



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)  
MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

# **EMPRENDIMIENTO SOCIAL DE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO PARA TRANSPORTE DE MATERIAL MÉDICO EN REGIONES SUBDESARROLLADAS**

Autor: Iñigo Rengifo Meliá  
Director: Ricardo Navas Hernández  
Director: Rodrigo Álvarez Hernández

Madrid  
Junio de 2018



## **AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO**

### ***1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.***

El autor D. Iñigo Rengifo Meliá

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra:

EMPRENDIMIENTO SOCIAL DE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO PARA TRANSPORTE DE MATERIAL MÉDICO EN REGIONES SUBDESARROLLADAS, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

### ***2º. Objeto y fines de la cesión.***

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

### ***3º. Condiciones de la cesión y acceso***

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducir la en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

### ***4º. Derechos del autor.***

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

### ***5º. Deberes del autor.***

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que

podieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

**6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.**

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 6 de junio de 2018

**ACEPTA**

Fdo Iñigo Rengifo Meliá



.....

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
**EMPRENDIMIENTO SOCIAL DE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO  
PARA TRANSPORTE DE MATERIAL MÉDICO EN REGIONES  
SUBDESARROLLADAS**

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el  
curso académico **2017/2018** es de mi autoría, original e inédito y  
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es  
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada  
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Iñigo Rengifo Meliá

Fecha: 06/06/2018

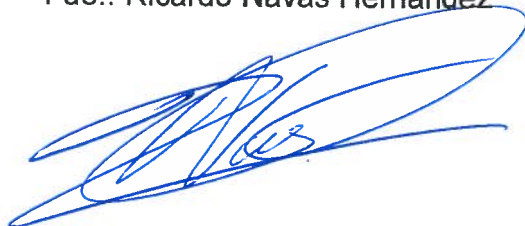


Autorizada la entrega del proyecto

**EL DIRECTOR DEL PROYECTO**

Fdo.: Ricardo Navas Hernández

Fecha: 06/06/2018



Fdo.: Rodrigo Álvarez Hernández

Fecha: 06/06/2018







ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)  
MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

# **EMPRENDIMIENTO SOCIAL DE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO PARA TRANSPORTE DE MATERIAL MÉDICO EN REGIONES SUBDESARROLLADAS**

Autor: Iñigo Rengifo Meliá  
Director: Ricardo Navas Hernández  
Director: Rodrigo Álvarez Hernández

Madrid  
Junio de 2018





# EMPRENDIMIENTO SOCIAL DE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO PARA TRANSPORTE DE MATERIAL MÉDICO EN REGIONES SUBDESARROLLADAS

**Autor: Rengifo Meliá, Iñigo.**

Directores: Navas Hernández, Ricardo; Álvarez Hernández, Rodrigo.

Entidad Colaboradora: Fundación de Ingenieros ICAI para el Desarrollo

## RESUMEN DEL PROYECTO

### **Introducción**

El proyecto desarrollado trata sobre el emprendimiento social de un dron para transporte de material médico en regiones subdesarrolladas.

El proyecto surge a raíz de una serie de proyectos técnicos desarrollados en ICAI para el diseño del dron, amparados desde la Fundación de Ingenieros ICAI para el Desarrollo. El objetivo del proyecto es desarrollar la parte de negocio y emprendimiento, y dar continuidad a los proyectos técnicos llevados a cabo para diseñar el dron y los sistemas necesarios para realizar el vuelo.

El proyecto se inicia con la misión de dar una solución al problema existente en países subdesarrollados para llevar a cabo el transporte de medicamentos a centros médicos y comunidades en zonas aisladas o en regiones alejadas de las principales vías de transporte.

Debido al estado de las vías de transporte, el tiempo empleado en realizar el suministro de material médico resulta en la imposibilidad de acometer urgencias que puedan surgir. A su vez, a causa de condiciones meteorológicas adversas, como puede ser una tormenta tropical, las vías convencionales de transporte pueden estar inhabilitadas durante periodos largos de tiempo. Esto resulta en que los centros médicos afectados no pueden recibir suministro de material médico durante el periodo descrito.

En los últimos años, el uso comercial de drones ha dado un impulso al negocio, resultando en un avance significativo de la tecnología. A raíz de estos avances, se puede disponer de vehículos aéreos con buenas capacidades a precios accesibles. A su vez, la mejora en las capacidades y el descenso de los costes han ampliado las diferentes aplicaciones de los drones, entre las que se encuentra el transporte de mercancías.

Dentro del transporte de mercancías, han surgido compañías que se dedican al transporte de material médico y en concreto, con fines humanitarios en países subdesarrollados. Algún ejemplo sería Zipline, Matternet o WeRobotics. Entre los ejemplos mencionados, cabe destacar a Zipline, que cuenta con redes de transporte a gran escala de medicamentos y sangre en Tanzania y Ruanda.

Con el objetivo ofrecer un mejor medio de transporte de medicamentos para regiones subdesarrolladas y de dar continuidad al proyecto de la Fundación, se ha realizado el proyecto.

El proyecto consiste, por lo tanto, en el desarrollo de un modelo de negocio, así como las herramientas necesarias para poder comercializar un dron y los sistemas asociados que permitan a los clientes realizar el transporte material médico.

## **Metodología**

El proyecto se ha desarrollado bajo una filosofía *Lean*, en línea con lo propuesto por Eric Ries en su libro *The Lean Startup*. La metodología se resume en el uso del aprendizaje continuo y la optimización de los recursos utilizados. Se ha planteado también el modelo de negocio teniendo en mente un desarrollo de acuerdo con esta metodología y de las diferentes técnicas que incluye.

Dentro de la metodología *Lean*, la idea inicial del proyecto era realizar un MVP (producto mínimo viable) sobre el que realizar modificaciones, para poder tener un producto y servicio listos para ser comercializados. A causa del estado de desarrollo de la tecnología, no se ha podido realizar el MVP y se ha tenido que realizar entrevistas a posibles clientes como alternativa, haciendo alusión a las características que tendría el sistema de transporte planteado.

Para poder realizar la comercialización, se ha decidido desarrollar una imagen y marca independiente de la Fundación de Ingenieros ICAI para el Desarrollo. Para ello, se le ha otorgado un nombre y un logo propios al proyecto, y se realizado una página web para el proyecto en WordPress. Esta identidad independiente tiene como objetivo profesionalizar el proyecto de cara a clientes y para facilitar posibles inversiones.

El proyecto no tenía como objetivo el desarrollo técnico del prototipo, sin embargo, a raíz del estado de desarrollo de la tecnología, se ha hecho una investigación detallada de vías de desarrollo del prototipo, así como de posibles alternativas al desarrollo del prototipo.

Se ha realizado la investigación de alternativas para poder ofrecer el mejor sistema de transporte posible a futuros clientes, ya que en los últimos años la tecnología ha avanzado y el dron diseñado no está preparado.

Con el objetivo de acelerar el proceso de desarrollo, se ha realizado un estudio profundo de las diferentes posibilidades de financiación del proyecto.

Para estructurar la propuesta de valor, se ha hecho uso del *Value Proposition Canvas*. Esta estructura de proposición de valor ayuda a identificar qué es lo que hace el cliente (*customer jobs*), los problemas que le surgen (*pains*) y las formas en las que estaría más satisfecho (*gains*).

El modelo de negocio se ha estructurado y realizado utilizando el *Business Model Canvas*. El *Canvas* o lienzo, permite organizar los diferentes aspectos del modelo de negocio y entender las interrelaciones entre ellos.

## **Desarrollo del proyecto**

Como se ha indicado anteriormente, se ha proporcionado una identidad independiente al proyecto, con el objetivo de darle una mayor profesionalidad.

Primero, se le ha otorgado un nombre: AirSupply. A su vez, se ha realizado un logo:



Ilustración 1: Logo de AirSupply

A continuación, se ha procedido a crear una página web. El objetivo de la página web es dar una imagen más profesional que pueda dar más confianza a posibles clientes o inversores, así como proporcionar información del proyecto para personas interesadas.

El desarrollo de la web se ha realizado con WordPress. A continuación, se muestra, en tres recortes en miniatura, la página de inicio de la web:

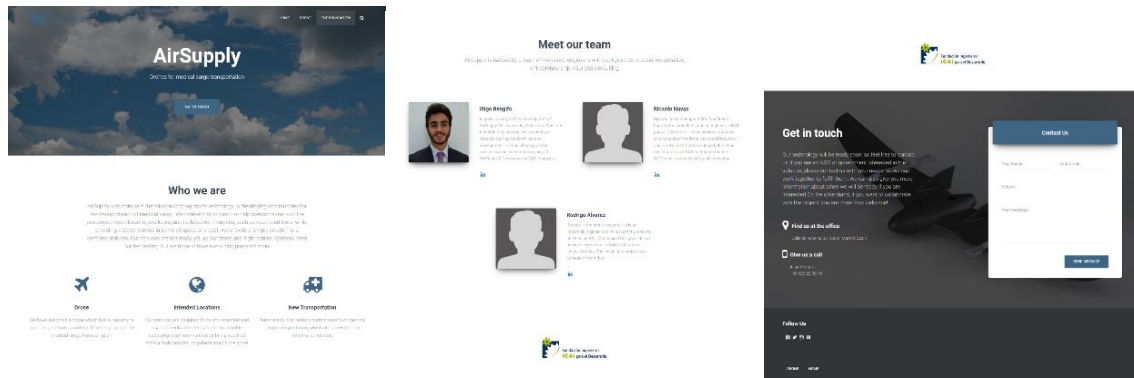


Ilustración 2: Página de inicio de la web de AirSupply

Dentro del desarrollo de la web, se han realizado acciones para mejorar el SEO, es decir, el posicionamiento en los motores de búsqueda. El resultado obtenido ha sido, que utilizando las palabras “airsupply drones” como claves de búsqueda, la página web apareciese como primer resultado.

A lo largo del proyecto, se han recibido 99 visitas de 76 usuarios:

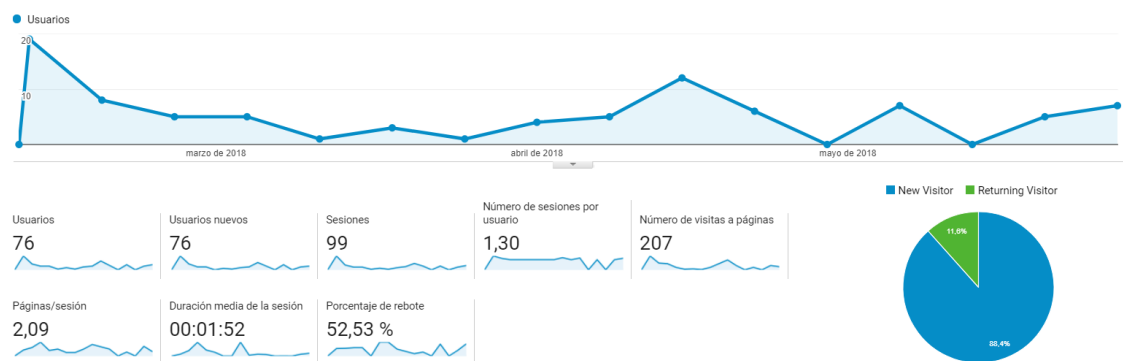


Ilustración 3: Panel de visión general de Google Analytics para la página web de AirSupply

Una vez creada la imagen y marca del proyecto, se procedió a realizar una comprobación del estado de la tecnología con las personas que habían estado coordinando a los diferentes voluntarios y alumnos que habían participado en el proyecto. La conclusión fue que la tecnología no estaba preparada para ser comercializada. En concreto, la parte de control de vuelo y electrónica.

Por lo tanto, no se pudo proceder a contactar con posibles clientes, ya que la tecnología no estaba lista todavía.

En consecuencia, se redirigió el proyecto a una investigación de posibilidades de financiación y de alternativas al desarrollo interno, que pudiesen permitir acortar plazos para tener el dron preparado.

Entre las diferentes opciones de financiación valoradas, las más adecuadas para el proyecto a corto-medio plazo serían los concursos, la asociación con una compañía logística que se pudiese beneficiar del conocimiento obtenido de la operativa del negocio y el crowdfunding.

Las alternativas al desarrollo interno se pueden agrupar dentro de dos grupos: alternativas de vehículo y externalización del sistema completo. Dentro de alternativas de vehículo, se han encontrado diferentes modelos con características adecuadas para el proyecto y con código abierto para el control de vuelo, entre las que cabe destacar el Quantum Observer con código para un microcontrolador Pixhawk.

Entre las alternativas de desarrollo del sistema completo, existen compañías que ofrecen los denominados UAS (*Unmanned Aerial Systems*), que incluyen la aeronave, los equipos auxiliares, el software adaptado a las necesidades e incluso la implementación. Entre las diferentes opciones, cabe destacar a Latitude Engineering, que ha sido utilizado para proyectos similares.

De cara a realizar avances en el prototipo, se ha contactado con WeRobotics, que es una asociación que colabora en proyectos benéficos con drones, y se ha contactado con Range Video, los fabricantes del dron utilizado. Se ha realizado también, una propuesta de Proyectos de Fin de Grado y Máster para los alumnos de ICAI, para continuar con el desarrollo del prototipo.

A su vez, se ha contactado con dos proveedores de UAS, Latitude Engineering y Arcturus, para evaluar un posible acuerdo comercial.

También se ha presentado al proyecto al concurso Drone Pioneer Awards, que premia a drones con aplicaciones pioneras.

Por último, se ha mantenido una reunión con un posible cliente y se han realizado entrevistas a médicos con experiencia en la cooperación internacional.

En la reunión mantenida con el posible cliente, se ha constatado la utilidad de la propuesta de valor del proyecto. A su vez, se han identificado posibles aplicaciones adicionales y variantes respecto al modelo operativo planteado. También se han identificado riesgos y preocupaciones de los posibles clientes.

## **Modelo de negocio**

La propuesta de valor del modelo de negocio planteado se basa en los siguientes puntos:

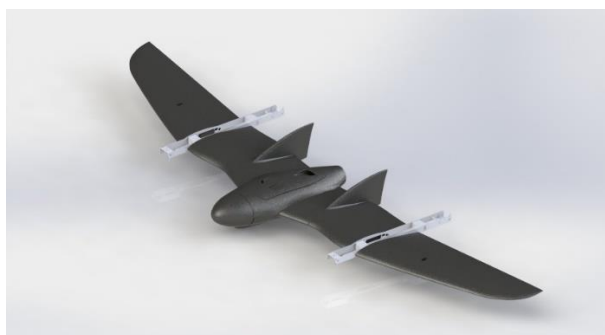
- Rapidez: el dron permitiría llevar a cabo el transporte de material médico de una manera más rápida que los métodos convencionales.
- Independencia de las condiciones exteriores: el dron permitiría realizar el transporte, cuando las carreteras o vías convencionales no lo permiten.

- Flexibilidad: gracias a una mayor rapidez, se consigue una mayor flexibilidad en los envíos realizados.
- Sencillez de operación: gracias a la automatización de operaciones, se ofrece una solución sencilla a un problema complejo.
- Reducción de costes: la reducción en los costes de mantenimiento y un coste inicial reducido resultan en una alternativa más económica que los métodos de transporte convencionales.

Los clientes serían entidades encargadas de la gestión de centros médicos en regiones subdesarrolladas, principalmente, ONGs y gobiernos.

El precio unitario por dron rondará los 5.000 €, teniendo en cuenta la implementación del sistema y descenderá con el número de drones por proyecto. El precio de cada proyecto dependería del número de drones utilizados. Estos resultados se han obtenido en base a cálculos realizados con los costes del dron, de implementación y con unas hipótesis de costes fijos.

El dron diseñado, permitirá realizar el transporte en un radio cercano a los 100 km, con tiempos de envío alrededor de 1 hora para los puntos más alejados. Su diseño es de ala fija, con un sistema de despegue y aterrizaje vertical. El sistema de despegue y aterrizaje vertical permitirá simplificar estas operaciones y realizarlas en espacios reducidos. Por último, se dispondrá de un control automatizado del despegue, vuelo y aterrizaje, que permita eliminar el componente humano de la operación del dron.



*Ilustración 4: Dron diseñado para el proyecto*

## **Conclusiones**

A raíz de la investigación realizada a lo largo del proyecto y de los resultados obtenidos, se puede concluir que sería viable un modelo de negocio que hiciese uso de un dron para realizar el transporte de medicamentos.

No obstante, es necesario disponer de un sistema de transporte robusto, que permita ofrecer una alternativa factible a los posibles clientes.

Para el desarrollo del proyecto planteado, será necesario disponer de financiación, o hacer uso de alguna de las alternativas planteadas en el proyecto al desarrollo interno de la tecnología. En ausencia de recursos, no se podrá disponer de personas que puedan continuar con el desarrollo tecnológico y poder ofrecer una tecnología robusta a un posible cliente.



# SOCIAL ENTREPRENEURSHIP OF AN UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR THE TRANSPORTATION OF MEDICAL CARGO IN UNDERDEVELOPED REGIONS

**Author: Rengifo Meliá, Iñigo.**

Directors: Navas Hernández, Ricardo; Álvarez Hernández, Rodrigo.

Collaborating Entity: Fundación de Ingenieros ICAI para el Desarrollo

## ABSTRACT

### **Introduction**

The project developed entails the social entrepreneurship of a drone for the transportation of medical cargo in underdeveloped regions.

The project started as a continuation of a series of technical projects developed within ICAI and nested under its Foundation, with the purpose of designing a drone. The objective of the project is to develop the business and entrepreneurship side, to continue with the work started with the technical projects done to develop the drone and its systems.

The project was born with the mission to give a solution to the existing problem in underdeveloped countries to accomplish the transportation of medical cargo to isolated communities and medical centers or to regions far from the main transportation routes.

As a result of the state of the transportation infrastructure, the time employed to supply medical cargo results in the impossibility to solve emergencies. Moreover, due to adverse meteorological conditions, such as tropical storm, roads can be inoperative during long periods of time. Consequently, affected medical centers and communities cannot receive medical cargo supply during these periods.

The recent development of drone commercial use has given an impulse to the whole business, resulting in a significant progress of the technology. Due to these advances, UAVs with good characteristics have accessible prices. Furthermore, the improvement in drone capabilities coupled with the cost decrease has increased the applications of drones, including cargo transportation.

Within cargo transportation, companies dedicated to the transportation of medical cargo, and specifically, with humanitarian purposes in underdeveloped regions, have been born. Zipline, Matternet or WeRobotics would be an example of these companies. Within these examples, Zipline is worth mentioning, since it operates a big scale delivery network of blood and medical supplies in Tanzania and Rwanda.

With the objective of offering underdeveloped regions a better medical cargo transportation system and continuing with the Foundation's work, the project has been done.

Therefore, the project consists in the development of a business model, as well as the different tools needed to commercialize a drone and its associated systems, which can enable clients to transport medical cargo successfully.

## **Methodology**

The project has been developed under a *Lean* methodology, in line with Eric Ries' proposition in its book *The Lean Startup*. The methodology can be summed up in the use of continuous improvement through the *Build-Measure-Learn* cycle and the optimum use of scarce resources. The business model has been proposed keeping in mind a development in line with this methodology and its different tools.

Using a *Lean* approach, the initial idea was to do an MVP (Minimum Viable Product) and to make modifications to this initial prototype, to have a product and a service ready to be marketed. Due to the development state of the technology, the MVP could not be done and interviews with possible clients have been done in substitution, referring to the characteristics that the system proposed would have.

In order to do the commercialization, an image and brand independent of the ICAI Foundation have been developed. To do so, the project has been given a name and a logo, and a website has been developed for the project, using WordPress. This independent identity has to objective of professionalizing the project for future possible clients and investors.

The project did not have the technical development of the prototype as an objective, however, due to the development state of the technology, a thorough investigation of ways to develop the prototype has been done, as well as an investigation of alternatives to the in-house development of the prototype.

The investigation of alternatives has been done with the objective of being able to offer the best possible transportation system to future clients, since the technology has improved over the past years and the designed drone is not ready.

With the objective of accelerating the development, a detailed study of the different funding alternatives has been done.

The *Value Proposition Canvas* has been used for structuring the value proposition. This value proposition structure helps identify what the client needs to get done (customer jobs), which problems he needs to overcome (pains) and in which ways he would be more satisfied (gains).

The business model has been done and structured using the *Business Model Canvas*. This canvas helps organize the different parts of the business model and understand the relationship between them.

## **Development of the project**

As specified before, an independent identity has been given to the project, in order to make it more professional.

First, the project has been given a name: AirSupply. Moreover, a logo has been designed:





Figure 1: AirSupply logo

After giving the name a project a name and a logo, a website has been created. The objective of the website is to give a more professional image which can give more confidence to future interested visitors.

The website has been created using WordPress. In the following figure, the website is shown with three thumbnail crops of the home page:



Figure 2: AirSupply website's home

Within the website development, SEO (Search Engine Optimization) actions have been performed. The result is that the website appears in first place when a user searches “airsupply drones”, with positive results with other keywords as well.

Throughout the project, there have been 99 visits of 76 different users:

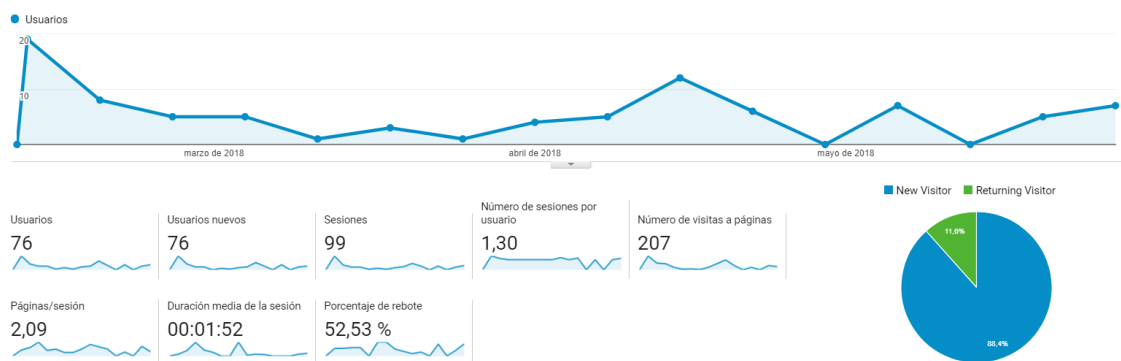


Figure 3: Google Analytics general overview panel of AirSupply's website

With the brand and image of the project created, a meeting was arranged with the people who had been coordinating the different volunteers and students who had participated in the development of the drone. The conclusion was that the technology was not ready to be commercialized with clients.

Therefore, possible clients could not be contacted, as the technology was not ready.

The project was redirected to the investigation of funding options and alternatives to the in-house development of the drone, which could help shorten the deadline to have the drone ready.

Within the different funding options considered, the most suitable in the short term would be awards, partnerships with logistics companies who could benefit from the know-how obtained from the project operations, and crowdfunding.

The different alternatives to in-house development can be grouped in two main groups: vehicle alternatives and outsourcing the whole system. Within the vehicle alternatives, UAVs with suitable characteristics for the project and with open source flight control code have been found. The most interesting drone was the Quantum Observer, which had code for a Pixhawk controller.

Between the system outsourcing alternatives, there are companies offering UAS (Unmanned Aerial Systems), which include the aircraft, the auxiliary equipment and the software adapted to the project requirements, and even the implementation. The best UAS supplier was Latitude Engineering, which was hired for a similar project.

In order to progress with the prototype, contacts have been made with WeRobotics, which is an association who collaborates in social projects with drones, and contacts have been made with Range Video, the manufacturer of the drone used in the project. A project proposal has been made for ICAI students for their Theses, to continue with the development of the prototype.

Moreover, two UAS suppliers, Latitude Engineering and Arcturus, have been contacted to evaluate a possible deal.

The project has been presented to the Drone Pioneer Awards, which is an annual award aimed at drones with disruptive applications.

Finally, a meeting with a possible client has taken place and interviews to doctors with experience in humanitarian cooperation have been conducted.

In the meeting with the possible client, the usefulness of the value proposition has been validated. Furthermore, additional applications and variations of the operational model have been identified. Also, the NGO has given useful information concerning risks and client concerns.

## **Business model**

The value proposition of the business model proposed is based on the following points:

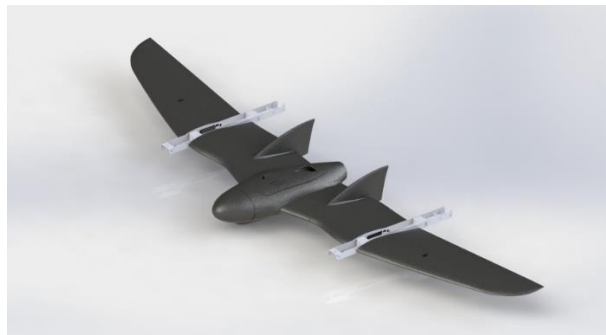
- **Speed:** the drone will enable a faster transportation compared to traditional means of transportation.
- **Independence of external conditions:** the drone will enable the transportation in situations in which roads are inoperative.
- **Flexibility:** due to a faster transportation, there is more flexibility in the deliveries performed.
- **Simple operations:** thanks to the automatization of operations, a difficult problem is solved with simple solution.

- Cost reduction: reduction of maintenance costs and a moderated initial cost result in a more cost-effective solution than traditional alternatives.

The clients would be the entities in charge of managing medical centers in underdeveloped regions, mainly, NGOs and governments.

The unit cost of each drone would be around 5,000 €, including system implementation, and it will vary with the number of drones per project. Each project price will depend on the number of drones used. These results have been obtained using the drone costs, implementation costs and fixed costs hypotheses.

The drone designed will enable a delivery radius of around 100 m, with delivery times around 1 hour for the furthest points. It has a fixed wing design with a VTOL configuration (Vertical Landing and Take-Off). The VTOL configuration will help simplify operations and accomplish them in reduced spaces. Furthermore, the drone will include an automated flight control for taking off, landing and flight conditions, which will contribute to simplify operations.



*Figure 4: Drone designed for the project*

## **Conclusions**

From the investigation done throughout the project and the results obtained, it can be concluded that a business model consisting on a medical cargo delivery system with drones would be viable.

However, a very robust transportation system is needed in order to provide clients with a feasible solution.

For the future development of the project, it will be crucial to secure financing or use any of the alternatives to in-house development proposed in the project. In absence of resources, it will not be possible to hire people who can continue with the technological development and being able to offer a robust technology to a possible client.





