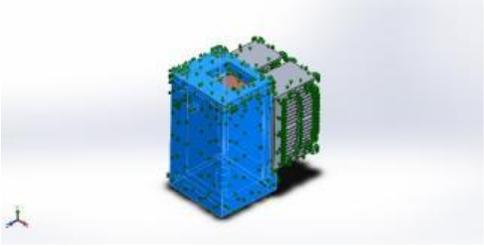
Tabla 32. Propiedades de estudio

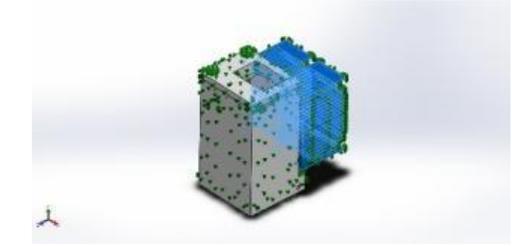
Nombre de estudio	Térmico 1
Tipo de análisis	Térmico (Estado estable)
Tipo de malla	Malla sólida
Tipo de solver	FFEPlus
Tipo de solución	Estado estable

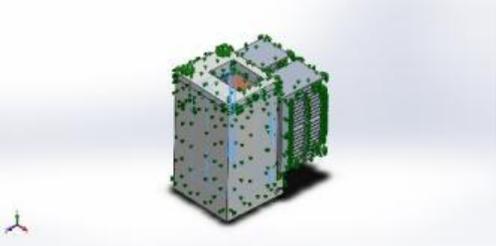
Tabla 33. Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Tabla 34. Propiedades de material

Referencia de Modelo	Propiedades
	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre: PLA • Tipo de modelo: isotrópico elástico lineal • Criterio de error: Desconocido • Conductividad térmica: 0,15 W/ (m K) • Calor específico: 1200 J/ (kg. K) • Densidad: 1240 kg/m³

Referencia de modelo	Propiedades
	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre: Aleación 1060 • Tipo de modelo: isotrópico elástico lineal • Criterio de error: Desconocido • Conductividad térmica: 200 W/ (m.K) • Calor específico: 900 J/(kg.K) • Densidad: 2700 kg/m³

Referencia de modelo	Propiedades
	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre: AISI 1020 • Tipo de modelo: isotrópico elástico lineal • Criterio de error: Desconocido • Conductividad térmica: 47 W/ (m.K) • Calor específico: 420 J/(kg.K) • Densidad: 7900 kg/m³

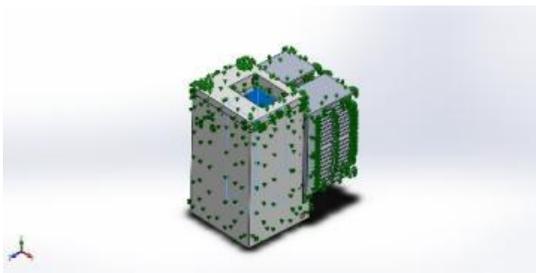
Referencia de modelo	Propiedades
	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre: Cobre • Tipo de modelo: isotrópico elástico lineal • Criterio de error: Desconocido • Conductividad térmica: 390 W/(m.K) • Calor específico: 390 J/(kg.K) • Densidad: 8900 kg/m³

Tabla 35. Cargas térmicas

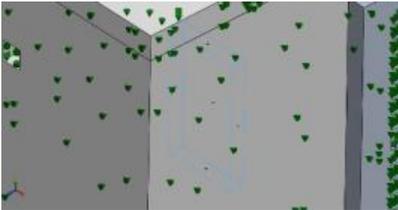
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Potencia calorífica		Entidades: 5 caras Energía térmica: 2.05e+14 W
Convección		Entidades: 243 caras Coeficiente de convección: 50W/(m ² .K) Temperatura ambiente: 293.15 Kelvin

Tabla 36. Información de contacto

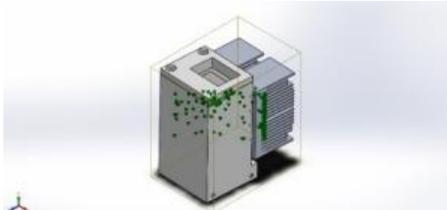
Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: Unión rígida Componentes: 1 componente

Tabla 37. Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Puntos jacobianos	4 puntos
Tamaño de elementos	5 mm
Tolerancia	0,25 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	48540
Número total de elementos	27749

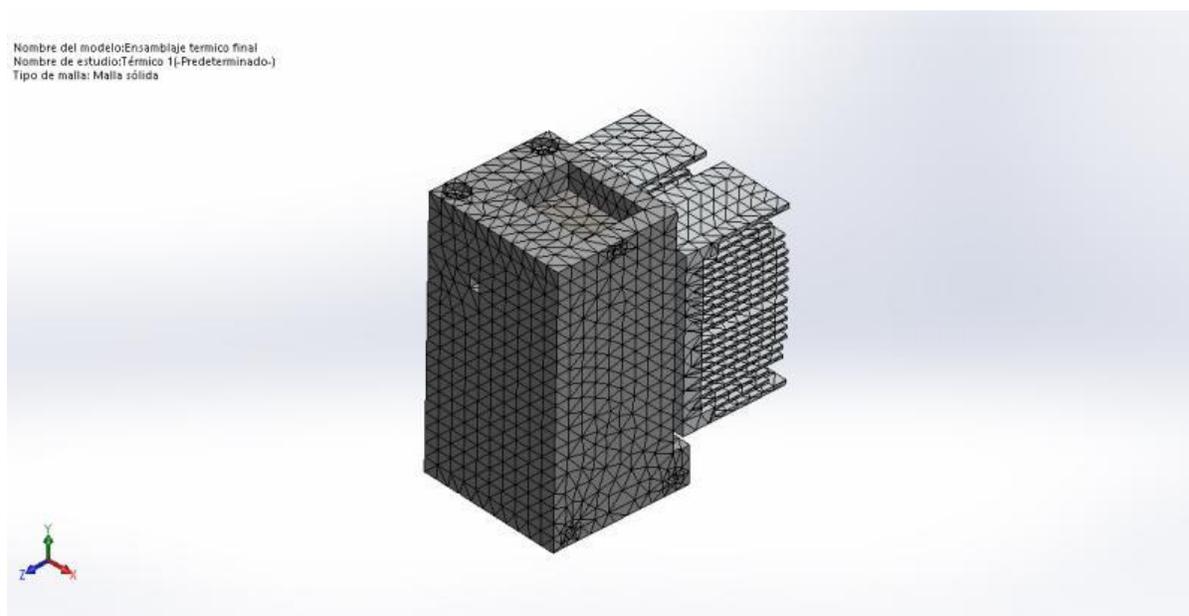


Figura 69. Malla

Tabla 38. Resultados del estudio

Tipo	Min.	Max.
Temperatura	1.507e+11 Kelvin Nodo: 46006	5.431e+14 Kelvin Nodo: 48331

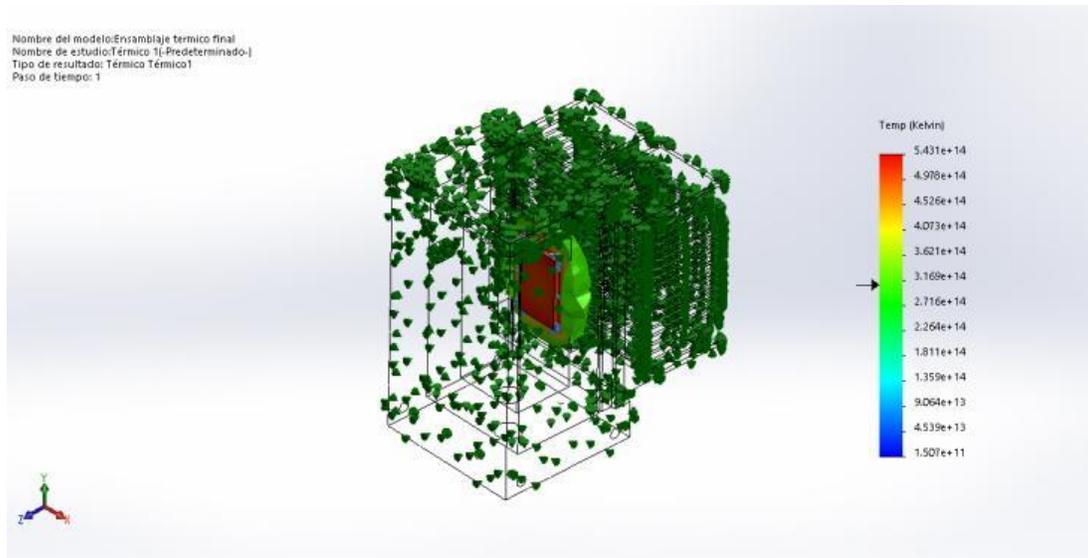


Figura 70. Temperatura

Tabla 39. Flujo de calor Direcc. X

Tipo	Min.	Max.
Flujo de calor en dirección X	-2.405e+18W/m ² Nodo: 48335	2.563e+18 W/m ² Nodo: 48340

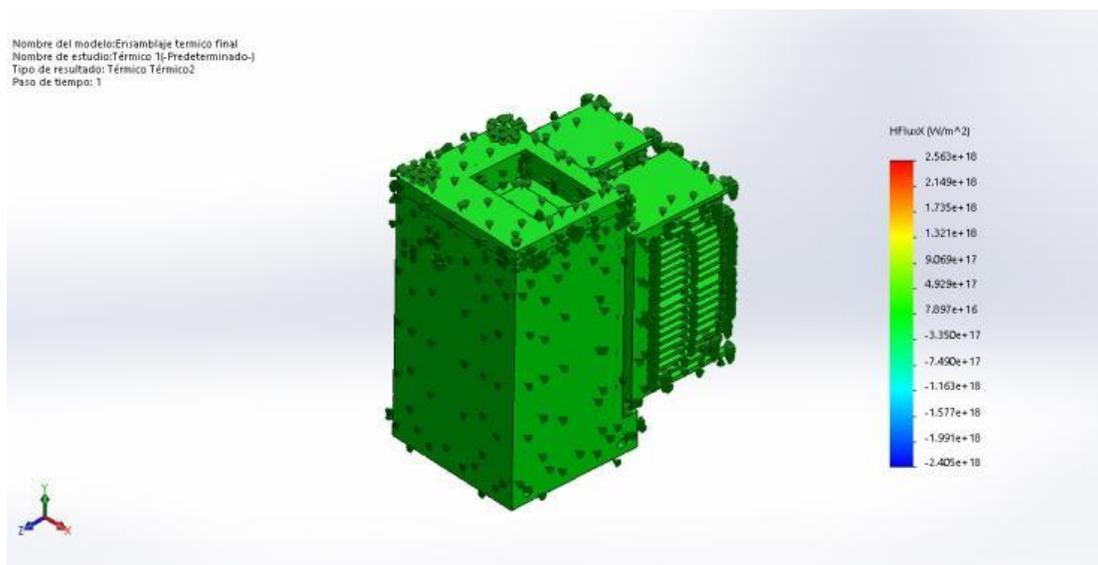


Figura 71. Flujo de calor Direcc. X

Tabla 40. Gradiente de temperatura resultante

Tipo	Min.	Max.
Gradiente de Temp. resultante	1.873e+13 K/m Nodo: 41420	1.062e+17 K/m Nodo: 14447

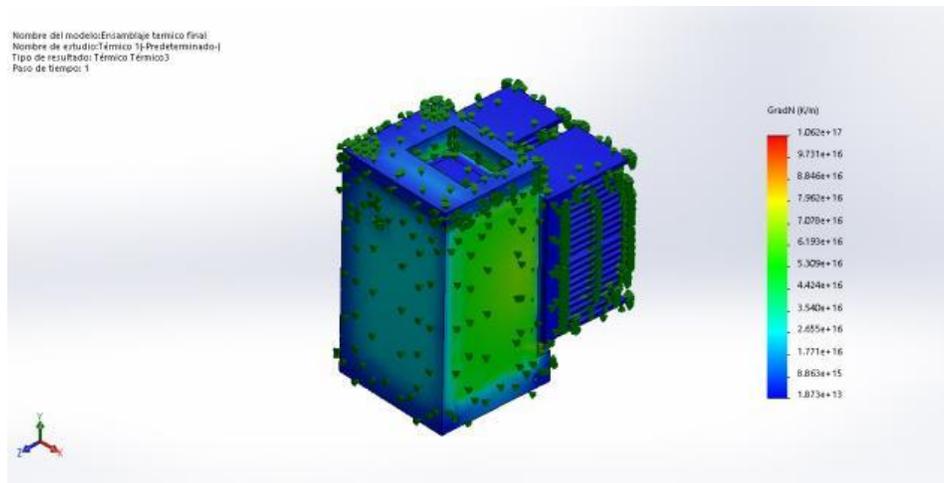


Figura 72. Gradiente de temperatura resultante

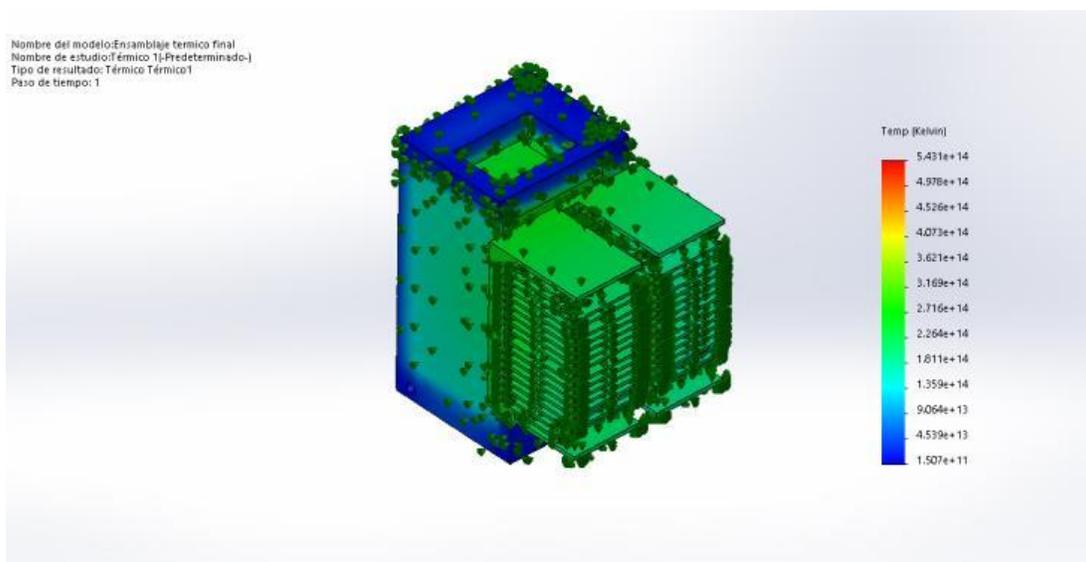


Figura 73. Grafico de Temperatura

4.8 Impresión de las Piezas Diseñadas

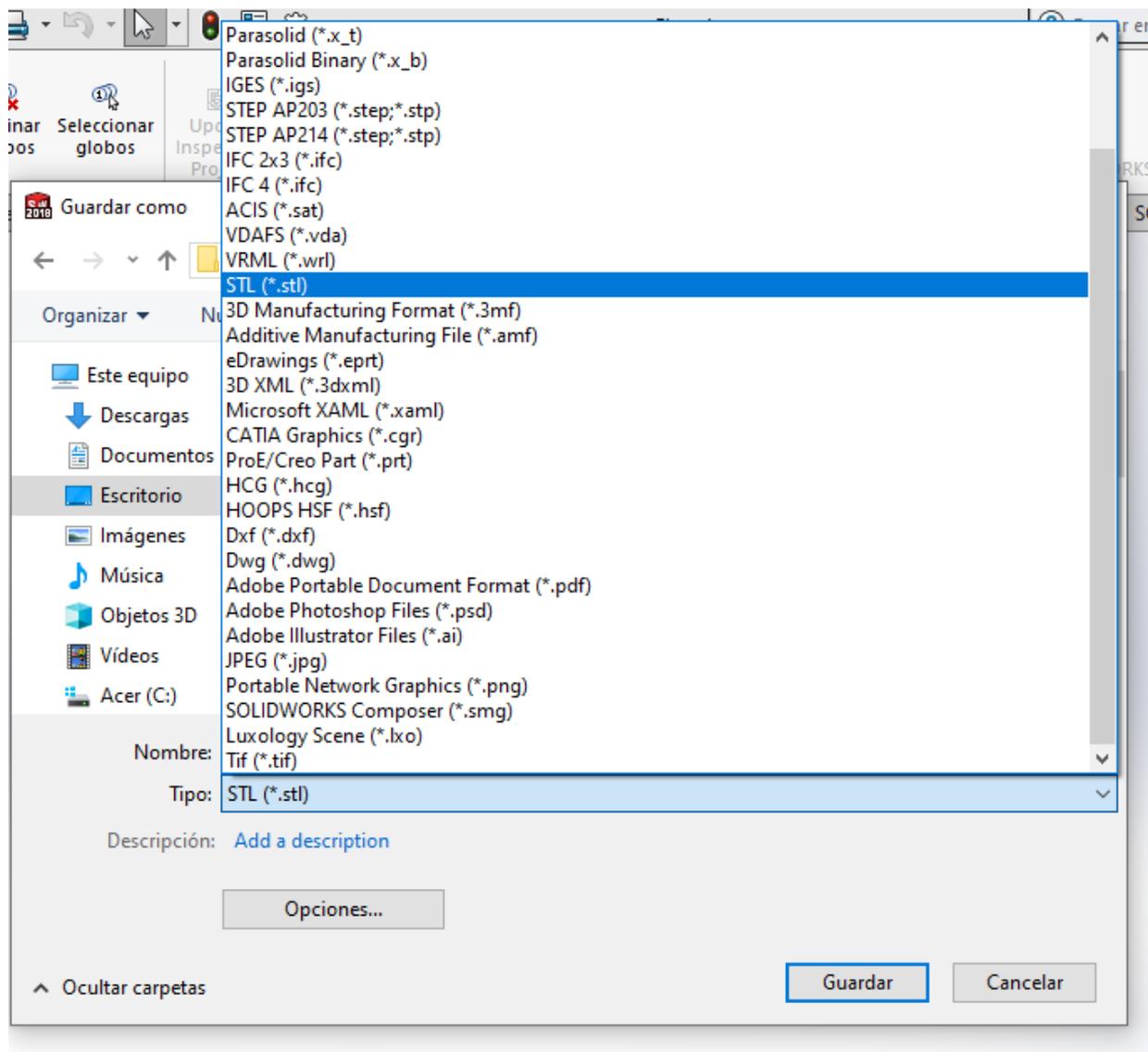


Figura 74. Formato de las piezas 3D

Luego de tener cada diseño listo para su impresión es importante guardar adecuadamente estos archivos dado a que no es compatible el mismo tipo de archivo de SolidWorks con el programa de impresión FlashPrint, pero afortunadamente es posible guardarlo en otro formato directamente desde SolidWorks.

