



Instituto Tecnológico de Las Américas (ITLA)

Centro de Excelencia en Mecatrónica

"Dron de entrega de medicamentos"

Sustentantes:

Moisés Almánzar Reyes

2021-2086

Saul A. Sánchez Abreu

2021-1867

Jake E. Jiménez Armesto

2021-2129

Albert A. Matos Abreu

2021-2289

Trabajo:

Proyecto Final Robótica

Asesor:

Ing. Pedro Pablo Castro García

Santo Domingo, República Dominicana

2024



Dron de entrega de medicamentos

Tabla de Contenido

Agradecimientos	v
Dedicatoria	vi
Resumen	vii
1.Capitulo I. Marco General De La Investigación	1
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Importancia y Justificación	2
1.3.1 Relevancia social:	3
1.3.2 Implicaciones prácticas:	3
1.3.3 Valor teórico:	3
1.3.4 Utilidad metodológica:	3
1.3.5 Beneficiarios:	4
1.4 Objetivos de la Investigación y de la Propuesta de Solución	4
1.4.1 Objetivo General:	4
1.4.2 Objetivos Específicos:	4
2. Capítulo II. Fundamentos Teóricos	5
2.1 Antecedentes Internacionales:	5
2.2 Teorías relacionadas con el tema	7
2.2.1 Teoría de la Automatización (Sheridan & Verplank, 1978):	7
2.2.2 Teoría de la Logística y la Cadena de Suministro (Christopher, 2016):	7
2.2.3 Teoría de la Navegación Aérea (Hoffman & Pung, 1990)	7
2.3 Aspectos Conceptuales y Contextuales	8
2.3.1 Conceptual:	8
2.3.2 Contextual:	8
3. Capítulo III. Marco Metodológico:	9
3.1.2 Según el Alcance Temporal	9
3.2 Diseño de la Investigación	10

3.2.1 Razonamiento del Diseño No Experimental	10
3.3 Método, Técnicas e Instrumentos.....	11
3.3.1 Métodos.....	11
3.4.2 Usuarios Finales	13
3.4.3 Farmacéuticos.....	14
3.5 Muestra	15
3.5.1 Farmacéuticos.....	15
3.6 Tipo de Muestreo.....	16
3.7 Instrumentos.....	17
3.7.2 Análisis de Datos	18
3.8 Aspectos Éticos de la Investigación	19
3.8.3 Reclutamiento	20
3.8.4 Transparencia y Honestidad	20
4. Capítulo IV Resultados de la Investigación	21
4.1 Justificación de la Propuesta	23
4.3 Conclusión	25
4.4 Recomendaciones	26
4.4.1 Implementación y Pruebas Piloto:	26
4.4.2 Capacitación de Profesionales de logístico	26
4.4.3 Mejoras Continuas en el Diseño.....	26
4.4.5 Investigación y Desarrollo Adicional	27
4.4.6 Evaluación de Costos y Accesibilidad:.....	27
4.5 Referencias y bibliografías	28
4.6 Anexos	29
Anexo 1	29

Agradecimientos

Queremos expresar nuestra profunda gratitud a todos los profesores y compañeros que nos han brindado su apoyo y compartido su valioso conocimiento a lo largo de nuestra carrera. En especial, extendemos nuestro más sincero agradecimiento a Pedro Pablo, cuyo asesoramiento y orientación fueron fundamentales para la realización de este proyecto.

Asimismo, agradecemos a los profesionales de la salud que colaboraron con su experiencia y conocimientos, permitiendo que este proyecto sea una contribución significativa al campo de la robótica en la entrega de medicamentos.

Un agradecimiento especial a nuestros amigos, quienes siempre estuvieron presentes para ofrecernos palabras de aliento y apoyo moral en los momentos más desafiantes. Finalmente, agradecemos a nuestras familias por su amor incondicional, paciencia y comprensión durante todo este proceso. Sin su constante respaldo, este logro no hubiera sido posible.

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto a nuestras familias y amigos, cuyo apoyo ha sido fundamental para alcanzar este logro. Agradecemos a nuestros padres por inculcarnos el valor del esfuerzo y la perseverancia, así como por su amor y apoyo incondicional en cada etapa de nuestra formación académica y personal.

Este trabajo también está dedicado a todas las personas que dependen de la entrega oportuna de medicamentos para mantener su salud. Esperamos que este dispositivo contribuya a mejorar la eficiencia en la entrega de medicamentos, ofreciendo una solución innovadora y accesible para quienes más lo necesitan.

A nuestros compañeros de clase y amigos, que han compartido este camino con nosotros, les agradecemos por su compañerismo y por los momentos de estudio y diversión que han hecho de estos años una experiencia inolvidable.

Finalmente, dedicamos este proyecto a todos los profesionales de la salud comprometidos con la mejora de la calidad de vida de sus pacientes. Su dedicación y trabajo son una fuente de inspiración para nosotros.

Resumen

Este proyecto se centra en el desarrollo de un dispositivo mecatrónico en forma de dron, diseñado para la entrega eficiente de medicamentos. El dron permitirá la distribución rápida y segura de medicamentos desde las farmacias hasta los pacientes, bajo la supervisión de farmacéuticos. La tecnología incorporada en el dron ofrecerá un control preciso en la navegación y entrega, mejorando la eficiencia del proceso y optimizando el tiempo y recursos en la distribución de medicamentos. El dispositivo está diseñado para facilitar el acceso a los medicamentos, especialmente en situaciones donde la entrega rápida es crucial. La metodología del proyecto incluye el diseño y desarrollo del hardware y software necesarios, así como pruebas iniciales para evaluar la eficacia y seguridad del dron en su entorno de uso.

Palabras clave: dron de entrega, mecatrónica, medicamentos, distribución, dispositivo mecatrónico.

1.Capítulo I. Marco General De La Investigación

1.1 Introducción

La entrega eficiente y oportuna de medicamentos es esencial para garantizar el bienestar y la salud de los pacientes, especialmente aquellos con enfermedades crónicas o necesidades urgentes. Sin embargo, los métodos tradicionales de distribución, como los envíos postales o la entrega a través de mensajeros, pueden enfrentar desafíos significativos, como demoras por tráfico, distancias prolongadas y limitaciones en la disponibilidad de personal. Estas dificultades pueden afectar la calidad de vida de los pacientes, al comprometer la recepción puntual de los medicamentos necesarios para su tratamiento.

La implementación de tecnologías avanzadas, como drones mecatrónicos, en la distribución de medicamentos ofrece una solución innovadora y efectiva. Estos dispositivos pueden realizar entregas de manera rápida y precisa, reduciendo el tiempo de espera y asegurando que los medicamentos lleguen a los pacientes de manera segura y en el momento adecuado. Los estudios recientes han demostrado que la integración de drones en la cadena de suministro de medicamentos no solo mejora la eficiencia en la entrega, sino que también reduce costos operativos y aumenta la accesibilidad, especialmente en áreas remotas o de difícil acceso.

Este proyecto propone el desarrollo de un dron de entrega de medicamentos, diseñado para realizar distribuciones seguras y eficientes bajo la supervisión de farmacéuticos. La tecnología incorporada en el dron permitirá una navegación precisa y

controlada, optimizando tanto el tiempo como los recursos empleados en la entrega de medicamentos.

El trabajo está estructurado en varios capítulos. En el primero, se presenta la importancia y justificación del proyecto. El segundo capítulo plantea el problema y su relevancia. El tercer capítulo define el alcance y las limitaciones del proyecto. Los objetivos de la investigación y de la propuesta de solución se detallan en el cuarto capítulo. Finalmente, en el quinto capítulo, se describen las variables e indicadores utilizados para evaluar la efectividad del dron.

1.2 Planteamiento del Problema

La entrega oportuna y segura de medicamentos es crucial para el manejo efectivo de diversas condiciones médicas. Sin embargo, los métodos tradicionales de distribución pueden enfrentar desafíos significativos, como retrasos debido a factores como el tráfico, la distancia y la disponibilidad del personal. Estos problemas pueden afectar la calidad de vida de los pacientes, especialmente aquellos con necesidades urgentes o que viven en áreas remotas. Existe una necesidad creciente de soluciones innovadoras que mejoren la eficiencia y la puntualidad en la entrega de medicamentos.

1.3 Importancia y Justificación

La implementación de un dron mecatrónico para la entrega de medicamentos ofrece beneficios significativos tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud. Este proyecto es relevante porque aborda una necesidad crítica en el campo de la distribución de medicamentos: la mejora de la eficiencia y la reducción de los tiempos de entrega.

1.3.1 Relevancia social: La capacidad de recibir medicamentos de manera rápida y precisa impacta directamente en la salud y bienestar de los pacientes. Un dron de entrega que optimice la distribución de medicamentos puede facilitar un acceso más eficiente a los tratamientos necesarios, especialmente para personas con condiciones crónicas o en áreas de difícil acceso. Esto puede mejorar significativamente la calidad de vida de los pacientes al garantizar que reciban su medicación sin demoras.

1.3.2 Implicaciones prácticas: El dron propuesto permitirá a los farmacéuticos y proveedores de salud ofrecer un servicio de entrega más eficiente y confiable. Al reducir la dependencia de métodos tradicionales de distribución, se optimizará el uso de recursos y tiempo en la cadena de suministro de medicamentos. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también puede reducir costos asociados con demoras y pérdidas de medicamentos.