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)  
MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

# **EMPRENDIMIENTO SOCIAL DE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO PARA TRANSPORTE DE MATERIAL MÉDICO EN REGIONES SUBDESARROLLADAS**

Autor: Iñigo Rengifo Meliá  
Director: Ricardo Navas Hernández  
Director: Rodrigo Álvarez Hernández

Madrid  
Junio de 2018



---

# Índice

---

1.	Introducción .....	7
1.1.	Motivación .....	7
2.	Estado del arte .....	9
2.1.	Medical Drones .....	11
2.2.	Zipline .....	11
2.3.	Matternet.....	13
2.4.	WeRobotics .....	14
2.5.	Redline.....	14
3.	Metodología y recursos.....	17
3.1.	Metodología .....	17
3.2.	Recursos .....	18
4.	Creación de imagen y marca .....	21
4.1.	Nombre .....	21
4.2.	Logo .....	23
4.3.	Página Web .....	24
4.3.1.	Objetivo .....	24
4.3.2.	WordPress .....	24
4.3.3.	Dominio .....	25
4.3.4.	Hosting .....	26
4.3.5.	Temas .....	26
4.3.6.	Versiones iniciales web .....	27
4.3.7.	Versión definitiva de la web .....	32
4.3.8.	Plug-ins .....	37
4.3.9.	Herramientas de Google .....	40
4.3.10.	Configuración del SEO .....	44
4.3.11.	Resultados finales de la web .....	49
4.4.	Emails de contacto .....	51
5.	Desarrollo del prototipo.....	53
5.1.	Desarrollo técnico previo .....	53
5.1.1.	Inicio del proyecto y contexto.....	53
5.1.2.	Checkpoint del estado del proyecto .....	53

5.2.	Vías de desarrollo del dron .....	60
5.3.	Investigación de alternativas.....	63
5.3.1.	Latitude Engineering .....	64
5.3.2.	Arcturus.....	66
5.3.3.	Textron Systems .....	67
5.3.4.	Alternativas con código abierto .....	68
5.4.	Avances en el prototipo .....	72
5.4.1.	Contacto con WeRobotics.....	73
5.4.2.	Contacto con Range Video .....	74
5.4.3.	Participación en concursos.....	75
5.4.4.	Propuesta de proyectos (TFMs) .....	76
5.4.5.	Contacto con Latitude Engineering.....	78
5.4.6.	Contacto con Arcturus.....	79
5.5.	Análisis del marco legal en España.....	79
5.5.1.	Espacios aéreos con restricciones.....	80
5.5.2.	Puntos de aplicación a AirSupply .....	81
5.5.3.	Conclusiones.....	86
6.	Modelo de negocio .....	87
6.1.	Propuesta de valor .....	87
6.1.1.	Proceso del cliente .....	87
6.1.2.	Value Proposition Canvas.....	89
6.1.3.	Producto o servicio.....	90
6.2.	Modelo de negocio .....	91
6.2.1.	Business Model Canvas .....	92
6.2.2.	Propuesta de valor .....	93
6.2.3.	Segmentos de cliente .....	94
6.2.4.	Canales .....	95
6.2.5.	Relaciones con clientes .....	95
6.2.6.	Recursos clave .....	96
6.2.7.	Actividades clave .....	97
6.2.8.	Asociaciones clave.....	98
6.2.9.	Estructura de costes .....	99
6.2.10.	Fuentes de ingresos.....	100
6.3.	Fuentes de financiación .....	101
6.3.1.	Concursos .....	101
6.3.2.	Crowdfunding.....	105



6.3.3.	Financiación pública .....	108
6.3.4.	Socios inversores .....	110
6.3.5.	Donaciones .....	112
6.3.6.	Capital riesgo .....	112
6.3.7.	Préstamos .....	114
6.4.	Alternativas del modelo de negocio .....	114
6.4.1.	Uso de otro UAV .....	114
6.4.2.	Intermediario de los UAS de terceros .....	115
6.4.3.	Compañía de transporte con drones .....	116
6.5.	Modelo operativo y financiero .....	116
6.5.1.	Modelos operativos en función de los destinos .....	116
6.5.2.	Modelos operativos en función de la duración .....	118
6.5.3.	Modelo de Excel .....	119
6.6.	Riesgos .....	134
6.6.1.	Riesgo de gestión y desarrollo .....	134
6.6.2.	Riesgo operativo .....	134
6.6.3.	Riesgo regulatorio .....	135
6.6.4.	Riesgo tecnológico .....	135
6.6.5.	Riesgo de negocio .....	136
6.6.6.	Riesgo de financiación .....	136
7.	Contactos con posibles clientes y médicos .....	137
7.1.	Fundación Recover .....	137
7.1.1.	Preparación de la reunión .....	137
7.1.2.	Reunión .....	139
7.1.3.	Conclusiones .....	141
7.2.	Entrevistas a médicos .....	142
7.2.1.	Primera entrevista .....	142
7.2.2.	Segunda entrevista .....	143
7.2.3.	Conclusiones .....	144
8.	Siguientes pasos .....	147
8.1.	Imagen y marca .....	147
8.2.	Desarrollo del prototipo .....	147
8.2.1.	Desarrollo interno .....	147
8.2.2.	Desarrollo externo .....	148
8.3.	Negocio .....	148
9.	Bibliografía .....	149



---

# 1. Introducción

---

El objetivo del proyecto a desarrollar es el emprendimiento de un vehículo aéreo para transporte de material médico. El vehículo aéreo será utilizado en zonas subdesarrolladas para el transporte de medicamentos a centros médicos aislados o con acceso complicado por las vías de transporte convencionales.

El proyecto es de corte social y, por lo tanto, y tiene como misión permitir a ONGs e instituciones públicas el acceso a un medio de transporte alternativo que habilite el suministro de material sanitario a centros médicos aislados.

El objetivo del proyecto será desarrollar el plan de negocio y los recursos necesarios para que el servicio de transporte de material médico pueda ser presentado y ofrecido a posibles clientes, para recibir información sobre las necesidades de los clientes y probar su interés. A su vez, se dejarán preparadas las diferentes herramientas de la empresa social, para que cuando el dron esté preparado para ser utilizado, pueda ser comercializado.

El objetivo inicial era el desarrollo del plan de negocio para satisfacer las necesidades de transporte de material médico de un proyecto situado en el Amazonas peruano. Hasta el momento, el transporte del material se realiza mediante barca por un río que conecta el centro médico central con los que están más aislados. El transporte por barca implica un largo tiempo de entrega, por lo que un sistema aéreo mejoraría considerablemente la entrega de material médico. Desde la Fundación de Ingenieros ICAI para el Desarrollo se iniciaron proyectos para desarrollar un dron que realizase el transporte y el objetivo inicial de este proyecto era dar continuidad a esos proyectos.

No obstante, se ha optado por desarrollar un modelo de negocio social válido para los diferentes proyectos en los que pudiese tener utilidad, no simplemente para el proyecto del Amazonas. De esta forma, no se cierra la puerta a un único proyecto y se plantea un modelo de negocio sostenible.

El vehículo aéreo ha sido previamente diseñado por Rodrigo Álvarez Hernández [1], codirector del proyecto. Por lo tanto, el trabajo no se centrará en el diseño del producto, sino en el desarrollo del negocio y de las herramientas asociadas, haciendo uso del vehículo previamente diseñado.

Dentro del contexto de dejar preparadas las herramientas para la comercialización del producto, se creará una imagen y marca diferente a la de la Fundación, incluyendo una página web. Se evaluarán a su vez, vías de desarrollo del prototipo, así como alternativas al diseño existente.

Se definirá un modelo de negocio social y se investigarán posibles fuentes de financiación que puedan colaborar con el desarrollo del proyecto. Finalmente, se realizarán contactos con posibles clientes y personas con experiencia en el ámbito de la colaboración humanitaria, para evaluar la viabilidad del proyecto y el interés que existiría.

## 1.1. Motivación

La idea de realizar el proyecto surge a partir de una reunión con Ricardo Navas, gerente de la Fundación de Ingenieros ICAI para el Desarrollo y director del proyecto. Esta reunión tuvo lugar

con el objetivo de buscar juntos un Proyecto de Fin de Máster que pudiese tener un impacto social. Al final, el trabajo empleado para realizar el proyecto es sustancial y, por norma general, los proyectos no suelen tener aplicación más allá que la realización del trabajo.

El objetivo era, por lo tanto, realizar un trabajo que pudiese tener una aplicación en el futuro y, sobre todo, para aquellas comunidades que carecen de las necesidades básicas que disfrutamos en la sociedad occidental.

En la reunión, surgió la idea de continuar un proyecto iniciado anteriormente en la Escuela, con varios Trabajos de Fin de Grado y Máster asociados. El proyecto alrededor del que giran los trabajos desarrollados, es un dron para transporte de material médico. Sin embargo, todos los proyectos desarrollados son de corte técnico (mecánica, control de vuelo, etc.) y a pesar de tener parte de la tecnología desarrollada, el proyecto no se había puesto en marcha. Por lo tanto, el objetivo del trabajo es llevar a la realidad el proyecto del dron para transporte de material médico, es decir, realizar un proyecto de emprendimiento social a partir de la tecnología previamente desarrollada por compañeros de ICAI.

Mediante el uso de drones para transporte de material médico, se podría colaborar de manera sustancial al desarrollo de comunidades en países subdesarrollados y a mejorar su calidad de vida. Los puntos sobre los que se fundamenta la propuesta de valor del proyecto son:

- **Independencia de condiciones de las vías de transporte:** actualmente, en los países en vías de desarrollo y en concreto, en comunidades más aisladas, las vías de transporte destacan por su precariedad. Esto resulta en que, a causa de lluvias, las carreteras puedan estar impracticables, impidiendo el suministro de material médico a centros médicos en comunidades aisladas. Esta situación aplica a otras comunidades, como podría ser en islas, que, a causa de un temporal marítimo, no puedan recibir suministro médico. Mediante el uso de drones, se podrían realizar vuelos en situaciones en las que las vías de transporte convencionales no lo permitirían.
- **Ahorro en costes:** Los métodos de transporte tradicionales incluyen vehículos como el coche, moto o barco. A pesar de ser una tecnología más avanzada, el coste de un dron es inferior al de estos vehículos, incluso cuando son de segunda mano. Por otra parte, los costes de operación son sustancialmente inferiores, ya que el dron utiliza electricidad y requiere un mantenimiento escaso, mientras que los vehículos tradicionales utilizan gasolina y requieren reparaciones costosas (que incrementan con la antigüedad del vehículo).
- **Mayor velocidad de entrega:** Las condiciones de las vías de transporte implican que los tiempos de entrega son elevados. Mediante el uso de drones, estos tiempos de entrega se podrían acortar de manera considerable, permitiendo a su vez acometer situaciones de urgencia, que en condiciones normales no se hubiese podido.
- **Modelo operativo sencillo:** mediante la automatización de las operaciones y la preparación de un sistema que requiera mínima intervención, se consigue una solución sencilla a un problema complejo.

Por lo tanto, la motivación principal del proyecto es conseguir que avance el proyecto de drones para transporte de material médico, de tal forma que estén preparados para ser comercializados con clientes una vez que la tecnología esté lista. Será necesario finalizar las partes que faltan y realizar pruebas de campo previas a su comercialización, para evitar que pueda entregarse un servicio que no cumpla su cometido o que pueda dejar sin suministro médico a una comunidad.

---

## 2. Estado del arte

---

Hasta la reciente irrupción innovadora de drones o vehículos aéreos no tripulados para el transporte de sangre y medicamentos, se han utilizado los métodos de transporte tradicionales para el transporte de medicamentos y material médico. Estos métodos de transporte pueden, entre otros, incluir los siguientes:

- Coche.
- Moto.
- Barco.

Los vehículos terrestres, como el coche o la moto, presentan el problema de un mayor tiempo de entrega y dependencia de diferentes factores, como pueden ser el tráfico o la infraestructura de carreteras. Estos factores se ven agravados en países subdesarrollados, que carecen de infraestructuras en buenas condiciones y el tráfico puede suponer un problema muy importante.

Por otro lado, el transporte por barco se realiza en zonas en las cuales el transporte por carretera no es viable. Para ello es necesario disponer de una embarcación para realizarlo y como las zonas en las que no hay transporte por carretera suelen ser subdesarrolladas, las embarcaciones disponibles no suelen ser muy avanzadas, lo que implica tiempos de entrega más largos. Una de las regiones en las que hay interés por el proyecto presenta este caso. Es una región en el Amazonas peruano, en la cual se realiza el transporte de medicamentos mediante barca y se tarda unas 4 horas en realizar las entregas.

Otras alternativas de coste más elevado podrían ser, por ejemplo, con avión o helicóptero, que son utilizadas en situaciones de emergencia. El transporte con estos vehículos aéreos es considerablemente caro y la disponibilidad es muy reducida. Esto se ve agravado en países subdesarrollados.

Recientemente se ha empezado a plantear el uso de drones, o vehículos aéreos no tripulados, como alternativa de transporte de medicamentos. Proporcionan las ventajas del transporte aéreo, pero con la disponibilidad y coste (incluso inferior) de los métodos convencionales.

El mundo de los vehículos aéreos no tripulados (UAVs en inglés) está en pleno auge hoy en día. Habiendo surgido con aplicaciones militares, su reciente comercialización ha disparado el crecimiento del negocio relacionado con estos vehículos, abaratando los costes de producción, mejorando la tecnología y ampliando sus aplicaciones.

Entre las aplicaciones más destacadas, se encuentran las siguientes [2]:

- Uso militar.
- Uso recreativo.
- Aplicaciones audiovisuales.
- Agricultura.
- Transporte y entrega de paquetes.

- Labores de rescate.

Dentro de los vehículos aéreos no tripulados, generalmente referidos como drones, el tipo más popular es el cuadricóptero, el cual dispone de cuatro hélices que le permiten despegar y aterrizar, así como sustentarse en el aire con estabilidad. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de cuadricóptero:



*Ilustración 1: Cuadricóptero DJI Phantom 3 (fuente: DJI)*

Los cuadricópteros convencionales se sustentan gracias al constante movimiento de sus hélices. Esto resulta en que tengan duraciones máximas de vuelo de alrededor de 30 minutos, a causa de la energía empleada. Debido a la relación peso de la batería versus autonomía, en autonomías cercanas a los 30 minutos las ganancias marginales de tiempo se comienzan a reducir, por lo que la autonomía de la mayoría de los drones cuadricópteros comerciales se sitúa en valores cercanos a media hora.

El dron inicialmente desarrollado para el propósito del proyecto fue de la tipología cuadricóptero [3], pero a raíz de la reducida autonomía, se decidió rediseñar la tipología del vehículo para aumentar la autonomía y distancia máxima de vuelo. Utilizando la aerodinámica de los aviones tradicionales, se puede aprovechar la sustentación que proporcionan las alas y aerodinámica del vehículo para consumir menos energía y aumentar considerablemente el rango de vuelo [1]. Este tipo de drones son utilizados también para aplicaciones como la agricultura, en las que no es necesaria una alta estabilidad en posiciones fijas de vuelo, como sería necesario para grabar imágenes. Este tipo de drones se denominan de ala fija. La tipología sería la siguiente:



*Ilustración 2: Vehículo aéreo no tripulado de ala fija (fuente: Google)*

En la actualidad, se están desarrollando proyectos y estudios similares al propuesto en este documento. Entre ellos cabe destacar los que se describen a continuación.

## 2.1. Medical Drones

Medical Drones es fruto de un proyecto de la universidad Johns Hopkins, en concreto, de la facultad de medicina. Medical Drones ha realizado diferentes estudios en los que se analiza la viabilidad del uso de drones para el transporte de sangre y especímenes microbiológicos desde el punto de vista médico.

Los estudios surgen a raíz de la posibilidad del uso de drones con esta finalidad y con el objetivo de analizar cómo se verían afectadas las muestras transportadas y si esto podría condicionar la viabilidad del transporte aéreo.

En el primer estudio realizado, se analiza los efectos de un vuelo de 30 minutos aproximadamente, contaminando las muestras de sangre y esputo con diferentes agentes patógenos, para observar los efectos sobre cada uno de ellos [4]. A raíz de los resultados, se pudo concluir que los efectos son similares para los diferentes agentes patógenos, con tiempos de recuperación similares y que, por lo tanto, el transporte aéreo sería viable.

A raíz del primer estudio, se realizó un segundo estudio en el que se analizaba el efecto de un vuelo con un dron sobre una bolsa de sangre para transfusión [5]. Se obtuvo como conclusión de los resultados, que las muestras no mostraban evidencias de una variación en sus composiciones. Por lo tanto, el estudio sugiere que el transporte de sangre con vehículos aéreos no tripulados es viable.

Por último, se realizó un estudio del efecto no solo de un vuelo, sino de un vuelo de larga duración (en línea con lo deseado en el proyecto) [6]. El vuelo realizado fue de 3 horas y 161 millas, en las cuales las muestras de sangre transportadas no sufrieron alteraciones. Las pruebas de vuelo fueron realizadas con un Latitude Engineering HQ-40, el cual será evaluado debido a su idoneidad para el transporte de material médico.



*Ilustración 3: Latitude Engineering HQ-40 utilizado por Medical Drones (fuente: Medical Drones)*

## 2.2. Zipline

Zipline es una compañía americana fundada en 2011, enfocada al desarrollo de drones para transporte de material médico, es decir, con el mismo objetivo que el proyecto a desarrollar.

El equipo de Zipline, está formado por personas que vienen de compañías como NASA, Google, SpaceX o Boeing. Ha sido apoyada con 41 millones de dólares por fondos de Venture Capital como Visionnaire Ventures, Sequoia Capital o Morado Venture Partners [7].

Zipline opera actualmente en Ruanda y Tanzania. En el reciente acuerdo firmado con Tanzania, van a desarrollar la mayor red nacional de entregas con drones. Se calcula que se realizarán alrededor de 2.000 vuelos para entregas de emergencia por día a 1.000 centros médicos. En Ruanda han realizado 2.600 entregas de sangre, en 1.400 vuelos a lo largo de 100.000 km.



*Ilustración 4: Vehículo aéreo no tripulado de Zipline (fuente: Zipline)*

Zipline funciona con un innovador sistema de despegue, que catapulta al dron, proporcionando la velocidad necesaria para el despegue (110 km/h), sin consumo de energía. Para el aterrizaje, un gancho se despliega del dron y después se engancha en una cuerda unida en dos palos, frenando al dron, que cae sobre una colchoneta que amortigua el golpe.



*Ilustración 5: Mecanismo de despegue de Zipline (fuente: Zipline)*

Operan a través de centros de distribución centralizados en los cuales se reciben y preparan las órdenes de envío. En dichos centros, se dispone del material necesario para abastecer los envíos solicitados. La capacidad de servicio de los centros de distribución es:

- 500 entregas por día.
- 1,5 kg por vuelo.
- Vuelos con lluvia.
- 75 km de radio de servicio.



Los paquetes son entregados directamente desde el aire con paracaídas, en un área de recogida determinada, del tamaño de dos plazas de aparcamiento aproximadamente. Por lo tanto, el dron no aterriza para realizar las entregas. Al realizar la entrega, se envía un mensaje de texto, para comunicar la recepción del paquete.



*Ilustración 6: Dron de Zipline entregando paquete con paracaídas (fuente: Zipline)*

Cabe mencionar, que Zipline es una organización con ánimo de lucro y cobra por los envíos realizados.

### 2.3. Matternet

Matternet es una compañía de drones enfocada al transporte de cargas y paquetes, basada en Silicon Valley. Además de entregas de paquetes, tiene una división enfocada al transporte de material médico, tanto para entidades privadas o gobiernos en países desarrollados, como para labores humanitarias.

La *startup* ha participado con UNICEF en pruebas para el uso de drones en Malawi para el transporte de pruebas de VIH y han colaborado con otras organizaciones, como Médicos Sin Fronteras y en otros países como Papúa Nueva Guinea o Haití. A su vez, Matternet ha cerrado un proyecto en República Dominicana para permitir el acceso a material médico a zonas más aisladas.



*Ilustración 7: Dron utilizado por Matternet para la entrega de paquetes (fuente: Matternet)*

Uno de los hitos más significativos en la historia de Matternet, es el reciente acuerdo con Swiss Post para el transporte de medicamentos entre dos hospitales de Lugano, Suiza [8]. Se espera que a lo largo de 2018 comiencen a operar.

Matternet se fundó en 2011 en California y desde entonces ha recibido 13 millones de dólares de financiación, por inversores como Daimler o Wei Guo, un *business angel* chino [7].

## 2.4. WeRobotics

WeRobotics tiene como objetivo el uso de la robótica y tecnología para el uso y bien social. Fundada en 2016, se ha involucrado en diferentes proyectos a nivel mundial y ha creado dos proyectos principales, UAViators y DroneAdventures.

WeRobotics ha sido creada por personas con experiencia en el mundo de los drones y su labor principal, es crear una red mundial de laboratorios (*Flying Labs* como ellos los denominan), que permitan acelerar y escalar el impacto del uso de drones y robótica en ayuda humanitaria.

Para ello, trabajan de tres formas diferentes:

- Crean asociaciones con comunidades locales o entidades locales, a las cuales proporcionan la tecnología o el conocimiento para poder hacer uso de drones con fines sociales. En última instancia, son las entidades locales las que asumen la gestión. Lo denominan *Social Good Partners*.
- Colaboran con proyectos locales, universidades o gobiernos, para transferir tecnología o habilidades de cara a que puedan llevar a cabo sus proyectos. Lo denominan *Flying Labs Partners*.
- Por último, crean asociaciones con compañías tecnológicas y de robótica, a los que les permiten la posibilidad de proporcionar su tecnología y *know-how* a las comunidades locales.

En líneas generales, WeRobotics es un intermediario que conecta la información, tecnología y conocimiento con los proyectos que se desarrollan para hacer un uso social de la robótica. Por lo tanto, WeRobotics podría ser un posible asociado para el desarrollo del proyecto.

Los proyectos paralelos que ha desarrollado WeRobotics, son UAViators y DroneAdventures. UAViators es una comunidad en la cual los usuarios comparten información y artículos interesantes sobre el uso de drones con fines sociales. DroneAdventures es un proyecto para el uso de drones en labores de geolocalización y creación de mapas con fines sociales.

## 2.5. Redline

Redline es un proyecto de desarrollar una red de transporte de carga a partir de drones, concebido por Norman Foster y Jonathan Ledgard, en colaboración con la Universidad de Laussane en Suiza.

Todavía no se ha puesto en marcha, pero tienen diseñado un concepto de aeropuerto para drones (*Droneport*), que ha sido financiado por el gobierno de Ruanda, para su construcción en el país.

La idea detrás del proyecto es que el aeropuerto de drones incluya un hospital, comercios y zonas para que la comunidad local se reúna.



Ilustración 8: Aeropuerto para drones concebido por Redline en Ruanda (fuente: Redline)

El diseño y aerodinámica de los drones que se pretenden utilizar para el proyecto, son muy similares al dron diseñado para el proyecto a desarrollar. Sin embargo, a priori, estos drones despegarán con una pista de despegue y tendrán una envergadura de 3 m, superior a la envergadura de los drones realizando labores similares.

Por otra parte, su capacidad de carga será 10 kg, superior también al resto de vehículos, pero su autonomía de vuelo es de 50 km.

También tienen un dron diseñado para usos comerciales (Redline es para transporte de material médico), que se denominaría BlueLine y sería de mayor tamaño y capacidad.

En la siguiente imagen se muestran los dos drones con sus especificaciones:









 <b>REDLINE</b> <small>THE MEDICAL DRONE NETWORK</small>	 <b>BLUELINE</b> <small>THE COMMERCIAL DRONE NETWORK</small>
	
Wingspan: 3m Range: 50km Payload: 10kg	Wingspan: 6m Range: 100km Payload: 100kg
 <b>x20</b> <small>500ml</small>	 <b>x200</b>  <b>x50</b>  <b>x1.54</b>
<b>Total: 10 Litres</b>	

Ilustración 9: Drones del proyecto de la Norman Foster Foundation (fuente: Metalocus)



---

## 3. Metodología y recursos

---

### 3.1. Metodología

La metodología seguida en el proyecto ha sido en línea con lo propuesto por Eric Ries en su libro *The Lean Startup* [9]. El método que propone Eric Ries es adaptar la metodología *Lean*, implementada por Toyota y utilizada a nivel mundial hoy en día, al proceso de crear una *startup*.

Esto se traduce en el uso de la innovación continua en el proceso, a partir de la idea principal de reducir el desperdicio. Por lo tanto, en líneas generales, de lo que se trata es de ir realizando pequeñas modificaciones al producto o proposición de valor e ir evaluando la respuesta de los clientes a estos cambios, para así poder extraer información que permita mejorar el producto en línea con lo que quiere el consumidor. Es lo que se conoce como el ciclo *Build, Measure, Learn* (Construye, mide, aprende en español).

El uso de esta metodología es extremadamente necesario, para no gastar recursos en características que el cliente no desea, es decir, reducir el desperdicio. La idea inicial era desarrollar un MVP (*Minimum Viable Product*), que sería un producto o paquete mínimo de servicios con el que poder validar el interés del cliente. A partir de este MVP, se obtendría información o *feedback* del cliente, que sería utilizado para realizar modificaciones y mejoras sobre el prototipo. Debido a que la tecnología no estaba desarrollada como para poder ser comercializada y que el objetivo del proyecto no era tecnológico, no se ha podido realizar el MVP.

No obstante, la metodología Lean ha sido utilizada dentro de una filosofía de gasto mínimo de recursos.

En sustitución del MVP, se ha planteado como sería el modelo operativo y de negocio, así como el funcionamiento de la tecnología de estar lista y se ha evaluado con un posible cliente, para validar las diferentes hipótesis planteadas. El resultado es similar al que se hubiese obtenido con un MVP, simplemente que no había opción de que el posible cliente pudiese realizar una compra.

Con el objetivo de dar una mayor profesionalidad al proyecto e incrementar las opciones de recibir financiación, se le ha proporcionado una imagen independiente al proyecto, aportándole un nombre, un logo y creando una página web.

Para poder ofrecer la mejor tecnología posible al cliente, se ha realizado un estudio extensivo de alternativas posibles al dron diseñado desde la escuela. Este estudio es importante, ya que plantea diferentes posibilidades al desarrollo interno, que podría ser una de las causas de que el proyecto no saliese adelante.

De cara a acelerar el proceso de desarrollo, se han evaluado las diferentes opciones de financiación posibles, haciendo una investigación profunda. Aunque ninguna es adecuada para el estado actual del proyecto, se han planteado las situaciones en las que serían posibles, de cara a posibilitar una futura financiación.

Para poder estructurar la propuesta de valor, se ha utilizado el *Value Proposition Canvas* [10]. Esta estructura de proposición de valor ayuda a identificar qué es lo que hace el cliente

(*customer jobs*), los problemas que le surgen (*pains*) y las formas en las que estaría más satisfecho (*gains*). De esta forma, se puede identificar como se relaciona nuestra propuesta de valor con estos aspectos.

El modelo de negocio se realizará utilizando el *Business Model Canvas* [11]. A partir del *Canvas*, se podrá estructurar las diferentes partes del modelo de negocio de manera intuitiva, para poder definir los diferentes aspectos de la mejor manera posible y poder ver de manera visual como se interrelacionan. Esto ayudará a simplificar el proceso de pivotar el modelo de negocio, para adaptarlo a los diferentes cambios que se irán haciendo a lo largo del proceso de desarrollo del proyecto.

## 3.2. Recursos

Entre los recursos utilizados, como se ha indicado anteriormente, se ha hecho uso del *Business Model Canvas* y del *Value Proposition Canvas* como herramientas para definir el modelo de negocio y la propuesta de valor.

El *Business Model Canvas*, es un lienzo (*canvas* en inglés), desarrollado por Alexander Osterwalder en su libro *Generación de Modelos de Negocio* [11], que permite organizar de manera estructurada los diferentes puntos del modelo de negocio.

El *Value Proposition Canvas*, por otro lado, ayuda a estructurar la propuesta de valor que se ofrecerá a los diferentes segmentos de clientes.

Por otra parte, se han utilizado las herramientas de Microsoft Office para el análisis de datos y realización de modelos (Excel), y presentación de resultados o ideas (PowerPoint y Word) a las partes interesadas en el proyecto.

De cara a desarrollar la página web, se ha utilizado WordPress. WordPress es un entorno en el cual se pueden desarrollar webs, sin necesidad de programar o programando muy poco, ya que se construye a partir de módulos que han sido programados previamente. Es lo que se conoce como un CMS (*Content Management System*). WordPress destaca por su funcionalidad y por las opciones que tiene de cara a un desarrollo más complejo de la web. Se estima que alrededor de un 30% de la web está construida con WordPress [12].