Cada pieza debe ser guardada en este formato para poder abrirlo en el programa de impresión FlashPrint.

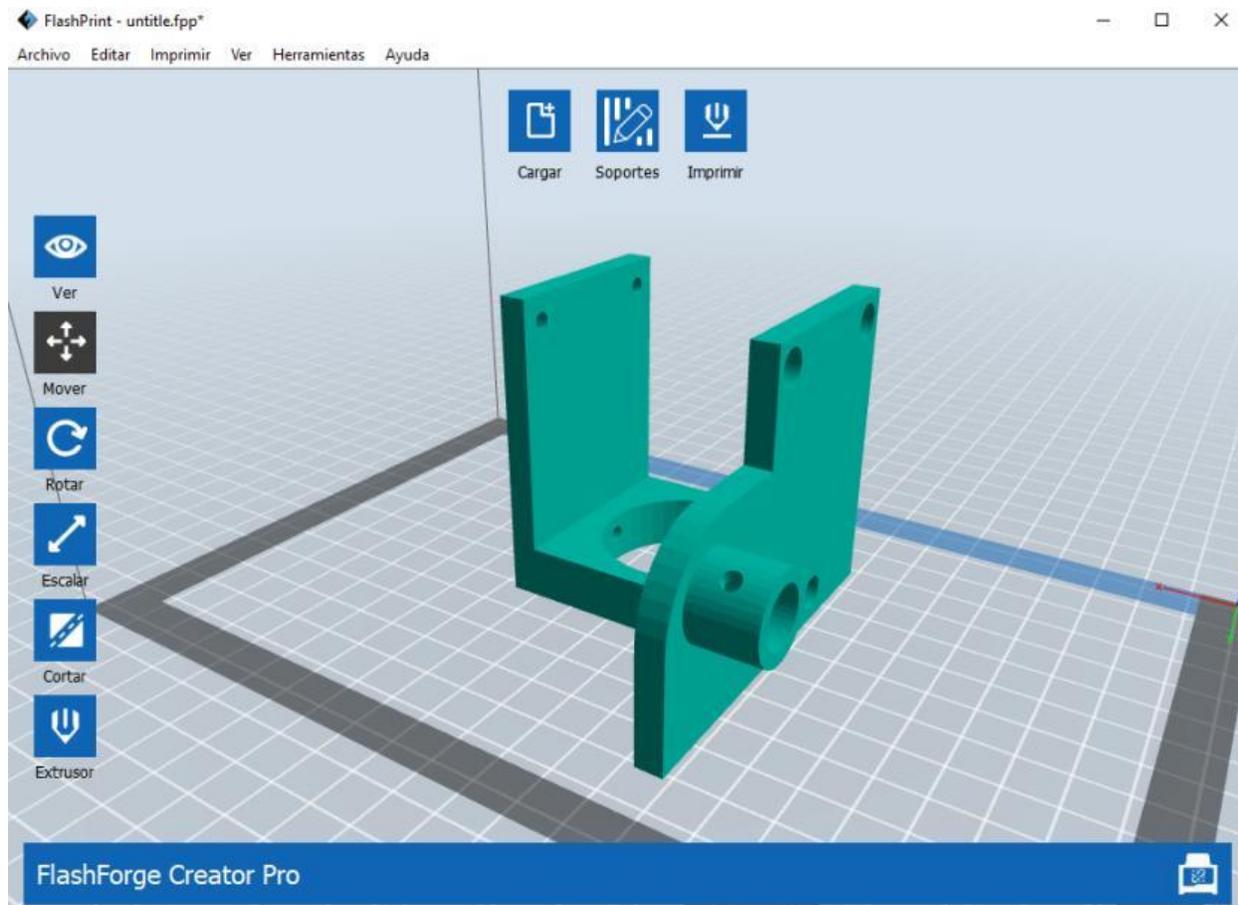


Figura 75. Posicionamiento de las piezas

Luego de guardar el documento adecuadamente se debe verificar que la pieza quede en la posición correcta en la cual se va a imprimir, usando las herramientas que nos brinda el programa de impresión las cuales serían mover, rotar, escalar o cortar de ser necesario.

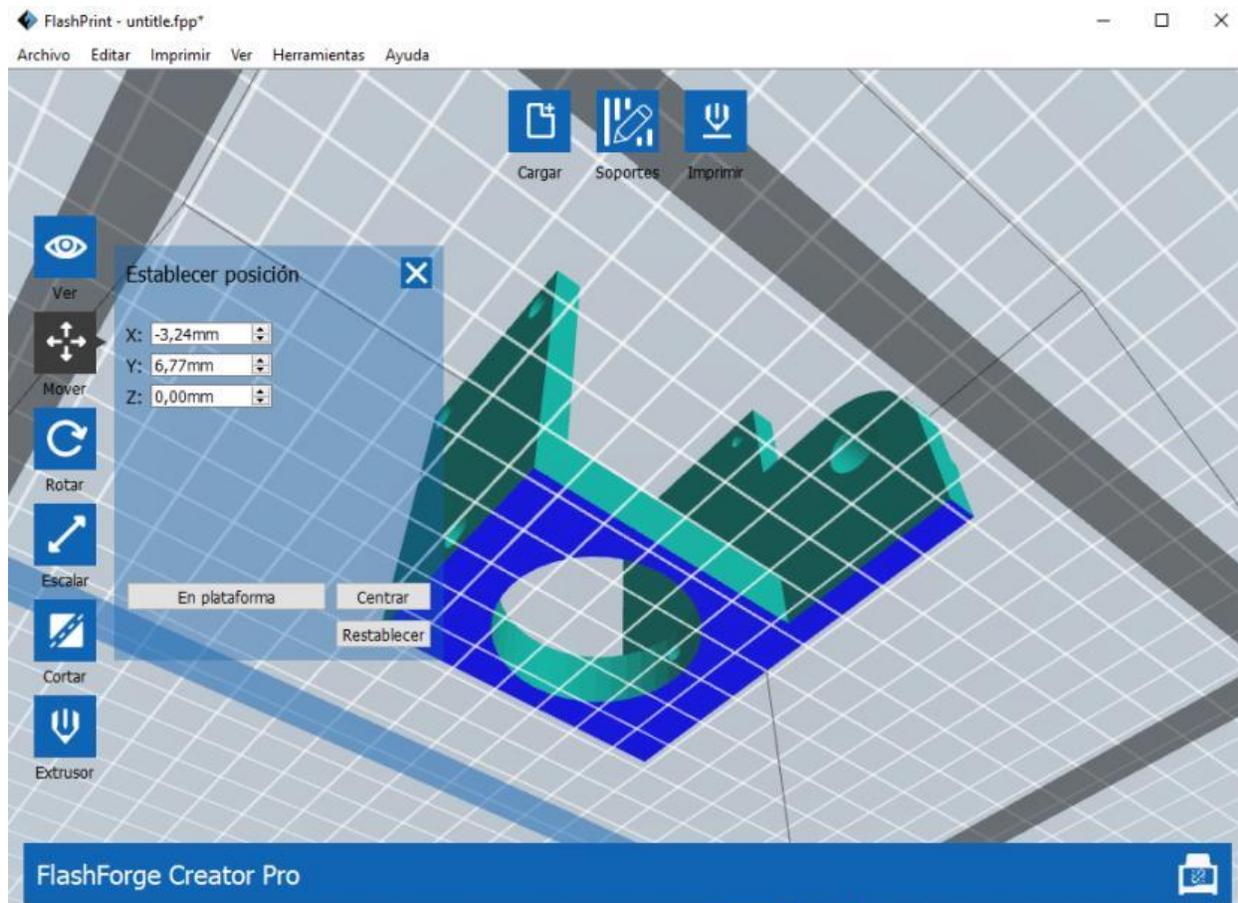


Figura 76. Soportes

Vista inferior de la pieza sobre la plataforma de impresión donde es importante asegurarse que la pieza se encuentre totalmente sobre la cama de impresión dado a que esto determina si la pieza queda con las dimensiones exactas y no con deformaciones, para esto podemos usar el botón “en plataforma”.

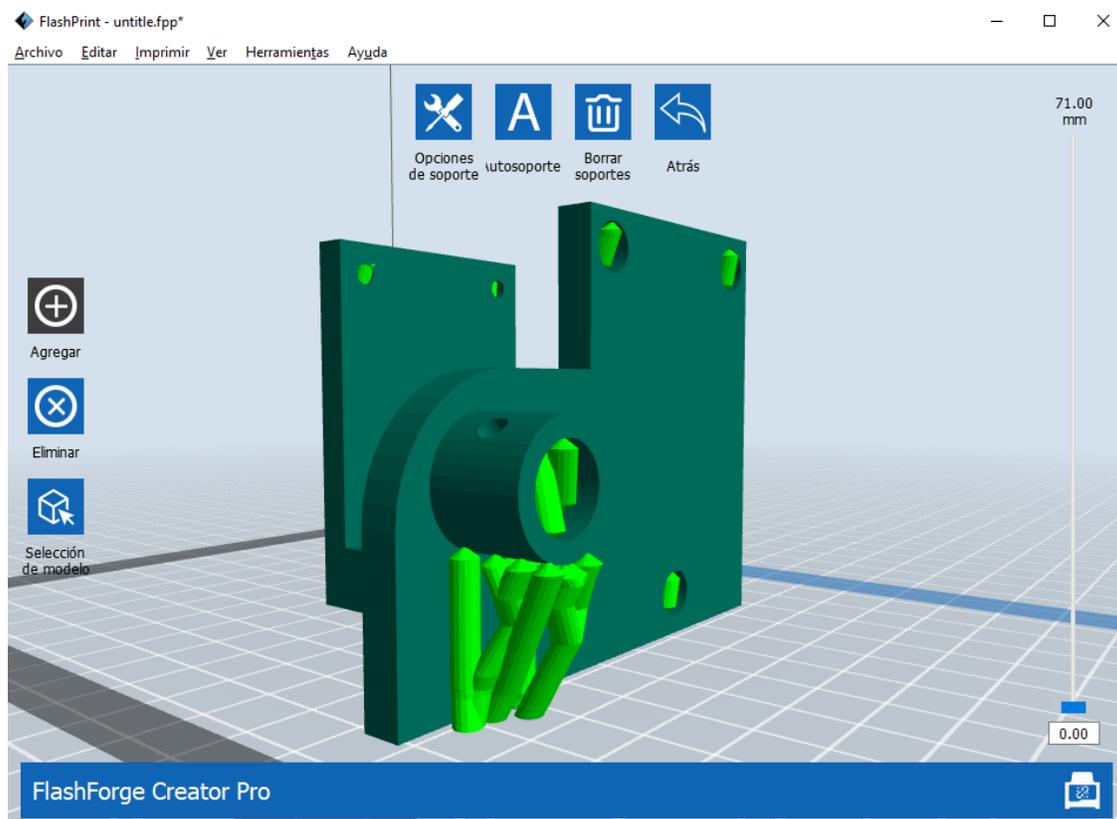


Figura 77. Soportes para imprimir las piezas 3D

Y por último antes de imprimir la pieza, deben ser agregados los soportes, ya que es un proceso en el cual se imprime capa tras capa y en aquellas partes donde no hay una base la impresora no podrá imprimir en el aire, por esto debemos colocar los soportes con la opción de AutosopORTE y colocar manualmente los soportes donde el programa no lo detecta necesario.

Finalmente se configuran los parámetros de la impresora:

Tabla 41. Parámetros generales de impresión

Parámetros generales	
Altura de capa	0,18mm
Altura de primera capa	0,27mm
Velocidad de impresión base	60mm/s
Temperatura de extrusor izquierdo	210°C
Temperatura de plataforma	50°C

Tabla 42. Parámetros de relleno

Parámetros de relleno	
Capas solidas superiores	5
Capas solidas inferiores	5
Densidad de relleno	25%
Densidad de patrón	Hexágono

4.9 Piezas del Microscopio Después de ser Impresas e Implementadas en el Microscopio

4.9.1 Modelo 1. Como se muestra a continuación:

Porta dicroico:

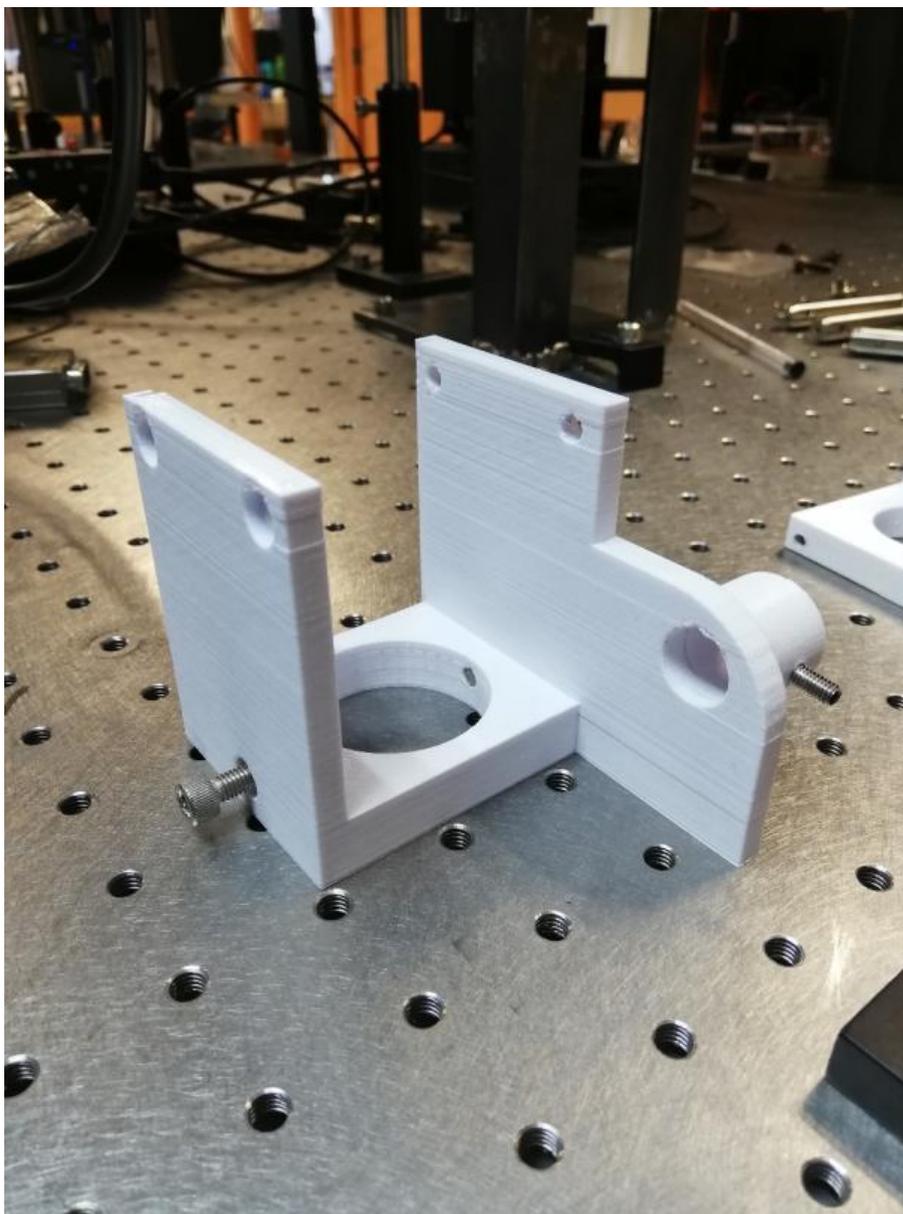


Figura 78. Porta dicroico 3D

Esta pieza es fundamental en el primer modelo de espectroscopia, ya que será la que contenga el cubo o espejo dicróico, el cual permite reflejar un haz de luz horizontal y otro haz de luz que pasará a través de él en posición vertical.