1.3.3 Valor teórico: Desde un punto de vista académico y científico, este proyecto contribuye al campo de la mecatrónica aplicada a la distribución de medicamentos. Proporciona un ejemplo práctico de cómo la tecnología de drones puede integrarse en los procesos logísticos de entrega, ofreciendo un marco teórico que puede ser utilizado en investigaciones futuras.

1.3.4 Utilidad metodológica: El desarrollo de este dron implica la aplicación de metodologías de diseño y prueba que pueden ser replicadas y mejoradas en otros contextos. La integración de hardware y software en un sistema mecatrónico para la entrega de medicamentos puede servir de referencia para futuros proyectos similares, ampliando el conocimiento en el campo de la robótica aplicada a la logística de salud

1.3.5 Beneficiarios:

- **Directos:** Aquellos que necesitan medicamentos de manera oportuna y precisa se beneficiarán de una entrega más rápida y eficiente, lo que puede mejorar significativamente su acceso a tratamientos esenciales.
- **Indirectos:** Familias de los pacientes, que verán una mejora en la calidad de vida de sus seres queridos, y las instituciones de salud, que podrán ofrecer mejores servicios y optimizar sus recursos.

1.4 Objetivos de la Investigación y de la Propuesta de Solución

1.4.1 Objetivo General: Desarrollar un dron mecatrónico que optimice la entrega de medicamentos, garantizando una distribución rápida, precisa y segura desde las farmacias hasta los pacientes, bajo la supervisión de farmacéuticos.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- **Diseñar y construir el hardware del dron:** Desarrollar un dron robusto y eficiente, capaz de transportar y entregar medicamentos con precisión, teniendo en cuenta factores como la capacidad de carga, la navegación y la seguridad durante el vuelo.
- **Desarrollar el software de control:** Crear un sistema de software que gestione la navegación del dron, la programación de rutas de entrega y el monitoreo en tiempo real, asegurando que el dron pueda realizar entregas de manera autónoma y segura.

2. Capítulo II. Fundamentos Teóricos

2.1 Antecedentes Internacionales:

Romero Campos y Jairo Andrés (2015) Uso de drones en logística para entrega de mercancías Un dron o UAV (Unmanned Aircraft Vehicle) o RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems) son aeronaves sin tripulación pilotados de forma remota que por su diseño y características mantienen un vuelo sostenido, utilizados asiduamente en aplicaciones militares tanto de inteligencia como de reconocimiento (Lamus, 2015). Empresas como Amazon y Google ya han realizado intentos de entregar mercancías a sus clientes por medio de drones, dada la solicitud de multinacionales para incursionar en operaciones de logística por medio de drones se pretende establecer la conveniencia y pertinencia de la utilización de drones en la entrega de mercancías al interior de centros urbanos analizando las propuestas de reglamentación y funcionamiento de Amazon y Google.

Cosgaya García y Marco (2019) Uso de drones para la entrega de desfibriladores en ataques cardíacos extrahospitalarios: una revisión sistemática El paro cardíaco extrahospitalario es una de las principales causas de muerte en países desarrollados y requiere una atención rápida y eficaz para mejorar la supervivencia. Sin embargo, la mayoría ocurren en áreas extrahospitalarias, lo que representa un desafío. La tecnología de los drones se ha propuesto para la entrega de desfibriladores en estas situaciones debido a su capacidad para reducir el tiempo de respuesta y superar las limitaciones de la estrategia actual de instalación de desfibriladores externos automáticos.

Maureira y Torrejón Drones y epidemiología: la tecnologización de la

vigilancia (2021) El artículo realiza un estudio de los drones como nuevo dispositivo en la biovigilancia. La extensión y velocidad de vectores infecciosos en una sociedad globalizada en la cual riesgos locales pueden afectar rápidamente a la sociedad mundial hacen necesarios nuevos modos de vigilancia. Hemos encontrado en los drones un dispositivo de poder que además de facilitar formas inéditas de control genera nuevas fronteras entre enfermos y sanos, entre sujetos de control y los otros. Este artículo hace un recorrido histórico de los drones y reflexiona sobre su impacto en la biovigilancia, señalando las ventajas y riesgos que aporta este nuevo dispositivo en el campo de la vigilancia.

Fernández y Ximena Diseño del sistema de comunicación entre un Dron y una estación terrena para entrega de mercancía (2018) Traguatan S.A.S. es una tienda virtual colombiana que ofrece sus productos a nivel nacional que requiere de un sistema de envíos dentro de un área de cobertura cercano a la bodega que reduzca sus costos significativamente. Dado que la mayoría de las empresas que ofrecen productos vía internet no cuentan con un servicio de entrega a domicilio, recurren a transportadoras que se encargan de hacer la repartición de sus productos en áreas determinadas por la empresa y la misma transportadora.

2.2 Teorías relacionadas con el tema

2.2.1 Teoría de la Automatización (Sheridan & Verplank, 1978): Esta teoría explora cómo los sistemas automatizados pueden realizar tareas de manera eficiente y segura. En el contexto de los drones de entrega de medicamentos, la teoría de la automatización se aplica para diseñar sistemas que puedan operar de forma autónoma, minimizando la necesidad de intervención humana y optimizando la precisión en la entrega de paquetes.

2.2.2 Teoría de la Logística y la Cadena de Suministro (Christopher, 2016): La teoría de la logística aborda cómo se gestionan los flujos de bienes y servicios desde el origen hasta el consumidor final. En el caso de los drones de entrega, esta teoría es crucial para comprender cómo los drones pueden mejorar la eficiencia en la cadena de suministro de medicamentos, reduciendo tiempos de entrega y costos operativos.

2.2.3 Teoría de la Navegación Aérea (Hoffman & Pung, 1990): Esta teoría se centra en los principios de navegación y control en el espacio aéreo. Para los drones de entrega, la teoría de la navegación aérea ayuda a desarrollar algoritmos y sistemas de control que aseguren trayectorias precisas y seguras durante las entregas, considerando factores como obstáculos y condiciones meteorológicas.

2.3 Aspectos Conceptuales y Contextuales

2.3.1 Conceptual:

- **Dron de Entrega:** Un vehículo aéreo no tripulado diseñado para transportar y entregar paquetes de manera autónoma. En el contexto de los medicamentos, los drones pueden mejorar la velocidad y la eficiencia de las entregas, especialmente en áreas de difícil acceso.
- **Logística de Entrega:** El proceso de gestionar el transporte de bienes desde el punto de origen hasta el consumidor final. En la entrega de medicamentos, esto implica coordinar tiempos de entrega, rutas y asegurar la integridad de los productos.
- **Automatización:** El uso de tecnología para realizar tareas con mínima intervención humana. En los drones de entrega, la automatización permite operaciones autónomas, reduciendo errores y aumentando la eficiencia.

2.3.2 Contextual: Este proyecto se desarrolla en el Instituto Tecnológico de Las Américas (ITLA), en Santo Domingo, República Dominicana. La institución se destaca por su enfoque en la innovación tecnológica y su compromiso con la mejora de servicios a través de la tecnología. El dron de entrega de medicamentos será diseñado y probado en un entorno académico, colaborando con expertos en logística y tecnología para garantizar su efectividad y seguridad en las entregas.

3. Capítulo III. Marco Metodológico:

Este capítulo describe la metodología utilizada en el desarrollo del dron de entrega de medicamentos. El objetivo es detallar los métodos, técnicas y procedimientos empleados para llevar a cabo la investigación y el desarrollo del dron. Se abordarán aspectos relacionados con el tipo y enfoque de la investigación, el diseño del estudio, la población y muestra, los instrumentos de recolección de datos, y los métodos de análisis de los datos.

3.1 Tipo de Investigación

Para el desarrollo del dron de entrega de medicamentos, la investigación se clasifica de la siguiente manera:

3.1.1 Según el Nivel de Profundidad La investigación es **descriptiva**. Este tipo de investigación tiene como objetivo principal describir las características y el funcionamiento del dron de entrega de medicamentos, así como su eficiencia en la distribución rápida y segura de medicamentos. Se enfoca en detallar las especificaciones técnicas del dron, los procedimientos de operación y los resultados obtenidos tras su implementación.

3.1.2 Según el Alcance Temporal La investigación es **transversal**. Los datos se recolectan en un único punto en el tiempo, evaluando la eficiencia del dron en la entrega de medicamentos en una muestra de usuarios durante un período específico. Este enfoque permite analizar el impacto inmediato del dron sin realizar un seguimiento a largo plazo.

3.2 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación para el desarrollo del dron de entrega de medicamentos es de tipo **no experimental**. Este diseño se caracteriza por no manipular intencionalmente las variables independientes, sino observar y analizar las variables tal como ocurren en su entorno natural. La investigación se centra en evaluar la eficiencia y seguridad del dron en la entrega de medicamentos sin la intervención directa del investigador en la asignación de los participantes a diferentes grupos o la manipulación de variables específicas.

3.2.1 Razonamiento del Diseño No Experimental

Observación Natural: La investigación se lleva a cabo en un entorno real, donde el dron es utilizado para entregar medicamentos a pacientes en sus hogares o en ubicaciones predefinidas. No se crean condiciones artificiales ni se manipulan variables independientes de manera controlada, como se haría en un laboratorio.

Ausencia de Grupos de Control y Experimental: No se forman grupos experimentales y de control aleatorios. Todos los participantes en la investigación son usuarios que reciben sus medicamentos mediante el dron como parte de un programa piloto de entrega, sin la creación de un grupo de control separado para comparar resultados.