En 1and1, se ha realizado el hosting de la web, es decir, donde se encuentran almacenados los archivos que componen la web y a través de dónde se procesa el contenido, cuando un usuario utiliza la web. Por otro lado, 1and1 ha sido utilizado para comprar el dominio utilizado en la web, ya que en su plataforma ofrecen servicios de compra de dominios.

Para realizar el logo, se ha utilizado primero Logojoy como inspiración, ya que permite generar infinidad de logos de manera automática y a continuación, se ha utilizado una herramienta gratuita para crear logos, llamada LogoMakr.

Se ha utilizado un tema de WordPress llamado Hestia y que se ha obtenido de manera gratuita de Themelsle [13].

Se han varios *plug-ins* de WordPress para funciones varias. Entre ellos cabe destacar los siguientes:

- Yoast SEO: herramienta para el SEO.
- MonsterInsights: herramienta para Google Analytics.

- Elementor: editor intuitivo de la web.
- Akismet: seguridad antispam, configuración de *sitemaps*, etc.

Por otra parte, se ha hecho uso de Google Analytics para evaluar el rendimiento de la página web. Google Analytics es una herramienta poderosa de Google, que permite monitorizar los resultados de la web, obteniendo información de interés sobre el número de visitas y sus características.

Por último, cabe destacar el uso de herramientas de búsqueda, que permitan el acceso a información de interés para el proyecto, como es la existencia de proyectos similares y como han conseguido acceso a recursos. Entre estas herramientas, destacan Google y Crunchbase, una base de datos de información sobre startups.





---

## 4. Creación de imagen y marca

---

Tras realizar una investigación profunda sobre el estado del arte, definir un modelo de negocio inicial y estructurar las diferentes partes del proyecto, se decidió que el primer paso debería ser dar una identidad propia al proyecto.

De cara a dar una mayor profesionalidad al proyecto, se ha considerado que era necesario darle una entidad propia más allá de un proyecto de la Fundación de Ingenieros ICAI para el Desarrollo. Esta mayor profesionalidad, podría ser de suma importancia para conseguir financiación externa o para dar mayor confianza en el proyecto a posibles futuros clientes. Todo ello no significa que el proyecto deje de estar amparado bajo la Fundación.

Estando en principio preparada la parte técnica (se detalla más adelante en el apartado 0), el primer paso claro era crear una imagen y marca independiente, para a continuación proceder a contactar con posibles clientes.

### 4.1. Nombre

Como se ha mencionado anteriormente, el primer paso realizado en el proyecto tras la etapa previa de investigación fue darle una identidad propia. Crear una identidad propia empieza por proporcionarle un nombre propio al proyecto.

Dentro de las opciones de nombres evaluadas era necesario cumplir unos determinados criterios:

1. El nombre ha de estar libre en el Registro de Patentes y Marcas, como mínimo, dentro de la categoría o categorías en las que se englobaría el proyecto. Las categorías de la clasificación de Niza que pueden dar problemas son: 12 (Vehículos; aparatos de locomoción terrestre, aérea o acuática), 39 (Transporte; embalaje y almacenamiento de mercancías; organización de viajes) y 44 (Servicios médicos; servicios veterinarios; tratamientos de higiene y belleza para personas o animales; servicios de agricultura, horticultura y silvicultura) [14].
2. Debe haber un dominio disponible que se pueda registrar, con el nombre y .com o .org o alguna variación del nombre sin complicarlo.
3. Ninguna letra del nombre debe suponer una complicación en otras lenguas (por ej. la “ñ”).
4. Dentro de lo posible, un nombre que refleje el objetivo proyecto directamente o que contenga alguna metáfora.

En línea con estos puntos, se propusieron varios nombres que fueron votados por los integrantes del proyecto, en este caso, los dos directores (Ricardo y Rodrigo) y yo. El nombre seleccionado finalmente fue AirSupply y las opciones principales evaluadas fueron las siguientes:

#### **MbuniFly**

*Mbuni* significa avestruz en swahili, por lo que el nombre significaría “avestruz vuela”, que refleja muy bien que lo queremos hacer. El avestruz no puede volar y es una analogía de lo que sucede ahora mismo en países subdesarrollados.

El dominio .com y .org estaba disponible y no había marca registrada, por lo que era una muy buena alternativa. Por otro lado, al no ser un nombre común permite obtener un buen SEO (*Search Engine Optimization*) ya que no habrá muchas webs compitiendo con palabras que se incluyan en el nombre.

El principal inconveniente del nombre es la complejidad que puede suponer recordarlo o simplemente al contarlo, que es complicado saber cómo se escribe.

### **AirSupply**

AirSupply significa “suministro aéreo” en inglés. El nombre es profesional y refleja a la perfección lo que el proyecto pretende hacer. Por otra parte, al ser en inglés, el público que entendería el nombre es mayor.

El dominio .org estaba disponible y no había marca registrada, por lo que fue el nombre seleccionado. Sin embargo, al comprobar la disponibilidad del dominio una web que compra y revende dominios, la IP utilizada fue localizada y cuando se fue a contratar el dominio, el coste era de 40.000 €. Por lo que se tuvo que contratar otro dominio.

### **Kiwi**

Kiwi, de manera similar a MbuniFly, representa un pájaro que no tiene capacidad de volar, que es una analogía de lo que se quiere cambiar con el proyecto.

Asimismo, Kiwi da lugar a utilizar el otro significado de la palabra kiwi (la fruta) y así dar una señal de identidad al proyecto. La idea era pintar los drones de verde como la fruta para dar un elemento diferenciador.

Kiwi tenía el principal problema de que el SEO está muy competido con la palabra kiwi y que hay una marca internacional con clasificación de Niza 12, por lo que podría generar conflicto.

### **Dockatoo**

Dockatoo es una reformulación de cacatúa en inglés (*cockatoo*), cambiando “coc” por “doc” por la finalidad médica del proyecto.

A pesar de que combina un nombre de un pájaro y el tema médico, el nombre tiene dos limitaciones principales: posible dificultad al escribirlo y que, si el proyecto se reorienta a finalidades diferentes a las médicas, el nombre no sería del todo adecuado.

Una variante del nombre que se planteó, pero no se llegó a utilizar, fue Goodckatoo. Aunque resolvía el problema de la limitación del tema médico, el nombre era demasiado complejo.

### **Meds with Wings**

Este nombre ofrecía una alternativa con un nombre más típico de proyecto. No obstante, ningún miembro del proyecto estuvo muy convencido, por lo que se descartó rápidamente.

### **MedStork**

MedStork fue elegido por la simbología de la cigüeña (*stork* en inglés). Al final, las cigüeñas son conocidas por el mito popular de que son las que llevan y dejan a los bebés en las puertas de las casas. Este mito es una analogía de lo que se quiere realizar en el proyecto con material médico, de ahí la parte de “med”.

El nombre MedStork tampoco estuvo entre los favoritos y presentaba el problema de la limitación al ámbito médico. Sin embargo, se buscaron alternativas entorno a cigüeña, de las que salieron las siguientes: Korongo (cigüeña en swahili), HeroStork, Project Stork y GoodStork. Al final, ninguna de estas alternativas en torno a cigüeña fue seleccionada.

## 4.2. Logo

En línea con la selección de un nombre, es necesario crear un logo para el proyecto si se le quiere dar una identidad independiente.

Para realizar el logo se utilizaron dos herramientas diferentes, LogoMakr [15] y Logojoy [16].

Logojoy utiliza algoritmos de Inteligencia Artificial para generar logos infinitos en función de unos gustos preseleccionados. El problema que tiene es que es de pago y no se puede obtener un logo de calidad gratuito. Por lo tanto, se ha utilizado a modo inspiración.

LogoMakr es una página web en la cual se pueden crear logos de manera gratuita. Utilizan un modelo *Freemium* por lo que, si se quiere tener acceso a logos de alta calidad y soporte, es necesario pagar. LogoMakr es la herramienta que se ha utilizado para generar el logo utilizado.

Las diferentes alternativas de logos creadas han sido las que se muestran en la siguiente ilustración. Muchas son variantes de color o pequeños cambios sobre un mismo diseño.



Ilustración 10: Alternativas de logos creadas

El logo seleccionado (que no se muestra en la ilustración anterior) para continuar con el proyecto, fue el siguiente:



*Ilustración 11: Logo seleccionado*

Este logo en principio será el definitivo para el proyecto, pero no se cierra la puerta a posibles futuras variaciones. Se ha seleccionado debido a que es representativo, sencillo y limpio. El fondo transparente permite su uso con fondos de diferentes colores, por lo que el diseño es más flexible para un futuro uso en una página web, por ejemplo.

### 4.3. Página Web

En este apartado se detalla el desarrollo de la página web realizada para el proyecto.

#### 4.3.1. Objetivo

El objetivo de la página web es tener un sitio al que posibles clientes o personas interesadas en el proyecto puedan acceder e informarse sobre AirSupply. A su vez, otro objetivo es que estos visitantes de la página puedan ponerse en contacto con AirSupply y que ello pueda resultar en un cliente o una colaboración.

De cara a que las visitas sean efectivas y se pueda obtener un mayor ratio de conversión de las visitas, es necesario que se cumplan los siguientes dos puntos:

- Que el contenido sea útil y ayude a generar interés. Esto entendido como que la información que se presente ayude al visitante a entender el proyecto bien y despierte su interés, incidiendo en los puntos más positivos.
- Que la presentación del contenido sea buena, es decir, que la web tenga un buen diseño.

Aunque estos dos puntos sean bastante evidentes, es necesario tenerlos en mente en todo momento en las diferentes decisiones que se tomen sobre la web. Hay que tener claro también el objetivo de la web a lo largo del desarrollo.

#### 4.3.2. WordPress

WordPress es un CMS (*Content Management System*) con el que se pueden crear páginas web. Dentro de WordPress existen dos opciones: Wordpress.com y Wordpress.org. Se estima que alrededor de un 30% de la web es WordPress [12].

Wordpress.org es la versión original y la que más funcionalidades ofrece. Su uso es gratuito, pero requiere el uso de un hosting de la web, por el que es necesario pagar.

Wordpress.com es la versión web, que tiene funcionalidades más reducidas. Integra el dominio y el hosting en el mismo pack, y dispone de diferentes planes de pago por su uso.

La opción seleccionada para la web de AirSupply ha sido Wordpress.org, debido a las funcionalidades que ofrece. A su vez, ha sido seleccionado frente a otras opciones como podrían

ser Wix o programación desde cero, por el balance que ofrece entre complejidad y funcionalidad. Otras opciones más sencillas como Wix o Foursquare permiten realizar una web de manera más sencilla, pero son más limitados que WordPress en las opciones que ofrecen. Por otra parte, la forma que ofrece mejores resultados y la que más posibilidades ofrece es la programación desde cero, pero la complejidad que supone se ha considerado demasiado elevada y más aún, teniendo en cuenta que la web no es la parte central del proyecto.

Asimismo, Wordpress.org no solo ofrece más funcionalidades y posibilidades, sino que es gratuita y únicamente hay que pagar por el hosting de la web. Debido a la disponibilidad escasa de recursos, este ha sido un punto más a favor del uso de WordPress.

Por lo tanto, debido a las posibilidades que ofrece, teniendo en cuenta que en un futuro la web puede cobrar mayor complejidad y a que su manejo no es excesivamente complejo, se ha seleccionado Wordpress.org para desarrollar la página web.

### 4.3.3. Dominio

Es necesario comprar y registrar un dominio para que los usuarios puedan acceder a través de una dirección URL.

El dominio ideal hubiese sido [www.airsupply.com](http://www.airsupply.com), pero no estaba disponible. En el momento de seleccionar nombres, [www.airsupply.org](http://www.airsupply.org) sí que estaba disponible y parecía una buena opción, ya que el proyecto se podría englobar dentro de una organización y la terminación .org está favorecida por Google en su motor de búsqueda (al igual que otras como .com). No obstante, debido a que una página de compra y venta de dominios localizó el IP utilizado en la búsqueda de dominios, compró el dominio, ofreciéndolo por 40.000 € en el momento de la compra.

Por lo tanto, se decidió añadir una palabra más en el dominio, quedando en [www.airsupplydrones.com](http://www.airsupplydrones.com). A pesar de que el nombre es más largo y eso es negativo, tiene varios puntos positivos:

- La terminación es .com, que es la más habitual y es favorecida en los motores de búsqueda.
- El nombre se mantiene (AirSupply) y simplemente se le añade drones, que es parte del proyecto, por lo que el dominio es más explicativo de lo que hubiese sido [www.airsupply.com](http://www.airsupply.com).
- El hecho de que la palabra drones esté incluida en el dominio ayuda al posicionamiento en los motores de búsqueda o SEO (*Search Engine Optimization*), ya que es probable que se busque la web utilizando la palabra drones, que además es igual en inglés y en español.

Para comprar el dominio es necesario hacerlo a través de alguna de las webs que los ofrecen. Las más conocidas son 1and1 y GoDaddy. Estas compañías suelen ofrecer otros servicios como el hosting, que se incluyen en un mismo paquete.

Para el proyecto se ha utilizado 1and1, ya que la web de la Fundación de Ingenieros del ICAI para el desarrollo utiliza un paquete de hosting con páginas ilimitadas, por lo que se podía hacer el hosting con 1and1 sin coste alguno. Por lo tanto, el dominio se ha comprado por 0,99 € en 1and1 y con duración de un año. A partir de entonces, el coste del dominio sube a 9,99 €/año.

#### 4.3.4. Hosting

El hosting es el lugar en el cual se almacena la web y dónde se procesa cuando los usuarios interactúan con ella. Hay multitud de proveedores de servicios de hosting, cada cual con diferentes ofertas de servicios y precios.

Para la web del proyecto se ha utilizado 1and1, como se ha indicado anteriormente, ya que el plan de hosting que la Fundación tiene contratado para su página web incluye un número ilimitado de páginas web. Por lo tanto, simplemente había que comprar el dominio desde la cuenta de la Fundación para tener el hosting ya contratado.

Para integrar el WordPress en el hosting, 1and1 permite hacerlo de manera sencilla. 1and1 ofrece una posibilidad para WordPress, que es hosting gestionado para WordPress. Este hosting además de ofrecer el servicio en sí añade varias funcionalidades extra para WordPress, así como mantenimiento y actualizaciones incluidas. Esta opción era muy interesante, sin embargo, al haber utilizado el plan de hosting de la Fundación, no se podía coger esta opción.

#### 4.3.5. Temas

El tema es la plantilla sobre la cual se construye la página web con el contenido. Son estructuras de web ya programadas y con diferentes diseños, que tienen herramientas integradas para poder añadir contenido sin necesidad de programar.

Es importante que un tema esté bien programado y actualizado, ya que es la base sobre la cual funciona la página web. Si el tema no fuese bueno, podría resultar en problemas al cargar la web o de funcionamiento en general, por lo que es necesario investigar el funcionamiento del tema, no sólo el diseño.

Hay temas gratuitos y de pago. Para un negocio, lo más normal es utilizar un tema de pago. En el proyecto, de cara a hacer un uso racional de recursos, se ha utilizado un tema gratuito con una previa investigación de cuáles son los que mejor funcionan entre los que no son de pago. Una vez vistos los temas que mejor rendimiento dan, se ha seleccionado el que mejor apariencia daba a la web [17].

Cuando el tema es gratuito, es muy importante realizar una investigación previa, ya que en los de pago se suele incluir un soporte técnico y actualizaciones recurrentes. Los motores de búsqueda suelen penalizar a las páginas que tienen tiempos de carga poco rápidos o que no están actualizadas.

Los temas preseleccionados han sido:

- Sydney.
- Hestia.
- Astrid.
- Talon.
- Parallax One.
- Regina Lite.
- InstantWP.

- TrueNorth.
- Mont Blanc.

De estos temas, se ha hecho una primera versión con Astrid y dos versiones posteriores con Hestia, que es la que mejor resultado ha dado. Más adelante, se mostrarán las versiones de la página web.

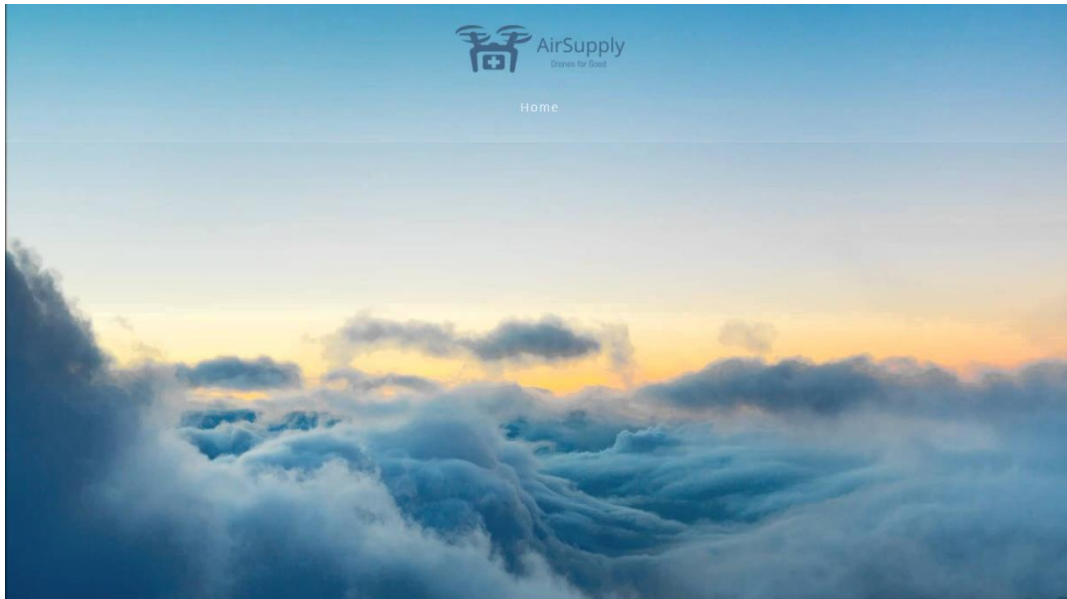
#### 4.3.6. Versiones iniciales web

Para comenzar la página web, una vez configurado el hosting y WordPress, y una vez realizada la investigación sobre temas que tienen buena funcionalidad y un diseño atractivo, se seleccionaron dos temas con los que aprender a realizar una página web. Con estos primeros diseños, se realizó un aprendizaje de cómo utilizar WordPress y se fueron probando diferentes diseños y combinaciones, para más adelante utilizar este aprendizaje para conseguir una web con aspecto más profesional.

##### 4.3.6.1. Versión con tema Astrid

El primer tema utilizado fue Astrid. Tras unas primeras versiones muy deficientes con las que se fue aprendiendo a utilizar WordPress, se llegó a una primera versión funcional.

A continuación, se muestra el resultado obtenido en dos recortes, ya que no cabe la página entera con un solo recorte:



## What we do

At AirSupply, we intend to provide developing communities with drone technology for the transportation of medical cargo. We believe that drones can solve many of the problems encountered in developing countries for the delivery of medical supply. Moreover, drones can provide a better service in terms of speed and cost.

We have designed a UAV with enough autonomy and weight capacity, so that it can be used for the transportation of medical cargo. We have developed a flight control and landing system, which enabled automated operations. Our drone is not ready yet for operations, as it needs testing.

AirSupply was born within the foundation *Fundación de Ingenieros de ICAI para el Desarrollo*, a foundation part of the School of Engineering of the university *Universidad Pontificia de Comillas*.



### The Project

At AirSupply we have the mission to bring drone technology to developing communities for the transportation of medical cargo.



### The Foundation

*Fundación Ingenieros ICAI para el Desarrollo* is a foundation, with the mission to improve living conditions of disadvantaged communities with technology and enterprise as tools for human development and social transformation.

[More](#)



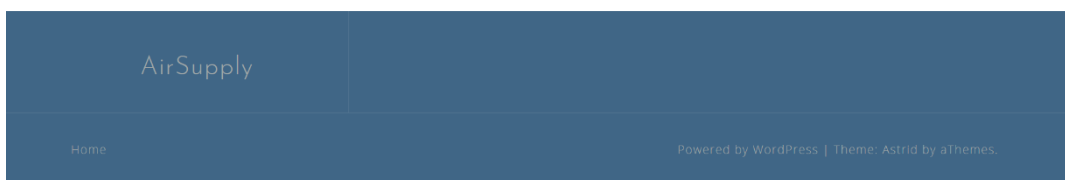
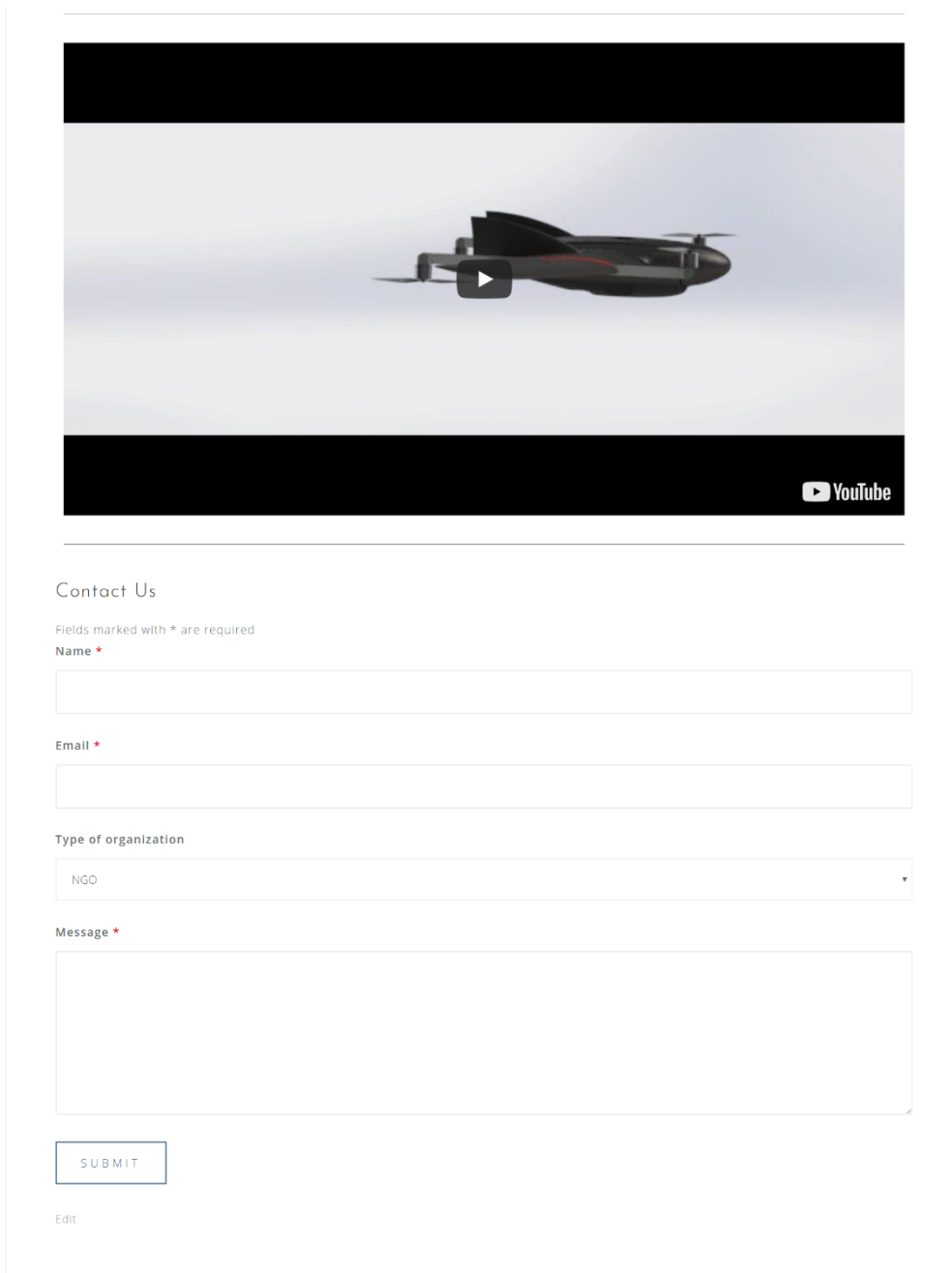
### The University

ICAI is the School of Engineering of *Universidad Pontificia de Comillas* in Madrid, Spain.

[More](#)

*Ilustración 12: Recorte superior de la versión de la web con Astrid*





*Ilustración 13: Recorte inferior de la versión de la web con Astrid*

Como se puede ver en las imágenes superiores, el resultado de la web es correcto, pero bastante mejorable.

Entre los puntos a mejorar se encuentran los siguientes:

**Formato del contenido**

El formato de contenido en “caja” no es el diseño deseado para la página web. Se prefieren diseños en los cuales el contenido ocupa toda la página web a lo ancho.

### **Contenido visual**

Para incluir más cosas, había pocas opciones visuales, por lo que se podría hacer con más texto. No obstante, se considera que la página de presentación no debería tener mucho contenido redactado. Por ejemplo, uno de los puntos que se querían incluir es el equipo.

### **Funcionalidad de la herramienta de diseño**

Otro punto negativo del tema era que la herramienta de diseño no era muy buena. Por ejemplo, en la parte en la que se hablaba de la fundación, el proyecto y la universidad, debido a los diferentes tamaños de los logos, los títulos había que alinearlos a mano con un resultado impreciso. Esto no es, ni mucho menos, lo deseable para una página web.

### **Pie de la página**

El pie de la página es la parte inferior. El diseño del tema era extraño, con una división no simétrica con líneas e indicando el nombre del tema.

### **Contenido**

Entre los puntos de contenido a mejorar de la web están los siguientes:

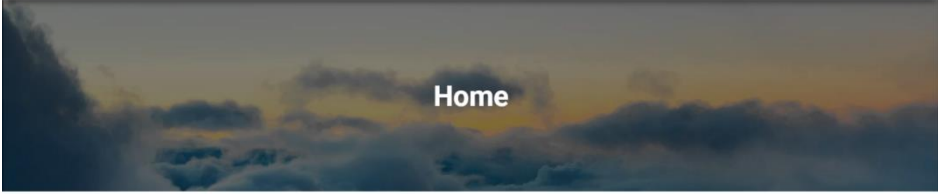
- Falta una sección con los puntos de la propuesta de valor, indicados de manera visual (por ejemplo, con iconos).
- Falta una sección con el equipo, ya que es importante hablar del equipo detrás del proyecto, en un proyecto en un estado tan embrionario.
- Se menciona a la universidad y tras una reflexión posterior, sería necesario recibir una autorización para poder incluir a la universidad como referencia en la web.

#### [4.3.6.2. Versión con tema Hestia](#)

Una vez realizada una primera versión con Astrid, se realizó un cambio de tema, trasladando todo el contenido al tema Hestia.

El resultado, por lo tanto, solo cambia en términos de diseño y de funcionalidad de la herramienta de diseño.

A continuación, se muestra el resultado:



# Home

## What we do

At AirSupply, we intend to provide developing communities with drone technology for the transportation of medical cargo. We believe that drones can solve many of the problems encountered in developing countries for the delivery of medical supply. Moreover, drones can provide a better service in terms of speed and cost.

We have designed a UAV with enough autonomy and weight capacity, so that it can be used for the transportation of medical cargo. We have developed a flight control and landing system, which enabled automated operations. Our drone is not ready yet for operations, as it needs testing.

AirSupply was born within the foundation *Fundación de Ingenieros de ICAI para el Desarrollo*, a foundation part of the School of Engineering of the university *Universidad Pontificia de Comillas*.



### The Project

At AirSupply we have the mission to bring drone technology to developing communities for the transportation of medical cargo.