Soporte del estabilizador:

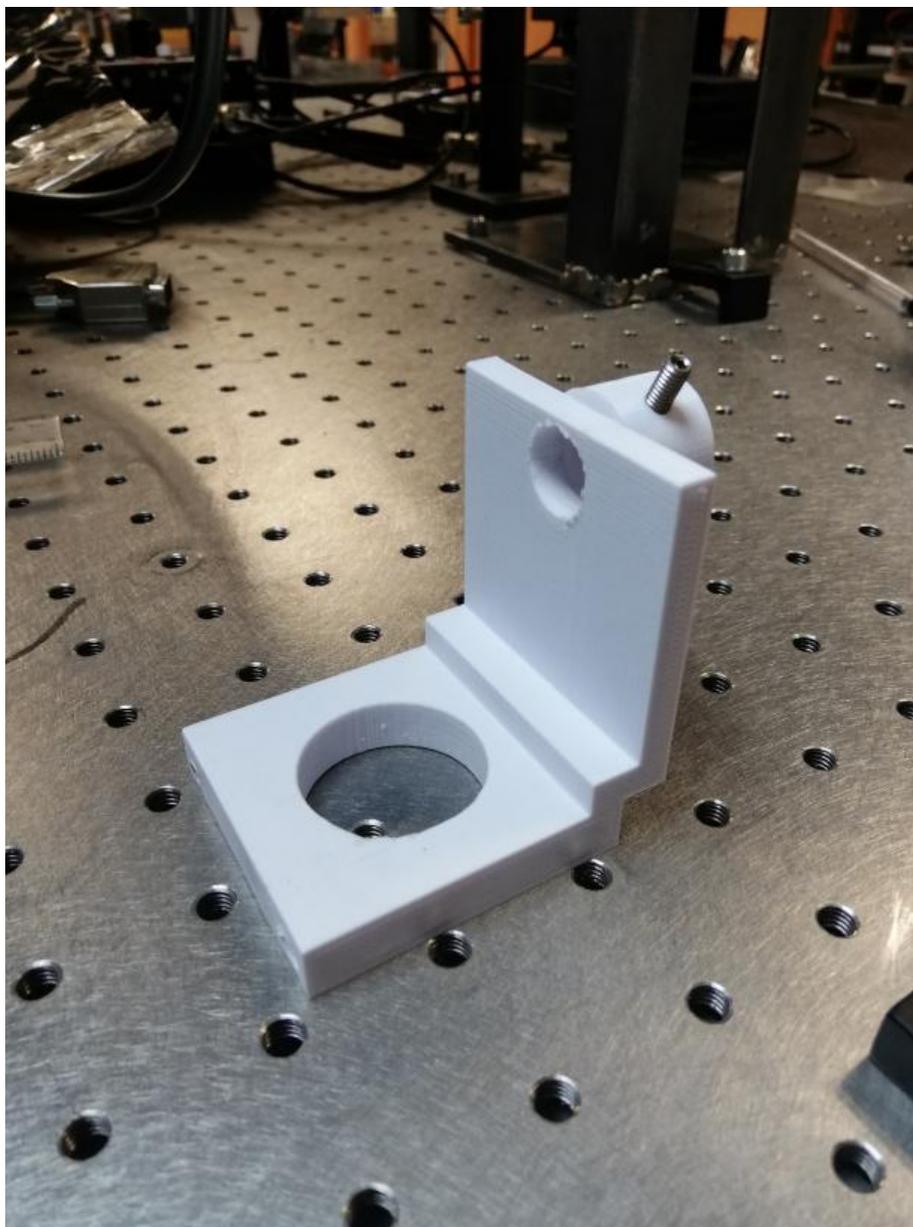


Figura 79. Soporte del estabilizador 3D

El objetivo de esta pieza es asegurar que la posición del láser sea totalmente vertical para poder realizar el análisis adecuadamente; esta pieza soporta un poste, el cual a su vez se acoplará al montaje de espejo cinemático quien da orientación al láser.

Acople Láser-Estabilizador:

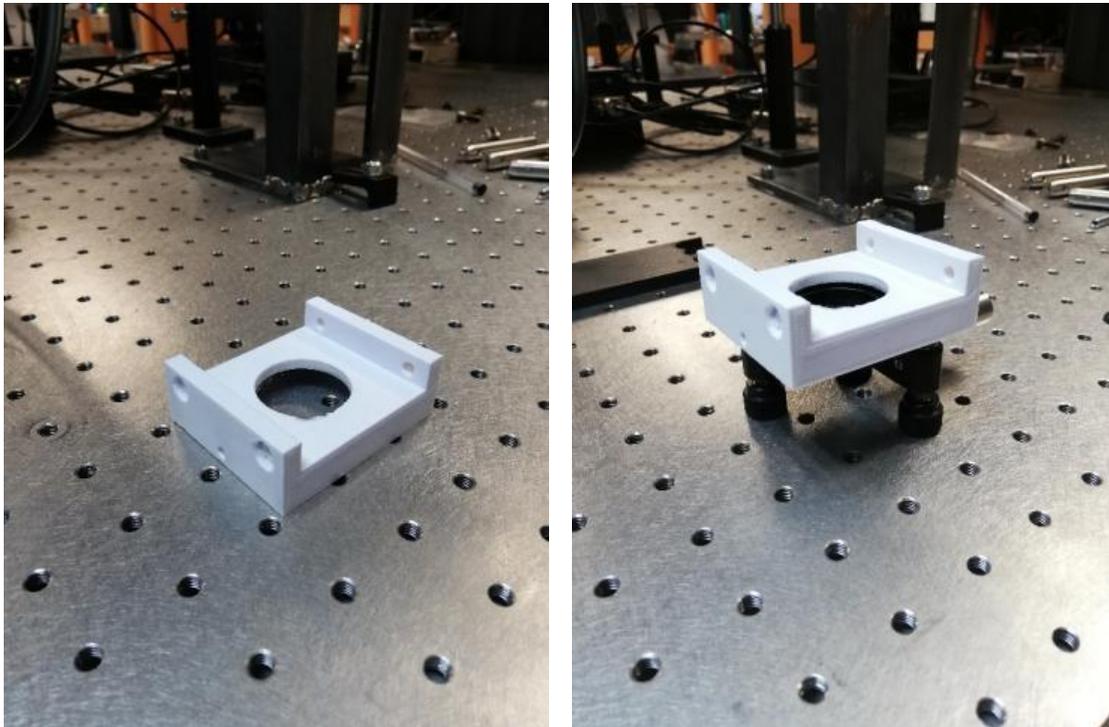
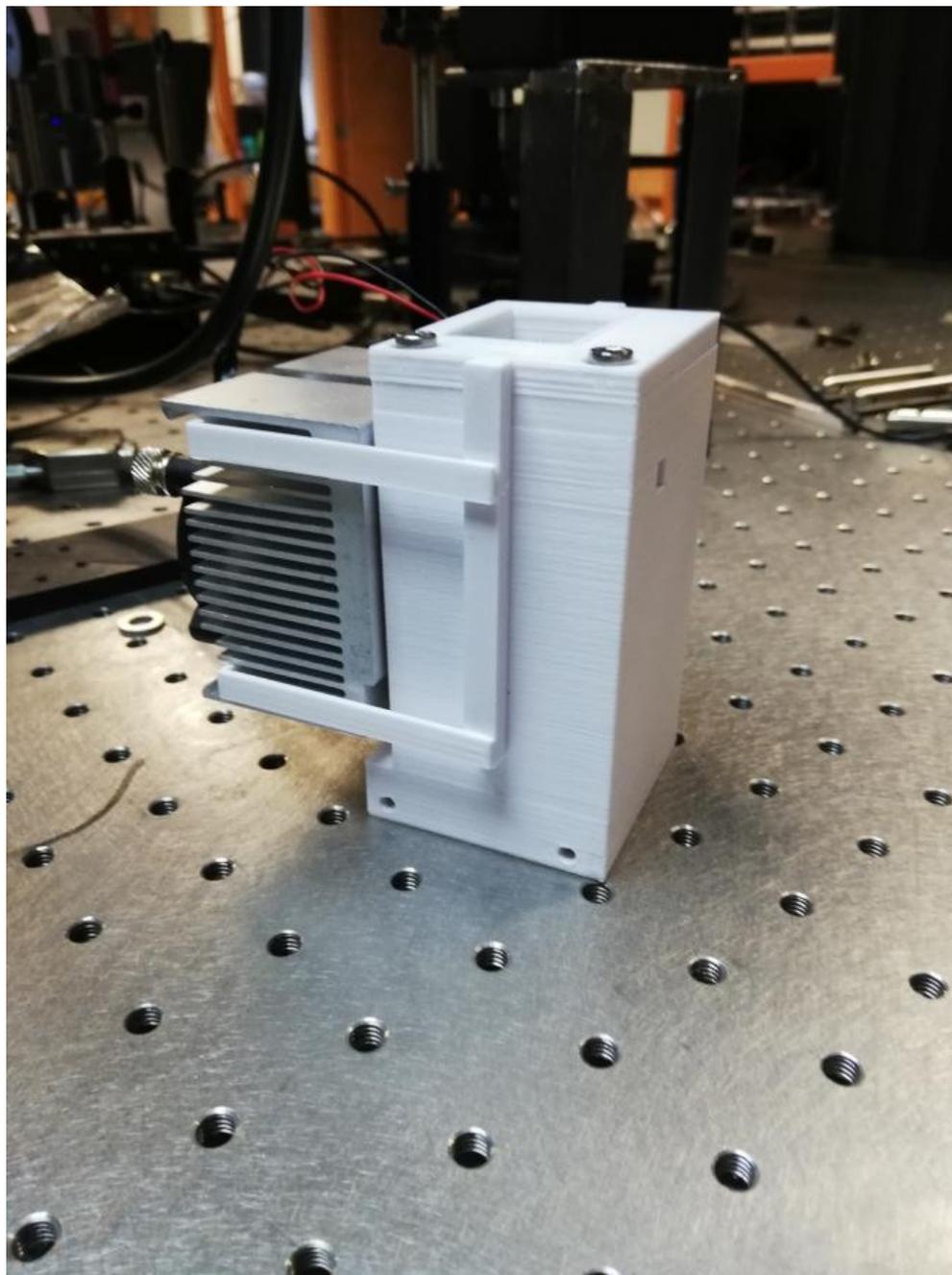


Figura 80. Acople Láser-Estabilizador 3D

El Acople Láser-Estabilizador se encarga de asegurar el láser a todo el ensamblaje y que se pueda ajustar con el estabilizador la posición del mismo.

Carcasa o cobertor del láser:**Figura 81. Carcasa del láser 3D**

Carcasa o cobertor del láser con el disipador acoplado.

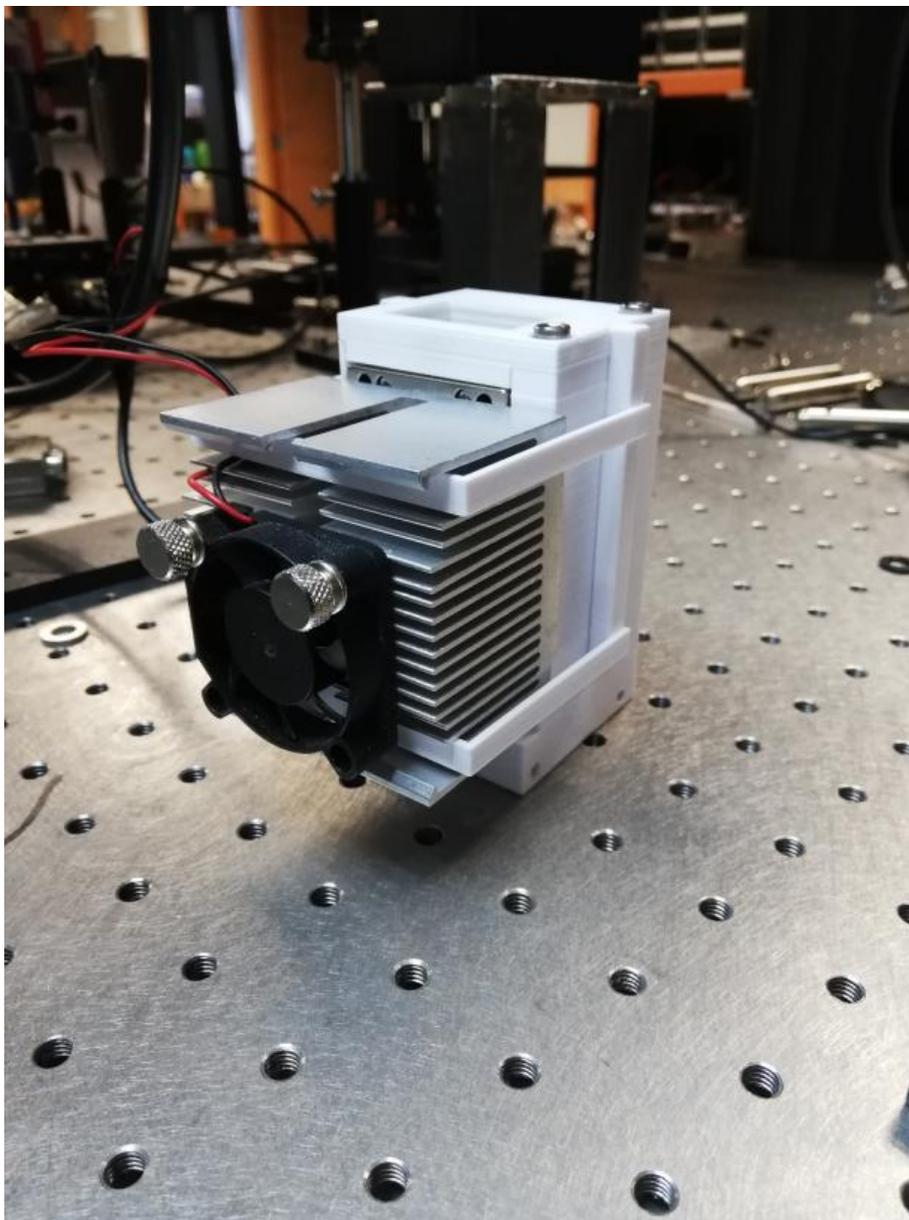
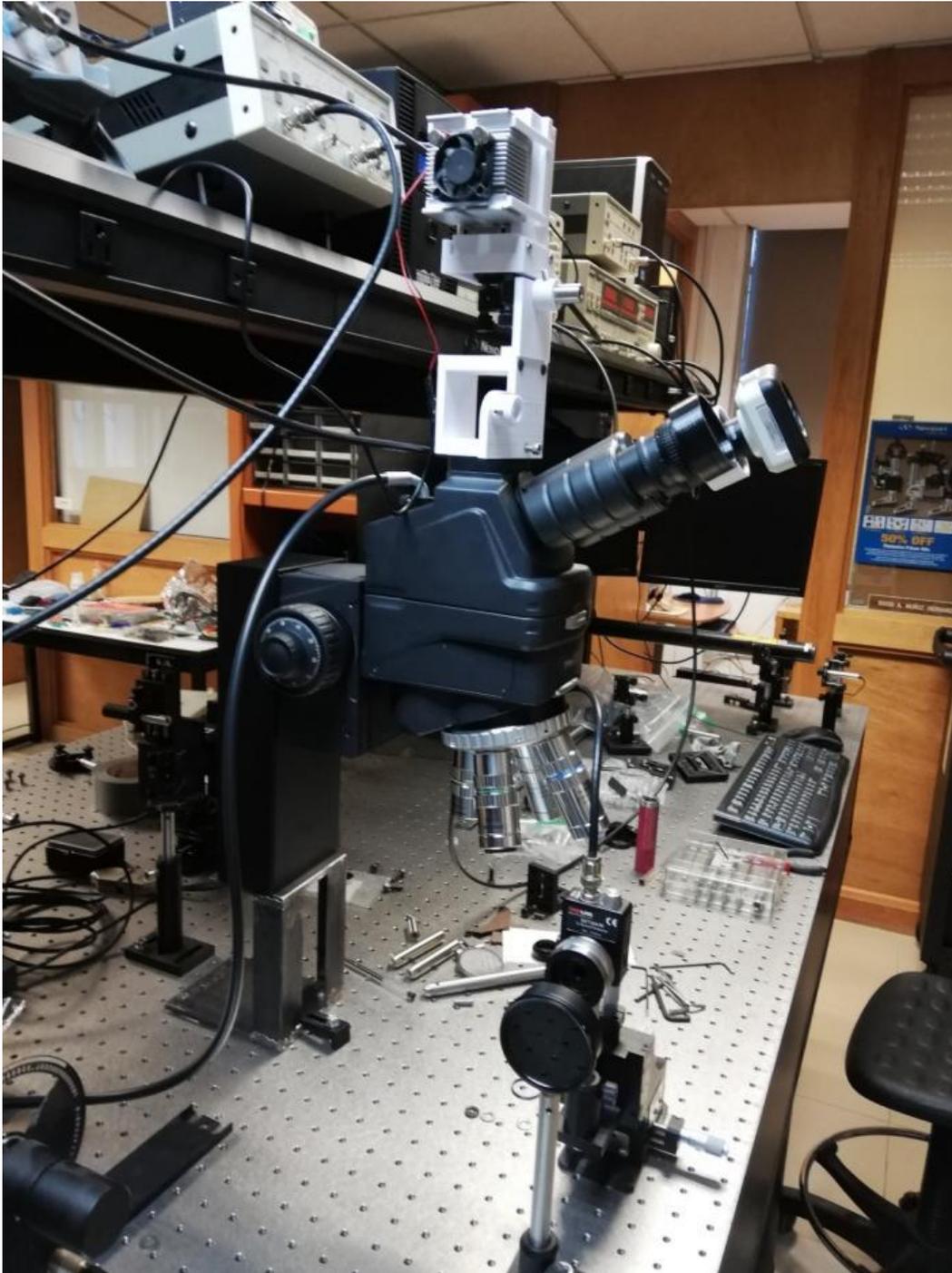


Figura 82. Carcasa o cobertor del láser 3D

Esta pieza en particular es fabricada por dos razones, la primera que sirva de tal manera que en cualquier accidente se pueda proteger el láser y la segunda función es para poder acoplarle al láser mismo un disipador de calor y un ventilador, dado a las altas temperaturas que puede alcanzar el láser por las largas jornadas de trabajo.