Recolección de Datos en Situaciones Reales: Los datos se recogen directamente de las operaciones de entrega realizadas por el dron, utilizando encuestas de satisfacción, tiempos de entrega, y análisis de la precisión y seguridad en las entregas para evaluar la efectividad del dron en la distribución de medicamentos.

Análisis Descriptivo y Relacional: El análisis de los datos se centra en describir las características y resultados del uso del dron, así como en explorar las relaciones entre las variables observadas (por ejemplo, tiempos de entrega y satisfacción del usuario). No se realiza manipulación directa de variables ni se implementan procedimientos aleatorios para la asignación de grupos.

3.3 Método, Técnicas e Instrumentos

3.3.1 Métodos Para el desarrollo del dron de entrega de medicamentos, se emplean los siguientes métodos:

- **Método Inductivo:** Este método se utiliza para analizar los datos recolectados de los farmacéuticos, usuarios y otros profesionales de la salud. A partir de las observaciones y la información obtenida, se generan conclusiones sobre la efectividad y aceptación del dron en la entrega de medicamentos.
- **Método Empírico:** Se centra en la recolección de datos a través de la observación directa y la experimentación. Se realizan pruebas de entrega en diferentes escenarios, midiendo el tiempo de entrega, la precisión y la seguridad del dron en comparación con métodos tradicionales.

3.3.2 Técnicas Las siguientes técnicas son utilizadas para la recolección de datos en la investigación:

- **Encuestas:** Se diseñan cuestionarios para que los usuarios y profesionales de la salud evalúen su experiencia con el dron de entrega. Las encuestas incluyen

preguntas sobre la facilidad de uso, la percepción de seguridad, la puntualidad en la entrega y la satisfacción general con el servicio.

- **Entrevistas Semiestructuradas:** Se realizan entrevistas con farmacéuticos y otros profesionales involucrados en el proceso de entrega. Estas entrevistas buscan obtener información detallada sobre la usabilidad del dron, los desafíos operativos encontrados y su impacto en la eficiencia de la distribución de medicamentos.
- **Pruebas de Entrega:** Se llevan a cabo evaluaciones de las entregas realizadas por el dron, comparando los tiempos de entrega y la precisión en la ubicación con respecto a métodos tradicionales. Además, se analizan posibles incidencias durante las operaciones para medir la fiabilidad y robustez del sistema.

3.3.3 Instrumentos Los instrumentos utilizados para llevar a cabo la recolección de datos son:

- **Instrumentos de Medición de Eficiencia:** Se emplean dispositivos GPS y cronómetros para medir la precisión de las entregas del dron, el tiempo de llegada a destino, y la velocidad de respuesta en comparación con métodos tradicionales de entrega.
- **Registro de Observaciones:** Se lleva un registro detallado de las observaciones realizadas durante las pruebas de entrega, documentando el comportamiento del dron en diferentes condiciones climáticas, su interacción con el entorno urbano y cualquier incidente o problema técnico que ocurra.

3.4 Población

3.4.1 Descripción de la Población La población de este estudio está conformada por farmacéuticos, usuarios finales (pacientes que reciben los medicamentos) y personal técnico especializado en la operación de drones. La población se ubicará en diferentes farmacias y áreas residenciales dentro de Santo Domingo.

3.4.2 Usuarios Finales

Criterios de Selección:

- Personas que necesiten recibir medicamentos regularmente y que estén dispuestas a participar en el estudio.
- Personas que vivan dentro del área de cobertura del dron de entrega.
- Usuarios mayores de 18 años.

Ubicación:

- Los usuarios seleccionados residen en áreas urbanas de Santo Domingo, donde se implementará el servicio de entrega con el dron.

- **Periodo de Investigación:**

La recolección de datos se llevará a cabo durante un período de seis meses, desde junio de 2024 hasta diciembre de 2024, permitiendo observar el impacto del dron en la entrega de medicamentos durante un tiempo prolongado.

3.4.3 Farmacéuticos

Criterios de Selección:

- Farmacéuticos que trabajen en las farmacias seleccionadas para el estudio.
- Profesionales con experiencia en la dispensación de medicamentos y que estén familiarizados con la logística de entrega de medicamentos.

Ubicación:

- Los farmacéuticos se encuentran en las farmacias participantes en Santo Domingo, desde donde se coordinarán y supervisarán las entregas con el dron.

Periodo de Investigación:

- La recolección de datos por parte de los farmacéuticos se realizará durante el mismo período de seis meses, desde junio de 2024 hasta diciembre de 2024.

3.5 Muestra

Para llevar a cabo la investigación sobre el dron de entrega de medicamentos, se ha seleccionado una muestra representativa de farmacéuticos y usuarios finales.

3.5.1 Farmacéuticos

- **Total, de farmacéuticos:** 10

Los farmacéuticos participantes trabajan en las farmacias seleccionadas para el estudio y tienen experiencia en la dispensación de medicamentos y en la gestión logística de entregas. Se incluyen farmacéuticos con diferentes años de experiencia y áreas de especialización, proporcionando una perspectiva amplia sobre la implementación del dron en la entrega de medicamentos.

3.5.2 Detalle de la Muestra

Farmacéuticos:

- **Experiencia:** De 3 a 15 años en la dispensación y logística de medicamentos.
- **Especialidad:** Diversas especialidades dentro de la farmacia, incluyendo farmacia clínica y gestión de medicamentos.

3.5.3 Selección de la Muestra

La muestra fue seleccionada utilizando un muestreo intencional, asegurando la inclusión de farmacéuticos y usuarios finales que cumplan con los criterios de selección

previamente establecidos. Este método garantiza que los participantes tienen las características necesarias para proporcionar datos relevantes y útiles para la investigación.

3.6 Tipo de Muestreo

Para la investigación del dron de entrega de medicamentos, se ha decidido utilizar un muestreo no probabilístico. Este tipo de muestreo se selecciona debido a la naturaleza específica de la población objetivo y la necesidad de incluir sujetos que cumplan con criterios particulares de elegibilidad, como la experiencia en la gestión de medicamentos y la necesidad de recibir entregas de medicamentos de manera regular.

La técnica de muestreo utilizada es no aleatoria por conveniencia. Este enfoque se considera adecuado para esta investigación por las siguientes razones:

Accesibilidad y Disponibilidad: Los farmacéuticos y usuarios finales son seleccionados en función de su accesibilidad y disponibilidad para participar en el estudio, facilitando la logística de recolección de datos en las farmacias y áreas cubiertas por el servicio del dron.

Criterios Específicos: Se eligen participantes que cumplen con criterios específicos relevantes para la investigación, como la experiencia en la dispensación y logística de medicamentos o la necesidad de recibir medicamentos a través del dron en áreas específicas.

Colaboración Voluntaria: La técnica permite la inclusión de individuos dispuestos a colaborar voluntariamente, lo cual es crucial para asegurar la calidad y cantidad de datos recolectados.

3.6.1 Justificación del Muestreo no aleatoria el uso de un muestreo no

probabilístico por conveniencia es justificado en este estudio por las siguientes razones:

Especialización del Grupo de Estudio: La investigación se enfoca en una población específica de farmacéuticos y usuarios de medicamentos que requieren un servicio de entrega especializada mediante drones. Este grupo no es fácilmente accesible mediante técnicas probabilísticas debido a las características particulares de los participantes, como la ubicación geográfica y la experiencia en la gestión de medicamentos.

Eficiencia en la Recolección de Datos: Esta técnica permite una recolección de datos más eficiente y manejable, dado el tiempo y los recursos disponibles para la investigación. Al seleccionar participantes accesibles y disponibles, se optimiza el proceso de recolección, facilitando el cumplimiento de los plazos del proyecto.

Pertinencia de los Datos: Asegura que los datos recolectados sean pertinentes y directamente aplicables a los objetivos de la investigación, al seleccionar participantes que se alineen estrechamente con los criterios de estudio, como la necesidad de recibir medicamentos mediante un dron en áreas específicas y la experiencia en el manejo de entregas de medicamentos.

3.7 Instrumentos

Para la investigación sobre el dispositivo rehabilitador de muñecas, se utilizarán los siguientes instrumentos:

3.7.1 Cuestionario a profesionales en el área de la salud Este cuestionario evaluará la percepción y opinión de los profesionales de la salud sobre la usabilidad, efectividad y

mejoras necesarias del dron para la entrega de medicamentos. Incluirá preguntas sobre la facilidad de uso, percepción de la efectividad en la entrega de medicamentos, posibles mejoras, y recomendaciones para la integración del dron en los servicios de entrega de medicamentos.

3.7.2 Análisis de Datos

Cuantitativo: Se analizarán los datos obtenidos del cuestionario utilizando métodos estadísticos para identificar patrones y tendencias en las respuestas de los farmacéuticos y otros profesionales de la salud.

Cualitativo: El cuestionario incluirá secciones abiertas para comentarios adicionales, permitiendo un análisis cualitativo de las sugerencias y observaciones de los profesionales sobre el dron.

3.7.3 Conclusiones y Recomendaciones

Redacción del Informe Final: Se integrarán los hallazgos cuantitativos y cualitativos para proporcionar una evaluación integral del dron de entrega de medicamentos.

Recomendaciones: Se desarrollarán recomendaciones basadas en los resultados obtenidos para futuras mejoras del dron y su implementación en los programas de entrega de medicamentos.