### The Foundation

*Fundación Ingenieros ICAI para el Desarrollo* is a foundation, with the mission to improve living conditions of disadvantaged communities with technology and enterprise as tools for human development and social transformation.

[More](#)



### The University

ICAI is the School of Engineering of *Universidad Pontificia de Comillas* in Madrid, Spain.

[More](#)



## Contact Us

Fields marked with \* are required

Name \*

Email \*

Type of organization

Message \*

[SUBMIT](#)

Ilustración 14: Primera versión de la web con Hestia

Cómo se puede ver en la imagen, el resultado es muy similar y simplemente mejora en algún aspecto, como es la presentación del contenido sin el formato de caja. Sin embargo, hay partes que tienen peor presentación, como es el caso de la descripción de la universidad, la fundación y el proyecto.

Hubo, no obstante, una diferencia respecto al tema anterior. A pesar de que todo el contenido se traspasó directamente a una página replicada con la adaptación del formato y no hubo mucho cambio, Hestia incluye una plantilla para página principal en la que la presentación del contenido es buena y los módulos encajan en parte con el contenido que se desea plasmar en la página web.

Por lo tanto, se procedió a realizar una nueva página de inicio con la plantilla proporcionada por Hestia. En el siguiente apartado se describe esta versión.

#### 4.3.7. Versión definitiva de la web

Cómo se ha comentado anteriormente, la versión definitiva de la web se ha realizado con Hestia, debido a las opciones que ofrece su plantilla de página de inicio. Sobre esta versión se han ido realizando pequeños cambios y arreglos hasta conseguir una versión definitiva con el tema Hestia.

Se ha añadido a su vez una página más, con información sobre el dron.

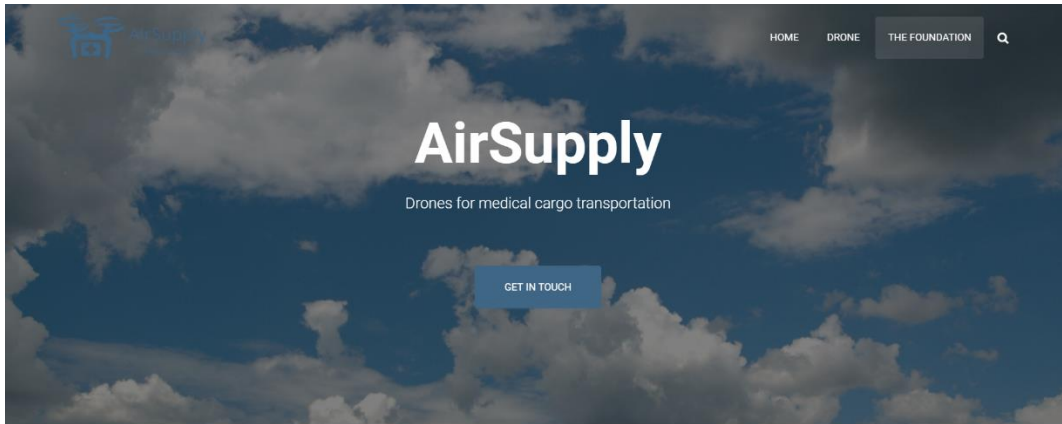
##### 4.3.7.1. Página de inicio

La plantilla de página de inicio de Hestia ofrece los siguientes módulos:

- Título.
- Características.
- Sobre (información de la compañía/proyecto).
- Equipo.
- Banda (sobre la que poner alguna frase con una imagen detrás).
- Testimonios.
- Clientes.
- Suscribirse.
- Blog.
- Contacto.

De estos módulos, no se han utilizado los siguientes: sobre, banda, testimonios, suscribirse y blog. El de “sobre el proyecto”, se ha incluido en un texto junto con las características y el de “clientes” se ha aprovechado para incluir el logo de la Fundación.

A continuación, se muestra en dos imágenes (no cabe en un solo recorte) el resultado de la web:



## Who we are

AirSupply was born with the mission to bring drone technology to developing communities for the transportation of medical cargo. We believe that drones can help overcome many of the problems encountered in developing and isolated communities, such as road conditions, while providing a better service in terms of speed and cost. We provide a simple solution to a complex problem. Our services are not ready yet, as our drone and flight control systems need further testing, but we hope to have everything prepared soon



### Drone

We have designed a drone which has autonomy to cover long distances and can lift enough weight for medical cargo transportation



### Intended Locations

Our services are designed to be implemented and used at medical centers which have trouble supplying local communities or being supplied from a main hospital, anywhere around the globe

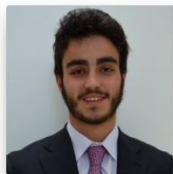


### New Transportation

Our mission is to replace current means of medical cargo transportation, which are dependent on external conditions

## Meet our team

AirSupply is backed by a team of motivated engineers with backgrounds in social cooperation, entrepreneurship, R&D and consulting



### Iñigo Rengifo

Iñigo is in charge of the development of AirSupply. He is currently finishing a Master in Industrial Engineering, while working in Neboola Startup Studio in venture development. He has a background in consulting and investment banking at McKinsey & Company and GBS Finanzas



### Ricardo Navas

Ricardo is the Manager of the foundation backing the project: Fundación Ingenieros ICAI para el Desarrollo. He has previously worked as a consultant for firms such as KPMG, PwC and Fundación Empresa y Sociedad. He has two Masters in ESADE in Management of NGOs and Leadership & Social Innovation



### Rodrigo Álvarez

Rodrigo is the drone designer. He is an Industrial Engineer and he is currently working at HP as an R&D Mechanical Designer. He has previous experience in R&D at Altran and Lineas y Cables, SA, including a project as a consultant for Airbus



Ilustración 15: Recorte superior de la versión definitiva de la web

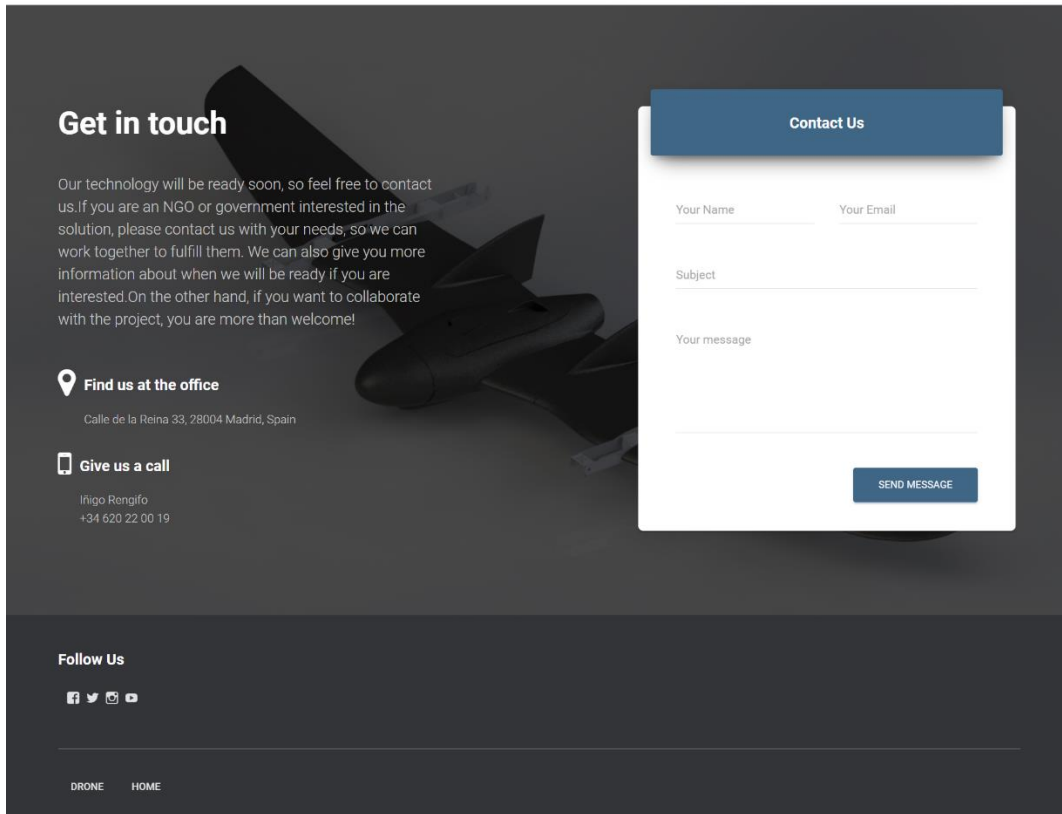


Ilustración 16: Recorte inferior de la versión definitiva de la web

Cómo se puede observar, el resultado es bastante más profesional que las versiones previas.

El menú superior contiene el icono de la web, links a las dos páginas (inicio y dron) y un link a la web de la Fundación. El formato es *sticky* y cuando se desciende, el fondo del menú se pone en blanco, pero cuando el visitante está en la parte superior de la página se funde con el fondo, como ocurre en la Ilustración 15.

En la parte superior hay una imagen de un cielo, que encaja dentro de la temática del proyecto. Debido a la ausencia de imágenes del dron volando se ha utilizado una imagen de Freemages [18] como recurso para dar un mejor aspecto a la web. Sobre la imagen se ha puesto el nombre del proyecto, con un eslogan y un *call-to-action* (llamada a la acción), que es el botón de contacto.

Debido a que todavía no se pueden contratar los servicios, la acción que podría realizar un visitante sería ponerse en contacto con AirSupply. Por lo tanto, se ha hecho el *call-to-action* con un link a la sección de contacto.

A su vez, se consigue una introducción más visual en la parte superior con los iconos. En la introducción se describe el objetivo del proyecto y con los iconos se resaltan algunos puntos importantes del proyecto. Como detalle a destacar, el icono del dron incluye un link a la página

en la que se describe el dron, por lo que, si se hace click, el usuario es redirigido a la página del dron.

Por otra parte, el módulo del equipo tiene un buen diseño y permite presentar al equipo de una manera atractiva visualmente. En un proyecto en estado embrionario, es de gran importancia el equipo que hay detrás, por lo que se ha considerado de la suficiente relevancia como para incluirlo en la página de presentación. Cada miembro del equipo tiene una breve descripción y un link al LinkedIn de cada uno.

Después se ha incluido el logo de la Fundación de Ingenieros ICAI para el desarrollo, ya que es la entidad asociada al proyecto. En el icono hay un hipervínculo a la página web de la Fundación.

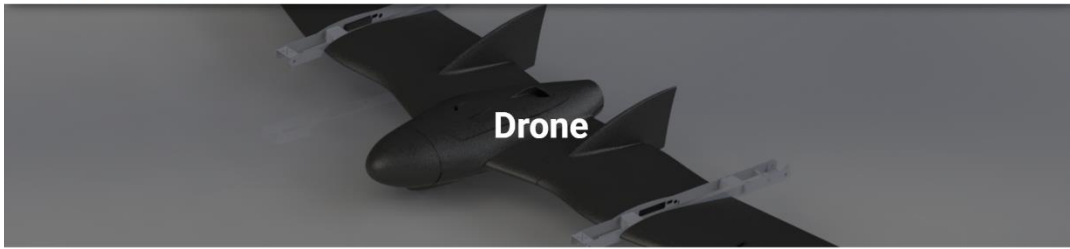
Se ha realizado un formulario, que se puede ver en la Ilustración 16, mediante el *plug-in* Pirate Forms (ver apartado 4.3.8). El diseño es muy atractivo y se puede poner de fondo una imagen, que en este caso es la del dron. Con realizar el formulario sobre la web, se envía automática un email a una dirección de correo electrónica seleccionada. El formulario es de suma importancia, ya que es equivalente a una compra en una web en la que se pudiesen realizar compras directamente. Cualquier contacto, en principio, significaría una persona interesada en el proyecto, tanto para su uso, como para colaborar, por lo que sería un éxito.

Finalmente, el pie de página tiene un aspecto más profesional y se han añadido links a las diferentes redes sociales en las que podría estar el proyecto. Por el momento, no hay ninguna creada, por lo que el link de los iconos no redirige a ninguna red social válida. Cabe destacar que se ha eliminado de la esquina inferior derecha "*Hestia | Powered by WordPress*" añadiendo código CSS, que es el código que se utiliza para programar el estilo y formato de la web.

#### 4.3.7.2. Página del dron

Se ha considerado importante realizar una página aparte en la cual se describiese en mayor profundidad el dron, que es la piedra angular del proyecto y cualquier persona interesada desearía recibir más información sobre el dron en sí, por lo que es importante describirlo en la página web de presentación del proyecto.

A continuación, se muestra una imagen con la página en la cual se describe el dron. Esta página se encuentra en una página diferente a la de inicio:



**Up to 0.5 kg of medical cargo**

The drone has been designed to carry up to 0.5 kg of cargo



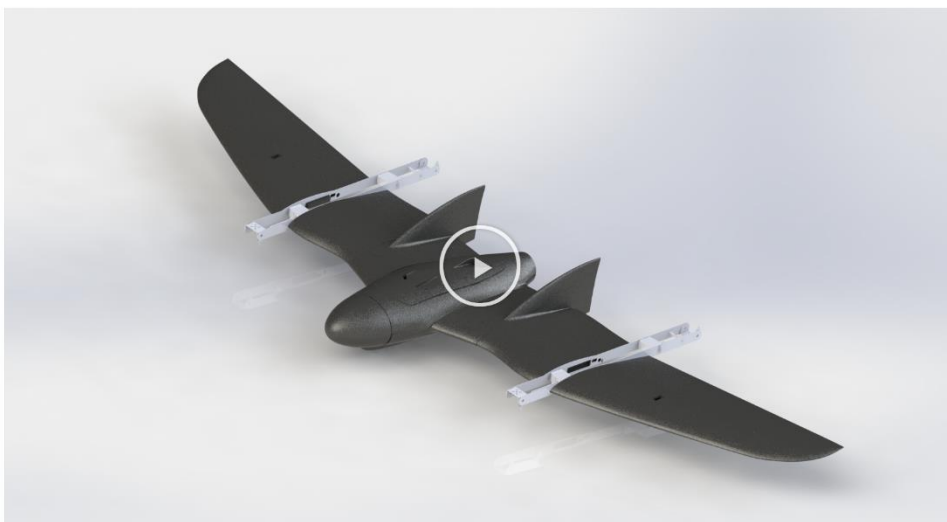
**Around 120 km autonomy**

The estimated range of the drone is around 120 km with up to 1.5 hours flight autonomy



**Automated operations**

We are programming a flight control system, so that the flight can be fully automated



The drone has been designed using the structure of an RV Jet, which will have four propellers incorporated. The aerodynamics of the vehicle enable it to gain lift and consume energy only in propulsion, so that the autonomy is extended to around 1.5 hours, with a range of around 120 km. Conventional drones use too much energy on lift while flying and that is the reason why their range is lower.

The four propellers will rotate so that the drone can have a vertical landing and take-off, as it is shown in the video below.





We are currently developing a flight control system, so that the flight operations can be automated. With infrared beacons, we enable the drone to have an accurate landing, preventing mistakes in the landing process.

For further information, feel free to contact us.

[Contact us](#)



Follow Us

---

DRONE HOME

Ilustración 17: Página del dron de la versión definitiva de la web



En la página, se describen las características principales del dron en la parte superior: autonomía, capacidad de carga y automatización de las operaciones.

Después, se incluye un video en el que se muestra de manera visual el funcionamiento del dron. Cabe destacar, que la integración del video en el contenido (*widget*) es mejor que en otras versiones de la página, en las cuales se incluían márgenes y los controles propios de YouTube, como se puede ver en la Ilustración 13.

En esta página se describe en mayor profundidad el dron, terminando con un *call-to-action* redirigido al formulario de contacto.

Se ha vuelto a poner el logo de la Fundación de Ingenieros del ICAI para el Desarrollo, ya que da un mejor aspecto y sirve para resaltar de nuevo la colaboración con la Fundación. Por otro lado, la existencia de imágenes en la página ayuda al posicionamiento en los motores de búsqueda, por lo que se ha decidido incluir la imagen. Más adelante se describirá en más detalle.

Por último, se han realizado animaciones en los diferentes elementos de esta página. Por ejemplo, el icono y el texto sobre la capacidad de carga aparecen desde la derecha al abrir la web. Estas animaciones mejoran la experiencia de usuario y dan una mejor sensación de la web.

#### 4.3.8. Plug-ins

Los *plug-ins* son herramientas y programas integrados en el propio WordPress, que son de gran utilidad para la página web. Los hay de todos los tipos, desde formularios que se integran en la web, herramientas para el SEO, herramientas para páginas de compras, etc.

A continuación, se detallan los *plug-ins* utilizados para la página web de AirSupply.

##### **a3 Lazy Load**

a3 Lazy Load ayuda a que la página web cargue más rápido actuando sobre imágenes y videos. Esto es importante, ya que las imágenes y los videos son una de las causas principales de que las páginas web tarden en cargar.

En vistas a que cuando el proyecto esté funcionando, la web tendrá varias imágenes y videos, se ha considerado interesante.

##### **Akismet Anti-Spam**

Akismet monitoriza los comentarios de la web y los formularios rellenos para detectar spam y actuar contra él. Contenido spam es un problema habitual en las webs y que podría surgir, por lo que es interesante añadir este *plug-in* para automatizar el proceso de revisión.

##### **Broken Link Checker**

Este *plug-in* monitoriza los links que hay en la web y las imágenes para ver si funcionan correctamente.

##### **Duplicator**

Duplicator permite crear versiones de la página web y exportarlas a un archivo, que puede ser importado en WordPress en un futuro. Es muy útil para crear copias de seguridad e ir guardando versiones de la web.

También se puede utilizar para migrar el contenido de la web a otro dominio, por ejemplo.

## Elementor

Elementor es un editor alternativo al editor de web de Wordpress.org y al editor propio del tema.

Permite configurar la página de una manera más intuitiva y es útil para páginas secundarias que no tengan módulos preconfigurados, como suele ser el caso de las páginas de inicio.

## Pirate Forms

Es un *plug-in* para incluir formularios dentro de la web que te permite elegir los campos, configurar a quien se envía el formulario, automatizar un mensaje de respuesta y se encarga de integrar todo en la web.

Hay muchos *plug-ins* de formularios, pero Pirate Forms es el que funciona con el tema que se ha seleccionado: Hestia.

## Google Analytics for WordPress by MonsterInsights

El *plug-in* de MonsterInsights permite integrar Google Analytics en la página web de manera sencilla y sin necesidad de programar.

Google Analytics es muy útil para monitorizar el rendimiento y visitas de la web, para así poderla optimizar y tener información útil para el proyecto.

A continuación, se muestran capturas de la información que se puede obtener con MonsterInsights:

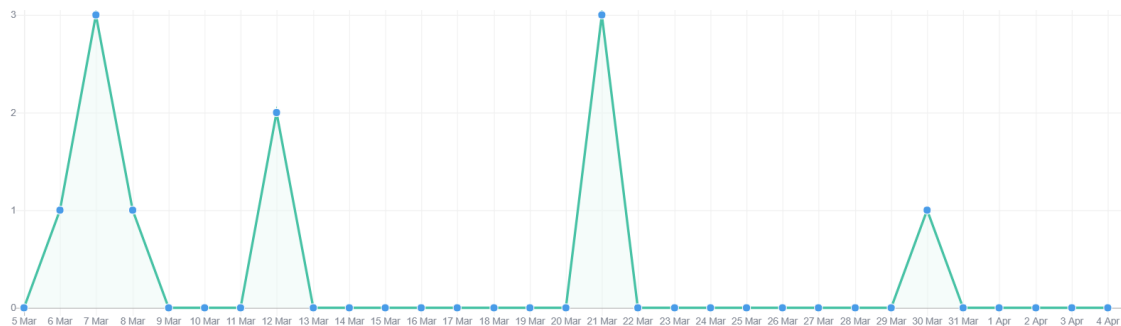


Ilustración 18: Número de visitas en el mes de marzo a la web de AirSupply

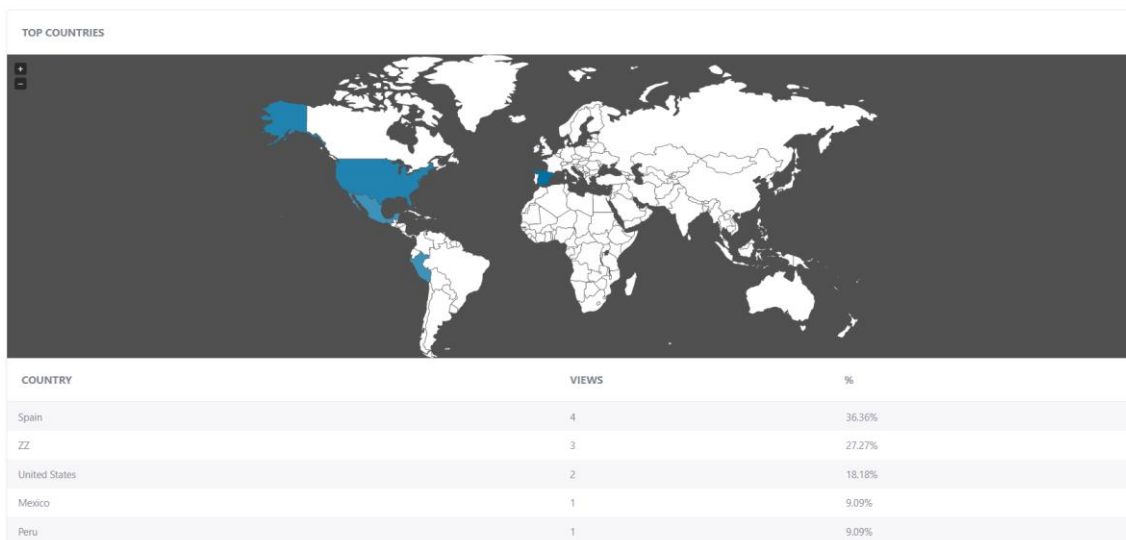


Ilustración 19: Procedencia de las visitas a la web de AirSupply en marzo

### Jetpack

Jetpack es un *plug-in* que engloba diferentes funcionalidades, tanto de seguridad, como de marketing o SEO entre otros. Por ejemplo, Akismet Anti-Spam viene incluido dentro del “pack” de Jetpack.

Es un *plug-in* gratuito, y con funcionalidades útiles, por lo que se ha instalado.

Ofrece la posibilidad de monitorizar visitas también.

### Orbit Fox Companion

Este *plug-in* contiene módulos que se pueden añadir a la web, al editor de la web, a otros *plug-ins* y a los temas. En concreto, tiene un módulo que mejora el rendimiento de Hestia (el tema utilizado) y herramientas de edición para Elementor, que es el *plug-in* para editar la web que se ha detallado más arriba.

### Yoast SEO

Yoast SEO es una herramienta que monitoriza la web y su contenido para optimizarla de cara los motores de búsqueda (*Search Engine Optimization*). Evalúa los diferentes aspectos que los motores de búsqueda como Google penalizan o promueven, para fomentar que la web esté lo mejor preparada posible.

Entre los elementos que monitoriza, están el contenido, el número de palabras que hay en la web o el uso de las palabras clave por las que se quiere que puedan encontrar la web, entre otros.

Ayuda a configurar Google Search Console por ejemplo, que es una herramienta indispensable para las páginas web y que el contenido esté en línea con lo que Google busca.

### 1and1 Assistant

Es un *plug-in* que se instala por defecto al tener 1and1 contratado para el hosting de la web.

### 4.3.9. Herramientas de Google

Google tiene a disposición de usuarios diferentes herramientas que son útiles para monitorizar el rendimiento de la página web. Anteriormente, se ha detallado un *plug-in*, MonterInsights, que colabora en el uso de Google Analytics.

Las dos herramientas que se han configurado para el proyecto han sido Google Analytics y Google Search Console.

En este apartado se describen sus funciones y su configuración para la web. Más adelante se describirán los resultados obtenidos.

#### 4.3.9.1. Google Analytics

Google Analytics es una herramienta muy poderosa de Google, que permite obtener resultados e información sobre el tráfico de la web.

Las posibilidades de resultados y métricas son muy extensivas y no solo se reducen a las visitas, sino que permite evaluar el comportamiento de los usuarios dentro de la propia web.

A un nivel básico, Google Analytics permite monitorizar resultados como:

- Número de visitas.
- Procedencia de las visitas.
- Tiempo medio empleado en la web.
- Número de páginas visitadas dentro.
- Canales.
- Recurrencia de usuarios (nuevos vs recurrentes).
- Etc.

A continuación, se muestran capturas de los paneles de control, con algunas de las métricas indicadas:

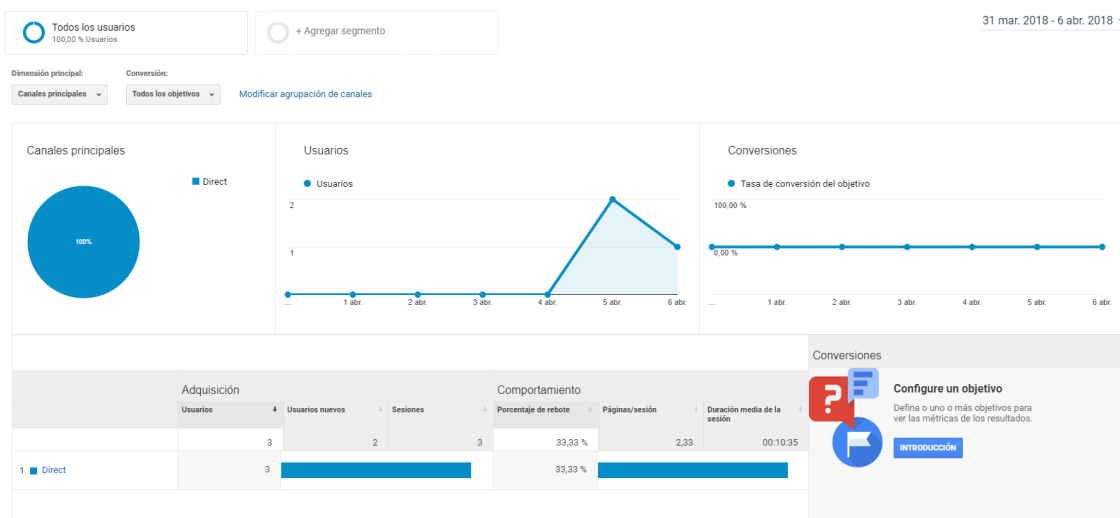


Ilustración 20: Panel de control de adquisiciones de Google Analytics

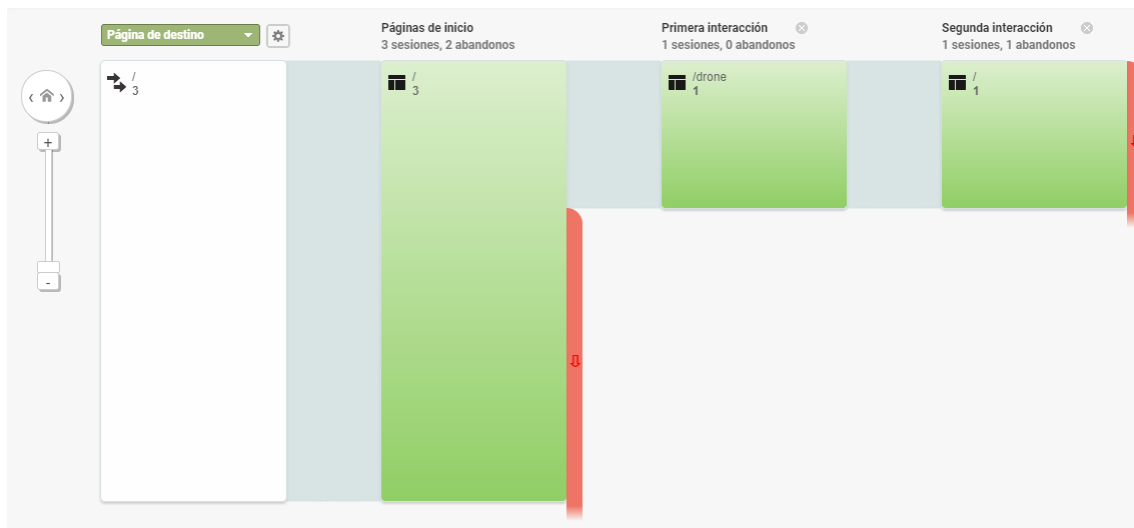


Ilustración 21: Panel de flujo de comportamiento semanal

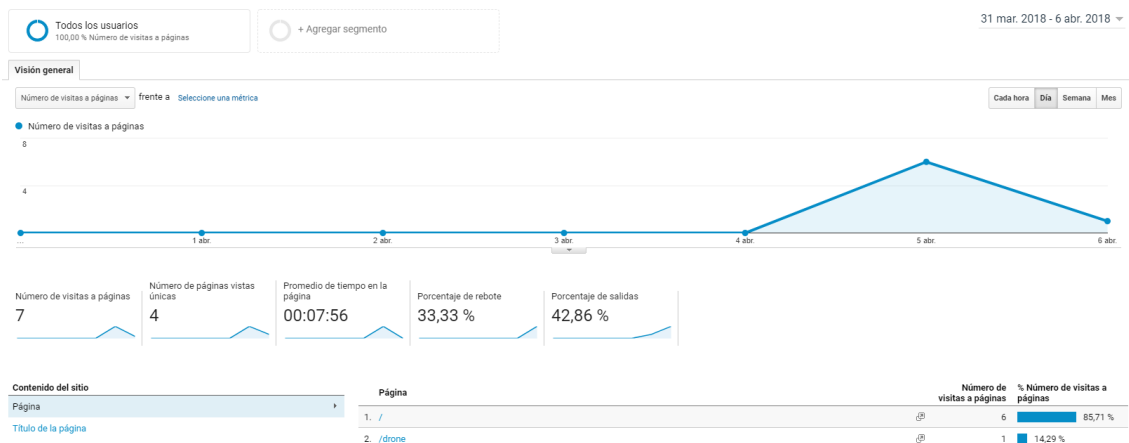


Ilustración 22: Panel de control de visión general semanal

En la Ilustración 22, se muestra el panel de control de visión general. En él aparecen las métricas más relevantes:

- Número de visitas totales temporalmente.
- Número de visitas únicas: descontando visitas repetidas.
- Promedio de tiempo en la web.
- % de rebote: % de veces que se visita la página y no se producen interacciones a partir de ello vs número de veces que se inicia la sesión en la web por esa misma página.
- % de salida: % de veces que se produce la salida por la página vs el número de veces que se ha pasado por la página en la visita a la web.
- Visitas por página.