Montaje del Modelo 1:**Figura 83. Montaje MODELO 1**

Montaje del primer sistema.

4.9.2 Modelo 2. Como se muestra a continuación:

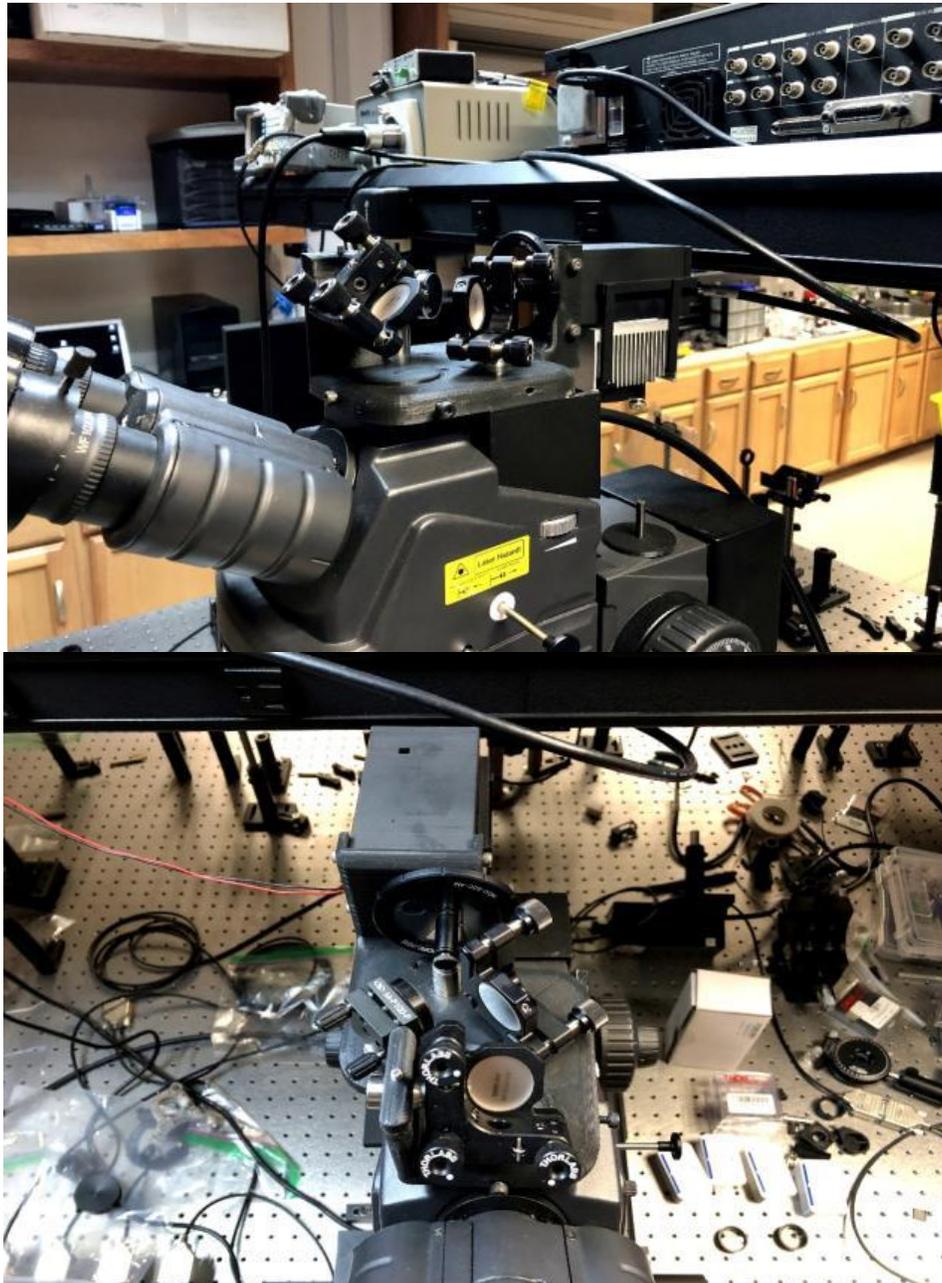


Figura 84. Montaje MODELO 2

Este segundo modelo es más simple, dado que no lleva piezas por medio si no que se acopla directamente al ocular fotográfico.

4.9.3 Piezas adicionales al microscopio. Como se muestra a continuación:

Tapón para cámara en lente ocular

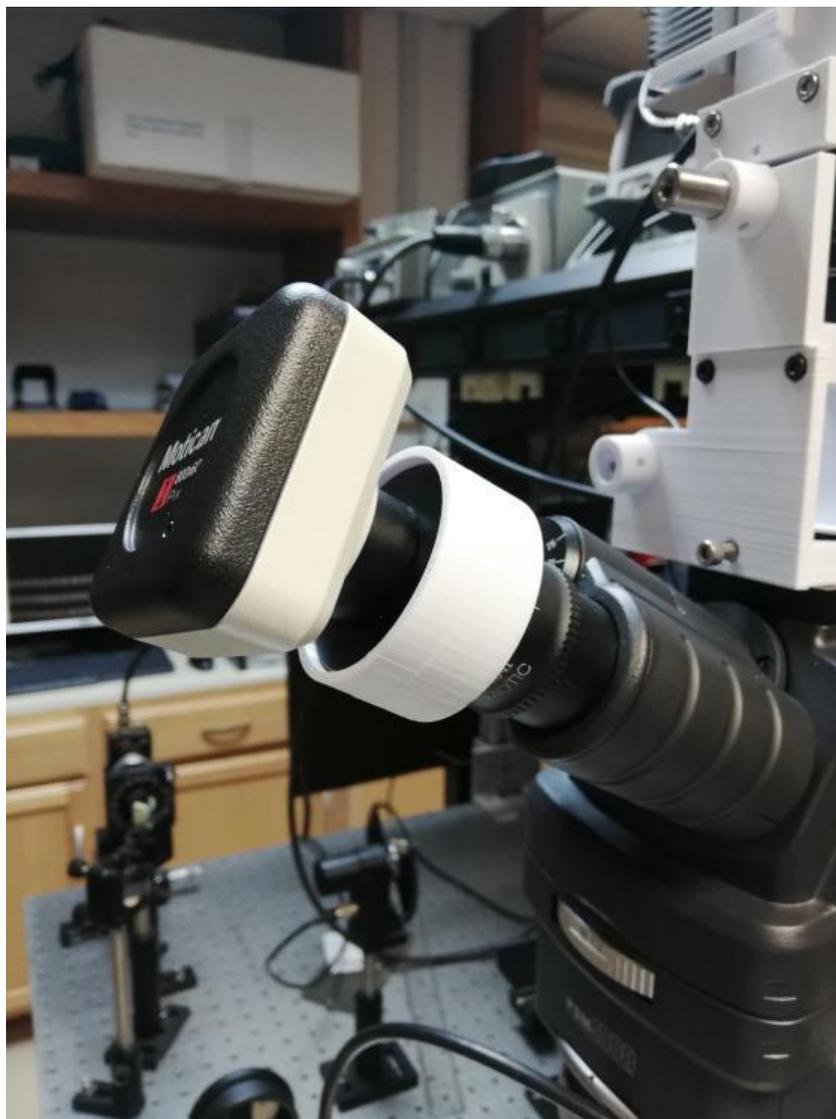


Figura 85. Tapón para cámara en lente ocular

El diseño es realizado con las medidas exactas que tiene el lente ocular, solo dejando una diferencia de 300 micras en el diámetro interno y así poder acoplar la cámara con total precisión.

Porta muestras:

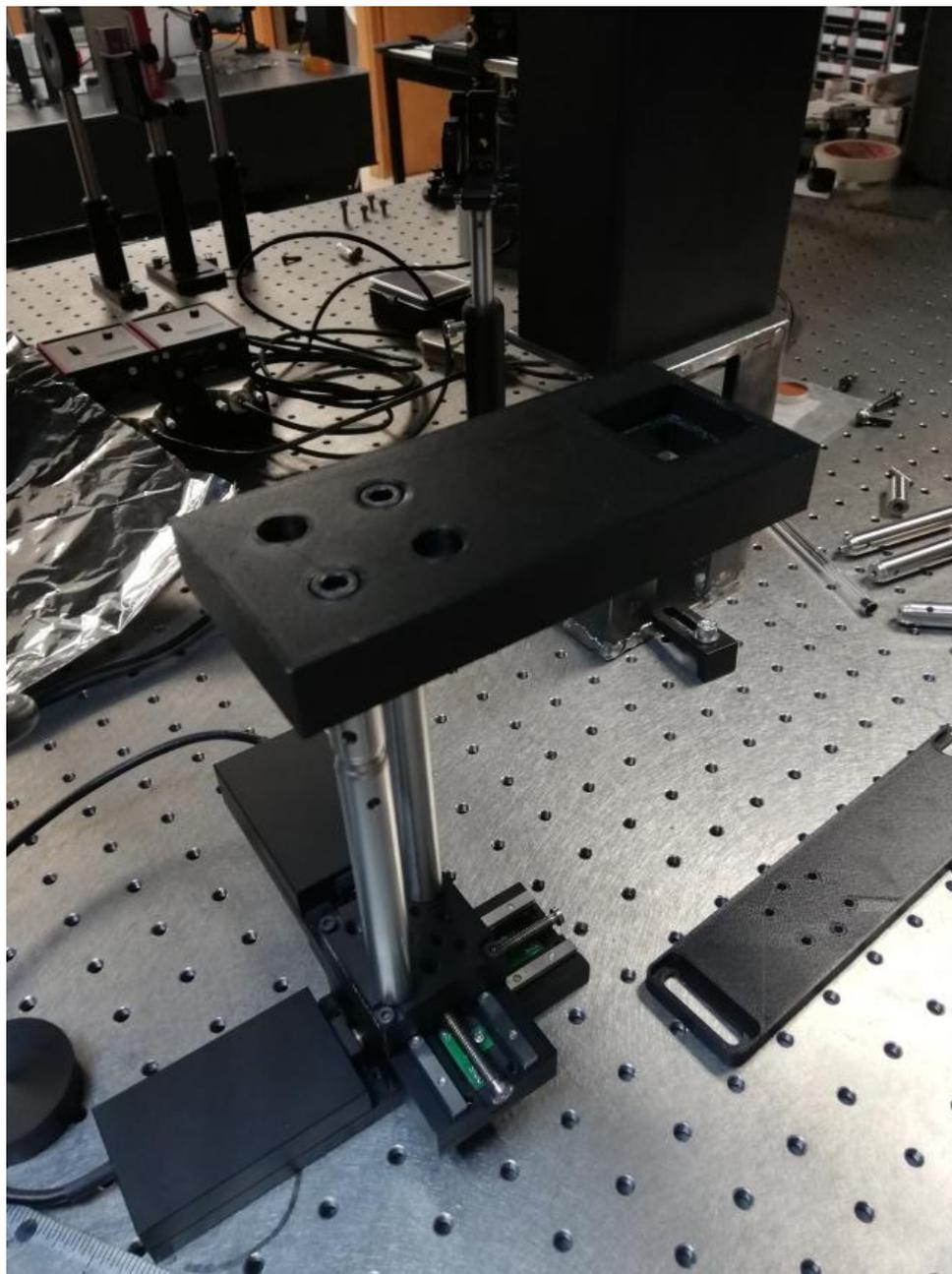


Figura 86. Porta muestras

Base estabilizador porta muestras:

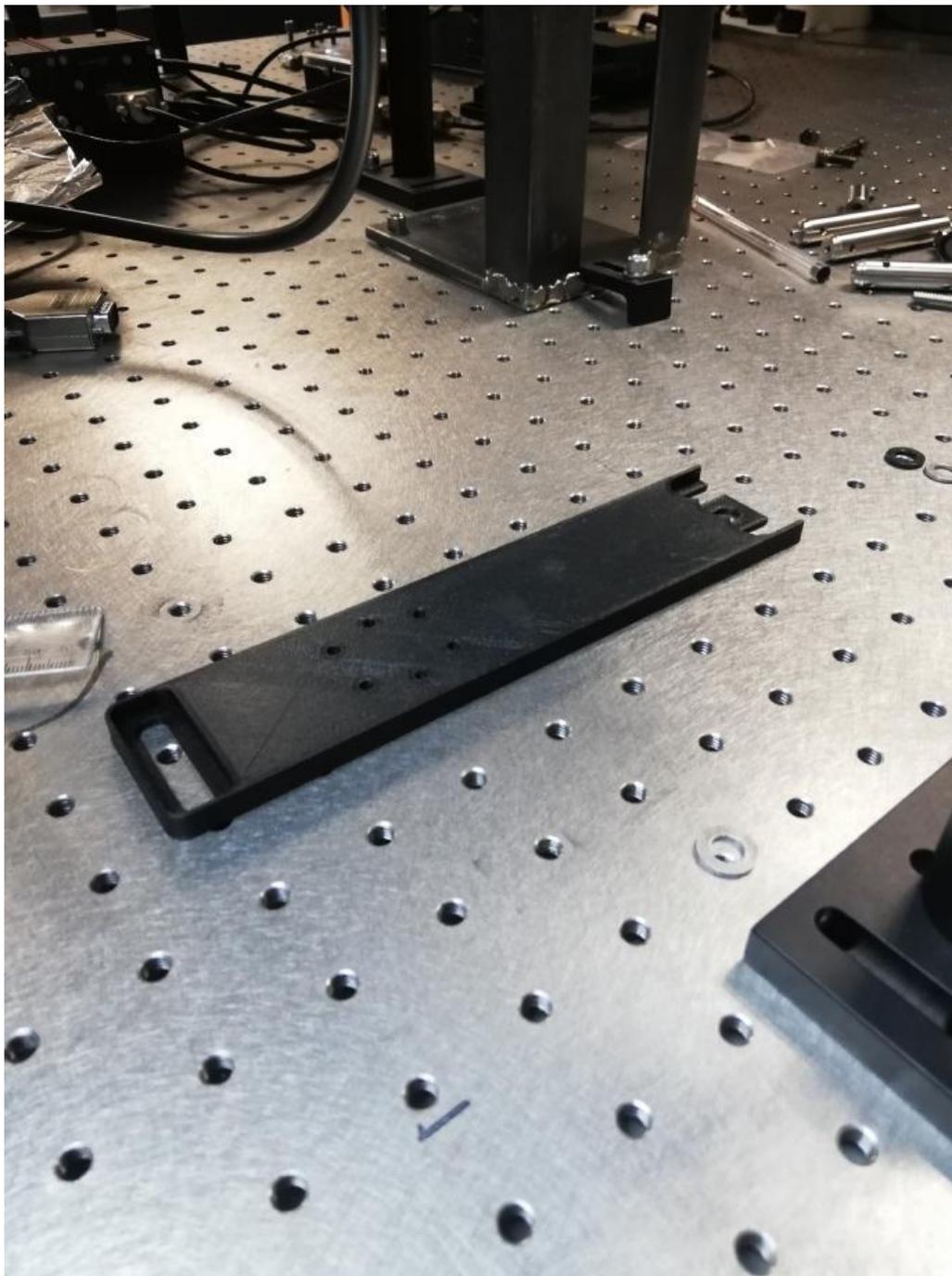


Figura 87. Base estabilizador porta muestras 3D

Esta pieza se encarga de ajustar el montaje del porta muestras a la mesa anti vibraciones.