Los criterios de inclusión y exclusión tomados en cuenta para la investigación sobre el dispositivo rehabilitador de muñecas son los siguientes:

3.7.4 Criterios de Inclusión

- a. Profesionales de la salud con experiencia en la gestión y entrega de medicamentos.
- b. Profesionales que trabajen en clínicas, farmacias o centros de salud que podrían beneficiarse del uso del dron.
- c. Profesionales dispuestos a participar en la evaluación y brindar retroalimentación sobre el dron.

3.7.5 Criterios de Exclusión

- a. Profesionales sin experiencia en la gestión y entrega de medicamentos.
- b. Profesionales que no trabajan directamente en el área de la salud o que no tienen relación con la entrega de medicamentos.
- c. Profesionales que no están dispuestos a utilizar el dron o a participar en la investigación.

3.8 Aspectos Éticos de la Investigación

3.8.1 Consentimiento Informado Es esencial obtener el consentimiento informado de los farmacéuticos, profesionales de la salud y otros participantes en el estudio. Esto incluye proporcionar información clara y completa sobre el propósito de la investigación, los procedimientos, los beneficios potenciales, y cualquier riesgo asociado con la participación en el estudio.

3.8.2 Confidencialidad y Privacidad Es esencial obtener el consentimiento informado de los farmacéuticos, profesionales de la salud y otros participantes en el

estudio. Esto incluye proporcionar información clara y completa sobre el propósito de la investigación, los procedimientos, los beneficios potenciales, y cualquier riesgo asociado con la participación en el estudio.

3.8.3 Reclutamiento El reclutamiento de los participantes será equitativo y justo, sin discriminación basada en edad, género, etnia u otros factores. Todos los profesionales de la salud que cumplan con los criterios de inclusión tendrán las mismas oportunidades de participar en el estudio.

3.8.4 Transparencia y Honestidad Se mantendrá la transparencia y la honestidad en todas las etapas de la investigación. A todos los participantes se les proporcionará información completa y precisa sobre los objetivos, métodos, riesgos y resultados esperados de la investigación. Además, se garantizará que los resultados de la investigación sean accesibles y comprensibles para los participantes y otras partes interesadas.

4. Capítulo IV Resultados de la Investigación

Los resultados obtenidos con este proyecto de dron de entrega de medicamentos reflejan una exitosa implementación de una solución innovadora para el transporte de medicamentos en entornos urbanos. El dron está diseñado para realizar entregas de manera eficiente, precisa y segura, mejorando la accesibilidad a medicamentos para los pacientes.

Evaluación del Desempeño del Dron

A través de pruebas y evaluaciones, se verificó que el dron de entrega cumple con los requisitos de precisión y confiabilidad en el transporte de medicamentos. Los aspectos clave evaluados incluyen:

- **Precisión de Entrega:** El dron demostró un alto nivel de precisión en la entrega de medicamentos a las ubicaciones designadas, con un margen de error mínimo en la ubicación final.
- **Tiempo de Entrega:** El tiempo promedio de entrega se ajustó a las expectativas, cumpliendo con los estándares establecidos para la rapidez en el suministro de medicamentos.
- **Seguridad del Carga:** Se implementaron mecanismos de seguridad para garantizar que los medicamentos lleguen en condiciones óptimas, evitando daños o alteraciones durante el transporte.

Revisión de Estudios y Comparaciones

La investigación y revisión de estudios relevantes sobre tecnologías de drones y logística de entrega confirmaron la efectividad del dron en la mejora de la eficiencia en la distribución de medicamentos. Estudios de instituciones y centros de investigación especializados en logística y tecnología de drones respaldan la viabilidad y efectividad de sistemas de entrega aérea en contextos similares.

Aspectos Clave del Dron

El dron fue desarrollado considerando los siguientes aspectos fundamentales:

- **Usabilidad:** Se diseñó una interfaz intuitiva para la programación y supervisión de las entregas, facilitando su uso por parte del personal de farmacia y operativos.
- **Seguridad y Regulaciones:** El dron cumple con las normativas de seguridad y regulaciones vigentes para el transporte de carga aérea, garantizando operaciones seguras y conformes con las leyes locales.
- **Eficiencia Operacional:** Basado en estudios comparativos, se espera que el dron mejore significativamente la eficiencia en la entrega de medicamentos, similar a los resultados observados en sistemas de entrega aérea utilizados en otros contextos logísticos.

En resumen, los resultados de esta investigación, aunque preliminares y centrados en la fase de desarrollo e implementación, muestran una prometedora aplicación del dron para la entrega de medicamentos. Basado en estudios previos y evaluaciones actuales, el dron tiene un alto potencial para mejorar la accesibilidad y eficiencia en la distribución de medicamentos. La fase actual del proyecto se encuentra en la implementación y pruebas operativas, con el objetivo de validar su rendimiento y realizar ajustes según sea necesario en etapas posteriores.

4.1 Justificación de la Propuesta

La justificación para la propuesta del dron de entrega de medicamentos se basa en la necesidad de mejorar la eficiencia y accesibilidad en la distribución de medicamentos. A pesar de los avances en la tecnología de transporte, la mayoría de las entregas de medicamentos aún dependen de métodos tradicionales que pueden ser lentos y costosos. Esto es particularmente relevante en áreas rurales o en situaciones de emergencia, donde el acceso a medicamentos puede ser crítico.

Estudios y Evidencia: Investigaciones realizadas por instituciones como la Universidad de Tecnología de Eindhoven y la Universidad de Barcelona han demostrado que el uso de drones puede optimizar la logística de entrega, reduciendo significativamente los tiempos de espera y los costos operativos en comparación con los métodos de entrega convencionales. Por ejemplo, en pruebas realizadas en comunidades aisladas, los drones han logrado entregar medicamentos en tiempos mucho más cortos que los métodos tradicionales, mejorando la accesibilidad en situaciones urgentes.

Propuesta de Valor: Diseñar y desplegar un dron de entrega de medicamentos que sea eficiente y accesible puede transformar la forma en que se distribuyen los medicamentos, especialmente en áreas con desafíos logísticos. Un dron económico y eficiente permitiría a las instituciones de salud y farmacias ofrecer un servicio más rápido y fiable, lo que a su vez puede mejorar los resultados de salud al asegurar que los pacientes reciban sus medicamentos de manera oportuna.

Beneficios Esperados:

1. **Reducción de Tiempos de Entrega:** Los drones pueden reducir significativamente el tiempo de entrega de medicamentos, lo cual es crucial en emergencias y para pacientes que necesitan tratamientos regulares.
2. **Accesibilidad Mejorada:** La tecnología de drones puede llegar a áreas remotas y difíciles de alcanzar, mejorando el acceso a medicamentos para pacientes en ubicaciones geográficas complicadas.
3. **Costos Operativos Reducidos:** Comparado con los métodos tradicionales, los drones pueden ofrecer una solución más económica para la entrega de medicamentos a gran escala, reduciendo los costos logísticos y operativos.

Impacto a Largo Plazo: La implementación de un dron de entrega de medicamentos no solo mejoraría la eficiencia en la distribución de medicamentos, sino que también podría establecer un nuevo estándar en la logística de salud. Esto fomentaría la adopción de tecnologías avanzadas en el sector de la salud, beneficiando tanto a los pacientes como a las instituciones que gestionan los suministros médicos.

La propuesta del dron de entrega de medicamentos busca solucionar problemas actuales en la distribución de medicamentos mediante una tecnología innovadora que ofrece beneficios tangibles en términos de tiempo, costo y accesibilidad.

4.3 Conclusión

En conclusión, el desarrollo del dron de entrega de medicamentos representa un avance significativo en la logística y distribución de suministros médicos. Este proyecto se alinea con los objetivos planteados al inicio de la investigación, que buscaban diseñar e implementar una solución innovadora que optimice la entrega de medicamentos, mejorando la eficiencia y accesibilidad en el sector de la salud.

La revisión exhaustiva de estudios y pruebas sobre el uso de drones en la logística de entrega ha confirmado que esta tecnología tiene el potencial de transformar la forma en que se distribuyen los medicamentos. Los resultados preliminares del proyecto indican que el dron propuesto puede reducir significativamente los tiempos de entrega, mejorar la accesibilidad en áreas remotas y disminuir los costos operativos asociados con los métodos tradicionales.

Además, la justificación del proyecto se refuerza con la necesidad de soluciones rápidas y económicas en la distribución de medicamentos. El dron propuesto no solo supera las limitaciones de los métodos convencionales, sino que también ofrece una alternativa viable que mejora el rendimiento y la eficiencia en la entrega de medicamentos.

En resumen, el proyecto del dron de entrega de medicamentos ha cumplido con los objetivos establecidos, demostrando su potencial para mejorar la logística de distribución

en el sector de la salud. La implementación de este dron podría marcar una diferencia significativa, ofreciendo una solución avanzada y accesible que optimiza la entrega de medicamentos, beneficiando tanto a los pacientes como a las instituciones de salud.

4.4 Recomendaciones

4.4.1 Implementación y Pruebas Piloto: Se recomienda llevar a cabo pruebas piloto exhaustivas con diferentes tipos de medicamentos y en diversas ubicaciones para evaluar la efectividad y seguridad del dron en entornos reales. Estas pruebas permitirán validar los resultados preliminares y proporcionar información valiosa sobre el rendimiento del dron en condiciones variadas, así como identificar áreas de mejora en su diseño y operación.