Por otra parte, en este panel se pueden visualizar otro tipo de métricas y segmentar los datos a evaluar, por ejemplo, por tipo de canal.

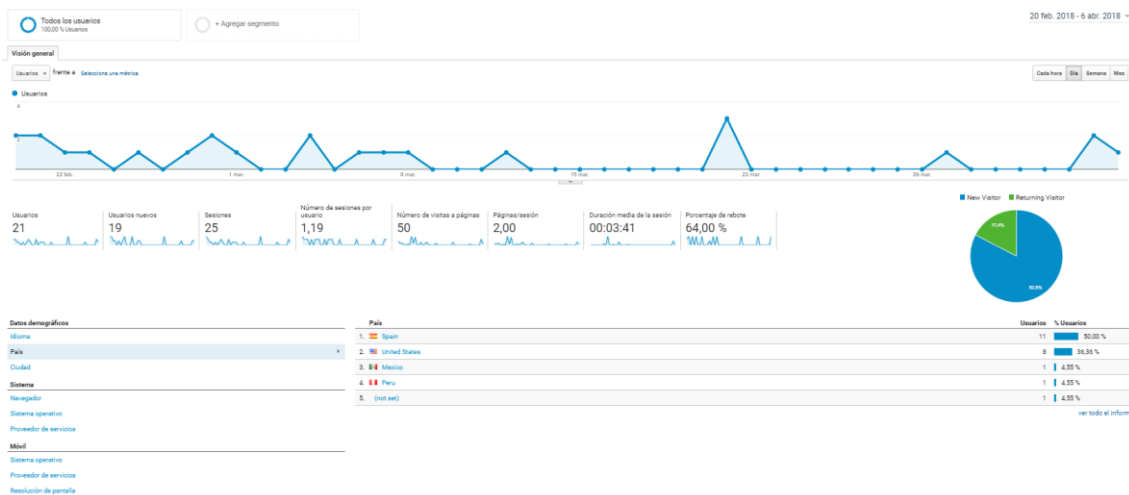


Ilustración 23: Panel de visión general de la audiencia

En la Ilustración 23, se muestra el panel de visión general de la audiencia, que ofrece información similar al panel de visión general, pero con más información sobre el tipo de usuario y la procedencia, como por ejemplo si es recurrente o la procedencia geográfica.

A su vez, se pueden elegir más métricas o seleccionar el tipo de información que se desea.

Para todas las imágenes mostradas de funcionalidades básicas, se puede elegir el horizonte temporal evaluado y se pueden generar informes, que son de gran utilidad para monitorizar el rendimiento de la web.

Asimismo, Google Analytics ofrece funciones más avanzadas. Por ejemplo, permite monitorizar a los visitantes y clasificarlos por intereses y datos demográficos como la edad o el sexo. Esta información no se dispone de muchos usuarios, por lo que es solo de una muestra pequeña de usuarios. Es la misma información que Google utiliza para segmentar a los clientes si realizas campañas de marketing con ellos.

Por otra parte, permite fijar objetivos y definir variables para monitorizarlos. Por ejemplo, objetivos para la web de AirSupply podrían ser que rellenasen un formulario, que viesen un video en la página o que estuviesen un tiempo mínimo en la página. Se podría medir el número de veces que sucede este evento, el % de veces respecto al total de visitantes. Utilizar los objetivos puede ser interesante para ir evaluando la evolución de la página o el efecto de acciones como podría ser una campaña de marketing.

Finalmente, otra de las opciones interesantes que ofrece Google Analytics, es integrarse con Google AdWords, que es la herramienta de Google para realizar campañas de marketing con palabras clave en el motor de búsqueda. Esto permite evaluar el rendimiento de estas campañas y si en algún momento se utilizasen en AirSupply, sería de gran interés.

#### 4.3.9.2. Google Search Console

Google Search Console es un servicio gratuito de Google, que permite obtener información y supervisar el rendimiento de la página web en el motor de búsqueda. A diferencia de Google Analytics, Google Search Console está más enfocada al posicionamiento en el motor de búsqueda.

Primero, te ayuda a comprobar que la página web es reconocida por Google y que aparece en los resultados de búsqueda. Te informa sobre errores o problemas que puedan estar surgiendo.

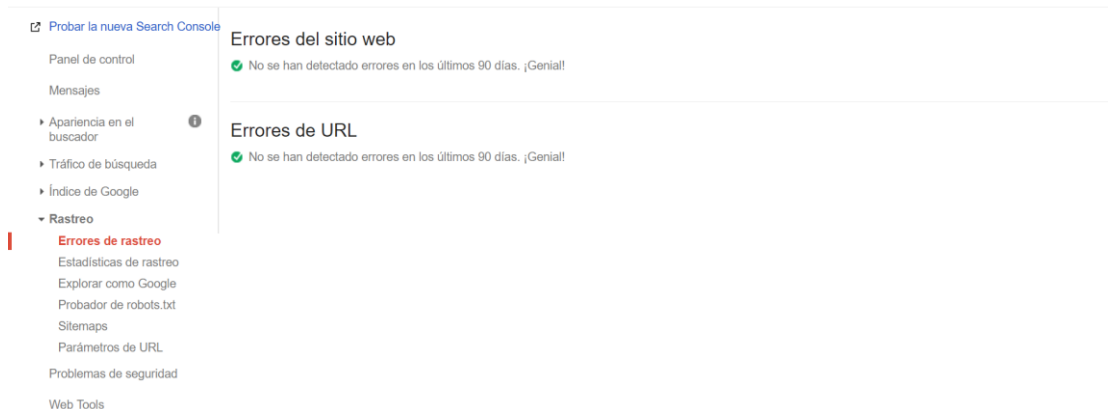


Ilustración 24: Informe de errores de Google Search Console

Por otro lado, permite configurar como aparece la página web en el motor de búsqueda: dominios preferidos, versiones, contenido, etc.

Además de la parte de gestión y configuración de la apariencia en el motor de búsqueda, Google Search Console ofrece herramientas para monitorizar el rendimiento de la web en los motores de búsqueda de Google. Entre las métricas y resultados que se pueden consultar:

- Número de clicks.
- Procedencia de los clicks, tanto de geografía como de sitio web.
- CTR (*Click Through Rate*): el número de veces que se hace click vs el número de impresiones (% de conversión).
- Enlaces a la web y rendimiento.
- Comportamiento en resultados móviles.

En la siguiente imagen se muestra el panel de control de la última versión de Google Search Console (en modo Beta todavía):

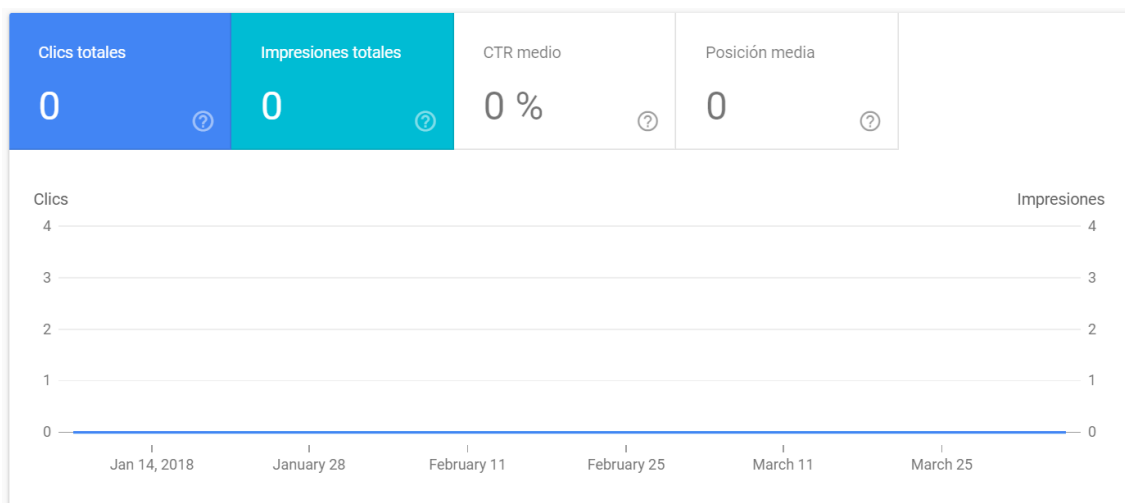


Ilustración 25: Panel de control de Google Search Console

Como se puede observar, debido a que no se ha configurado el posicionamiento de la web en los motores de búsqueda en el momento de la captura, no hay resultados.

#### 4.3.10. Configuración del SEO

El SEO (*Search Engine Optimization*), son todas las acciones realizadas con el objetivo de mejorar la presencia en los buscadores, principalmente en Google. La presencia que se busca mejorar es la orgánica, no la de pago, por lo que conseguir un buen SEO puede ayudar a atraer clientes sin coste alguno.

Para tener un SEO bueno, es necesario optimizar la página web de forma que esté en línea con los criterios que Google (a partir de ahora se referirá a Google como buscador) valora más, para que, con su algoritmo de indexación, tenga mejor presencia en el motor de búsqueda.

Entre los diferentes elementos que se deben tener en cuenta, se encuentran los siguientes:

- Dominio.
- Densidad de palabras clave que son utilizadas para buscar la web (por ejemplo, dron), tanto si es excesiva como si es escasa.
- Texto que aparece en el buscador (meta-descripción).
- Dominio.
- Imágenes.
- Velocidad de carga de la web.
- Interacción de los usuarios en la web.

La mejora del SEO se realiza con ayuda de herramientas que analizan la web e indican los puntos positivos y negativos del SEO, así con acciones como el denominado *White* SEO, que sería buscar la web en Google y entrar en ella, para que Google interprete como positiva la aparición de la web con las palabras clave utilizadas.

Las dos herramientas principalmente utilizadas para el proyecto han sido Yoast SEO y WooRank.

##### 4.3.10.1. Yoast SEO

Como se ha indicado anteriormente, Yoast SEO es un *plug-in* de WordPress que ayuda a mejorar el SEO de la página web.

Yoast SEO analiza el contenido de las diferentes páginas dentro de la web, así como la apariencia en Google (meta-descripción y *snippet*). El *snippet* es el cuadro entero que se muestra para cada entrada en Google y contiene en título, el link y la meta-descripción.

 Snippet preview



#### Drone - AirSupply Drones

[airsupplydrones.com/drone/](https://airsupplydrones.com/drone/) ▼

Our **drone** is designed for the transportation of medical cargo through distances of up to 120 km. The vehicle still requires field testing in order to be ready

*Ilustración 26: Snippet de la página "dron" de AirSupply (fuente: WordPress)*



La web de AirSupply dispone de dos páginas, principal y dron, como se ha indicado anteriormente.

La página principal está hecha sobre una plantilla de página de inicio disponible con el tema utilizado. Debido a un problema del tema utilizado o de Yoast SEO, la herramienta no es capaz de encontrar el contenido de la página de inicio, ya que interpreta que no hay contenido. Por lo tanto, no se ha podido utilizar Yoast SEO para la página principal.

No obstante, sí que se ha podido utilizar para analizar la página “dron” y los *snippets* y meta-descripciones en Google.

A continuación, se muestra un análisis realizado una vez preparada la página “dron” y el análisis posterior una vez realizados los cambios indicados en el primer análisis para mejorar el SEO:

**Problems (5)**

- The keyword density is 3.5%, which is over the advised 2.5% maximum; the focus keyword was found 7 times.
- No meta description has been specified. Search engines will display copy from the page instead.
- No images appear in this page, consider adding some as appropriate.
- The text contains 201 words. This is below the recommended minimum of 300 words. Add more content that is relevant for the topic.
- No internal links appear in this page, consider adding some as appropriate.

**Improvements (3)**

- You have not used the focus keyword in any subheading (such as an H2) in your copy.
- No outbound links appear in this page, consider adding some as appropriate.
- The SEO title is too short. Use the space to add keyword variations or create compelling call-to-action copy.

**Good results (4)**

- The focus keyword appears in the first paragraph of the copy.
- The SEO title contains the focus keyword, at the beginning which is considered to improve rankings.
- The focus keyword appears in the URL for this page.
- You've never used this focus keyword before, very good.

**Problems (1)**

- The text contains 198 words. This is far below the recommended minimum of 300 words. Add more content that is relevant for the topic.

**Improvements (3)**

- You have not used the focus keyword in any subheading (such as an H2) in your copy.
- The images on this page are missing alt attributes.
- The SEO title is too short. Use the space to add keyword variations or create compelling call-to-action copy.

**Good results (9)**

- The focus keyword appears in the first paragraph of the copy.
- The keyword density is 2.5%, which is great; the focus keyword was found 5 times.
- The meta description contains the focus keyword.
- The meta description has a nice length.
- This page has 0 nofollowed outbound link(s) and 1 normal outbound link(s).
- This page has 0 nofollowed internal link(s) and 1 normal internal link(s).
- The SEO title contains the focus keyword, at the beginning which is considered to improve rankings.
- The focus keyword appears in the URL for this page.
- You've never used this focus keyword before, very good.

*Ilustración 27: Análisis de Yoast SEO, análisis previo (izda.), análisis posterior (dcha.)*

Por poner algún ejemplo de los cambios realizados:

- Se ha incluido una imagen con un link, para solucionar el problema de ausencia de imágenes y links.
- Se ha realizado la meta-descripción.
- Se ha reducido la densidad de la palabra clave (*drone*), ya que estaba por encima de lo recomendado.

Aunque quedan cosas por mejorar, con la disponibilidad de contenido que se puede poner, el resultado es satisfactorio. Sin embargo, en futuras ampliaciones de contenido, será necesario utilizar esta herramienta.

#### 4.3.10.2. WooRank

WooRank es una compañía que ofrece una herramienta de análisis de SEO para páginas web. Tiene diferentes planes de pago para tener la herramienta conectada a la página web y poder realizar análisis más profundos y continuos, pero también permite realizar un análisis gratuito del SEO de la web [19].

En el análisis gratuito, se devuelve un informe con una nota del 0 al 100 y con un análisis de varios puntos agrupados en diferentes categorías: optimización SEO, optimización móvil, usabilidad, etc.

A continuación, se muestra la puntuación obtenida con el primer análisis hecho:



Ilustración 28: Puntuación de WooRank de [airsupplydrones.com](http://airsupplydrones.com)

Entre los diferentes puntos a mejorar o con errores, se encuentran los siguientes:

- Un mapa del sitio (*sitemap*) que no tenía validez.
- Ausencia de blog.
- Corta vida del dominio (vs. creación y vs. expiración).
- Velocidad de carga desde dispositivos móviles (necesidad de optimizar tamaño de archivos y el código).
- Minimización de recursos y optimización de código
- Ausencia de redes sociales.
- Estimación de tráfico.

De los puntos anteriores, en principio se deberían poder mejorar algunos como la optimización del tamaño de archivos, eliminar el *sitemap*, crear un blog o crear las redes sociales. Los otros puntos, como la optimización de código, vienen dados por el tema y no se pueden modificar.

Un *sitemap* es un tipo de archivo generado en las páginas web, que permite a los motores de búsqueda indexar a la página web [20]. El *sitemap* que da error, es un *sitemap* creado por el *plug-in* Jetpack para que la página web sea indexada por Google News. Para poder ser indexado por Google News, es necesario estar registrado como publicador y al no estar registrada la web, da error [21]. Debido a que los dos *sitemaps* de la web se generan juntos, se ha preferido no desactivar los dos, por si pudiese generarse algún error en la indexación.

El problema principal de crear el blog y las redes sociales es que no hay contenido que se pueda subir todavía, por lo que podría ser negativo tenerlas habilitadas. Por ello, se ha decidido no crear ni redes sociales, ni un blog.

Tras realizar algunos cambios pequeños, se ha vuelto a obtener la misma puntuación:



Ilustración 29: Puntuación de WooRank de airsupplydrones.com el 30 de mayo

El resultado obtenido es muy similar al de la competencia, es decir, Zipline:

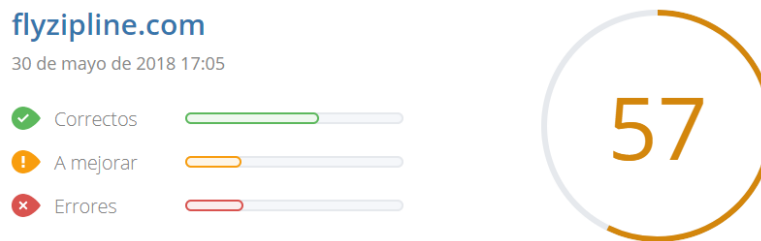


Ilustración 30: Puntuación de WooRank de flyzipline.com

Este resultado es bastante satisfactorio ya que Zipline tiene varios años de experiencia, 41 millones dólares de financiación y es líder en el transporte de material médico con drones.

Por poner en contexto la nota recibida a continuación se indican algunas notas de otras páginas [19]:

- Airsupplydrones.com: 55/100.
- Flyzipline.com: 57/100.
- Comillas.edu: 71/100.
- Repsol.com: 60/100.
- Fundacionicai.org: 56/100.
- Mercadona.es: 70/100 (con la nueva web).

Como se puede ver en los resultados, de la muestra realizada, la página web de AirSupply es la que peor resultado ha obtenido, pero muy próximo al de otras webs.

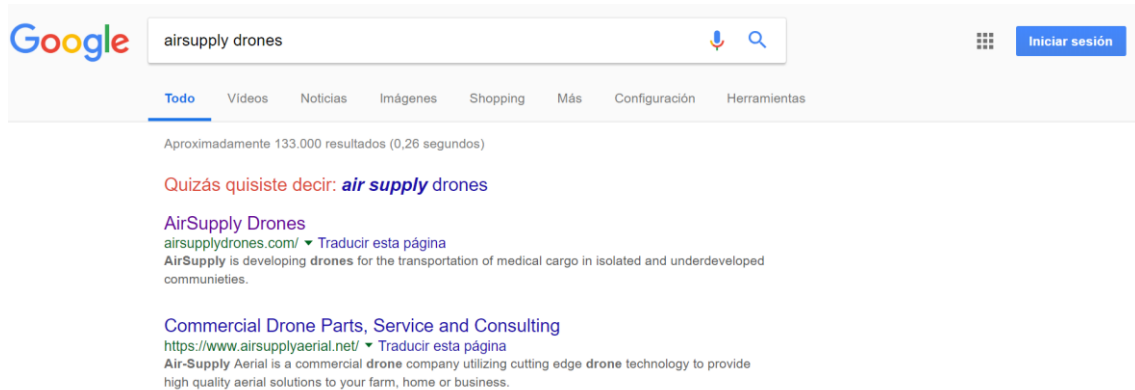
Hay varias cosas, como crear un blog, coger más dominios y crear las redes sociales, que se pueden hacer de manera sencilla una vez avance el proyecto y se conseguirían mejores resultados.

Por lo tanto, para una primera versión de la web realizada sin haber recibido ayuda externa, se considera un buen resultado.

#### 4.3.10.3. Presencia en Google

El objetivo de lo descrito en el apartado 4.3.10 es mejorar la presencia en Google para que, si posibles clientes, colaboradores o individuos buscan a AirSupply en internet o investigan proyectos con drones, sean capaces de encontrar la página.

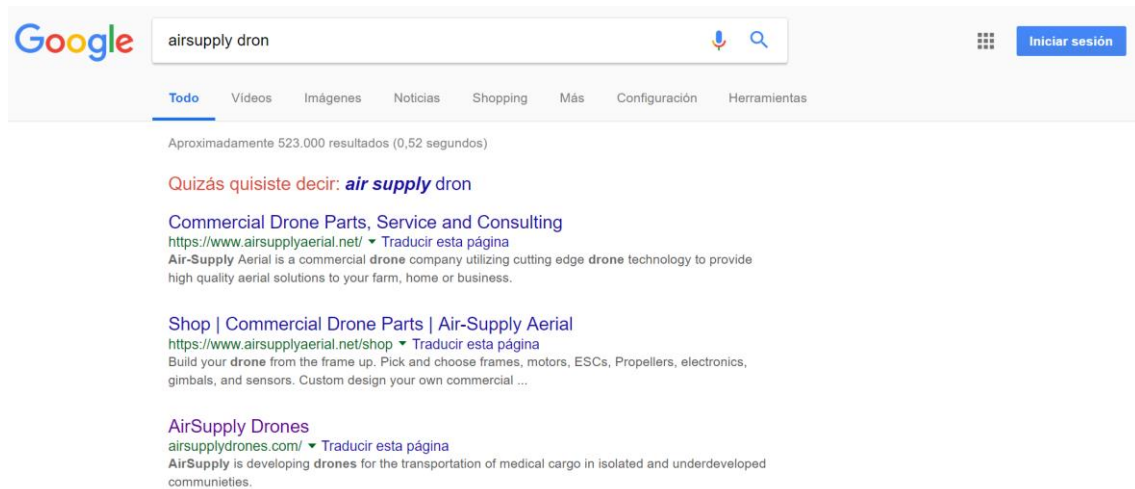
Si en Google se pone “airsupply drones”, que sería algo intuitivo para una persona de habla hispano o inglesa, que piense en AirSupply y para mejorar el resultado de búsqueda especifique “drones”, la página aparecería en primera posición [22]:



*Ilustración 31: Resultado de búsqueda de airsupply drones (fuente: Google)*

Por otra parte, si se pusiese simplemente “airsupply”, el resultado no es bueno, ya que hay un grupo de música que se llama así y todos los primeros resultados son sobre ellos. Por lo tanto, una persona buscando AirSupply que obtuviese ese resultado, añadiría “drones” o “dron” (o “drone” si es en inglés) para obtener un buen resultado.

Si se añadiese “dron”, que sería el singular, la web aparecería como el tercer resultado [22]:



*Ilustración 32: Resultado de búsqueda de airsupply dron (fuente: Google)*

Por último, si se añade “drone”, que sería el singular en inglés, la página de inicio aparecería en tercera posición y la página del dron en cuarta posición [22]:

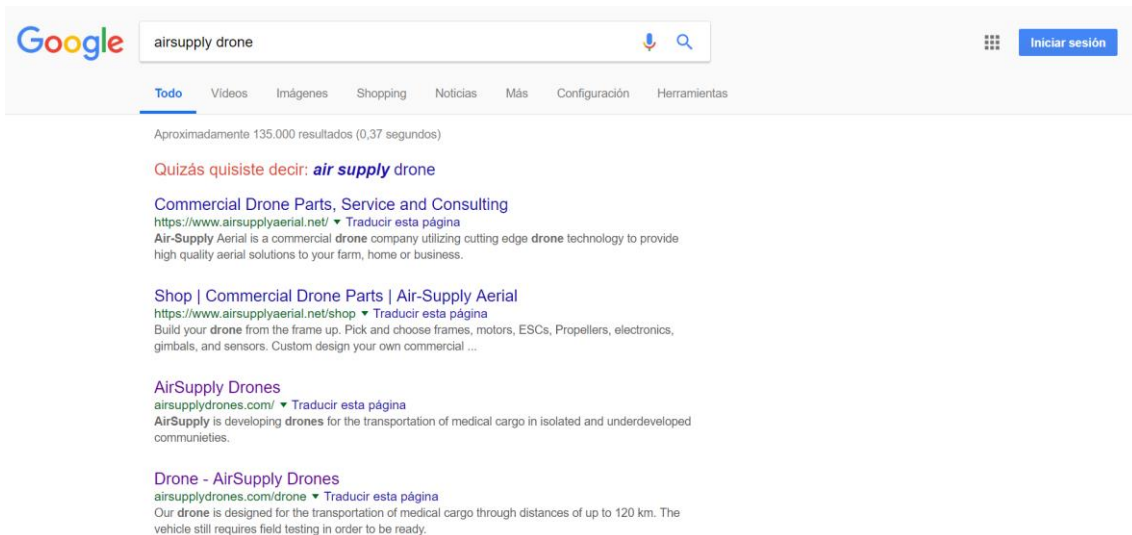


Ilustración 33: Resultado de búsqueda de airsupply drone (fuente: Google)

A raíz de los resultados se puede considerar que se ha realizado un SEO satisfactorio, ya que se cumple con el objetivo de estar bien posicionado sin haber utilizado medios de pago. El hecho de que aparezca en primera posición poniendo “airsupply drones”, que para alguien que conociese la compañía sería seguramente la forma más intuitiva de buscarlo, es un buen resultado.

#### 4.3.11. Resultados finales de la web

Se ha considerado interesante incluir los resultados de la web en términos de visitas y su procedencia a fecha de la conclusión del proyecto.

Los datos mostrados en este apartado han sido obtenidos de Google Analytics.