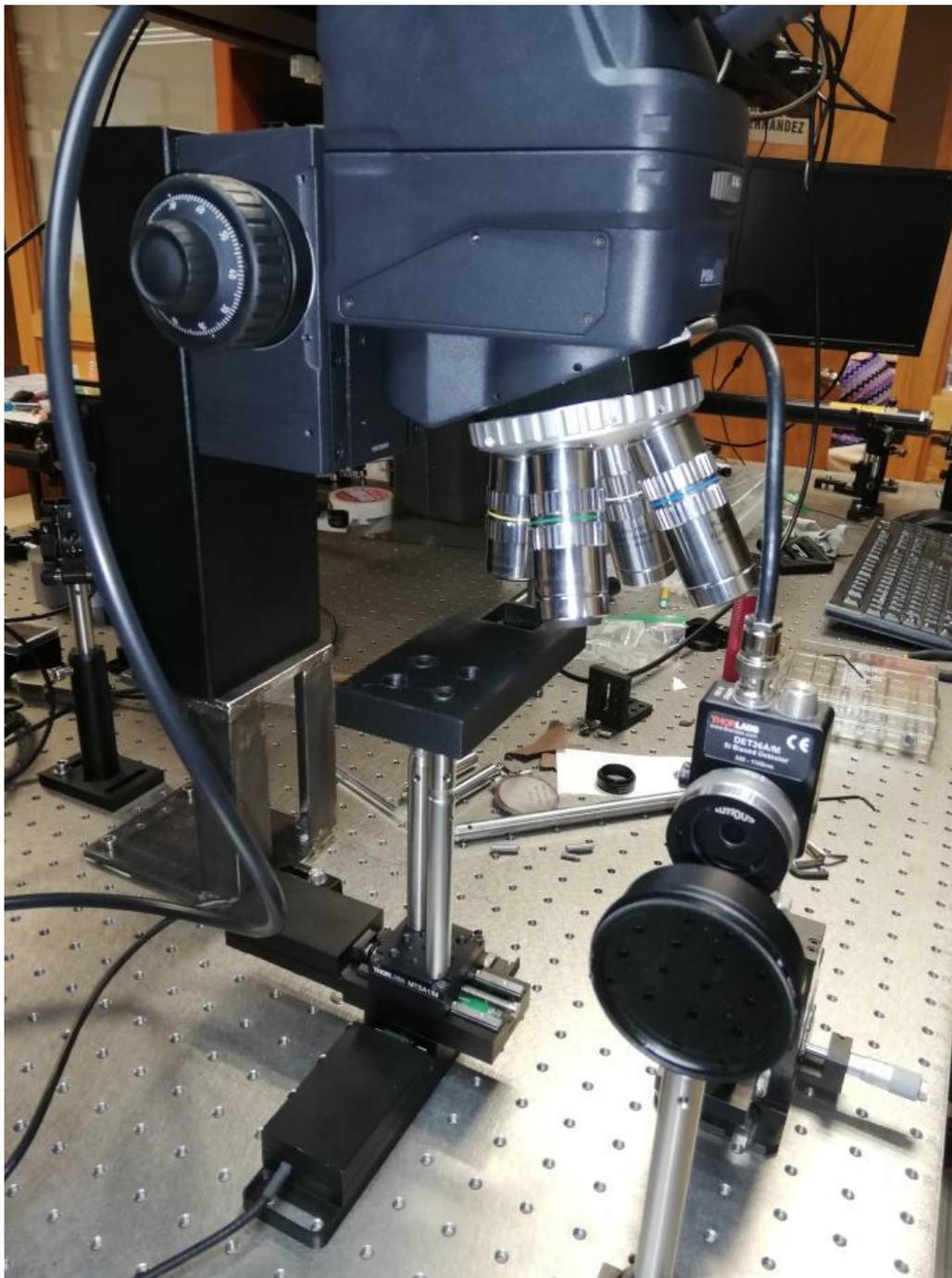


Figura 88. Montaje de la base del estabilizador con el porta muestras

4.10 Rediseño del Soporte del Microscopio

Es necesario cambiar las dimensiones a las que está diseñado el microscopio para poder realizar el estudio de lente térmica de manera adecuada. La salida del eje óptico del microscopio debe quedar a una altura de mínimo de 27 cm para que se puedan colocar los equipos necesarios bajo su foco.

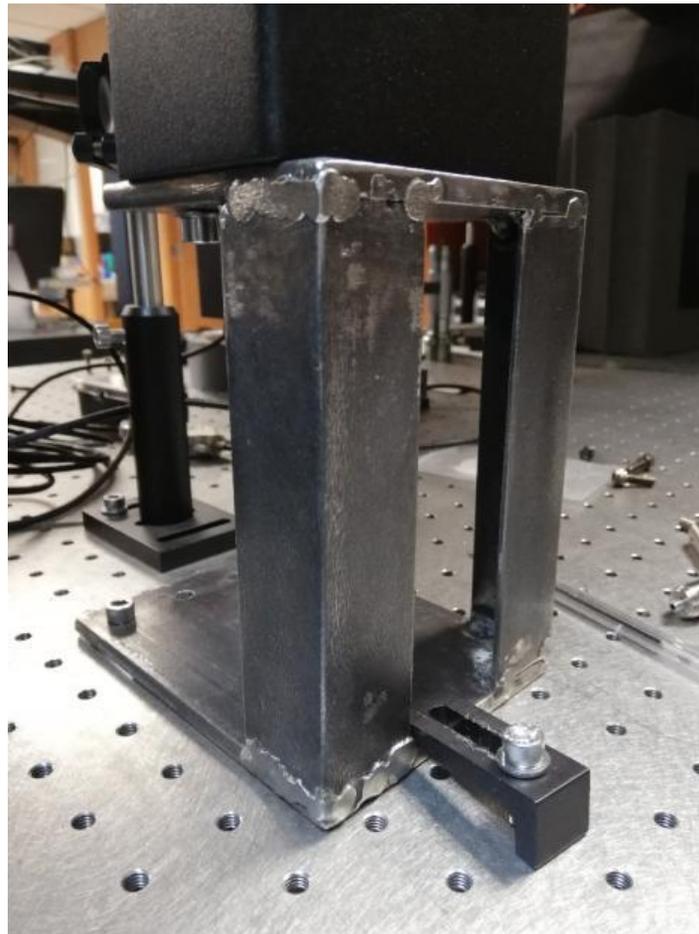


Figura 89. Primer diseño de la base

Principalmente se optó por un diseño, en el cual se soldaron los extremos de 2 ángulos a 2 placas de hierro calibre 14, el sistema falló, aunque a simple vista no se detectaba ningún desbalance en la base, al momento de realizar el estudio el láser se encontraba totalmente

desenfocado al eje óptico cuando este regresaba la lectura desde la muestra.

Luego del primer prototipo de base para el microscopio se observaron 2 fallas. Primero, es mejor realizar el ensamblaje de las piezas con tornillos y no con soldadura, dado que la soldadura puede generar desniveles entre las placas, y segundo que la base debe ser más grande que el primer prototipo, pues esto le da un poco más de seguridad al sistema y se puede acoplar mejor el microscopio a la mesa anti vibraciones generando menos interferencias en las lecturas.



Figura 90. Segundo diseño de la base

Por esto como se ve en la imagen se acoplan dos placas de Hierro de 21cm x 21cm x 1.5cm a un cilindro de $D=16\text{cm}$ y $h=22\text{cm}$.

Teniendo así un sistema más confiable, desmontable y con la certeza que se encuentra al mismo nivel de la mesa anti vibraciones.

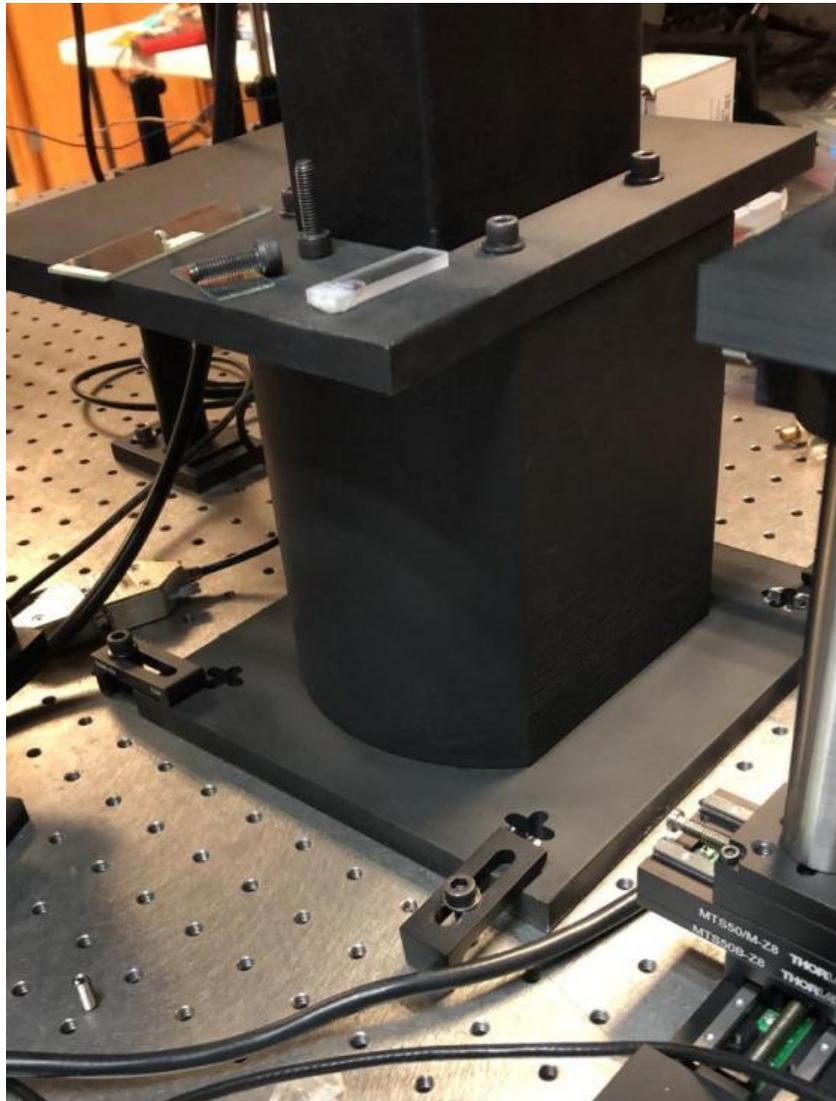


Figura 91. Segundo diseño de la base

5. Resultados Esperados

Los resultados esperados en este proyecto, son el montaje y la implementación final del microscopio, permitiendo su funcionamiento eficiente y la conservación de este, evitando fallas mecánicas que afecten sus lecturas. Utilizaremos para la fabricación de las piezas una impresión 3D así que también se espera aprender de las técnicas empleadas para fabricar piezas por medio de estas impresoras; de igual forma se espera aprender de las técnicas fototérmicas empleadas por el microscopio.

6. Recomendaciones

Es posible optimizar las piezas, cambiando su diseño rustico y cuadrado por un diseño en el cual se minimice el material implementado y permitan la implementación de más instrumentos ópticos para futuros ensayos.

Contemplar la posibilidad y evaluar los registros de las piezas diseñadas como modelo de utilidad en el Instituto Mexicano de la propiedad intelectual (IMPI). Para impedir a terceros utilizar comercialmente la invención.

Implementar diferentes y mejores materiales de PLA a medida que avancen en esta tecnología de biopolímeros.

7. Conclusiones

Finalmente alcanzamos los resultados esperados en este proyecto, concluyéndolo con el acople total de ambos sistemas (Lente térmica, lente térmica y reflectancia).

El PLA es un material que permite su mecanización, aparte de sus buenas propiedades mecánicas, es un material que luego de ser extruido permite ser mecanizado, dependiendo de la densidad del patrón de relleno.

En todo el proceso del diseño de los componentes, se garantizó el acoplamiento de las piezas dejando entre si 300 micras de diferencia para no tener complicaciones.

Con la impresión 3D fue posible acceder de forma casi inmediata, a piezas necesarias para la culminación del proyecto. Cada pieza tuvo su propio tiempo de impresión con base a su estructura, la complejidad de su extrusión y la cantidad de material utilizado.

Al momento de diseñar piezas para impresión 3D, no solo se tuvo que tener en cuenta las necesidades del diseño, sino también las posibilidades que nos brinda la impresora 3D, teniendo en cuenta como se realiza el proceso de impresión capa sobre capa, para así no diseñar algo imposible de imprimir o que al momento de terminar la pieza no sea lo esperado. Es cierto que existe la posibilidad de agregar soportes al diseño, pero no siempre es lo más recomendable y si es posible prescindir del uso de estos.

Dado a que las piezas no serían sometidas a grandes cargas, se optó por imprimirlas entre un 25% y un 35% de densidad de relleno con un patrón hexagonal, para así poder reducir tiempo de impresión y costos de material.

Referencias Bibliográficas

- Autodesk. (2018). *Autodesk*. Recuperado de: <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-mechanical-engineering>
- Batalla, H. (2015). *Encapsulation efficiency of CdSe/ZnS quantum dots by liposomes determined by thermal lens microscopy.*, *Biomed. Opt. Express*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1364/BOE.6>.
- Batalla, H. (2015). *Encapsulation efficiency of CdSe/ZnS quantum dots by liposomes determined by thermal lens microscopy.*, *Biomed. Opt. Express*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1364/BOE.6>
- Bertka, B. (2008). *An Introduction to Bezier Curves, B-Splines, and Tensor*. Santa Cruz, California, Estados Unidos.
- Bialkowski, N. (2019). *Photothermal Spectroscopy Methods*, Wiley. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/9781119279105>
- Buchelli, L. (2014). Diseño mecánico de una máquina de inutilización de envases de agroquímicos. *Uct* 18(72), 1. Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212014000300003&lng=es&tlng=
- Cedeño, E. (2015). "Microscopio combinado de lente térmica y reflectancia. Ciudad de Mexico, Mexico.

- Chacón, M; Caminero, M; García, E. & Núñez, P. (2017). Additive manufacturing of PLA structures using fused deposition modelling: effect of process parameters on mechanical properties and their optimal selection. En *Material and design*.124(15), 143-157.
- Coherent. (2018). *COHERENT*. Recuperado de: <https://www.coherent.com/lasers/laser/obis-lx-ls>
- Hall, H. (1974). *Diseño de máquinas*. McGraw Hill.
- Instituto Politécnico Nacional. (2019). *Cicata legaria*. Recuperado de:
<https://www.cicata.ipn.mx/conocenos/mision-y-vision.html#Antecedentes>
- Hernández, L. (2019). Application of thermal lens microscopy (TLM) for the measurement of the photoreduction of Cr(VI) traces in wastewater. *Journal of Environmental management* 232, 19.
- INSTRON. (2020). Testing solutions/by standard stm multiple testing solutions. Recuperado de:
<https://www.instron.us/en-us/testing-solutions/by-standard/astm/multiple-testing-solutions/astm-d638>
- Liu, M. (2016). *Thermal Lens Spectrometry: Still a Technique on the Horizon, Int. J. Thermophys.* Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10765-016-2072-y>
- Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria.
- López, F. (2009). La bioingeniería y la ingeniería biomédica en. *Revista Ingeniería Biomédica* , 31-32.
- Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria. (s,f). Misión y Visión. Recuperado de: <https://www.cicata.ipn.mx/conocenos/mision-y->

vision.html#Antecedentes

Google Maps. (2020). Localización geográfica CICATA IPN. Recuperado de:

<https://www.google.com/maps>

Google Maps. (2020). Ubicación de la sede del CICATA- IPN unidad legaria. Recuperado de:

<https://www.google.com/maps>

Newport. (s,f). Overview. Recuperado de: <https://www.newport.com/p/M-RS2000-410-12>

Coherent. (2020). Buscar Resultados. Recuperado de: <http://lasers.coherent.com/lasers/obis-640>

Flashforge. (2020). Creador. Recuperado de:

<https://www.flashforge.com/consumer/detail/Creator%20Pro?id=4>

Matheus, O. (s.f.). El diseño de la ingeniería de maquina y su evolucion historica.