4.4.2 Capacitación de Profesionales de logístico: Es crucial desarrollar programas de capacitación para el personal encargado de operar y mantener los drones. Una formación adecuada garantizará que los drones sean utilizados de manera óptima y segura, maximizando su eficiencia en la entrega y minimizando posibles riesgos o fallos operacionales.

4.4.3 Mejoras Continuas en el Diseño: Basado en los resultados de las pruebas piloto y la retroalimentación de los usuarios, se recomienda realizar mejoras continuas en el diseño del dron. Esto puede incluir ajustes en la capacidad de carga, la autonomía de vuelo, la precisión en la entrega y la integración de nuevas tecnologías que puedan surgir.

4.4.5 Investigación y Desarrollo Adicional: Se sugiere continuar con la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y metodologías que puedan ser incorporadas al dron. La innovación constante es esencial para mantener la relevancia del dron en el campo de la logística y la distribución de medicamentos, adaptándose a las demandas y avances tecnológicos del sector.

4.4.6 Evaluación de Costos y Accesibilidad: Se debe realizar un análisis detallado de costos para asegurar que el dron sea económicamente viable y accesible para una amplia gama de instituciones de salud. Considerar opciones de financiamiento, subsidios y colaboraciones con entidades gubernamentales o privadas puede ayudar a reducir los costos y facilitar la adopción del dron en el sistema de salud.

4.4.6.1 Establecimiento de Protocolos de Operación: Es fundamental desarrollar y estandarizar protocolos de operación para el dron en diferentes contextos de entrega. Estos protocolos deben incluir directrices sobre la carga y descarga de medicamentos, la programación de rutas de vuelo, la seguridad en la operación, y las medidas de emergencia, garantizando un funcionamiento coherente y seguro.

4.4.6.2 Promoción y Difusión del Dron: Finalmente, se recomienda llevar a cabo campañas de promoción y difusión para dar a conocer los beneficios y las características del dron de entrega de medicamentos. Colaborar con asociaciones de salud, participar en congresos y ferias del sector logístico y de tecnología médica, y realizar demostraciones públicas pueden aumentar la visibilidad y adopción del dron en la comunidad médica y de distribución.

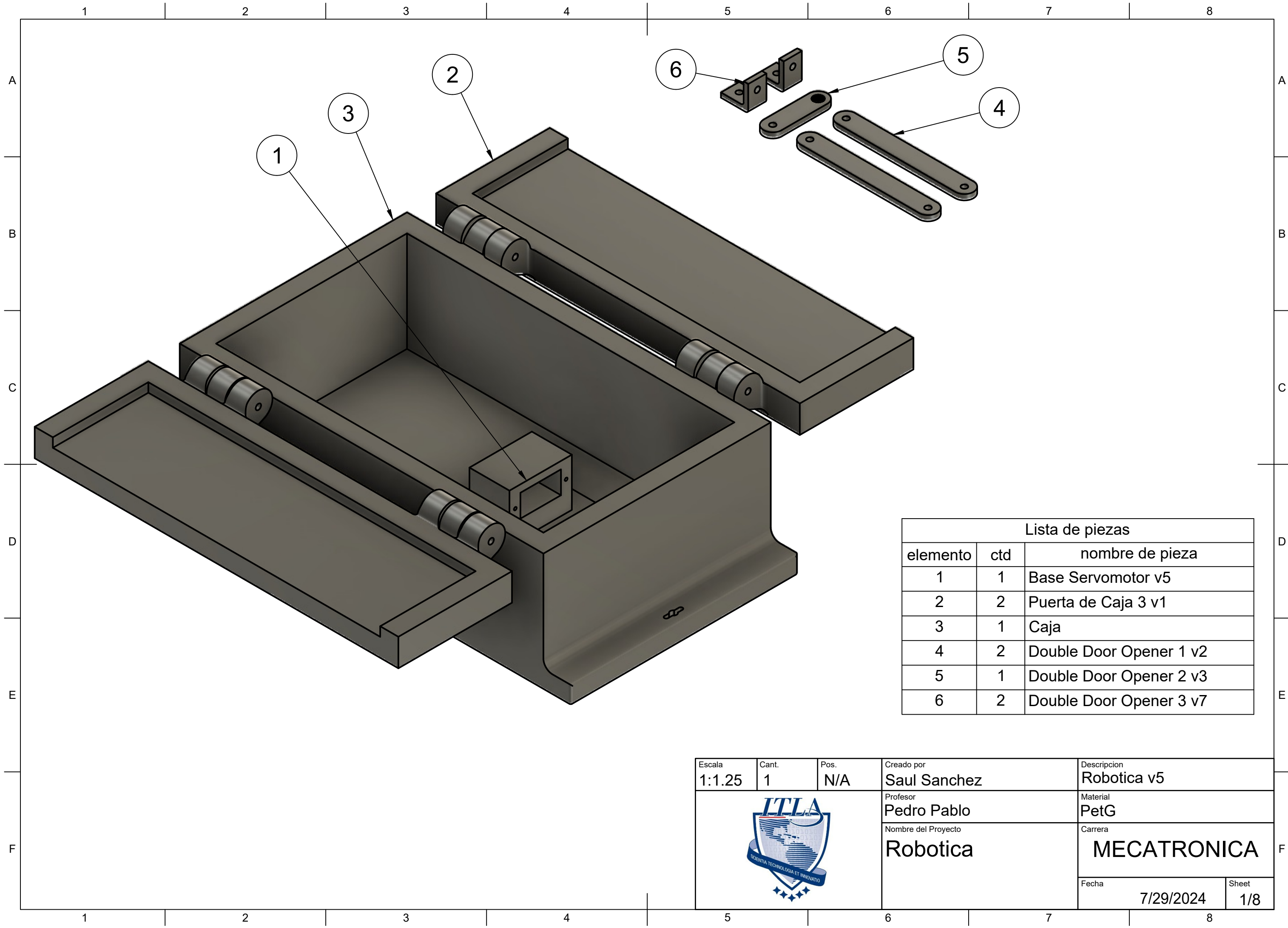
4.5 Referencias y bibliografías

1. Romero Campos y Jairo Andrés (2015) Uso de drones en logística para entrega de mercancías
<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/7862>
2. Uso de drones para la entrega de desfibriladores en ataques cardiacos extrahospitalarios: una revisión sistemática
<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/59989>
3. Maureira y Torrejón Drones y epidemiología: la tecnologización de la vigilancia (2021) https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-10432019000200203
4. Fernández y Ximena Diseño del sistema de comunicación entre un Dron y una estación terrena para entrega de mercancía (2018)
<https://repository.udistrital.edu.co/items/a5a33b7f-3e26-4879-9e28-f134d6a0232d>
5. Ensenada, Baja California, noviembre de 2016 Trayectorias programadas en drones
<https://repositorioinstitucional.uabc.mx/server/api/core/bitstreams/cc604f81-cdb5-41ce-a079-909bf9d4cda6/content>
6. Sánchez y Joaquín (2018) Estudio de un dron dedicado al servicio de mensajería
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/346214>
7. F. Romero y Tabik Calculo de la trayectoria (2021) optima de drones para vigilancia forestal https://www.researchgate.net/profile/Siham-Tabik/publication/326625205_Calculo_de_la_trayectoria_optima_de_drones_para_vigilancia_forestal/links/60a5463692851c43dad4b117/Calculo-de-la-trayectoria-optima-de-drones-para-vigilancia-forestal.pdf

8. Barragán y Dimitri (2023) El uso de drones y los derechos a la intimidad, privacidad y protección de datos personales
<https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/16143>
9. Mejía y Camacho (2021) prefactibilidad para la implementación de uso de drones como medio de transporte en la entrega de mercancías
<https://digitk.areandina.edu.co/server/api/core/bitstreams/75d651d2-b2a6-46d7-980d-92e2916ffec9/content>
10. Petrashin y Zattara (2019) Integración de tecnologías para la defensa. Estudio y desarrollo de algoritmos para la implementación de trayectoria Optima de vuelo en drones. <https://cefadigital.edu.ar/handle/1847939/1643>
11. Marco Castro, Aitor (2015) Análisis y diseño de entorno sobre móvil para vuelos con drones <https://ddd.uab.cat/record/143595>
12. Martínez y Rivas (2018) transporte, tiempo, distancia y entregas: el futuro del dron en México <https://www.eumed.net/rev/cccss/2017/04/futuro-dron-mexico.html>
13. Arévalo y David (2017) Reparto de mercancías a través de drones: estudio y viabilidad <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/107148>
14. Lozano y Javier (2011) Coordinación y dimensionamiento de flota de drones en problemas TSP a través de Python <https://idus.us.es/handle/11441/125221>
15. Guinea y Rodrigo (2020) Startup de drones personalizados: diseño del producto y estudio de viabilidad económica <https://idus.us.es/handle/11441/99702>