La evolución del número de usuarios y su comportamiento, se muestran en el siguiente panel:

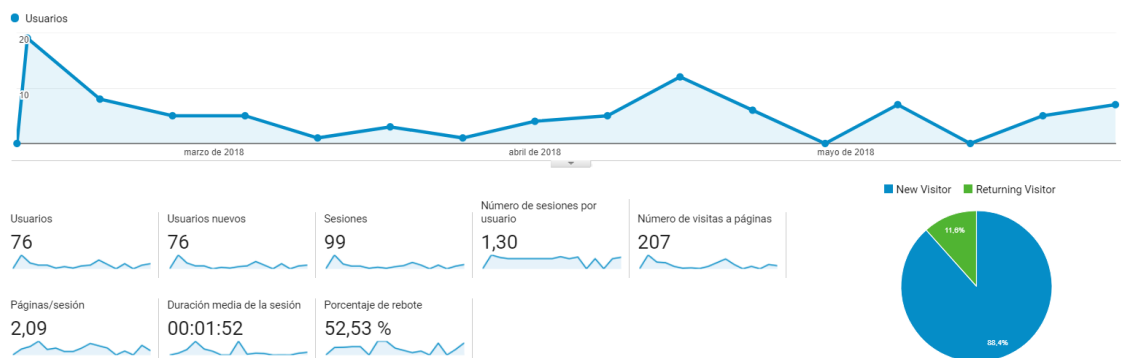


Ilustración 34: Panel de visión general de la audiencia a 31 de mayo de 2018






Como se puede ver en la gráfica, la distribución temporal de los usuarios ha sido irregular, con un pico al crearse la web.

Es significativo que la duración media de la sesión es cercana a los dos minutos, que es un tiempo elevado y que el número de páginas por sesión es superior a dos (2,09), habiendo solo dos páginas. Por lo tanto, de media, un usuario visita las dos páginas y en algún caso vuelve a visitar otra de las páginas.

Las cifras de visitas han sido las siguientes:

- Usuarios: 76.
- Sesiones: 99.
- Visitas a páginas: 207.

A continuación, se muestran los usuarios por origen geográfico:

País	Usuarios	% Usuarios
1.  Spain	39	50,00 %
2.  United States	28	35,90 %
3.  China	2	2,56 %
4.  United Kingdom	2	2,56 %
5.  India	2	2,56 %
6.  Switzerland	1	1,28 %
7.  Colombia	1	1,28 %
8.  Mexico	1	1,28 %
9.  Peru	1	1,28 %
10. (not set)	1	1,28 %

*Ilustración 35: Procedencia geográfica de usuarios a 31 de mayo de 2018*

Resulta interesante que se haya habido usuarios de 9 países diferentes, habiendo únicamente 76 usuarios.

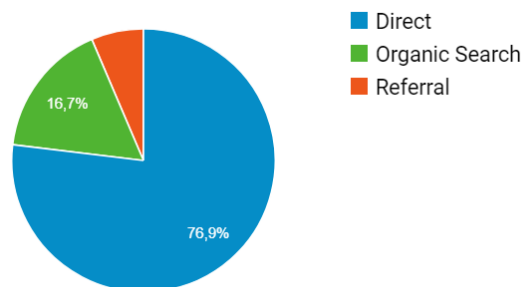
Entre Estados Unidos y España acaparan más de un 85% de los usuarios.

Es curioso, aunque no aparece en la Ilustración 35, que en los siguientes países el porcentaje de rebote ha sido del 100%, con una duración media de 0 segundos:

- China.
- India.
- Colombia.
- México.
- Perú.

Esto indica que las visitas de estos usuarios han sido por error.

Finalmente, se muestran los canales principales a través de los cuales se ha llegado a la web:



*Ilustración 36: Procedencia de usuarios por canal a 31 de mayo de 2018*

Como se puede observar, la procedencia principal es del canal directo, es decir, escribiendo directamente la dirección de la web en el buscador: [www.airsupplydrones.com](http://www.airsupplydrones.com).

Este resultado puede indicar que parte de las visitas son propias, ya que es extraño que más de un 75% de los usuarios provengan del canal directo.

El canal de búsqueda orgánica sería a través de búsqueda en Google.

Por último, el canal *referral*, que se refiere a las visitas referidas desde otras páginas web. Este ha sido el canal menos común y los tres sitios desde donde se han recibido usuarios son:

- Fundacionicai.org: 4 usuarios.
- Dropbox.com: 1 usuario.
- Editor.wix.com: 1 usuario.

Resultan curiosas las visitas procedentes de las dos últimas webs, ya que se desconoce la existencia de un link desde esas páginas.

#### 4.4. Emails de contacto

Para dar una mayor profesionalidad a los contactos que se realicen, tanto a ONGs asociadas, como a posibles colaboradores, como sería el caso de Range Video o WeRobotics, se han configurado emails asociados a AirSupply.

Por ahora, se ha configurado un email estándar de contacto, sin estar asociado a ninguna persona, que es [hello@airsupplydrones.com](mailto:hello@airsupplydrones.com) y un email con mis datos personales, que es [irengifo@airsupplydrones.com](mailto:irengifo@airsupplydrones.com).

El genérico, será utilizado para contactos más impersonales que puedan surgir, mientras que el otro se utilizará para contactos más personales.

Ambos emails se han configurado a través de 1and1, que al tener contratado el dominio con ellos, ofrecen como servicio adicional la creación de emails con el dominio contratado, en este caso, [airsupplydrones.com](http://airsupplydrones.com).

Por el momento, se mantendrán estos mails, aunque en el futuro puede ser interesante crear uno en español ([hola@airsupplydrones.com](mailto:hola@airsupplydrones.com)) y más emails asociados a las personas que participen en el proyecto.

Los emails funcionan en 1and1 y cómo es posible que no se comprueben recurrentemente, se han configurado para que los emails recibidos se reenvíen a mi dirección de correo personal, para asegurar que los emails recibidos se contesten con la rapidez que requieren.





---

## 5. Desarrollo del prototipo

---

En este apartado se detalla el desarrollo técnico del prototipo. Se comienza con el estado de desarrollo previo, a continuación, se detallan los avances necesarios para tener el prototipo listo, seguidos por los avances realizados en el proyecto presente tanto en el prototipo como en investigación de alternativas, y por último se incluye un análisis del marco legal en España, que es el marco legal que afecta al desarrollo del prototipo.

### 5.1. Desarrollo técnico previo

En este apartado se describe el estado de desarrollo técnico del prototipo antes del comienzo del proyecto.

Se subdivide en dos partes: el inicio del proyecto y cómo se pensaba en ese momento que estaba de preparado el prototipo, y una segunda parte en la que se describe un *checkpoint* realizado con Juan Luis Zamora y José Porras, dos profesores de ICAI que han estado colaborando con el proyecto, para entender el estado real de desarrollo del prototipo en mayor detalle.

#### 5.1.1. Inicio del proyecto y contexto

Como se ha descrito en el apartado de motivación (ver apartado 1.1), el inicio del proyecto surge tras una reunión con Ricardo Navas, gerente de la Fundación de Ingenieros ICAI para el Desarrollo y co-director del proyecto.

La idea detrás del proyecto era dar continuidad a un proyecto iniciado años atrás desde la Fundación para el uso de un dron para el transporte de material médico. Los mayores avances fueron realizados por Rodrigo Álvarez, que en su TFG [3] realizó un diseño de un cuadricóptero con características básicas para llevar a cabo el transporte de material médico. Más adelante, en su TFM [1] perfeccionó el diseño, principalmente para conseguir mejoras en la autonomía de vuelo, uno de los mayores defectos del diseño previo. Esta mejora de diseño se realizó utilizando un diseño de ala fija, que tiene una aerodinámica similar a la de un avión, a diferencia del diseño previo, que incorporaba la aerodinámica comúnmente utilizada en cuadricópteros. Rodrigo Álvarez es co-director del proyecto también.

Paralelamente, se han desarrollado proyectos en el ámbito de control y sistemas, para acometer la parte del sistema de despegue y control de vuelo, para poder realizar vuelos automatizados.

Por lo tanto, la idea detrás del comienzo del proyecto era dar continuidad al trabajo realizado por la Fundación hasta el momento y llevar a cabo una labor de emprendimiento, más alejada del trabajo de diseño realizado hasta el momento para intentar llevar a la realidad el proyecto.

#### 5.1.2. Checkpoint del estado del proyecto

A finales de marzo se realizó una reunión con Juan Luis Zamora y José Luis Porras, profesores de ICAI, para actualizar el estado del dron y los sistemas de control de vuelo, una vez definido el modelo de negocio y realizada la página web.

Esta actualización del estado del proyecto o *checkpoint*, se realizó con el objetivo de tener claro el estado del dron para poder comenzar los contactos con ONGs y gobiernos y así comenzar a recibir información sobre las necesidades de los clientes y que existiese la opción de cerrar un acuerdo con algún posible cliente. En este punto se considera que el proyecto ya está preparado, a falta de la información sobre el estado del dron, para realizar contactos con posibles clientes, ya que está terminada una versión profesional y funcional de la web y se le ha otorgado una identidad propia al proyecto.

Juan Luis y José han estado supervisando el trabajo de los voluntarios que han colaborado en el desarrollo del proyecto del cuadricóptero de la Fundación, previamente al comienzo de este proyecto, por lo que ellos conocían el estado del dron y de los sistemas de control.

El resumen de la reunión fue que el estado del dron está mucho más retrasado de lo esperado. El problema principal es que las partes que más retrasadas están y que suponen el cuello de botella del proyecto son las relacionadas con la parte electrónica y de sistemas de control de vuelo, las áreas en las que no se puede avanzar sin la colaboración de más personas.

A continuación, se describen en mayor detalle los temas tratados en la reunión y las partes que faltan por desarrollar o terminar del dron (estado de desarrollo del prototipo), así como las conclusiones y redireccionamiento del proyecto.

#### 5.1.2.1. Partes a terminar

El objetivo de la reunión era determinar qué faltaba por terminar del proyecto, tanto en la parte mecánica, como en la parte electrónica y en la parte de control de vuelo.

##### **Parte mecánica**

La parte mecánica y de construcción fue la parte que se encontraba en un estado más avanzado.

La estructura del dron estaba en buen estado y con la mayoría de las piezas montadas o a falta de montar, pero disponibles. En la siguiente imagen se puede ver el dron con algunas piezas:



*Ilustración 37: Imagen del dron desmontado y piezas*

Como se puede ver en la imagen, está la estructura, a falta de ensamblar y de algunas piezas. Las principales piezas y tareas que faltan son las siguientes:

- Carcasa de los soportes metálicos del ala para situar los servos y los propulsores. Estas piezas son las que se alojan entre las dos partes del ala (como se puede ver en la Ilustración 37) y requieren de una carcasa para cerrar el espacio que dejan abierto. Esta carcasa se puede obtener mediante impresión 3D.
- Servomotores. Faltan los cuatro servomotores que se encargarían de orientar los propulsores para el despegue o el vuelo.
- Soportes de los servos. Estas piezas se pueden realizar en impresión 3D y el modelo ya está preparado.
- Pieza para alojar las baterías. Hay una realizada para la carga, pero es necesario realizar una pieza extra.
- Unión de las baterías. Ahora mismo el método planteado es mediante unión soldada que, debido a su peligrosidad, no se ha realizado todavía. Es necesario contratar a un experto o buscar alguna alternativa. Esta unión se realizará en serie y en paralelo para conseguir la tensión e intensidad necesarias.
- Piezas extra que no se hayan podido considerar en la reunión o que puedan surgir.
- Mejora de alguna unión existente que se ha hecho de manera deficiente.

Aunque faltan piezas y tareas por completar, ninguna (a excepción de la soldadura) entraña mucha dificultad, por lo que en lo que concierne a la parte mecánica, se podría estar preparado en un plazo relativamente corto.

### **Parte electrónica**

De la parte electrónica faltaría todo por hacer y configurar.

Primero, sería necesario comprar e instalar un microcontrolador. Debido al estado actual de la tecnología, el más apropiado podría ser un microcontrolador Raspberry Pi. Anteriormente era común utilizar un Arduino, de hecho, el cuadricóptero anterior del proyecto llevaba instalado un Arduino. Un punto a favor del Arduino es que hay disponibles códigos abiertos para su uso en drones, como es el caso de Ardupilot, que fue utilizado en el anterior dron.



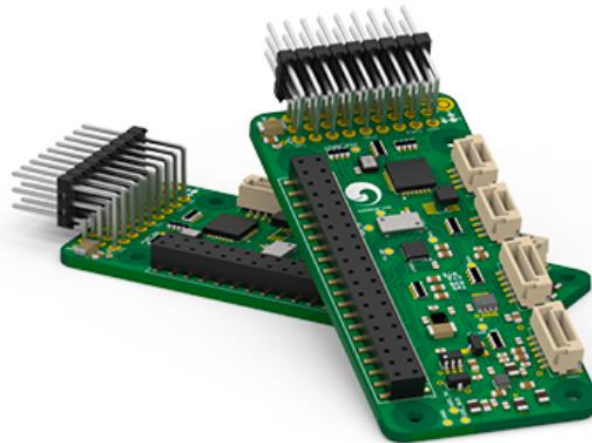
*Ilustración 38: Raspberry Pi 3 (fuente: RS)*

La Raspberry Pi, sería la encargada de reproducir los mandos generados por el código, que sería descargado sobre el microcontrolador.

Para que el microcontrolador reciba información sobre el estado del dron y definir las variables correspondientes a los grados de libertad es necesario colocar sensores que proporcionen información sobre el estado del dron. Entre estos sensores, se encuentran los siguientes:

- IMU: unidad de medición inercial (contiene 3 acelerómetros y 3 giroscopios).
- Magnetómetro.
- GPS.
- Barómetro.
- Sensor de temperatura.
- Sónar.
- Tubo Pitot.

La mayoría de estos sensores se pueden conseguir para un *hat* que se coloca sobre la placa del microcontrolador. El GPS, por ejemplo, no se encontraría en un *hat*, pero se puede añadir como extra en algunos *hats* como el PXF Mini.



*Ilustración 39: PXF Mini, hat para la Raspberry Pi (fuente: Erle Robotics)*

Por ejemplo, en la Ilustración 39 se muestra un *hat* que contiene los diferentes sensores indicados y, como se ha indicado anteriormente, permite la opción de añadir un GPS como extra.

Faltarían también los controladores electrónicos de velocidad para los motores del avión y las baterías que proporcionarían energía a los sistemas del dron. En la parte mecánica, se ha mencionado la necesidad también de diseñar un soporte y una unión entre las baterías.

Finalmente, es necesario realizar el cableado de todos los componentes electrónicos.

### **Parte de control de vuelo**

Por último, queda la parte de control de vuelo que, en principio, es la parte en la que más trabajo queda.

El diseño de un control sería necesario para que el dron pudiese volar de manera autónoma.

Por norma general, se suele diseñar primero el control para un modelo del dron y se realizan simulaciones con las que se va perfeccionando el modelo. Una vez se ha perfeccionado el modelo, se comienzan a realizar pruebas de vuelo reales en las cuales se perfecciona el control de acuerdo con las características reales del dron, que son diferentes a las del modelo.

La realización de un modelo ahorra tiempo de pruebas de vuelo y, sobre todo, accidentes en estas pruebas, ya que un control que nunca se ha probado con un modelo con casi total seguridad resultaría en fallos en una prueba de vuelo.

Por lo tanto, lo primero que haría falta para poder realizar los controles, sería un modelo del dron. Este modelo debe ser capaz de reproducir con gran precisión las características de la aeronave, principalmente las aerodinámicas, como pueden ser coeficientes de sustentación o de arrastre. Sin este modelo, no sería posible realizar los controles.

A continuación, sería necesario diseñar los controles. El dron tiene tres configuraciones de vuelo:

- Despegue.
- Transición.
- Vuelo.

El despegue se correspondería con la fase en la cual las hélices del dron tienen su eje en una orientación vertical para generar sustentación, como si fuese un cuadricóptero convencional.

El vuelo se correspondería con las condiciones de vuelo normales, en las cuales la sustentación se generaría por la aerodinámica del dron (a causa de su avance y ángulo de ataque) y las hélices generarían impulso, ya que su eje tendría una orientación horizontal.

La transición se correspondería con el paso de modo despegue a vuelo, en la cual los rotores se irían orientando hasta coger una posición horizontal.

Sería necesario realizar un control para cada una de estas fases de vuelo, ya que actualmente no hay ningún control diseñado para el dron de ala fija. Existe un control de despegue para el cuadricóptero anterior, sin embargo, realizar la adaptación al nuevo dron implicaría realizar el trabajo casi desde cero.

Cabe destacar que controles de transición observados en drones similares no realizan una transición perfecta, sino que una vez alcanzada una altura determinada, realizan el cambio mientras el dron pierde altura, que después se recupera con el modo de vuelo normal.

Por otro lado, sería necesario integrar estos tres controles y realizar una adaptación del despegue a aterrizaje y de la transición para el paso de vuelo a aterrizaje.

Los diferentes modos de vuelo se controlarían mediante una máquina de estados.

Por lo tanto, en la parte de control de vuelo, haría falta desarrollar un modelo del dron y los controles mencionados (despegue-aterrizaje, vuelo y transición) para este modelo. Una vez perfeccionados estos controles para el modelo, se procedería a realizar pruebas de vuelo en las que se validarían y adaptarían los controles diseñados para el modelo.

Es importante tener en mente que la duración de las pruebas de vuelo estará condicionada por la calidad y precisión del modelo del dron sobre el que se realicen las simulaciones.

### 5.1.2.2. Conclusiones

De la información sobre el estado del dron, se puede obtener una conclusión muy clara: que el proyecto no está lo suficientemente avanzado como para ofrecerlo a clientes y que queda bastante trabajo por realizar para tener el dron listo.

Para poder contactar con posibles clientes y ofrecer el dron y los servicios de AirSupply, es necesario tener un horizonte temporal en el que el dron estaría listo y ciertas garantías de que lo podrá estar.

Con el estado del dron, no se puede tener ni un horizonte temporal, ni garantía de que en algún momento el dron funcionará con la precisión y características requeridas por un proyecto en el que tuviese aplicación. Al ser los clientes organizaciones sin ánimo de lucro o gobiernos realizando labores sociales, la calidad entregada al cliente tiene que ser máxima. Por otro lado, al ser zonas poco desarrolladas el foco del proyecto es necesario dar un producto robusto y con garantías, ya que las posibilidades de arreglos in situ es bastante reducida.

La parte mecánica se podría resolver en un plazo relativamente corto de tiempo y con la colaboración de algún voluntario.

La parte electrónica requeriría de más tiempo y sería el equivalente aproximadamente a un TFM para un alumno de itinerario electrónico o a una persona al cargo durante un par de meses y con compromiso.

Por otra parte, de la parte de control de vuelo sería necesario primero la realización del modelo, que debería ir a cargo de una persona con conocimientos aeronáuticos y requeriría cierta duración, para conseguir un modelo preciso. Por otro lado, haría falta realizar el diseño de los controles, que podría equivaler a varios TFMs o a una persona dedicada a ello varios meses.

Por último, sería necesario realizar las pruebas de vuelo, que requerirían un número elevado de horas, así como una complejidad logística alta. Esta labor podría ser realizada por la misma persona dedicada a la parte de control de vuelo, por las personas que realicen los TFMs o por una persona nueva. Esta última opción sería la menos óptima, ya que la persona tendría que conocer al detalle los controles para poder adaptarlos al modelo real.

En cuanto a las pruebas de vuelo, sería necesario encontrar un lugar adecuado para poder realizarlas, de acuerdo con los requisitos legales para el tipo de vuelo que se quiere realizar, es decir, vuelo experimental (ver apartado 5.5). Un sitio que podría ser adecuado sería el campus de Cantoblanco de la Universidad. En el campus disponen de un pabellón en el que es posible que se puedan realizar las pruebas de vuelo. La ley incluye como excepciones a la normativa a los vuelos realizados en recintos cerrados, por lo que el pabellón descrito podría ser muy interesante. No obstante, supondría una complejidad logística, ya que habría que desplazar hasta el campus de Cantoblanco a las personas que estén trabajando en el proyecto.

Asimismo, las pruebas que se pueden realizar en el interior de un pabellón tienen limitaciones y en algún momento sería necesario ir a algún otro lugar en el que se puedan realizar estas pruebas de vuelo.

### 5.1.2.3. Redireccionamiento del proyecto

La idea inicial era comenzar a contactar a posibles clientes una vez sabido el estado del dron, para poder así darles una visión de si están interesados, cuando podría estar el dron disponible.

Cómo se ha detallado anteriormente, el dron está lejos de un estado en el que se puedan iniciar contactos con clientes. Por lo que el proyecto ha de ser redirigido, ya que la idea inicial era, una vez realizados estos contactos, tomar las conclusiones pertinentes sobre el futuro del proyecto o incluso avanzar para completar un acuerdo comercial si un cliente estuviese interesado.

El proyecto ha de ser redireccionado en buscar vías para que el dron pueda estar listo, o en un estado más avanzado, lo antes posible. Por lo tanto, será necesario buscar vías a través de las cuales se puede avanzar en las tres direcciones en las que no está completo el dron: mecánica, electrónica y control. También será necesario investigar alternativas al desarrollo propio del dron.

A su vez, se dejará preparada la parte de gestión y negocio, para que una vez listo el vehículo, se pueda proceder a avanzar en el proyecto. Esto implicará:

- Tener la página web en una versión definitiva.
- Tener configurado el SEO, para que la web tenga un buen posicionamiento.
- Tener las herramientas de gestión de la web configuradas.
- Crear uno o varios emails de contacto.
- Explorar vías de financiación que puedan acelerar el desarrollo.
- Realizar un estudio de mercado con posibles clientes de AirSupply.
- Preparar un modelo financiero, que estime el coste del dron y pueda ser utilizado para conocer el coste y el precio al que habría que comercializar los proyectos.

Finalmente, se comenzarán contactos con instituciones afines a la Fundación de Ingenieros ICAI para el Desarrollo o afines a las personas involucradas en el proyecto. Estos contactos se realizarán dentro de un contexto de colaboración y por eso se realiza con instituciones afines. Las posibles reuniones llevadas a cabo pueden ser de utilidad para recopilar información útil que pueda ayudar a redirigir el proyecto o simplemente para validar las hipótesis planteadas y determinar si tiene sentido el proyecto.

Al ser instituciones afines, podrán entender que el proyecto no está listo y simplemente colaborar para proporcionar información sobre sus necesidades y la utilidad que le podrían dar al dron. Podría darse la situación de que un contacto resultase en una institución muy interesada y que decidiese colaborar en el desarrollo. En el supuesto de que este caso se diese, sería necesario ser muy cautos antes de cerrar ningún acuerdo, ya que no sería correcto utilizar recursos de una institución con fines sociales, cuando es posible que nunca llegue a estar lista la tecnología. Por lo tanto, habrá que haber explorado las vías para terminar esas partes del proyecto o informar de manera clara a la institución interesada de la situación del proyecto.

También se realizarán reuniones con personas cercanas al mundo de la medicina y la cooperación que, aunque no sean potenciales clientes, pueden realizar aportaciones de gran utilidad.

## 5.2. Vías de desarrollo del dron

En este apartado se detallan las posibles vías de desarrollo de las partes por terminar del dron que se han mencionado en el apartado anterior.

### 5.2.1. Parte mecánica

Como se ha mencionado en el apartado 5.1.2.1, quedan varias piezas por fabricar, realizar la unión de la batería y terminar el montaje del dron.

Para terminar las piezas por fabricar, hay las siguientes opciones:

- Realizar yo las piezas con planos ya definidos, si hay tiempo disponible.
- Contar con el apoyo de un voluntario de la Universidad para terminar las piezas.
- Dejarlas por hacer hasta que la parte de control y electrónica esté más avanzada, ya que son las partes limitantes, y que se encargase la persona al cargo del proyecto en el futuro o un voluntario.

Si hubiese tiempo disponible, fabricar las piezas ya, sería la mejor opción ya que se iría avanzando en el proyecto. Sin embargo, al no ser una prioridad en el proyecto, porque no limita la fecha en la que el dron estaría preparado, no se le dará preferencia respecto a otras tareas, por lo que es posible que tenga que ser realizada por un voluntario o por una posible persona a cargo del proyecto en el futuro.

Para realizar la unión del dron, existen tres opciones:

- Realizar la unión soldada, para lo que habría que contratar con casi total seguridad a un experto, ya que la unión es peligrosa de realizar (altas temperaturas y baterías que pueden explotar).
- Investigar posibles alternativas para unir las baterías disponibles.
- Investigar alternativas de baterías que no requieran una unión soldada.

Lo ideal sería evitar la unión soldada, por dos motivos principales. El primero es que tendría un coste la realización de la unión soldada y tanto a largo como a corto plazo, no es interesante añadir un coste extra al dron que, además, no sería despreciable respecto al coste total. Por lo tanto, se procurará realizar una investigación de alternativas, y en caso de que no hubiese tiempo disponible, dejar planteada la necesidad de llevar a cabo esta tarea por futuras personas involucradas en el proyecto.

Por último, queda el montaje del dron, que implicaría el montaje de las partes que se vayan fabricando. Esta tarea no es compleja y se podrá ir realizando por las personas que vayan fabricando las piezas. Se deberá realizar una última comprobación y montaje de las piezas que faltan por la persona que esté al cargo del proyecto cuando la parte de control esté lista, o por las personas que desarrollen el control del dron, ya que el montaje no sería una tarea compleja.

### 5.2.2. Parte electrónica

Para la parte electrónica, sería necesario comprar y configurar todos los elementos: microcontrolador, sensores, GPS y controladores electrónicos de velocidad.



A su vez, sería necesario realizar el cableado de todos estos componentes.

Para llevar a cabo la configuración de los componentes electrónicos del dron, sería necesario el trabajo de una persona con conocimientos en la materia. Existen tres opciones principales disponibles:

- Persona contratada para la tarea.
- Realización de un Trabajo de Fin de Máster.
- Voluntario o voluntarios que ayuden a terminar esta parte.

De las tres opciones, el contratar a una persona sería la que mejor resultado daría en principio, sin embargo, sería la que más costes conllevaría y dada la disponibilidad actual de recursos, será necesario explorar las otras vías primero.

La realización de un Trabajo de Fin de Master daría en principio muy buen resultado de calidad, pero tendría dos inconvenientes principales. El primero sería que se tardaría un año en tener configurada la parte electrónica (dada la periodicidad de los TFMs). El segundo sería que, una vez terminado el proyecto, la persona seguramente no volvería a estar involucrada en el proyecto y se podría perder con él el conocimiento aprendido. No obstante, al haber un alto grado de compromiso con el TFM y que su coste es gratuito, es una opción interesante.

Finalmente, existe la posibilidad de la colaboración de un voluntario. Existen dos opciones posibles de colaboración: la primera es la colaboración de un alumno de ICAI a través de la Fundación, como se ha hecho en el pasado; y la segunda es la colaboración de una persona externa que, a través de la Responsabilidad Social Corporativa de la empresa, pueda colaborar en el proyecto.

La primera opción no ha dado muy buenos resultados en el pasado, ya que, a pesar de que toda ayuda es bienvenida y la colaboración de los voluntarios es completamente altruista, falta el grado de compromiso que conllevaría un TFM o un trabajo con sueldo. Esto resulta en que cuando los voluntarios tienen otras prioridades, como pueden ser exámenes, abandonan su colaboración, lo que deja parado el proyecto. Cuando se trata de labores que no requieren mucha continuidad, como sería la fabricación de piezas o ensamblaje, no sería un problema, ya que se puede retomar el trabajo de otra persona con mayor facilidad y son tareas más acotadas.