MOTIC. (2019). *PSM1000* Recuperado de:

https://www.motic.com/As_Industrial_PSM_PSM100/product_310.html

Newport. (2019). *mks newport*. Recuperado de: <https://www.newport.com/p/M-RS2000-410-12>

Newport. (2020). *Optical tables*. Recuperado de: <https://www.newport.com/g/optical-tables>

Parodesings. (2018). *Parodesings*. Recuperado de: <https://parodesigns.com/es/the-history-of-engineering-design/>

Planes, T. (2012). *Estudio de diferentes técnicas de modelización en la construcción naval: aplicación mediante RAM-series*.

Proskurnin, D. (2015). *Nedosekin Advances in thermal lens spectrometry, J. Anal. Chem.* 70.

Rico, D. (2013). Gestión del diseño mecanico. Recuperado de:

<https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000005712>

Rojas, J. (2011). Una revisión histórica: desde el dibujo en ingeniería hacia la ingeniería del diseño. *Revistas UN - Universidad Nacional*, 12(1), 1. Recuperado de:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/25758>

Rojas, O. & Rojas, L. (2006). Diseño asistido por computador. *Industrial Data*, 9(1), 7-15.

Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81690102.pdf>

Shigley, J. (1979). *Diseño en Ingeniería mecánica*. McGrawHill.

Shigley, R. (2008). *Diseño en Ingeniería mecánica de shigley*. McGrall-Hill.

Snook, R. (1995). *Thermal lens spectrometry, Analyst*. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1039/an9952002051>

Solidbi. (2017). *Solidbi*. Obtenido de <https://solid-bi.es/solidworks/>

Spotts, M. (1976). *Proyecto de elementos de máquinas*.

Switek, W. (2004). *Simulación y Modelado en el Diseño Mecánico de un Reductor de Velocidad*.

Obtenido de Scielo: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642004000400003>

Switek, W. (2004). *Simulación y Modelado en el Diseño Mecánico de un Reductor de Velocidad*.

Tedeschi, P. (1979). *Proyecto de máquinas*. Buenos Aires: Universitaria de Buenos Aires.

D638, A. (2014). *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. Recuperado de:

<http://www.dept.aoe.vt.edu/~aborgolt/aoe3054/manual/expt5/D638.38935.pdf>

Newport. (s,f). S-2000A Pneumatic Vibration Isolators with Automatic Re-Leveling and Tie Bar

Flange. Recuperado de: [https://www.newport.com/f/S-2000A-pneumatic-isolators-tie-](https://www.newport.com/f/S-2000A-pneumatic-isolators-tie-bar?q=LAMINAR%20FLOW%20ISOLATION:relevance:isObsolete:false:-excludeCountries:CO:npCategory:optical-table-supports)

[bar?q=LAMINAR%20FLOW%20ISOLATION:relevance:isObsolete:false:-](https://www.newport.com/f/S-2000A-pneumatic-isolators-tie-bar?q=LAMINAR%20FLOW%20ISOLATION:relevance:isObsolete:false:-excludeCountries:CO:npCategory:optical-table-supports)

[excludeCountries:CO:npCategory:optical-table-supports](https://www.newport.com/f/S-2000A-pneumatic-isolators-tie-bar?q=LAMINAR%20FLOW%20ISOLATION:relevance:isObsolete:false:-excludeCountries:CO:npCategory:optical-table-supports)

Aycardi, C. (2017). Diseño y construcción de una impresora 3d de gran formato con tecnología

de fabricación con filamento fundido (FFF). Cordoba, Colombia.

Berchon, M. (2014). *LA IMPRESION 3D guia definitiva para makers, diseñadores, estudiantes,*

profesionales, artistas y manitas en general. Groupe Eyrolles.

Flashforge. (2018). *Flashforge 3d printer*. Recuperado de: [http://www.flashforge.com/creator-](http://www.flashforge.com/creator-pro-3d-printer/tech-specs/)

[pro-3d-printer/tech-specs/](http://www.flashforge.com/creator-pro-3d-printer/tech-specs/)

García, R. (2013). *Diseño de una impresora 3D capaz de crear multiples objetos*

simultaneamente. Recuperado de:

http://oa.upm.es/30327/1/PFC_13406046_Rafael_Bobo_Garcia_.pdf

Inky. (2019). *3D*. Recuperado de: <https://www.inky.mx/index.php>

Bertier, L. (2019). La Impresión 3d. Recuperado de:

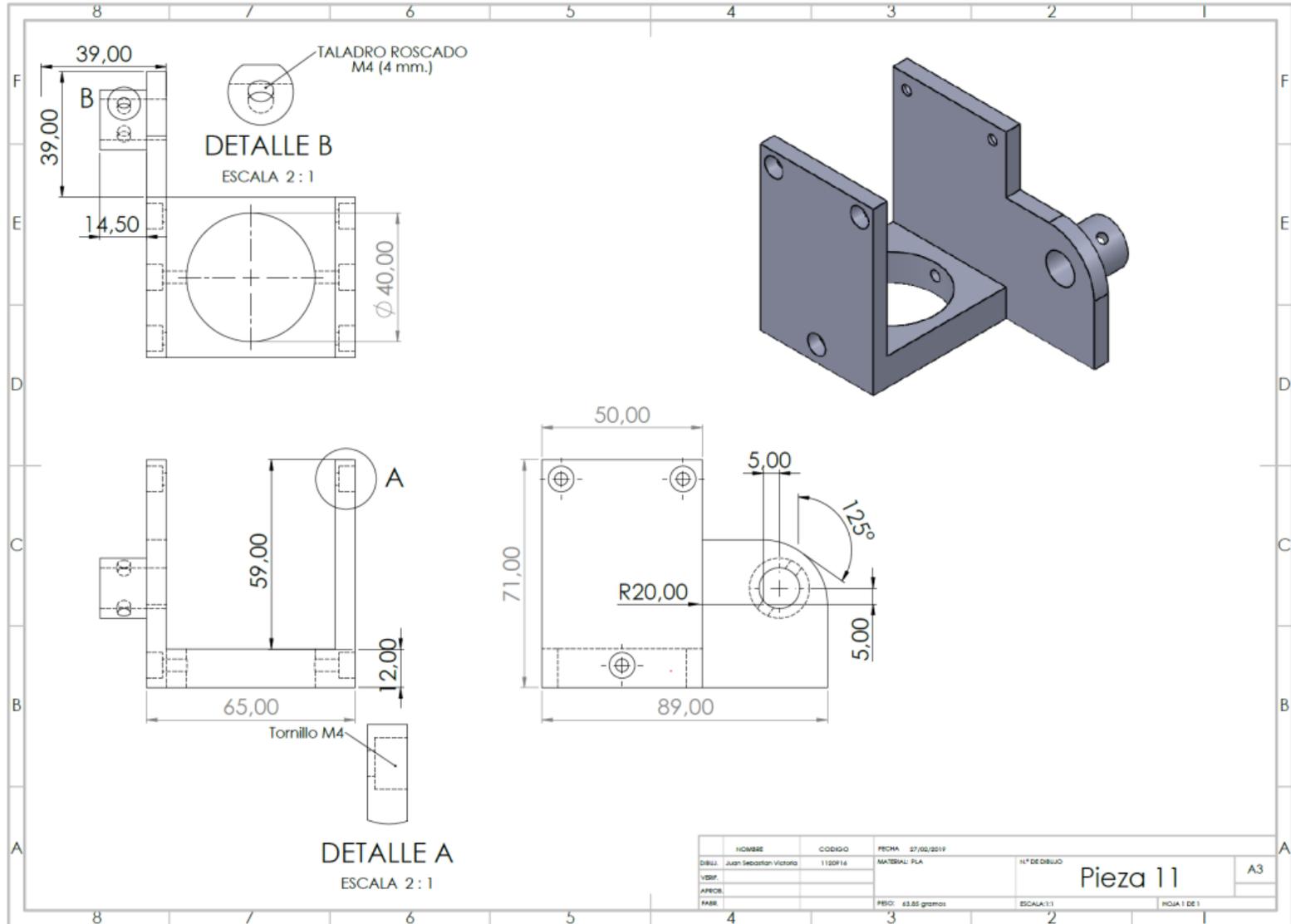
https://ggili.com/media/catalog/product/9/7/9788425228544_inside.pdf

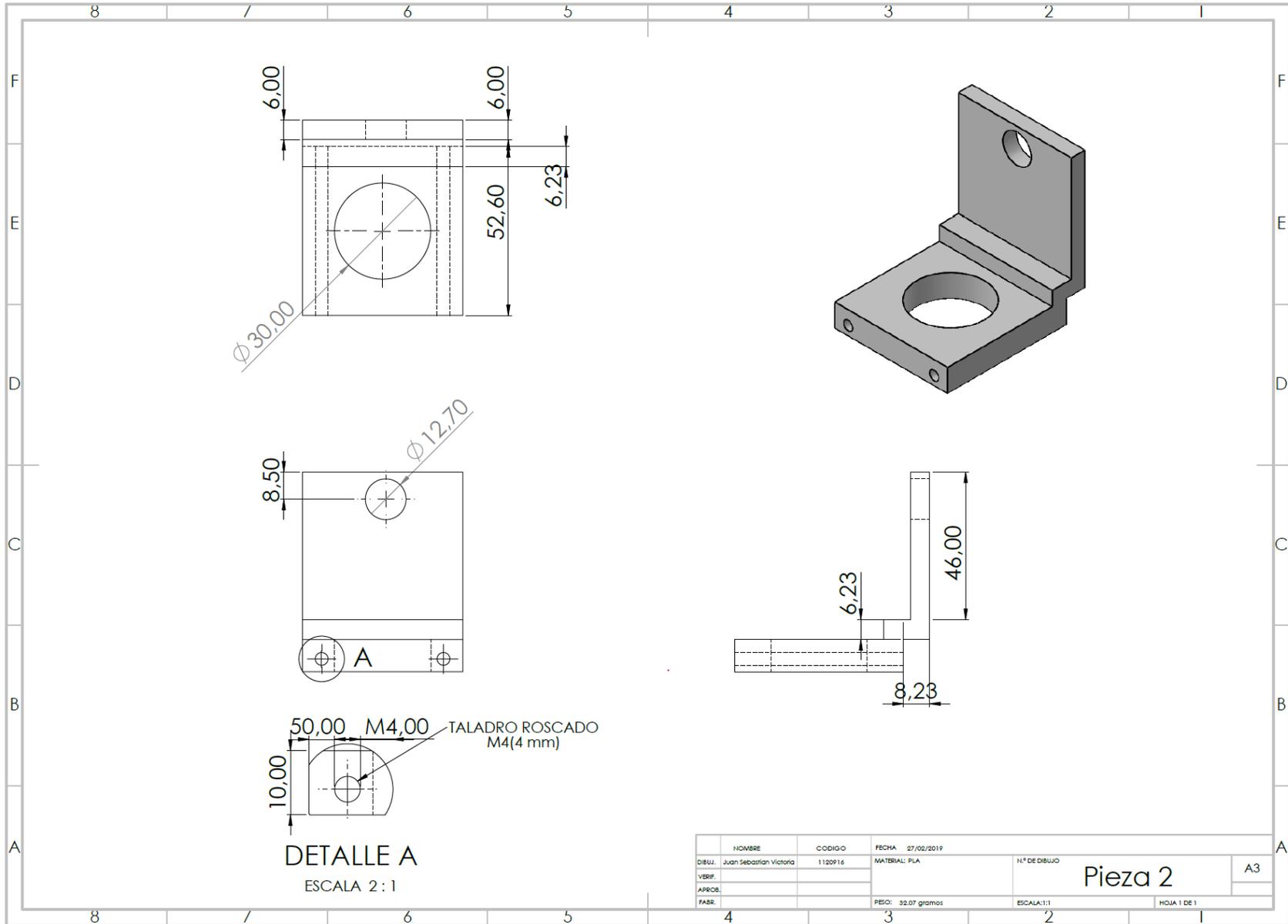
Salgado, L. (2017). *Diseño y construcción de una impresora 3d de gran formato con tecnologia*

de fabricacion con filamento fundido (fff) tipo core-xy basada en arduino.

ANEXOS

Anexo 1. Planos

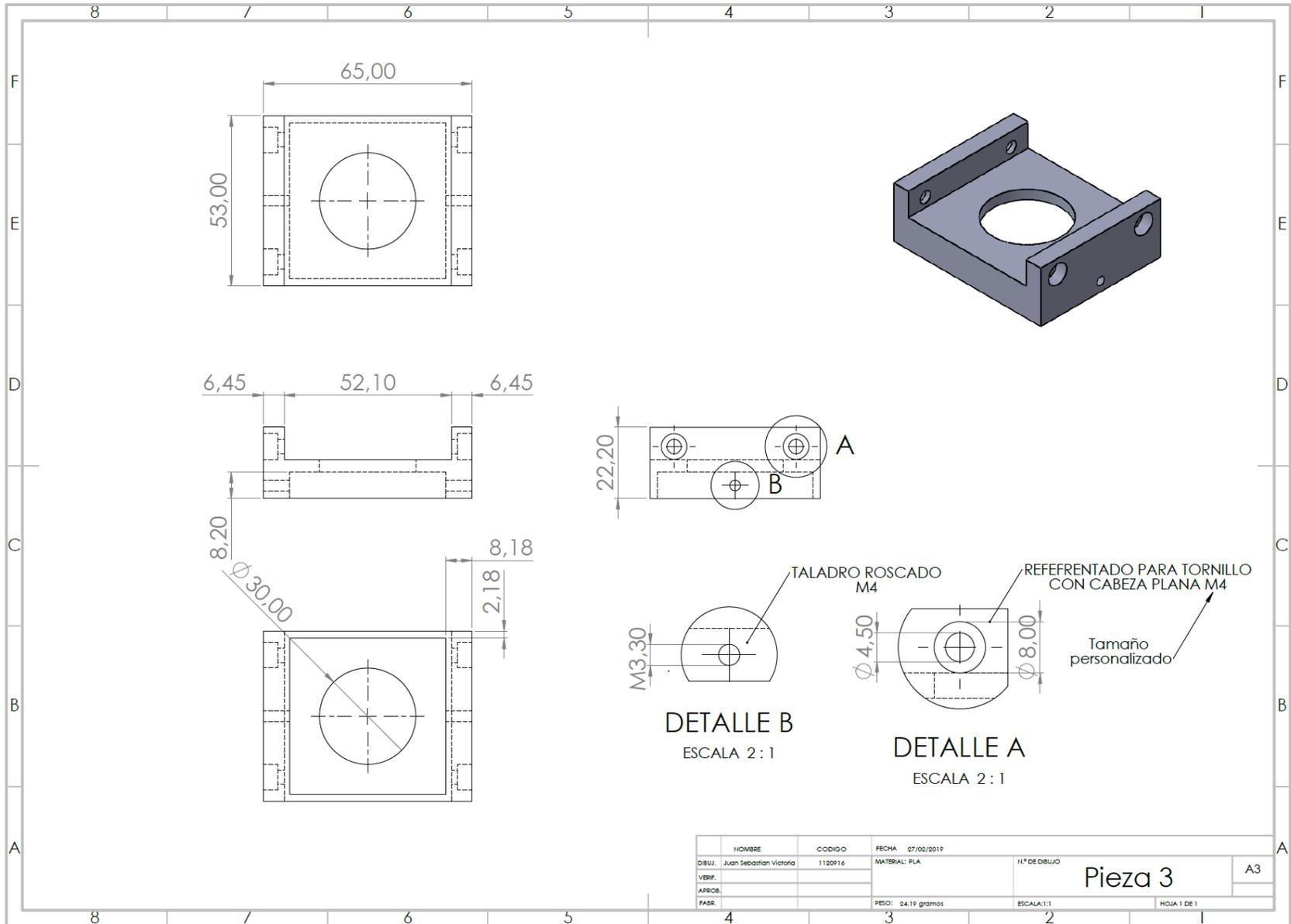




DETALLE A
ESCALA 2 : 1

	NOMBRE	CODIGO	FECHA	27/02/2019
DIBUJ.	Juan Sebastian Victoria	1120916	MATERIAL:	PLA
VERIF.			Nº DE DIBUJO	Pieza 2
APROB.			ESCALA:	1:1
FABR.			PESO:	32.07 gramos
				HOJA 1 DE 1