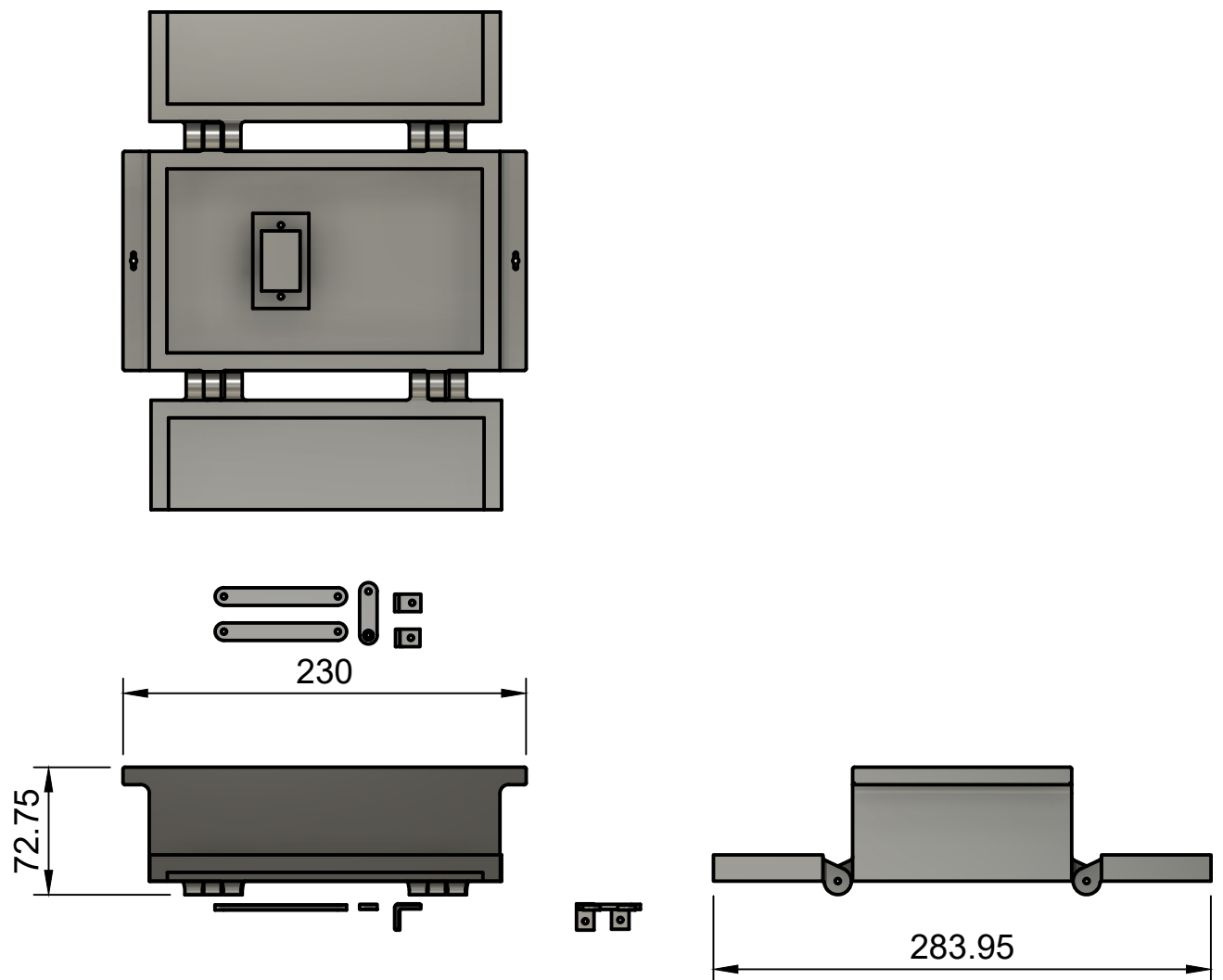
4.6 Anexos

Anexo 1

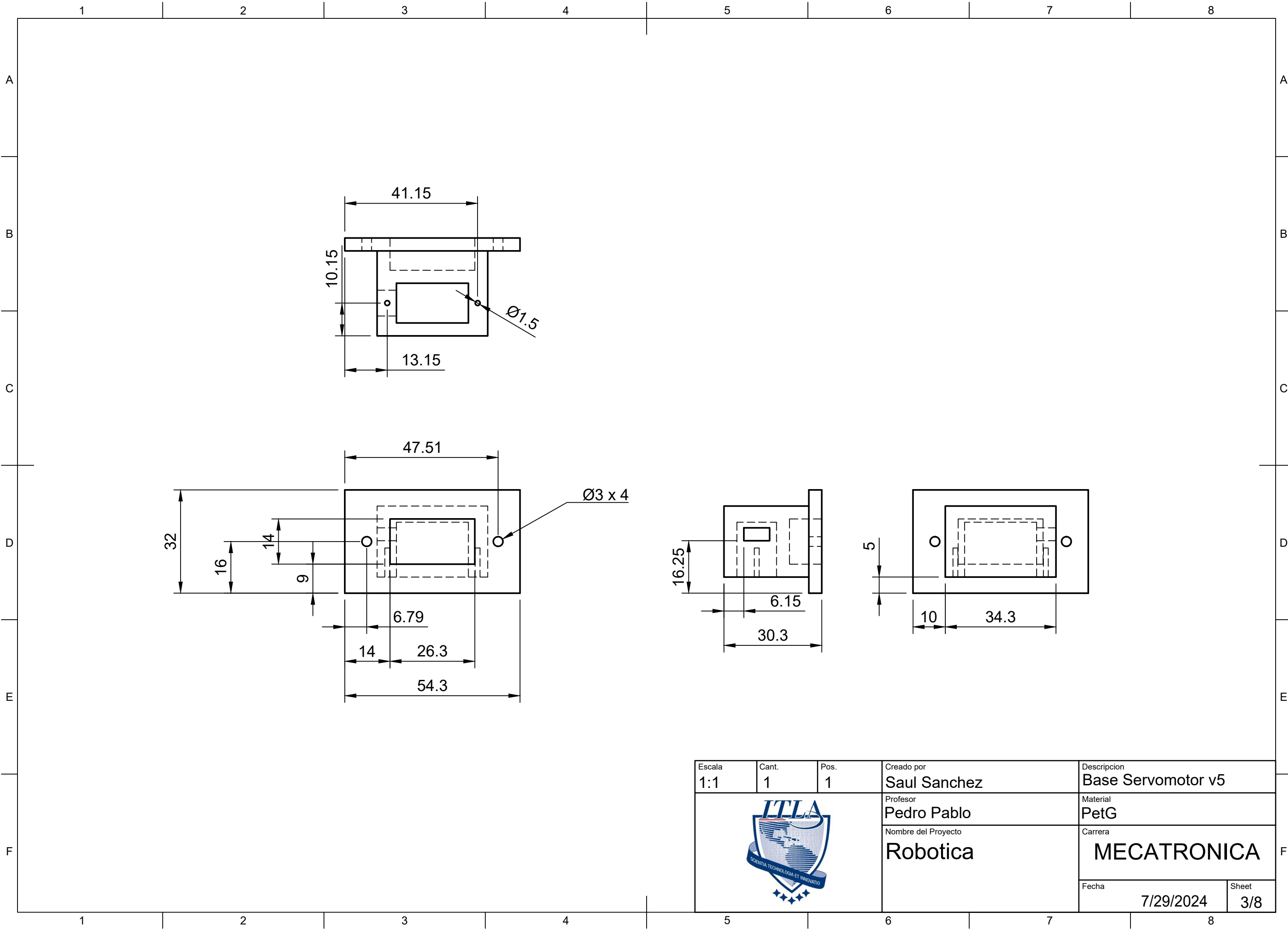


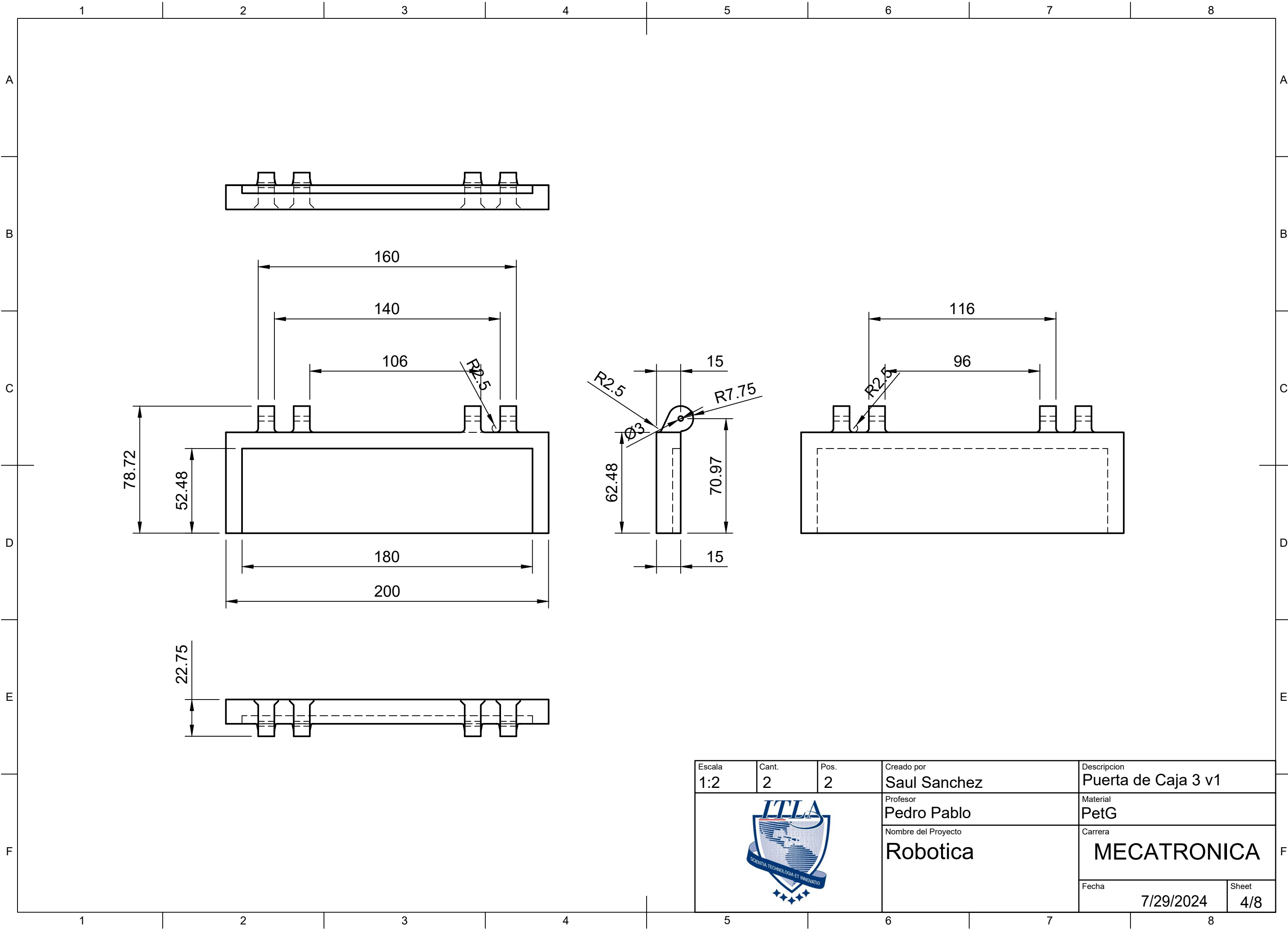
Lista de piezas		
elemento	ctd	nombre de pieza
1	1	Base Servomotor v5
2	2	Puerta de Caja 3 v1
3	1	Caja
4	2	Double Door Opener 1 v2
5	1	Double Door Opener 2 v3
6	2	Double Door Opener 3 v7