La colaboración de una persona con experiencia profesional que, a través de la RSC de su empresa pueda colaborar con el proyecto, sería muy interesante. El nivel de profesionalidad y conocimientos será, a priori, superior al de un alumno, lo que puede elevar la calidad del resultado. Por otro lado, el nivel de compromiso, como mínimo en horas dedicadas, sería mayor, ya que el voluntariado implicará un número determinado de horas a la semana. Consecuentemente, será una opción más a explorar.

Cabe destacar que, aunque se podría realizar la compra de los componentes ya, al no ser una tarea compleja, ni que requiere tiempo, es mejor aplazar la compra hasta que haya una persona encargada de realizar la parte electrónica. Esta decisión radica en dos motivos principales: el primero es que, si por algún casual no se llegase a conseguir a ninguna persona y no se realizase el proyecto, no se habrían consumido recursos; el segundo es que la persona al cargo tendrá más conocimientos de electrónica y lo mismo decide que es mejor adquirir otros componentes. Esta decisión sería en línea con un desarrollo Lean del proyecto.

### 5.2.3. Parte de control

Para la parte de control, como se ha especificado anteriormente, faltan principalmente tres tareas:

- Realizar un modelo del dron para simulaciones.
- Diseñar y programar controles de vuelo para las diferentes situaciones de vuelo.
- Realizar pruebas de vuelo para validar los controles diseñados con el dron real.

El modelo del dron sería necesario para realizar los controles y, por ende, las pruebas de vuelo. Por lo tanto, sería la tarea con mayor prioridad.

El modelo del dron se puede obtener de dos maneras: mediante desarrollo interno o de manera externa.

Debido a que es una tarea compleja y es un cuello de botella del proyecto, ya que hasta que no esté desarrollado el modelo no se podrían realizar los controles, lo más interesante sería conseguirlo a partir de una fuente externa que disponga ya del modelo. Esta opción es la más interesante, pero es cierto que es complejo que haya alguien o alguna entidad con el modelo y que esté dispuesto a cederlo. Al ser para un fin social, esta opción tiene ligeramente más posibilidades.

El primer contacto que habría que hacer sería Range Video, la compañía que fabrica el RV Jet, el dron que se quiere utilizar como base para realizar las modificaciones para despegue y aterrizaje vertical. Es posible que ellos dispongan de un modelo del RV Jet, o que puedan proporcionar datos como coeficientes aerodinámicos y características del dron, que puedan servir para desarrollar el modelo de manera interna. Utilizando el fin social del proyecto y la publicidad que eso daría a Range Video si fuese bien a AirSupply como palanca, podría servir. En caso de que dispongan del modelo y no estén dispuestos a cederlo a pesar de los motivos mencionados anteriormente, se podría negociar un intercambio de información, puesto que, de disponer del modelo, se podrían diseñar los controles y obtener información de las pruebas de vuelo, que a ellos les podría ser de interés.

Por otra parte, está WeRobotics, que es una organización sin ánimo de lucro, que colabora en proyectos como AirSupply y es posible que tengan disponibles modelos de drones, o como mínimo, similares que puedan servir como base para el desarrollo.

Por último, existe la posibilidad de que haya un modelo, realizado por una persona, disponible al que se pueda tener acceso. Esta opción es la más remota, pero sería casi igual de interesante que las anteriores, exceptuando que la calidad del modelo es posible que fuese menos buena.

Si el desarrollo se realizase de manera interna, las dos opciones que tendrían sentido sería mediante TFMs o mediante la contratación de una persona que se dedique a ello. Esta parte sería demasiado compleja para que uno o varios voluntarios estén al cargo.

Si se realizase a través de TFMs, la calidad del trabajo sería, en principio buena y el coste sería cero. El principal inconveniente es que tardaría un año en estar listo. Por otro lado, de cara a las pruebas de vuelo, supondría una complejidad, ya que sería necesario desplazar a los estudiantes hasta el campus de Cantoblanco o al sitio en el que se realicen las pruebas de vuelo. Es posible incluso, que los estudiantes no dispongan del tiempo necesario para realizar estas pruebas de vuelo.

Asimismo, la contratación de una persona (o más) para realizar la parte de control, podría ser interesante. Al estar la persona sujeta a un contrato y estar disponible más horas que si realizase un Trabajo de Fin de Máster, el proyecto avanzaría más rápido y cuando fuesen necesarias las pruebas de vuelo, se podría buscar una forma de que esa persona trabajase desde Cantoblanco. Al ser un proyecto con fin social, puede ser interesante para alumnos a modo de prácticas, o para ingenieros que hayan terminado (aunque esta opción es más complicada y supondrá más coste).

Es importante mencionar que, si se definiesen TFMs, no serían excluyentes. Es decir, se podrían definir tres TFMs, uno para cada control y que, si al final se consigue otra vía o se contrata a una persona, estos TFMs seguirían siendo completamente válidos. De hecho, podrían ser de ayuda.

#### 5.2.4. Alternativas

Hasta el momento, se han mencionado vías en las que tener el dron actual listo para ser utilizado. Es importante destacar que el proyecto se encuentra en un punto complejo, ya que es posible que se tarde mucho en tener el dron preparado e incluso, si no hay interés por realizar TFMs por parte de los alumnos, recursos para contratar a personas y ni voluntarios interesados, que nunca esté preparado el dron.

Por ello, puede ser interesante explorar otras alternativas, como puede ser el uso de drones que hayan sido concebidos para el transporte de material médico o para vuelos autónomos y permitan ahorrar el trabajo de desarrollo que queda. Con casi total seguridad, estas alternativas supondrán un incremento en el coste del dron y, por ende, para el cliente final. Sin embargo, es posible que se encuentre alguna alternativa que encaje dentro de un precio viable para un posible cliente.

Será necesario determinar un criterio de valoración de alternativas, que permita evaluar la idoneidad de las diferentes opciones que se encuentren.

Por lo tanto, se realizará una investigación de alternativas para el dron actual, ya que podrían suponer un gran ahorro en horas, acortando plazos, y es posible que resulten en un producto más robusto y con mejores características.

### 5.3. Investigación de alternativas

Cómo se ha mencionado anteriormente, en este apartado se indicarán las posibles alternativas al dron diseñado para el proyecto.

Debido a las complejidades que supone el desarrollo de un sistema propio de control de vuelo, una posibilidad es comercializar un servicio en el que el vehículo utilizado no es de diseño propio, sino que se ha conseguido de un tercero.

Los criterios con los que se valorarán las alternativas al desarrollo propio serán:

- Autonomía de vuelo: que permita realizar las operaciones deseadas.
- Capacidad de carga: que permita el transporte de medicamentos.
- Simplicidad de operación.

- Costes: tanto de operación como del vehículo, que permitan que sea viable como alternativa a los medios de transporte tradicionales.

A continuación, se detallan las diferentes alternativas encontradas.

### 5.3.1. Latitude Engineering

La compañía Latitude Engineering desarrolla UAS (*Unmanned Aircraft Systems*), es decir, no solo desarrollan drones, sino el sistema de transporte completo [23].

Latitude Engineering ya fue mencionado en el apartado 2.1, cuando se explicó el proyecto de Medical Drones, en el cual hicieron pruebas de transporte de sangre y productos de laboratorio con el Latitude Engineering HQ-40 [6].



*Ilustración 40: Latitude Engineering HQ-40 (fuente: RoboticSkies)*

Trabajan con drones VTOL (*Vertical Take-Off and Landing*), es decir, con la misma tecnología que la utilizada en el dron diseñado. A su tecnología propia la denominan Hybrid Quadrotor™ y utilizan los sistemas de piloto automático Piccolo de Cloud Cap Technology, con quienes tienen una alianza estratégica.

Ofrecen tanto soluciones de implementación de controles de vuelo con la tecnología Hybrid Quadrotor™, como el paquete completo, ofreciendo drones diseñados por ellos mismos o drones de compañías con las que tienen asociaciones.

Las dos compañías que fabrican drones con las que tienen asociación son Arcturus y Textron Systems, las cuales se detallarán en los apartados (5.3.2 y 5.3.3).

Latitude Engineering fabrica actualmente cuatro modelos diferentes de dron, todos son del tipo VTOL e incluyen la tecnología Hybrid Quadrotor™, de ahí las iniciales HQ de cada modelo. A continuación, se indican los diferentes modelos y sus características:

- HQ-10:
  - Capacidad de carga: 0,9 kg.
  - Autonomía: 1 hora.
- HQ-40 (ver Ilustración 40):

- Capacidad de carga: 2,3 kg
- Autonomía: 5 horas.
- HQ-55:
  - Capacidad de carga: 4,5 kg.
  - Autonomía: 10 horas.
- HQ-90B:
  - Capacidad de carga: 3,6 - 5,4 kg.
  - Autonomía: 12 - 24 horas.

En la siguiente imagen se muestran los cuatro modelos:



*Ilustración 41: Modelos HQ-10, HQ-40, HQ-55 y HQ-90B (de izq. a dcha.) (fuente: Latitude Engineering)*

El modelo HQ-10, aunque tiene características similares al modelo valorado, es posible que no tenga suficiente autonomía. El modelo más adecuado parece el HQ-40, con unas características muy buenas en relación con los criterios valorados, a falta de confirmar precio. Los modelos HQ-55 y HQ-90B tienen características que pueden exceder los requisitos del proyecto, sin embargo, puede ser interesante mantenerlos como opciones, ya que lo mismo se pueden ajustar mejor a los requisitos de un cliente en concreto.

Cabe destacar que el modelo HQ-40 ya ha sido utilizado para realizar transporte de material médico, en concreto de muestras de sangre, que sería uno de los productos más complejos de transportar y que mayor urgencia tienen, es decir, uno de los productos con los que mayor valor añadido se podría aportar respecto a otras alternativas de transporte. Las pruebas realizadas, se realizaron con una duración de vuelo de 3 horas y las muestras no sufrieron alteraciones, a pesar de realizarse en el desierto [6].

La tipología del proyecto para el que se preparó HQ-40 era la siguiente [24]:

- Despegue desde un centro médico en una ciudad.
- Aterrizaje en una comunidad aislada (en un campo de fútbol, por ejemplo).
- Operarios que cargan el dron, simplemente presionan un botón y el dron vuelve al origen.

Por lo tanto, la operativa del proyecto sería muy similar a la que se pretende realizar en futuros proyectos. Por un lado, esto es positivo de cara a considerar a Latitude Engineering como socio y alternativa al desarrollo propio y además, ofrecen soluciones de implementación, lo que eliminaría la necesidad de realizar I+D y de disponer de un equipo. Por otro lado, valida que existen posibles clientes con las necesidades planteadas en el proyecto.

Latitude Engineering será considerado como alternativa y se realizará un contacto con ellos, para valorar las posibilidades existentes, tanto para hacer uso de su solución completa de UAS

(*Unmanned Aircraft System*), como para recibir su servicio para el desarrollo del control de vuelo.

### 5.3.2. Arcturus

Arcturus, como se ha mencionado anteriormente, es una compañía que tiene una asociación con Latitude Engineering para hacer uso de su tecnología Hybrid Quadrotor™.

Arcturus fabrica drones y proporciona soluciones completas de UAS, incluyendo aeronave, estaciones de control y sistemas de despegue y aterrizaje [25].

Los drones fabricados por Arcturus son de ala fija y de dos tipos diferentes de despegue, VTOL (*Vertical Take-Off and Landing*) y mediante un sistema de catapultado.

Las aeronaves VTOL son las ofrecidas también por Latitude Engineering dentro de sus soluciones de UAS. Los dos modelos se engloban dentro de la serie JUMP™.

Los modelos y características son las siguientes:

- Arcturus JUMP-15:
  - Capacidad de carga: 2,3 kg (adaptable).
  - Autonomía: 6+ horas.
  - Envergadura: 3,3 m.
  - Eléctrico y gasolina.
- Arcturus JUMP-20:
  - Capacidad de carga: 27,2 kg (incluyendo combustible).
  - Autonomía: 9 - 15 horas.
  - Envergadura: 5,6 m.
  - Gasolina.

Como se puede ver en las características, el modelo más apropiado sería el JUMP-15, ya que el JUMP-20 tiene unas características que exceden los requisitos del proyecto. El JUMP-15 parece muy apropiado, e incluso supera ampliamente en características al dron utilizado, teniendo cuatro veces más autonomía y capacidad de carga.



Ilustración 42: Modelos JUMP-15 (izquierda) y JUMP-20 (derecha) (fuente: Latitude Engineering)

El JUMP-15 será una de las opciones consideradas como alternativas para el proyecto, a falta de realizar una consulta sobre el precio. De acuerdo con los criterios de evaluación de alternativas,

ofrece operaciones sencillas y una amplia autonomía y capacidad de carga. Será necesario realizar una consulta sobre el precio.

Por otra parte, tienen un modelo, el Arcturus T-20, que despegando siendo catapultado y el aterrizaje se realiza mediante una red con la que se detiene el dron.

Las características del modelo son las siguientes:

- Capacidad de carga: 34 kg (incluyendo combustible).
- Autonomía: 9 - 18 horas.
- Envergadura: 2,9 m.
- Gasolina.

Al igual que el JUMP-20 tiene características que exceden las necesidades del proyecto. A su vez, la logística de despegue y aterrizaje complica la operativa del modelo. Uno de los criterios a utilizar es la sencillez de la operativa y teniendo al JUMP-15 como alternativa, no se ha considerado necesario tener en cuenta al T-20 como alternativa.

Los modelos que usan gasolina tienen el inconveniente de un mayor coste y la necesidad de aprovisionamiento, pero pueden ser interesantes para regiones con acceso limitado a la red eléctrica.

### 5.3.3. Textron Systems

Textron Systems es una compañía que ofrece diferentes servicios que se engloban dentro de la logística y el transporte, entre los que se incluyen soluciones UAS. Dentro de estas soluciones UAS incluyen un dron de fabricación propia.

Tienen una asociación con Latitude Engineering, como se ha mencionado anteriormente, para hacer uso de la tecnología Hybrid Quadrocopter™.

Las características indicadas en la página web se refieren a un modelo estándar llamado Aerosonde que utiliza un sistema de catapulta para el despegue, sin embargo, en la página de Latitude Engineering se especifica un modelo Aerosonde HQ, por lo que este último incorporará la tecnología VTOL y es posible que las características indicadas a continuación varíen:

- Capacidad de carga: 9,1 kg.
- Autonomía: +14 horas.
- Rango: 140 km (ida y vuelta).
- Envergadura: 3,6 metros.

Las aplicaciones mencionadas para el modelo Aerosonde son de vigilancia y exploración, por lo que es posible que esté menos adaptado para el transporte de mercancías que otras alternativas consideradas. Sus características cumplen los criterios de valoración, por lo que se considerará como alternativa (por detrás de otras mencionadas anteriormente).



Ilustración 43: Aerosonde HQ (fuente: Latitude Engineering)

#### 5.3.4. Alternativas con código abierto

A raíz de los contactos con WeRobotics, como se detalla en el apartado 5.4.1, se obtuvo acceso a dos proyectos que ofrecen código abierto para programación de controles de drones en sus respectivas páginas web:

- DroneCode: tiene una plataforma de código abierto que se llama PX4 [26].
- ArduPilot [27].

Se ofrecen controles de código abierto para configuraciones VTOL en PX4, y para las denominadas Quadplane *Tilt-rotor* en ArduPilot, que son configuraciones en las cuales a un dron de ala fija se le añaden cuatro hélices y la transición de despegue vertical a vuelo horizontal se realiza reorientando las hélices.

En PX4 se proporcionan los controles para drones específicos, es decir, que se proporcionan cinco controles diferentes para cinco modelos de dron diferentes a los que se les ha realizado una modificación para que puedan despegar y aterrizar verticalmente. Por lo tanto, es interesante analizar estos drones, ya que se dispondría de código abierto para su control de vuelo.

Por otro lado, en ArduPilot se proporcionan directrices de programación de controles de vuelo para configuraciones Quadplane *Tilt-rotor* para un dron no específico. Por lo tanto, no hay modelos de dron concretos de los que se posea código abierto en ArduPilot.

Como se ha indicado anteriormente, en la plataforma de código abierto PX4, se ofrecen cinco controles de vuelo para configuraciones VTOL para cinco drones diferentes, con modificaciones realizadas a su estructura. Los drones son los siguientes:

- E-Flite Convergence.
- Falcon Vertigo QuadPlane.
- FunCub Quadplane.
- Ranger QuadPlane.
- TBS Caipiroshka.

A continuación, se detallará cada uno individualmente, exceptuando el TBS Caipiroshka, ya que es un ala simplemente (no tiene capacidad de carga).



#### 5.3.4.1. E-Flite Convergence

El E-Flite Convergence es un dron que viene configurado de serie para despegue y aterrizaje vertical (VTOL), por lo que no sería necesario realizar modificaciones en la estructura.



*Ilustración 44: E-Flite Convergence (fuente: Model Flight)*

Sus características son las siguientes [28] [29]:

- Precio: 230 €.
- Envergadura: 0,65 m.
- Peso: 771 g.

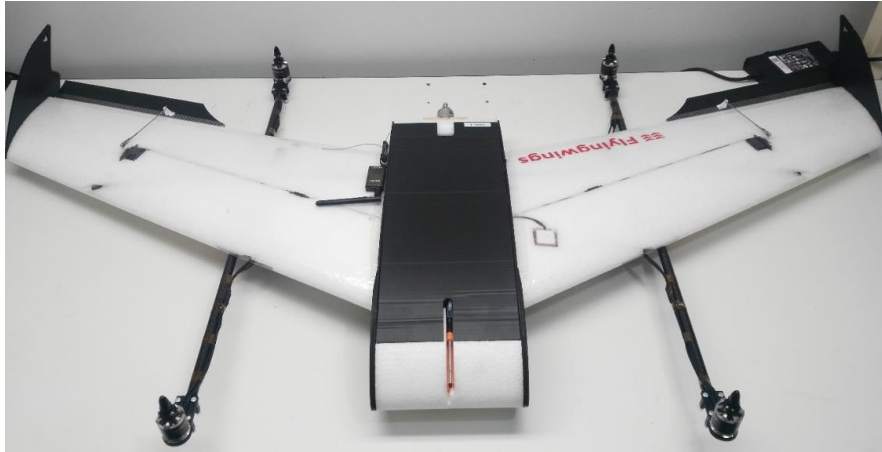
Las baterías se compran por separado, por lo que no se especifica autonomía de vuelo. El precio es muy bueno, teniendo en cuenta que ya viene construida la configuración, y presenta la ventaja de que el código de los controles está disponible.

Además, se venden por separado partes del avión, como la estructura entera (sin motores y demás), lo que colaboraría a solventar problemas futuros. Es decir, si se estropease una pieza o parte concreta, se podría encontrar un repuesto fácilmente.

No obstante, por su tamaño y peso, y la ausencia aparente de compartimentos donde transportar carga, todo parece indicar que no sería apropiado para el transporte de cargas médicas. A su vez, es posible que no disponga de la autonomía suficiente.

#### 5.3.4.2. Falcon Vertigo Hybrid VTOL

El Falcon Vertigo Hybrid VTOL es un dron de Flying Wings que posee configuración VTOL de serie. En PX4 se proporciona un manual completo de montaje y modificación, así como otro de configuración electrónica y configuración del control de vuelo automático.



*Ilustración 45: Falcon Vertigo Hybrid VTOL (fuente: PX4)*

No se disponen de muchas especificaciones, más allá de las siguientes [30]:

- Precio: 300 £ (con kit completo de ensamblaje).
- Envergadura: 1,3 m.

El producto no está disponible actualmente y es posible que ya no se fabrique. Sin embargo, se puede contactar con Flying Wings para consultar la disponibilidad. La estructura es similar a la del RV Jet utilizado. Por otra parte, no se sabe la autonomía, ni la capacidad de carga, que son dos puntos muy relevantes de los criterios utilizados.

#### 5.3.4.3. Multiplex Funcub

El Multiplex Funcub es un avión de radiocontrol del que se dispone unas instrucciones completas para realizar una modificación para convertirlo en VTOL y el código necesario.



*Ilustración 46: Multiplex Funcub (fuente: Hobbyjess)*

Las características del dron modificado serían las siguientes [31] [32]:

- Precio estructura: 130 €.
- Peso con modificaciones: 2,3 kg.
- Peso sin modificaciones: 1,1 kg.
- Envergadura: 1,4 m.

Se especifica que la capacidad de propulsión se reduce a un 75% debido al peso añadido con las modificaciones.

No existe un compartimento en el que transportar la carga, por lo que sería necesario realizar alguna modificación sobre el avión. Se puede presuponer que se podrían realizar las modificaciones para transportar peso, ya que se ha duplicado el peso y sigue siendo posible el vuelo. Sin embargo, sería necesario realizar un estudio de cómo afectaría el transporte de carga a la capacidad de vuelo y de cuál es la autonomía disponible, lo que supondría una complicación añadida.

Puesto que el objetivo es evitar realizar un desarrollo de código para acortar plazos, el estudio aerodinámico de modificaciones a una estructura no acortaría plazos. Por otro lado, si se realizasen las pruebas de la modificación para transportar peso a modo prueba-error, podría suponer incurrir en costes no deseados.

Se tendrá en cuenta como una posibilidad, pero no se considerará una de las alternativas principales.

#### 5.3.4.4. Volantex Ranger-Ex y Quantum Observer

El Volantex Ranger-Ex y el Quantum Observer son dos aviones con la misma estructura (el Quantum Observer es un *rebranding* de HobbyKing) de los que se dispone unas instrucciones completas (incluyendo BOM) para realizar las modificaciones para convertirlo en VTOL, así como las instrucciones para configurar la electrónica y programar el control de vuelo.



Ilustración 47: Volantex Ranger-Ex (izda.) y Quantum Observer (dcha.) (fuentes: Volantex y RCGroups)

Como se puede observar, ambas estructuras son muy similares. Actualmente, no hay existencias del Quantum Observer en HobbyKing (fabricante), ni en ninguna página consultada. Por lo tanto, se darán las especificaciones del Volantex Ranger-Ex, ya que es la misma estructura y no se considera necesario valorarlos por separado. Las características son las siguientes [33] [34]:

- Precio estructura: 155 €.
- Capacidad de carga con modificaciones sugeridas: 4,5 kg.
- Amplio espacio de carga.
- Envergadura: 1,98 m.
- Peso con modificaciones: 3,5 kg (incluyendo baterías).

No se dispone de la autonomía, pero la capacidad de carga permite llevar más baterías que otras alternativas y en las modificaciones se plantea el uso de baterías de 6600 mAh (510 g), por lo que se sobreentiende que la autonomía será amplia. Si no es así, se puede disponer de más baterías.

En la siguiente imagen se muestra el compartimento donde se puede realizar la carga:



*Ilustración 48: Compartimento de carga Quantom Observer (fuente: RCGroups)*

Respecto a los criterios de selección:

- Precio: el precio de la estructura es inferior al de la estructura del dron utilizado.
- Autonomía: todo apunta a que la autonomía puede ser buena, a falta de comprobación.
- Capacidad de carga: la capacidad de carga en peso y volumen es buena (como se puede observar en la Ilustración 48).
- Sencillez: la disponibilidad de código abierto simplifica bastante el desarrollo y no parece que exista nada que pueda complicar la operativa.

Por lo tanto, parece una opción muy buena, que se considerará como una alternativa posiblemente mejor que el desarrollo propio.

## 5.4. Avances en el prototipo

En este apartado se describen los avances realizados con el objetivo de tener un dron preparado lo antes posible.

Cómo se ha indicado anteriormente, existen dos posibilidades de avance: el desarrollo interno o la búsqueda de alternativas.

De cara al desarrollo interno se ha intentado avanzar buscando ayuda externa para el desarrollo, contactando con WeRobotics y con el fabricante del dron utilizado, Range Video. A su vez, se ha realizado una propuesta de proyectos en ICAI (TFMs y TFGs) para buscar la colaboración de más alumnos.

La disponibilidad de recursos también es una de las limitaciones del desarrollo, por lo que se ha presentado al proyecto a un concurso, para intentar conseguir recursos que permitan acelerar el avance del proyecto.

Por otra parte, se han realizado contactos con posibles empresas que podrían proporcionar toda la tecnología, incluyendo el software y hasta la implementación, como alternativas al desarrollo interno.

### 5.4.1. Contacto con WeRobotics

Cómo se ha descrito al inicio del documento en el apartado 2.4, WeRobotics es una organización sin ánimo de lucro que tiene como misión el uso de la tecnología de robótica y en especial de drones con fines sociales.

Colaboran como socios de proyectos concretos, tanto a pie de campo, como en el desarrollo previo y también con fabricantes de drones que quieren colaborar. Por lo tanto, era una opción muy interesante para realizar un contacto, ya que podrían aportarnos soluciones para el desarrollo de los controles de vuelo, ya que dispondrán de experiencia e incluso es posible que realicen colaboraciones de desarrollo.

Se contactó con ellos a través de email. En el email enviado, se hace una introducción del proyecto, planteando el objetivo principal, es decir, el uso de la tecnología de drones para el transporte de material médico en países subdesarrollados.

A continuación, se les puso en contexto de la situación del proyecto y de que está atascado principalmente en la parte de control de vuelo. A su vez, se explica cuál es el objetivo de la parte de control de vuelo, es decir, poder ofrecer un servicio completamente automatizado que resulte en una operativa sencilla para el cliente final.

Respecto a la ayuda que se plantea en el email que podrían proporcionar, no se fue específico, ya que en principio WeRobotics podría colaborar en diferentes ámbitos y el objetivo era no ser excluyentes.

En la primera respuesta recibida, se pregunta expresamente qué software de control de vuelo se está utilizando, si APM o PX4. Se indica también que lo más conveniente para cualquiera de los dos es ir online para consultar con la comunidad de desarrolladores de ambos.

Antes de este email, se desconocía la existencia de PX4 y APM son las siglas de ArduPilot, que sí que se conocía. Esta información fue valiosa, ya que hasta el momento se desconocía PX4 y ArduPilot no se había considerado, y se dio a entender que son las dos alternativas de código más extendidas.

Previamente a responder al primer email, llegó un segundo email en el que me pedían más detalles sobre el tipo de dron y configuración, así como los problemas que estaba teniendo el proyecto.

Tras explicar en detalle los tipos de control de vuelo que se deseaban programar, así como el dron utilizado, se recibió una respuesta en la cual se especificaba en mayor detalle lo que eran PX4 y ArduPilot, así como los softwares existentes para la planificación de misiones.

PX4 y ArduPilot son dos plataformas en las cuales hay código abierto para utilizar en un microcontrolador Pixhawk por ejemplo. Por lo tanto, sobre la base disponible de código se pueden realizar los controles de manera más sencilla y acortando plazos.

De los softwares de planificación de misiones, se explicó que Mission Planner es la plataforma de ArduPilot para planificar misiones y QGroundControl es la de PX4. En el caso de AirSupply sería, por ejemplo, planificar el vuelo desde el destino A al destino B en un posible proyecto.

La persona con la que se realizaron los contactos también proporcionó dos páginas en las cuales había código específico, dentro de ArduPilot y PX4, para la configuración de dron deseada. Dentro de estas dos páginas, se encontraron las diferentes alternativas evaluadas en el apartado

5.3.4, ya que parte del código abierto es específico para una aeronave en concreto y se estudiaron esas aeronaves como alternativas.

Finalmente, se consultó si el código abierto podría ser útil para un dron diferente a los especificados, ya que la aerodinámica y el comportamiento de la aeronave son diferentes. La respuesta proporcionada fue que normalmente la configuración que proporciona el código abierto sirve como punto de inicio funcional a partir del cual se realizan cambios basados en la telemetría. La idea inicial era conseguir ese punto de inicio a partir del diseño de un control sobre un modelo, por lo que evitar hacer el modelo podría ayudar a acortar los plazos. Las primeras pruebas se deberían ir haciendo poco a poco, probando sin realizar un vuelo.