A3

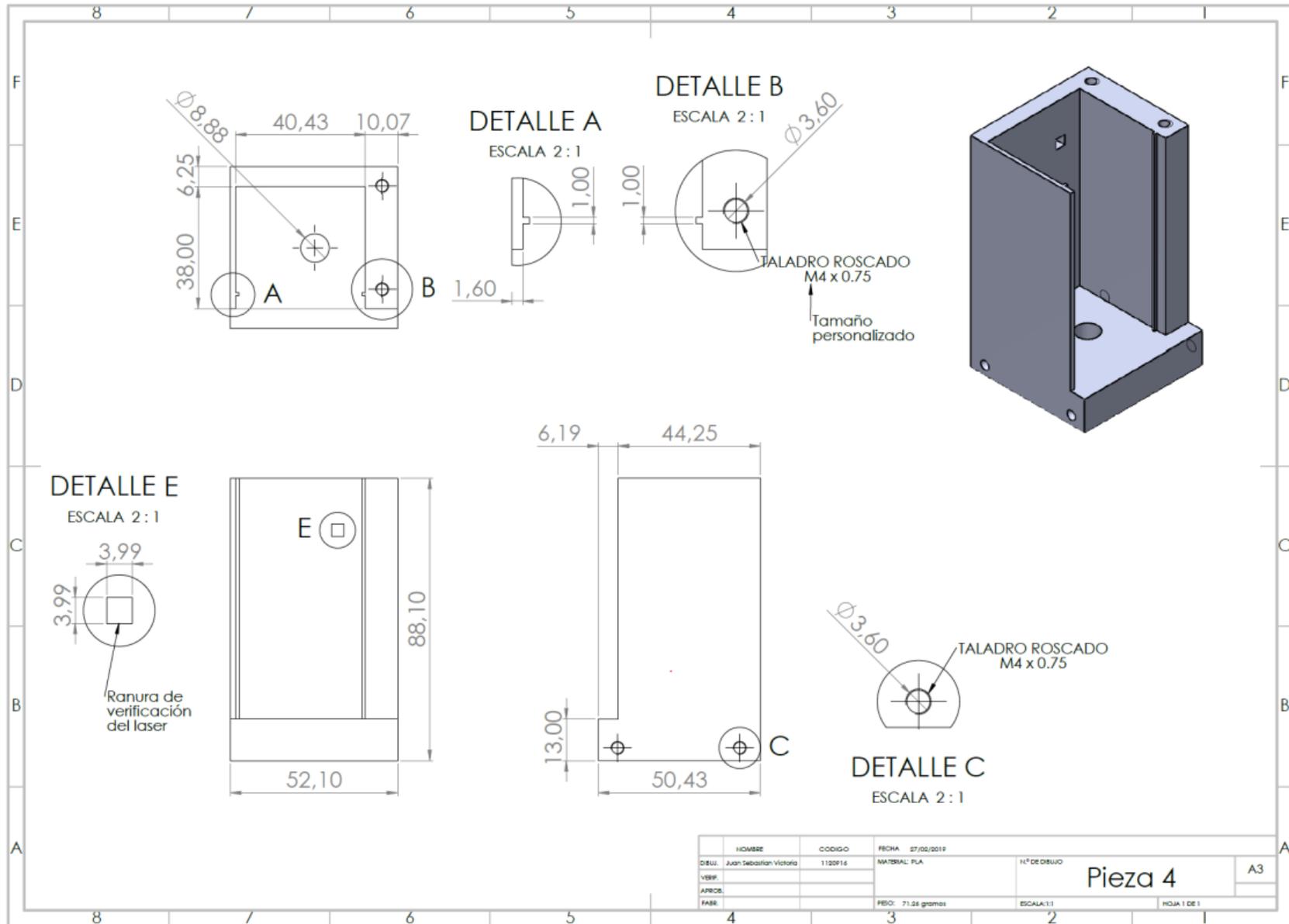


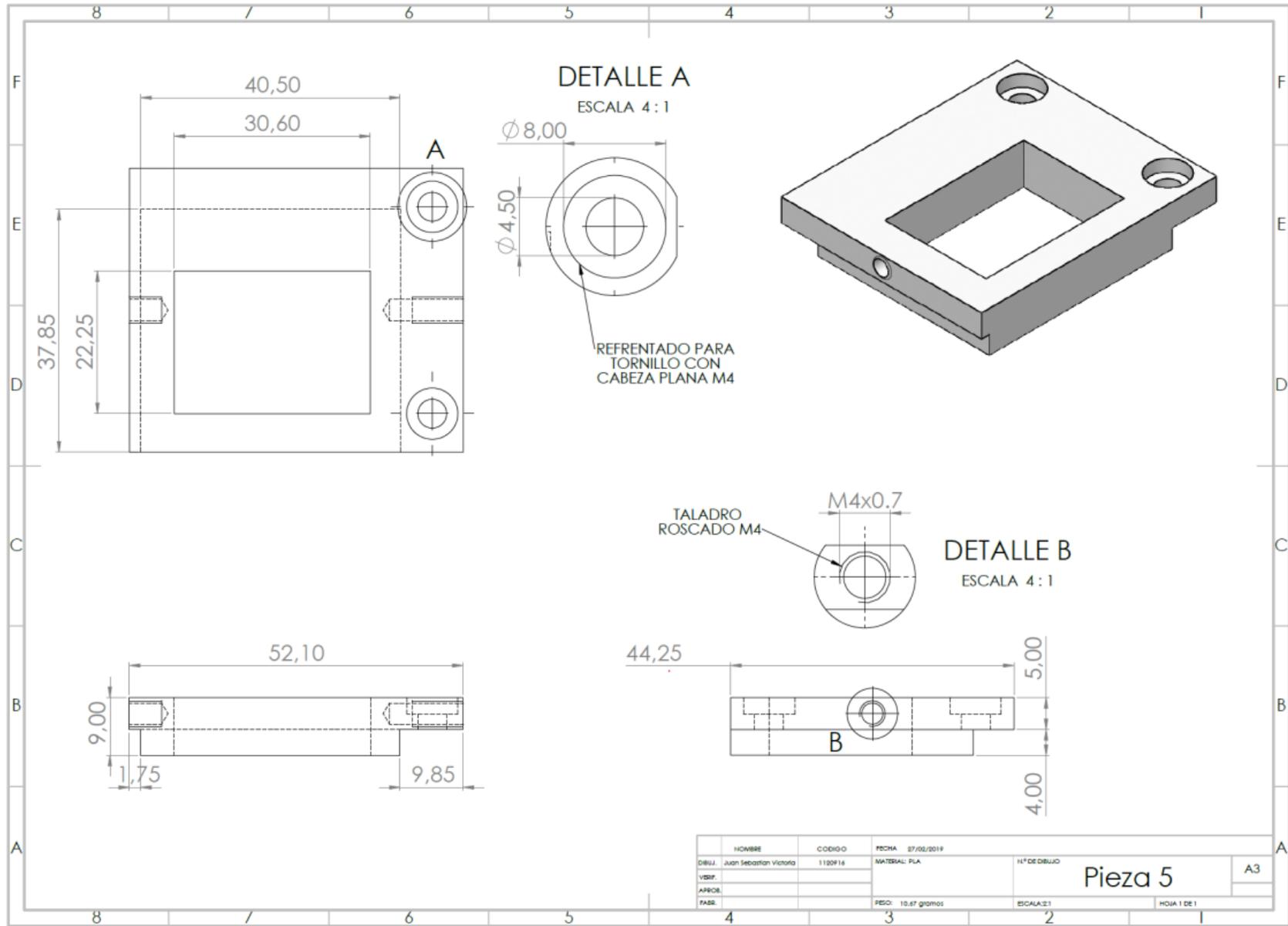
NOMBRE	CODIGO	FECHA	27/02/2019
DIBUJ. Juan Sebastian Victoria	1120916	MATERIAL: PLA	Nº DE DIBUJO
VEFIP.			
AFROS.			
FABR.		PESO: 24,19 gramos	ESCALA: 1:1