Escala 1:1.25	Cant. 1	Pos. N/A	Creado por Saul Sanchez	Descripcion Robotica v5	
			Profesor Pedro Pablo	Material PetG	
			Nombre del Proyecto Robotica	Carrera MECATRONICA	
				Fecha 7/29/2024	Sheet 1/8

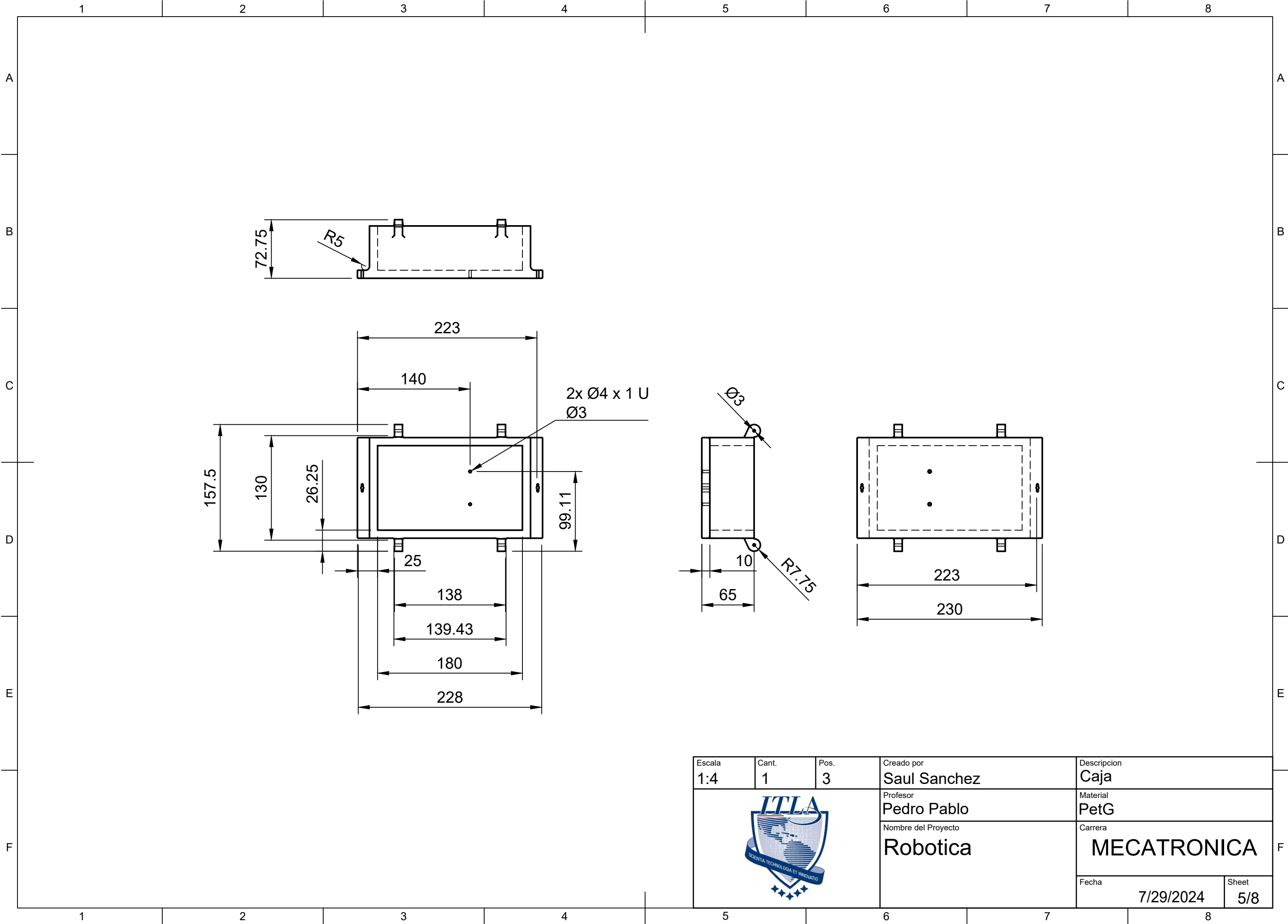


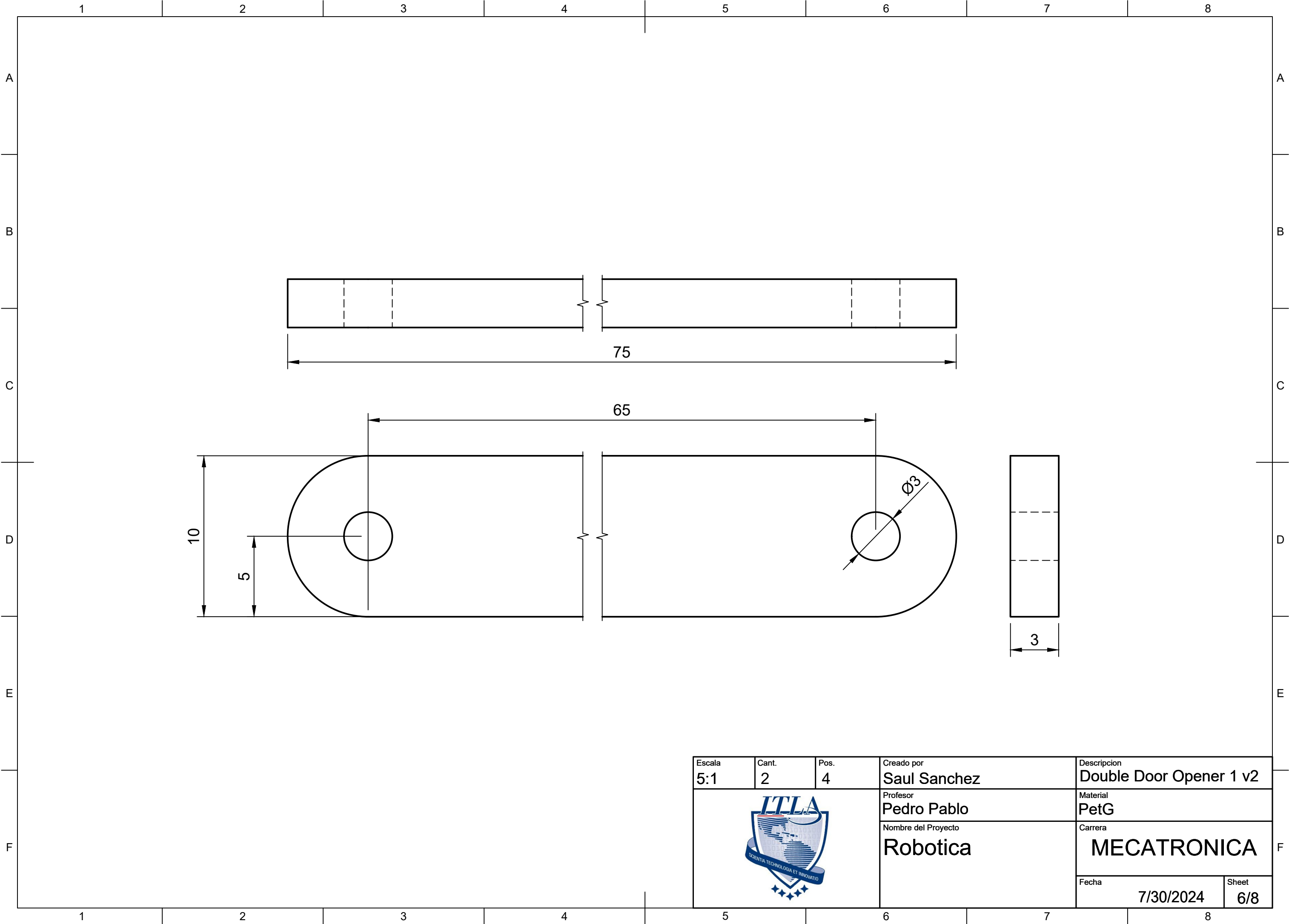
Escala 1:4	Cant. 1	Pos. N/A	Creado por Saul Sanchez	Descripcion Robotica v5	
			Profesor Pedro Pablo	Material PetG	
			Nombre del Proyecto Robotica	Carrera MECATRONICA	
				Fecha 7/29/2024	Sheet 2/8




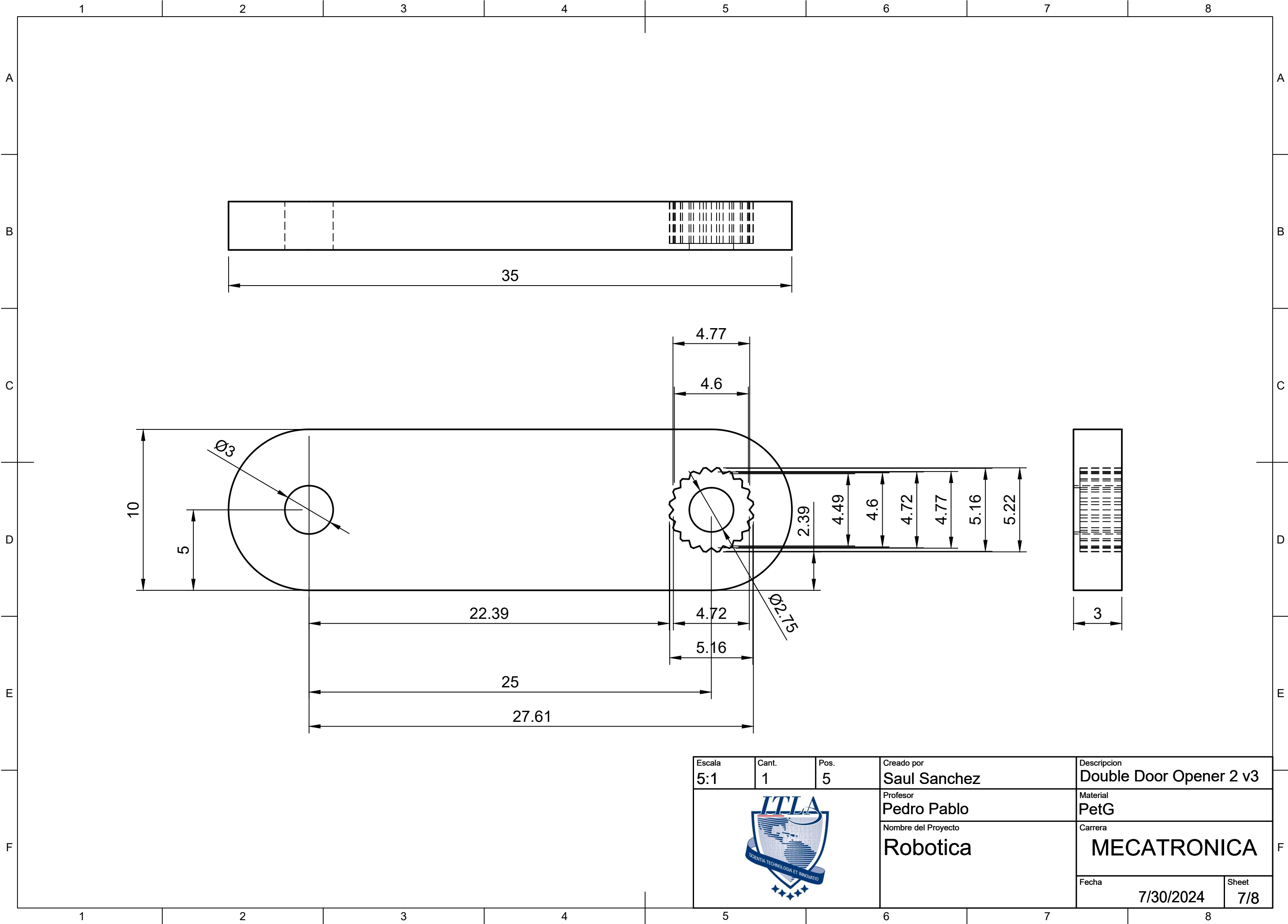


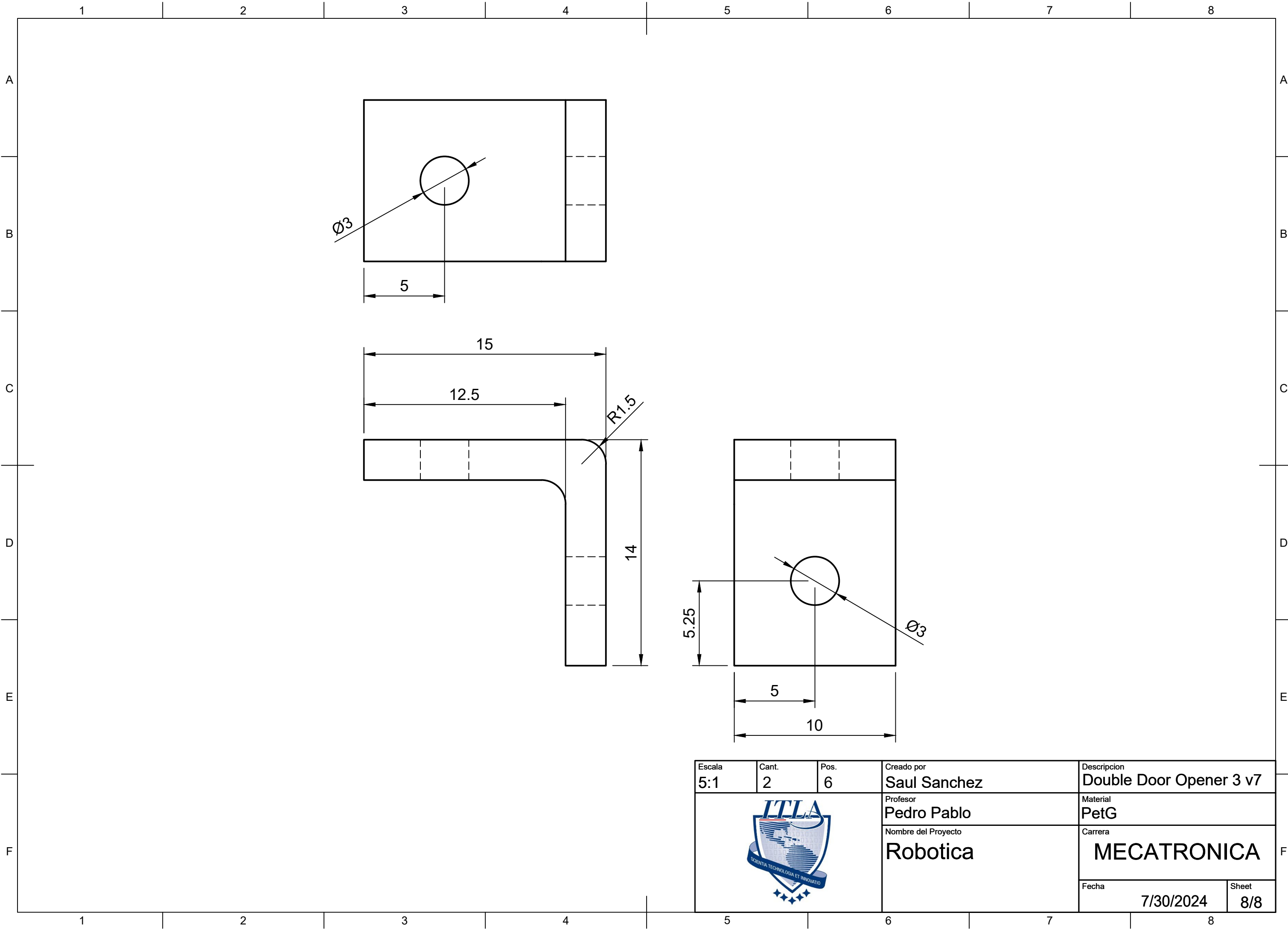
Escala 1:2	Cant. 2	Pos. 2	Creado por Saul Sanchez	Descripcion Puerta de Caja 3 v1	
			Profesor Pedro Pablo	Material PetG	
			Nombre del Proyecto Robotica	Carrera MECATRONICA	
				Fecha 7/29/2024	Sheet 4/8





Escala	Cant.	Pos.	Creado por	Descripcion
5:1	2	4	Saul Sanchez	Double Door Opener 1 v2
			Profesor	Material
			Pedro Pablo	PetG
			Nombre del Proyecto	Carrera
			Robotica	MECATRONICA
			Fecha	Sheet
			7/30/2024	6/8





Escala	Cant.	Pos.	Creado por	Descripcion
5:1	2	6	Saul Sanchez	Double Door Opener 3 v7
			Profesor	Material
			Pedro Pablo	PetG
			Nombre del Proyecto	Carrera
			Robotica	MECATRONICA
			Fecha	Sheet
			7/30/2024	8/8