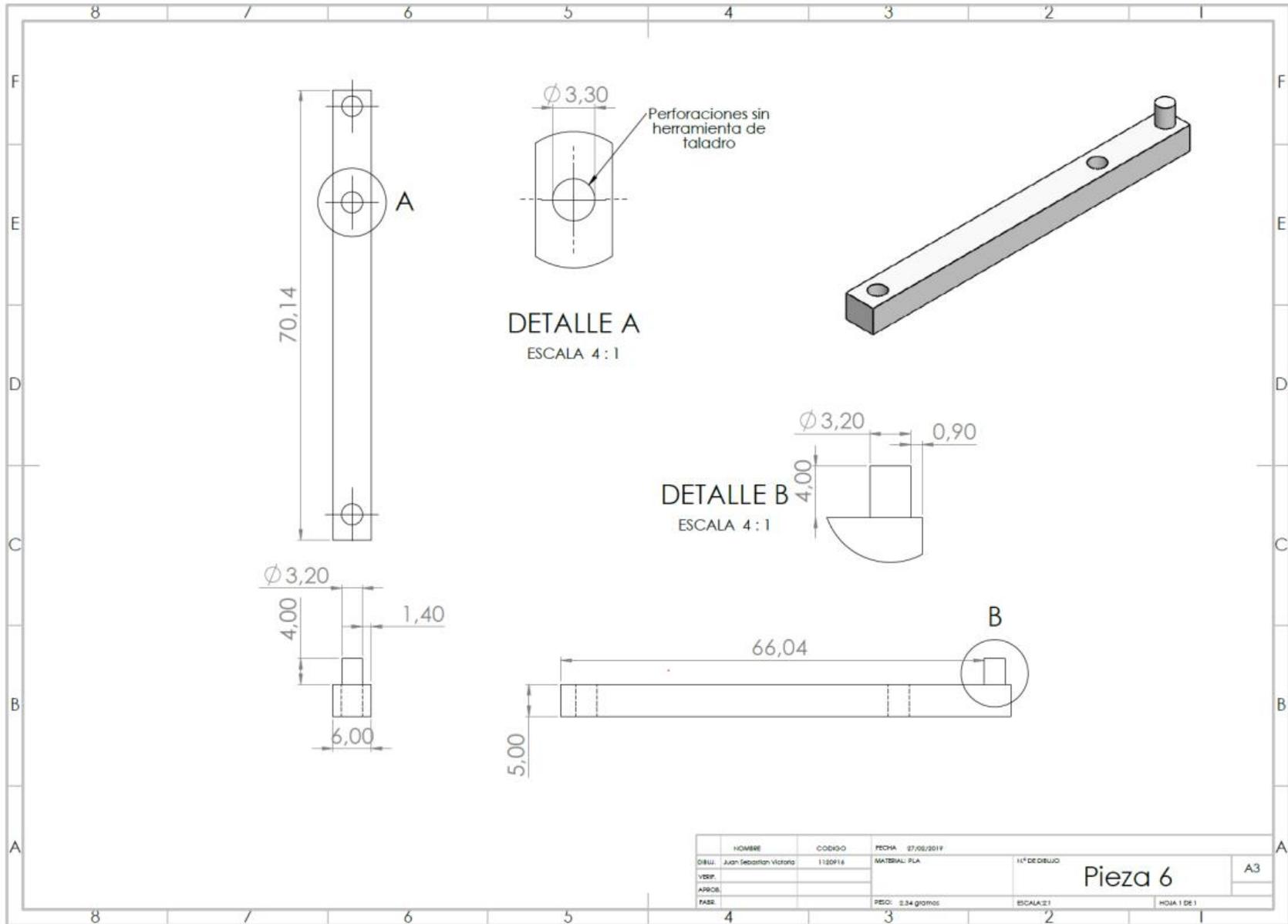
Pieza 3

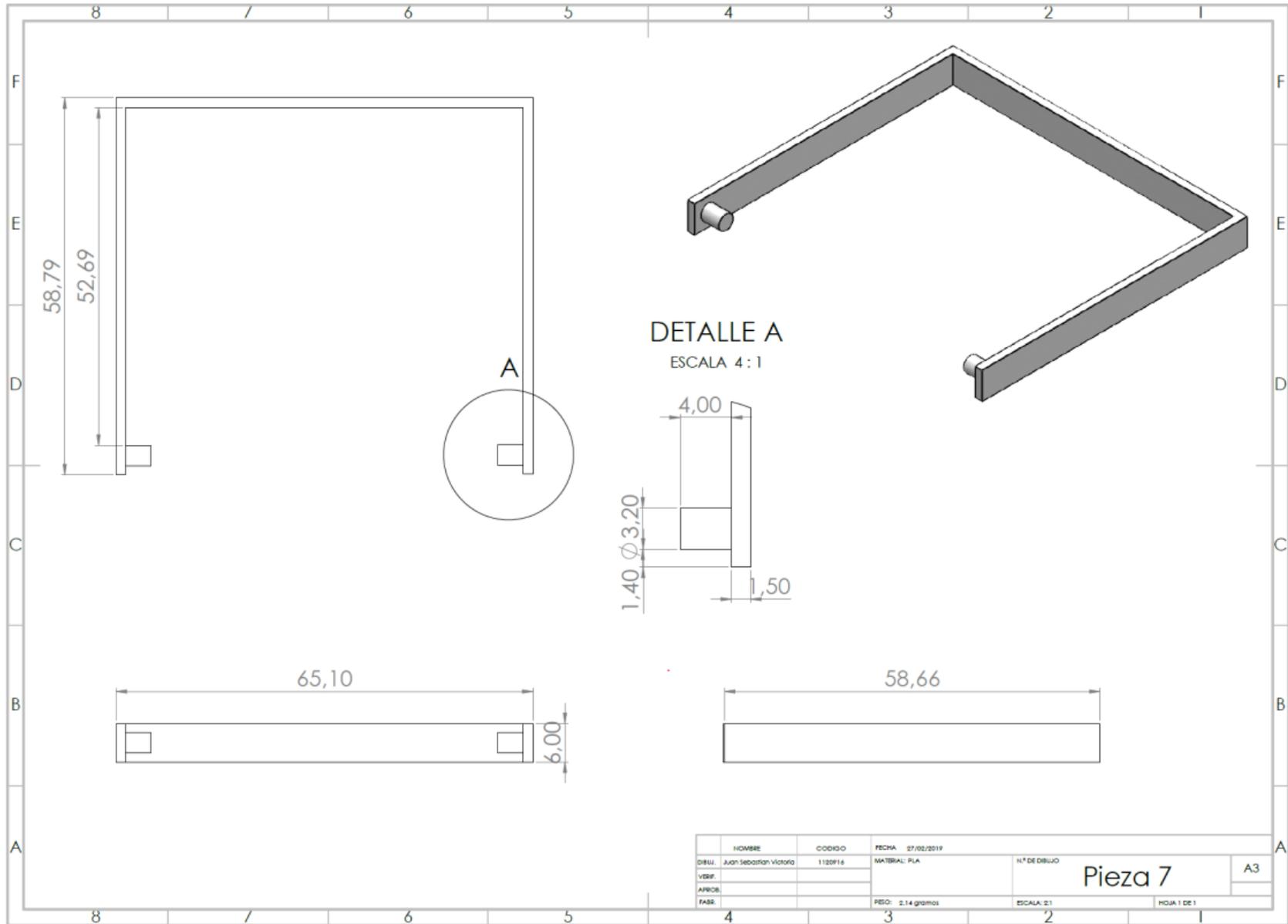
A3

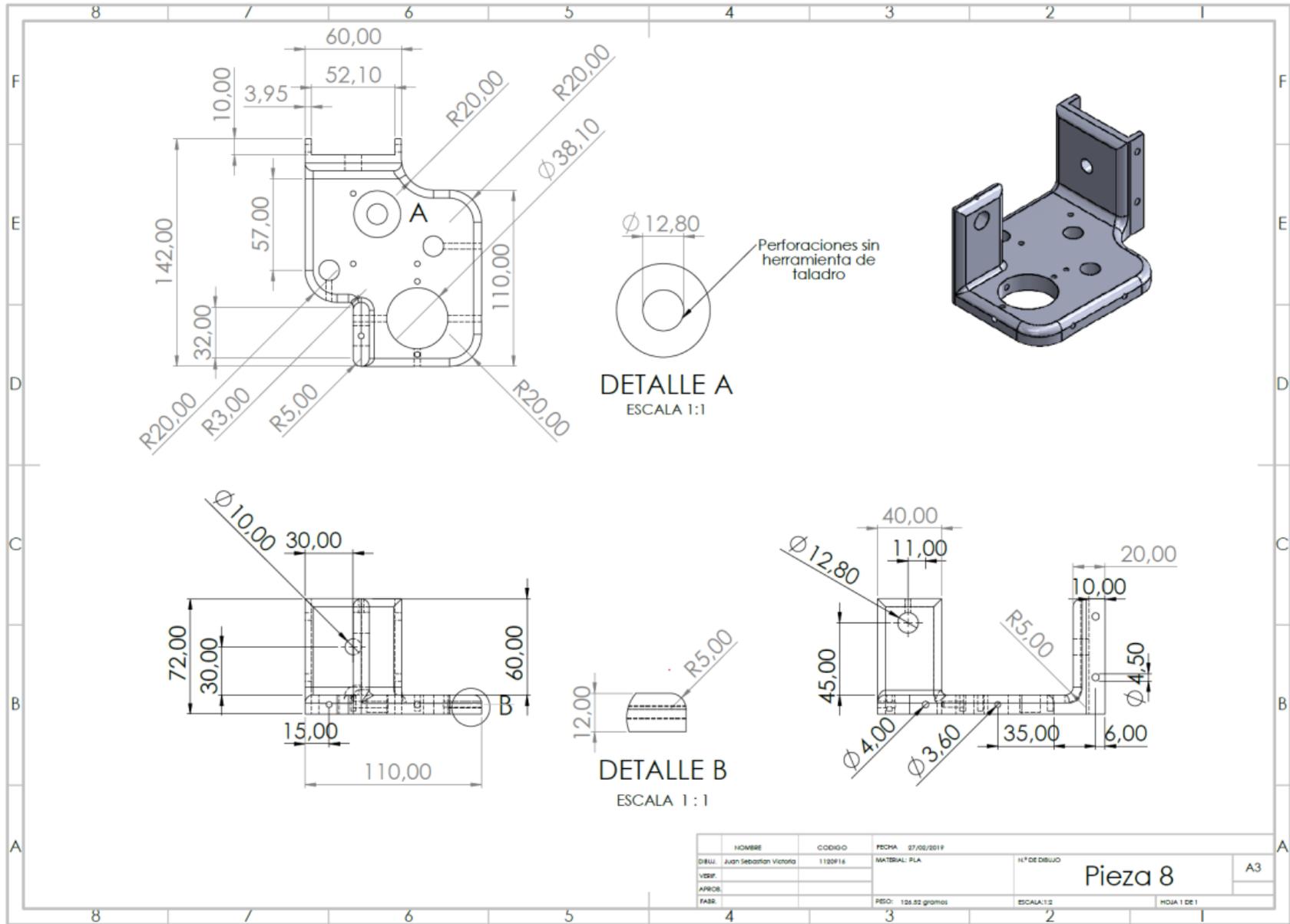
HOJA 1 DE 1

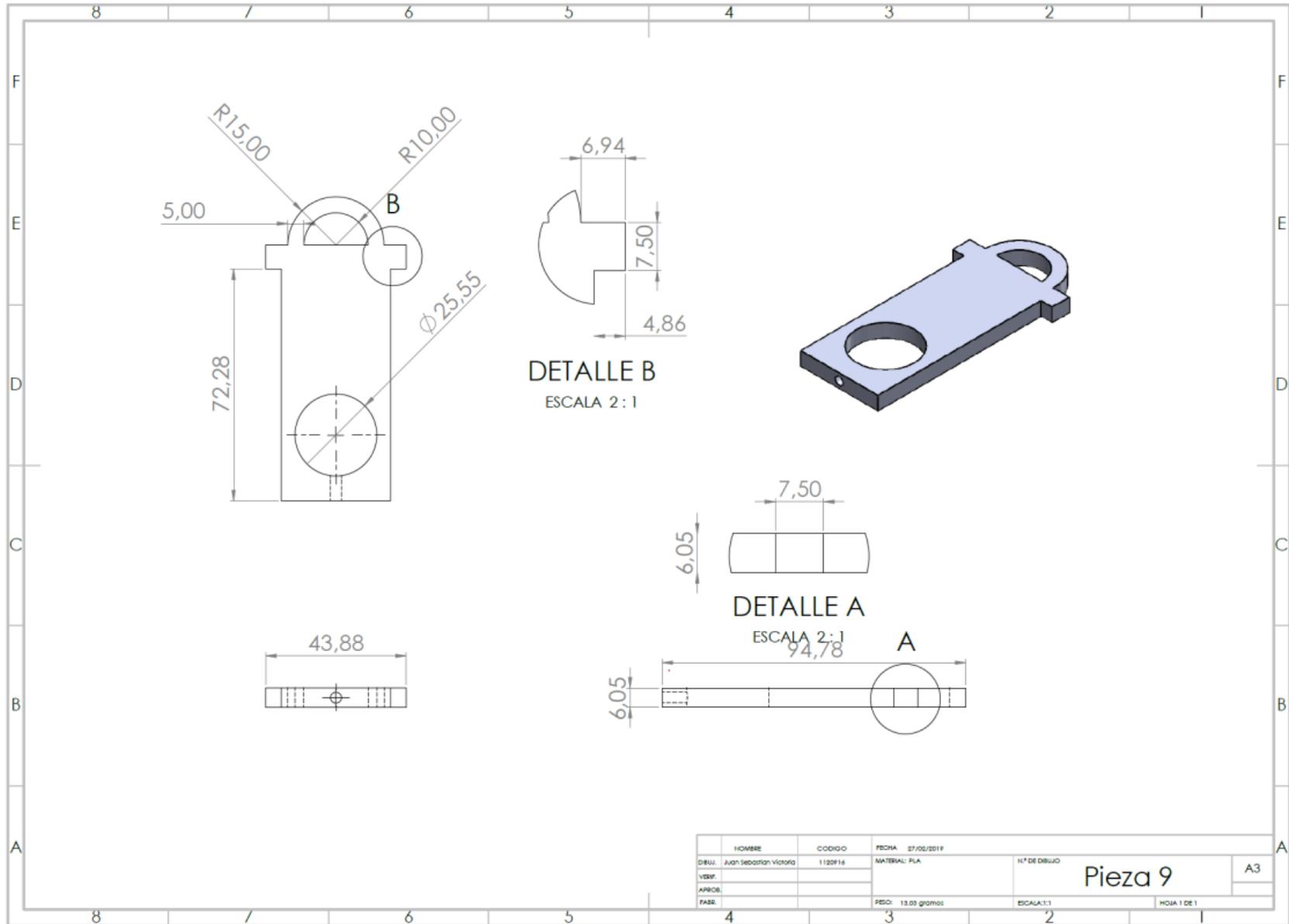


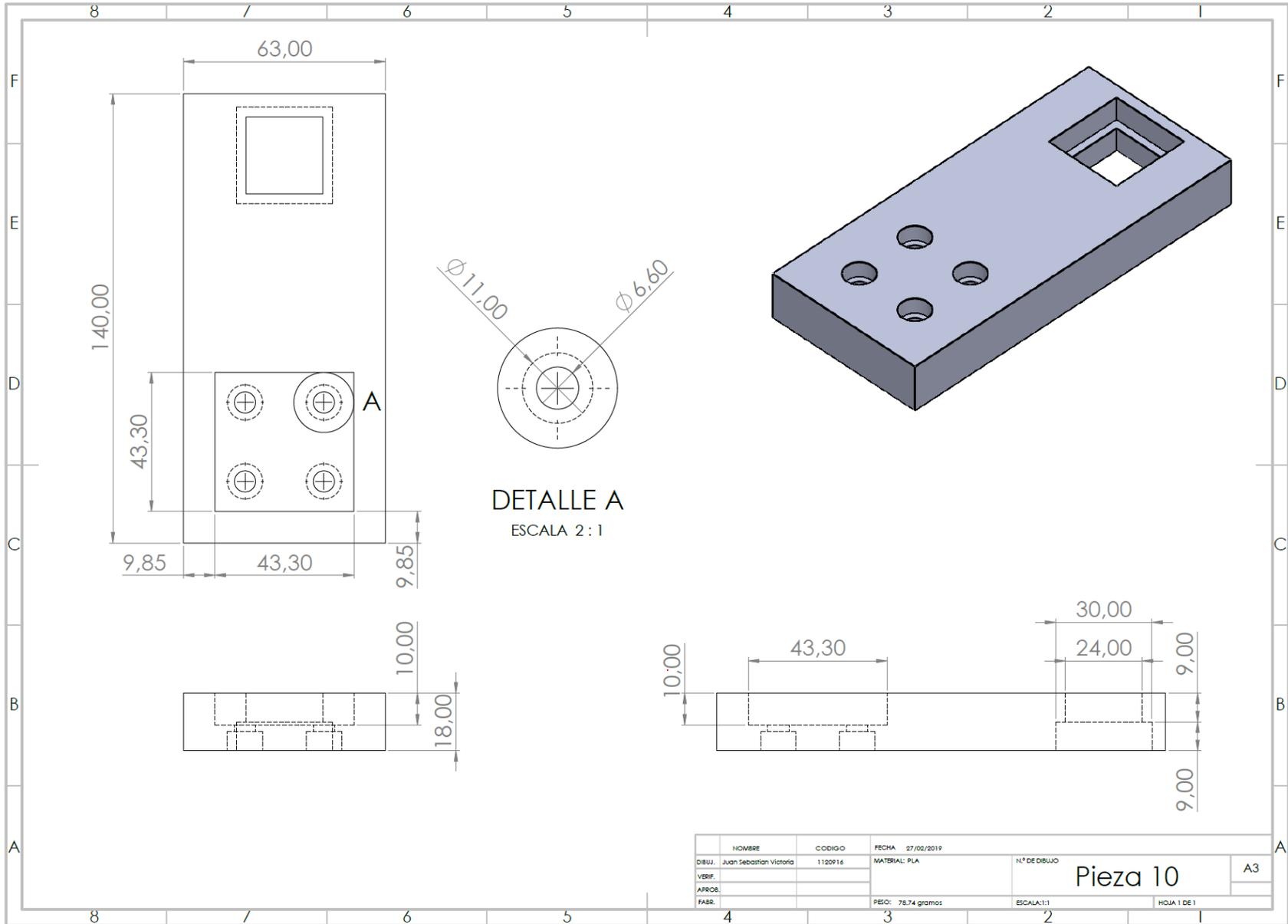










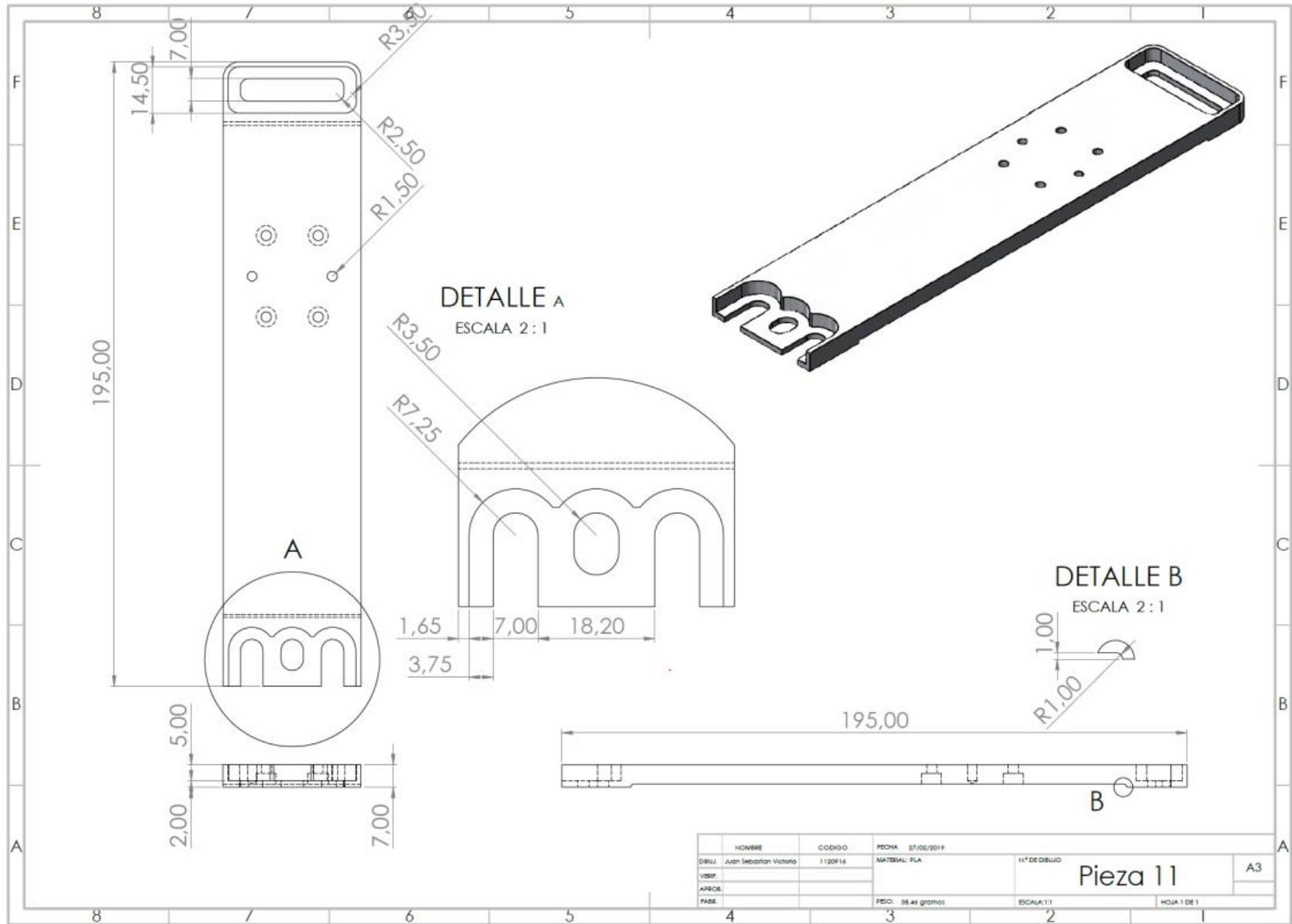


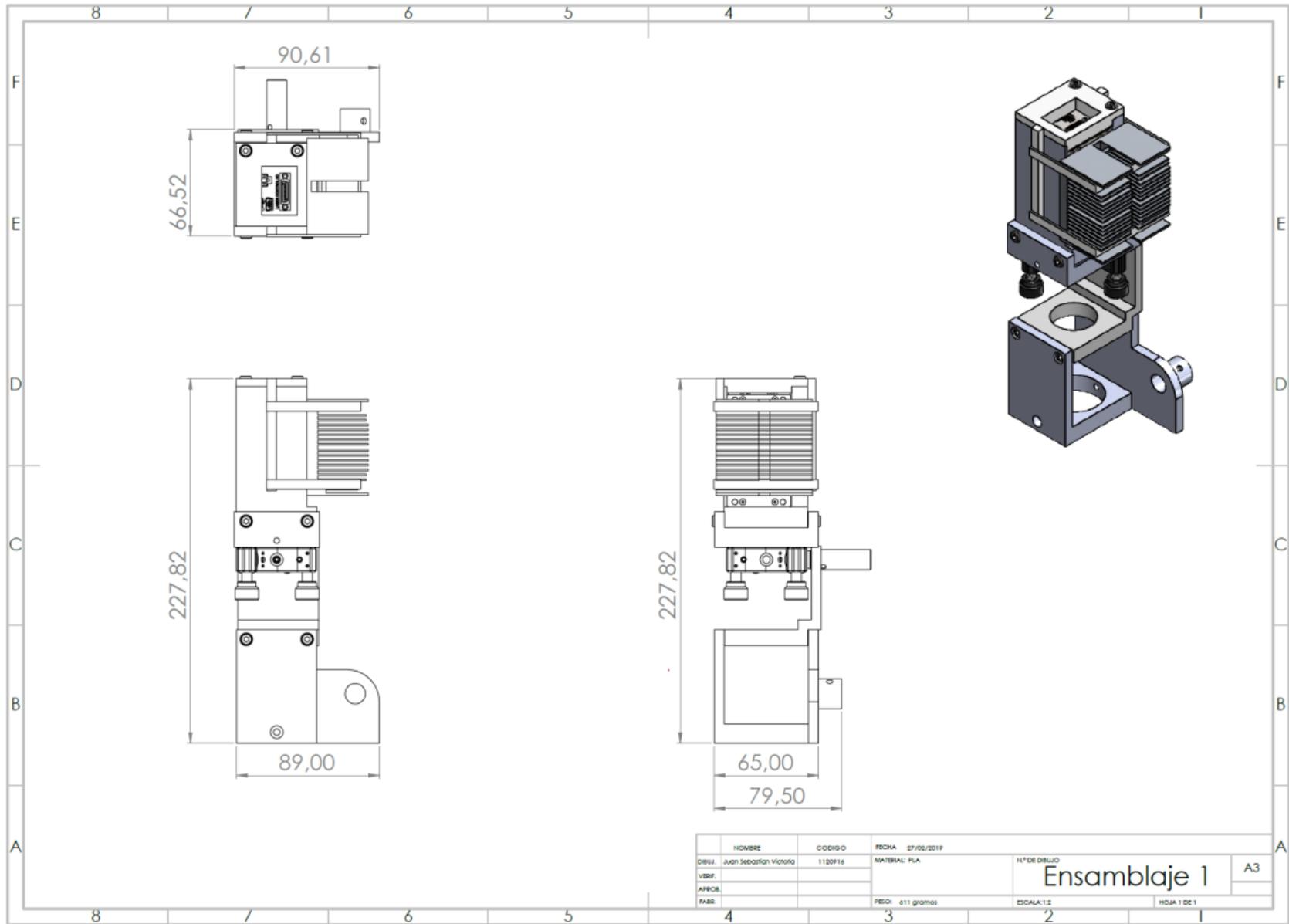
HOMBRE	CODIGO	FECHA	27/02/2019
DIBUJ. Juan Sebastian Victoria	1120916	MATERIAL: PLA	Nº DE DIBUJO
VERIF.			
APROB.			
FABR.		PESO: 78,74 gramos	ESCALA:1:1

Pieza 10

A3

HOJA 1 DE 1





HOMBRE	CODIGO	FECHA	1º DE DIBUJO	
DIBUJ. JUAN SEDARION VICTORIA	112091e	27/02/2019	MATERIAL: PLA	A3
VESF.			Ensamblaje 1	
APROB.				
FABR.				
		PESO: 611 gramos	ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1