Los contactos con WeRobotics fueron de gran utilidad para encontrar el estándar de controles de vuelo que se utilizan en el mundo de drones. A su vez, el hecho de que estos controles sean utilizados por personas no expertas en programación es interesante de cara al posible desarrollo del proyecto, por si no hubiese una persona especialista involucrada.

Además, como se ha indicado anteriormente, la ayuda de WeRobotics ha servido para plantear alternativas de dron al que se dispone actualmente. Dentro de las webs de código abierto proporcionadas hay código específico para determinados modelos de dron, e incluso manuales para el montaje de la configuración de despegue y aterrizaje vertical.

Por último, con la ayuda prestada, ha quedado evidente que podrían colaborar en un futuro para resolver dudas o problemas que pudiesen surgir en el desarrollo.

#### 5.4.2. Contacto con Range Video

Range Video es la compañía que fabrica el dron modificado y utilizado en el proyecto, el RV Jet.

Debido a que uno de los problemas existentes es que no se dispone de un modelo del dron con el que poder realizar los controles de vuelo, podría ser una posibilidad que Range Video dispusiese del modelo, o que dispusiese de coeficientes aerodinámicos y datos que pudiesen ser de utilidad para realizar el modelo del RV Jet.

Con el código abierto disponible para aeronaves de similar configuración conseguido gracias a WeRobotics, es posible que el modelo ya no sea necesario. No obstante, el contacto se realizó a la vez que a WeRobotics, por lo que no se disponía de esa información antes de realizar el contacto.

Por otra parte, podría existir una posibilidad también de que dispusiesen de un control de vuelo automatizado para una modificación similar a la del proyecto. Sin embargo, esta posibilidad era muy remota.

Finalmente, especificando los fines sociales del proyecto, podría ser posible que estuviesen interesados en colaborar y que eso permitiese obtener los drones a un mejor precio.

Se envió un email a través del portal de contacto de la página web, especificando la naturaleza del proyecto y que se estaba utilizando su dron con modificaciones como vehículo pensado para realizar el transporte de material médico.

Por otro lado, se explicó la situación en la que estaba el proyecto y la necesidad de un modelo del RV Jet para poder programar los controles de vuelo.

A raíz de los problemas especificados, se solicitó ayuda con el modelo del dron, por si disponían de algo que se pudiese utilizar y que ellos estuviesen dispuestos a proporcionar.

En respuesta al mail enviado, se pidió la siguiente información:

- El número de pedido del RV Jet comprado, ya que la persona que respondió no fue capaz de encontrarlo.
- Información sobre cómo se había realizado el video de la página web.
- Qué información se necesitaba específicamente para la simulación del control de vuelo y en qué formato.
- Si se estaba utilizando un controlador Pixhawk.

En respuesta al email, se respondió que no se disponía del pedido por el momento y se dio información sobre el video de la web.

En respuesta a las dos últimas preguntas, que son las de mayor relevancia para el proyecto se respondió siguiente:

- Que lo que se necesita es un modelo del dron, o características y coeficientes aerodinámicos que sirvan para realizar los controles en un simulador.
- Que no se está utilizando ningún controlador por el momento, pero que la idea inicial era utilizar una Raspberry Pi. A raíz de esta pregunta, se aprovechó para preguntar si se recomendaba utilizar un Pixhawk, ya que en las páginas de código abierto siempre se utiliza y si tenía alguna recomendación en cuanto al uso de plataformas de código abierto como PX4 o ArduPilot.

En el momento de la redacción, no se había recibido una respuesta al email.

### 5.4.3. Participación en concursos

En el apartado 6.3.1 se detallan los diferentes concursos en los que se podría presentar a AirSupply para poder conseguir financiación para el proyecto.

Uno de los problemas del proyecto es la ausencia de recursos que permitan contratar a gente para acelerar el desarrollo de la tecnología. Por ello, un concurso podría ser una opción interesante, ya que no requiere exigencias de gestión como podría ser un inversor, ni es un préstamo que haya que devolver.

De los concursos investigados, en la mayoría había requisitos que no se cumplían en el momento de la redacción, como la existencia de una sociedad constituida o la existencia de un equipo con dedicación completa. Sin embargo, había un concurso en el que se cumplían los requisitos y al que se ha presentado al proyecto.

El concurso es el Drone Pioneer Award (ver apartado 6.3.1.6) y aunque no se especifica la cuantía económica del premio, sí que se refiere a un premio económico y a la colaboración en el proyecto de las empresas que patrocinan el concurso.

El proyecto se ha presentado dentro de la categoría de *Water, energy, food and medical supply in developing countries*.

En el momento de redacción no se ha recibido respuesta a la participación en el concurso.

#### 5.4.4. Propuesta de proyectos (TFMs)

Una de las posibilidades de desarrollo de la parte electrónica y de control de vuelo del prototipo, es la realización de Trabajos de Fin de Máster y Trabajos de Fin de Grado, como se ha especificado anteriormente.

Para que estos proyectos se realicen, primero es necesario disponer de la aprobación de un profesor del departamento en el que se realizarían los proyectos y la definición de cómo serían los proyectos.

Asimismo, es importante realizar una propuesta atractiva, para que haya alumnos interesados en realizar sus TFMs o TFGs en el proyecto.

Para ello se ha contactado con Juan Luis Zamora, profesor del departamento de Control y persona que ha colaborado en el proyecto anteriormente y en el presente proyecto. Tras su aprobación, se ha realizado una carta para los alumnos en la que se presenta el proyecto, las posibilidades de TFM o TFG y se les anima a participar.

A continuación, se muestra la primera página de la carta enviada:





**AirSupply**  
Drones for Good



Fundación Ingenieros  
**ICAI** para el Desarrollo

---

## DRONES PARA TRANSPORTE DE MATERIAL MÉDICO EN PAÍSES SUBDESARROLLADOS

---

### ¿Qué es el proyecto?

AirSupply es un proyecto que surge de la Fundación Ingenieros ICAI para el Desarrollo con el objetivo de que comunidades subdesarrolladas puedan mejorar sus condiciones de suministro de material médico mediante el uso de drones.

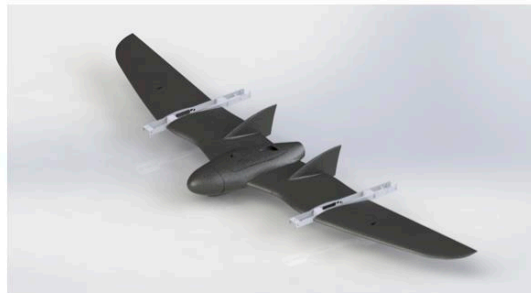
Actualmente muchas comunidades a nivel mundial tienen problemas para recibir suministro de medicamentos y material médico, debido a que están mal comunicadas o que durante épocas del año las condiciones meteorológicas provocan que las carreteras o caminos no estén practicables, imposibilitando el transporte del suministro médico.

Mediante el uso de drones, los centros médicos de estas comunidades ganarían independencia del estado de las carreteras, además de poder realizar envíos urgentes que podrían llegar a salvar vidas. El coste de usar drones es similar al de los actuales medios de transporte, incluso más barato si se tienen en cuenta costes de operación y mantenimiento.

El proyecto comienza con varios Proyectos de Fin de Grado y Máster, que van avanzando sobre el diseño de un dron que cumpla con los requisitos para llevar material médico a unas distancias determinadas. Con la colaboración también de voluntarios, el diseño del dron ya está listo. Después de tener listo el dron, se ha realizado un proyecto de emprendimiento social para definir un modelo de negocio que haga que el proyecto sea viable y tenga sentido, así como darle una imagen independiente.

### ¿Cómo es el dron?

Tras comenzar con un cuadricóptero tradicional con piezas de materiales básicos, como madera, que permitiesen realizar reparaciones por personal no profesional, se pasó a un diseño con ala fija (aerodinámica de avión), ya que con el dron anterior no se conseguía autonomía suficiente como para hacer distancias razonables y que el sistema tuviese sentido.



Se ha utilizado la estructura de un dron comercial, el RV Jet y se le han realizado modificaciones para poder realizar un despegue y aterrizaje vertical, que permiten que la operación sea más sencilla.

*Ilustración 49: Primera página de la propuesta de proyecto*

## ¿Cómo puedo participar?

Con el modelo de negocio definido y el dron preparado, nos falta desarrollar la parte de control de vuelo para el nuevo dron y terminar la parte electrónica, para poder empezar a ofrecérselo a ONGs o instituciones que gestionen centros médicos en países desarrollados.

Para todos aquellos que os interesen los drones, queráis hacer un proyecto con impacto social o simplemente estéis buscando un proyecto entretenido para vuestro TFM o TFG, esta es una oportunidad muy buena. Al final la mayoría de los proyectos acaban con polvo en una estantería, iesta es una oportunidad muy buena para que tu proyecto sea útil y que ayude a los que más lo necesitan!

Los proyectos estarían englobados dentro de la parte de diseño de un control de vuelo y en terminar la parte electrónica, pero se podrían investigar proyectos alternativos.

El proyecto de electrónica incluiría el diseño e instalación de los diferentes componentes electrónicos, entre otros:

- Microcontrolador
- Sensores
- Cableado
- Motores, servos y actuadores

El/los proyectos de control estarían enfocados al diseño de un control para cada modo diferente de vuelo, lo que incluiría:

- Programación en Matlab/Simulink
- Diseño de control de despegue/aterrizaje, vuelo y transiciones despegue-vuelo y vuelo-aterrizaje
- Posibilidad de uso de código abierto existente (ArduPilot, PX4)
- Pruebas de vuelo para validar los controles

Los que estéis interesados en el proyecto, poneos en contacto conmigo ([irengifomelia@gmail.com](mailto:irengifomelia@gmail.com)), con Juan Luis Zamora ([Juanluis.Zamora@iit.comillas.edu](mailto:Juanluis.Zamora@iit.comillas.edu)) o con Ricardo Navas, gerente de la Fundación ([fundacion@icai.es](mailto:fundacion@icai.es)).

Os dejo el link de la web por si le queréis echar un vistazo: [www.airsupplydrones.com](http://www.airsupplydrones.com).

¡Espero que os animéis!

Iñigo Rengifo

### *Ilustración 50: Segunda página de la propuesta de proyecto*

En el momento de la redacción, ningún alumno se ha presentado para realizar el proyecto.

## 5.4.5. Contacto con Latitude Engineering

Como se ha indicado en el apartado 5.3.1, Latitude Engineering es una compañía que se dedica al desarrollo de UAS (*Unmanned Aircraft Systems*), es decir, sistemas que utilizan vehículos aéreos no tripulados, o en este caso, drones.

La investigación sobre Latitude Engineering surge de que un dron de suyo, en concreto el HQ-40, ha sido utilizado con una finalidad idéntica a la del proyecto por la Universidad Johns Hopkins.

Los drones de los que disponen tienen características de gran interés para el proyecto y además Latitude Engineering realiza código para automatizar vuelos y proporciona servicios como puede ser la formación de operarios.

Por lo tanto, debido a su idoneidad para AirSupply, se ha realizado una consulta con Latitude Engineering sobre los diferentes servicios que pueden ofrecer y el coste que supondrían, ya que a priori el coste será más elevado que el de realizar el desarrollo de manera interna.

Aun así, aunque el coste sea muy elevado, ya se dispondría de una opción disponible que poder proponer a posibles clientes. Si el coste es elevado como se espera, se puede plantear como una opción y si encaja dentro del presupuesto del posible cliente, o le resulta más económico que un medio de transporte tradicional, podría significar que se le puede aportar una solución a un cliente.

En el momento de la redacción, no se ha recibido respuesta a la consulta realizada.

#### 5.4.6. Contacto con Arcturus

Arcturus es un fabricante de drones que también ofrece soluciones UAS, de manera similar a Latitude Engineering. De hecho, dos de las aeronaves ofrecidas por Latitude Engineering para sus UAS son de Arcturus.

Dentro de los tres modelos de dron que ofrece Arcturus, como se ha descrito en el apartado 5.3.2, el modelo JUMP-15 puede ser de especial interés para el proyecto, ya que encaja a la perfección dentro de las necesidades del proyecto.

Por lo tanto, se ha decido hacer una consulta a Arcturus sobre las diferentes opciones que ofrecen con su modelo JUMP-15 y el coste que supondría cada una de ellas, para ver si encaja dentro de unos precios razonables para un posible cliente, o aplicando la lógica del apartado anterior, para tener un coste disponible que plantear a un posible cliente, por si acaso le pudiese encajar.

Por lo tanto, se ha realizado una consulta explicando el proyecto y su objetivo, y preguntando por las diferentes opciones disponibles y sus precios.

En el momento de la redacción no se ha recibido una respuesta.

### 5.5. Análisis del marco legal en España

El marco legal en España afecta a la parte de desarrollo del proyecto, no a la viabilidad del producto. Es decir, un marco legal desfavorable condicionaría el desarrollo y las pruebas, pero el marco legal relevante para la viabilidad del proyecto sería el de aplicación en la región o regiones de uso.

El 29 de diciembre de 2017, se publicó en el Boletín Oficial del Estado la nueva normativa que es de aplicación en España para las aeronaves pilotadas por control remoto (RPAS). En concreto, la publicación del BOE es el Real Decreto 1036/2017 [35], por el cual se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto, y se modifican los Reales Decretos 552/2014 [36] y 57/2002 [37], que son el Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea y el Reglamento de circulación aérea, respectivamente.

El RD 1036/2017 no es aplicable a [38]:

- Los RPAS militares.

- Los RPAS cuya masa máxima al despegue sea superior a 150 kg, excepto operaciones de:
  - Aduanas, policía, búsqueda y salvamento, extinción de incendios, etc.
  - Excluidas del Anexo II del Reglamento (CE) 2016/2008.
- Los globos libres no tripulados y los globos cautivos.
- Los vuelos que se desarrollen en su integridad en espacios interiores completamente cerrados.

El último punto sería de gran interés para AirSupply, ya que en el campus de Cantoblanco de la Universidad hay un recinto cerrado que podría ser utilizado para las pruebas de vuelo.

El vuelo del dron de AirSupply sería concebido como un vuelo experimental, ya que estaría recogido dentro de uno de los siguientes puntos, descritos en el Artículo 5, apartado s) del Real Decreto 1036/2017 [35]:

- *Vuelos para programas de investigación, realizados por cuenta de quien gestione el programa en los que se trate de demostrar la viabilidad de realizar determinada actividad con aeronaves pilotadas por control remoto (RPA).*
- *Vuelos de desarrollo en los que se trate de poner a punto las técnicas y procedimientos para realizar una determinada actividad con aeronaves pilotadas por control remoto (RPA), previos a la puesta en producción de esa actividad, realizados por quien pretenda llevarla a cabo.*
- *Vuelos de I + D, realizados por fabricantes u otras entidades, organizaciones, organismos, instituciones o centros tecnológicos para el desarrollo de nuevas aeronaves pilotadas por control remoto (RPA) o de los elementos que configuran el RPAS.*

### 5.5.1. Espacios aéreos con restricciones

Existen diferentes zonas en las que está prohibido, restringido o regulado especialmente el tráfico aéreo de drones.

En las zonas aéreas de espacio limitado, se prohíbe el vuelo de drones y en las zonas aéreas de espacio controlado, se ha permitido con la nueva legislación el vuelo de drones bajo ciertas condiciones, entre las que se encuentran:

- Disponer de un transpondedor en modo S (menos para UAVs de menos de 25 kg y a la vista del piloto).
- Que el piloto tenga acreditación de radiofonista.
- Que el piloto acredite conocer el idioma o idiomas utilizados en las comunicaciones con el controlador.
- Autorización de AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea).

Será importante evaluar regiones en las que se pueden realizar las pruebas de vuelo, si no es un espacio cerrado (como sería la opción de Cantoblanco).

Existen aplicaciones, como es el caso de IcarusRPA de Aerial Insights, que permiten visualizar mapas de España y las diferentes restricciones que aplican del espacio aéreo.

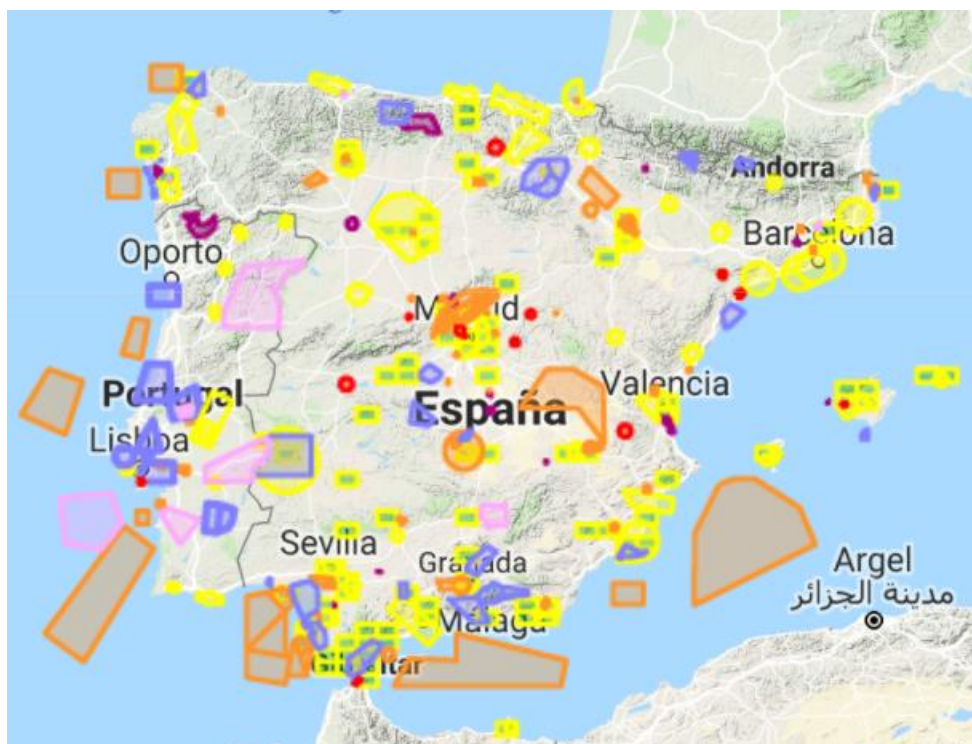


Ilustración 51: Mapa de España con indicaciones de restricciones en espacios aéreos (fuente: IcarusRPA)

Por ejemplo, Cantoblanco estaría incluida dentro de una Zona de Control (CTR), debido a la proximidad del aeropuerto de Barajas. Por lo tanto, sería necesario evaluar si se pueden realizar las pruebas de vuelo en un espacio cerrado y en caso de que no, si tiene sentido realizarlas en Cantoblanco o en otra localización.

Cabe destacar que, con el nuevo marco regulatorio, se permite el vuelo de drones dentro de las ciudades, situación que antes estaba prohibida. Es necesario cumplir con ciertos requisitos, pero se puede.

### 5.5.2. Puntos de aplicación a AirSupply

En este apartado se describirán los puntos del nuevo Real Decreto que son de aplicación al proyecto, en concreto, a un vuelo experimental y autónomo.

#### 5.5.2.1. Requisitos generales

En el Capítulo I, se especifican las disposiciones generales del Real Decreto. Entre los diferentes puntos que se incluyen, está el ámbito de aplicación, que se ha descrito anteriormente en la introducción del apartado 5.5, las exclusiones o las definiciones, entre otros.

Caben mención aparte los requisitos generales de uso, que se estipulan en el Artículo 4, en el cual se especifica lo siguiente:

*Sin perjuicio del cumplimiento del resto de los requisitos establecidos en este real decreto, su normativa de desarrollo y el resto de las disposiciones de aplicación, el uso de aeronaves pilotadas por control remoto (RPA) requerirá, en todo caso que su diseño y características permitan al piloto intervenir en el control del vuelo, en todo momento.*

*El piloto remoto será, en todo momento, el responsable de detectar y evitar posibles colisiones y otros peligros.*

Por lo tanto, será necesario diseñar mecanismos para la intervención del piloto, ya que el vuelo será automatizado y un vuelo 100% automatizado no estaría permitido por la legislación española.

#### 5.5.2.2. Identificación

En el Capítulo II, Sección 1ª: Identificación, matriculación, aeronavegabilidad y requisitos del enlace de mando y control, se especifican las necesidades de matriculación y certificados para los drones, en función de las características.

El dron utilizado por AirSupply deberá cumplir con lo dispuestos en el Artículo 8 del Real Decreto 1036/2017 en términos de identificación [35]:

*Todas las aeronaves pilotadas por control remoto (RPA) deberán llevar fijada a su estructura una placa de identificación ignífuga, en la que deberá constar la identificación de la aeronave, mediante su designación específica, incluyendo el nombre del fabricante, tipo, modelo y, en su caso, número de serie, así como el nombre del operador y los datos necesarios para ponerse en contacto con él.*

*La información que debe figurar en la placa deberá ir marcada en ella por medio de grabado químico, troquelado, estampado u otro método homologado de marcado ignífugo, de forma legible a simple vista e indeleble.*

Teniendo el dron utilizado por AirSupply una masa inferior a 25 kg, queda exento de cumplir con los requisitos de matriculación y certificado de aeronavegabilidad, según lo dispuesto en el apartado 1 del Artículo 9 [35]:

*Las aeronaves pilotadas por control remoto (RPA) con una masa máxima al despegue que no exceda de 25 kg quedan exceptuadas de los requisitos de inscripción en el Registro de Matrícula de Aeronaves Civiles y de la obtención del certificado de aeronavegabilidad previstos, respectivamente, en los artículos 29 y 36 de la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea.*

#### 5.5.2.3. Organizaciones de diseño y producción

En el Capítulo II, Sección 2ª: Organizaciones de diseño y producción, se especifican los requisitos de dichas organizaciones.

Debido a que se realizan aportes a la estructura del dron, será necesario validar con AESA si fuera de aplicación para AirSupply dicha normativa.

#### 5.5.2.4. Mantenimiento

En el Capítulo II, Sección 3ª: Mantenimiento, se especifican los requisitos de mantenimiento de los RPAS.

Según lo estipulado en el apartado 2 del Artículo 18, las operaciones de mantenimiento se reducirán a lo especificado por el fabricante [35]:



*En el caso de aeronaves de menos de 2 kg de masa máxima al despegue, el operador podrá realizar el mantenimiento siguiendo únicamente las instrucciones del fabricante.*

Con respecto al resto de Artículos, se estipula que se ha de realizar el mantenimiento de cara a que la aeronavegabilidad del dron se mantenga y se especifica la necesidad de llevar un registro con la actividad, vuelos o defectos surgidos, entre otros.

#### 5.5.2.5. Condiciones para la utilización del espacio aéreo

En el Capítulo III, se especifican las condiciones para la utilización del espacio aéreo en función del tipo de aeronave, el espacio y el tipo de vuelo que se realice.

Para saber qué aplica a los vuelos que se pretenden realizar, hay que tener en cuenta que los vuelos serán de tipo experimental.

En el Artículo 23: Condiciones generales de utilización del espacio aéreo para la realización de vuelos experimentales, se estipula lo siguiente [35]:

- 1. Los vuelos experimentales solamente podrán realizarse dentro del alcance visual del piloto, o, en otro caso, en una zona del espacio aéreo segregada al efecto y siempre en zonas fuera de aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o de reuniones de personas al aire libre, así como en espacio aéreo no controlado y fuera de una zona de información de vuelo (FIZ).*
- 2. La realización de estos vuelos requerirá, además, el establecimiento de una zona de seguridad en relación con la zona de realización del vuelo.*

Por lo tanto, será necesario que los vuelos se realicen dentro del alcance visual del operario o en un espacio aéreo segregado al efecto. Será necesario, además, establecer una zona de seguridad en relación con la zona de realización de vuelo.

A su vez, queda restringida la actividad en aglomeraciones, y en espacio aéreo controlado y en zonas de información de vuelo. Por lo tanto, los lugares de prueba deberán ser evaluados según estos requisitos. Como se ha mencionado en el apartado 5.5.1, se utilizarán herramientas, como IcarusRPA para evaluar en qué zonas se podrán realizar las pruebas de vuelo.

Por último, cabe destacar, que los vuelo deberán realizarse a luz del día, y los vuelos nocturnos requerirán una autorización específica de AESA.

#### 5.5.2.6. Requisitos de la operación

En el Capítulo IV del Real Decreto 1036/2017 [35], se detallan los requisitos de la operación de drones.

Del Artículo 26: Obligaciones generales, cabe destacar los siguientes puntos:

- Disponer de la documentación relativa a la aeronave.
- Haber realizado un estudio previo de seguridad.
- Disponer de un seguro de responsabilidad civil.
- Cumplir con la Ley de Protección de Datos (enfocado a drones que realicen grabaciones).

A su vez, de los siguientes Artículos de la Sección 2ª del Capítulo V: Limitaciones en la operación, es importante mencionar los siguientes puntos [35]:

- No se podrá realizar la operación desde vehículos en movimiento a menos que se haya realizado una planificación específica.
- No se podrán pilotar dos aeronaves al mismo tiempo.
- En caso de realizar la transferencia del control entre dos pilotos, debe existir un protocolo específico.
- Se debe establecer un área de protección para el despegue y aterrizaje, garantizando que en un radio de 30 metros no existan personas que no estén controladas por el operador.
- Se deben establecer zonas de recuperación de seguridad en el suelo a las que se pueda llegar en caso de fallo, sin causar daños a personas ni a bienes.

#### 5.5.2.7. Personal

En el Capítulo V, se especifican los requisitos del personal que se encargue de los vuelos.

En el Artículo 33, se estipulan en el apartado 1 los requisitos de los pilotos remotos, en los siguientes subapartados [35]:

- a) Tener 18 años de edad cumplidos.*
- b) Ser titulares del certificado médico en vigor que corresponda conforme a lo previsto en este capítulo, emitido por un centro médico aeronáutico o un médico examinador aéreo autorizado.*
- c) Disponer de los conocimientos teóricos necesarios, conforme a lo previsto en el artículo siguiente.*
- d) Disponer de un documento que constate que disponen de los conocimientos adecuados acerca de la aeronave del tipo que vayan a pilotar y sus sistemas, así como formación práctica en su pilotaje, o bien acerca de una aeronave de una categoría y tipo equivalente, conforme a lo previsto en el anexo I, siempre que quede acreditado por el operador dicha equivalencia. Parte de la formación práctica en el pilotaje podrá desarrollarse en sistemas sintéticos de entrenamiento.*

Por lo tanto, para las personas encargadas del pilotaje, sería necesario cumplir con las condiciones anteriores.

#### 5.5.2.8. Habilitación para el ejercicio de operaciones aéreas

En el Capítulo VI, se especifican los requisitos para la habilitación a las operaciones aéreas, tanto de operaciones especiales, como de vuelos experimentales.

Debido a que AirSupply sería un vuelo experimental, es necesario extraer las disposiciones de habilitación para este tipo de operaciones.

En el Artículo 39, se especifican los tipos de vuelos en los que sería necesario realizar una comunicación previa. En el apartado 1, se hace mención de los vuelos experimentales en los que es de aplicación [35]:



*El ejercicio de las operaciones aéreas especializadas contempladas en el artículo 21.1 y 2, letra a), siempre que no se realicen en espacio aéreo controlado o dentro de una zona de información de vuelo (FIZ), y la realización de vuelos experimentales, por aeronaves cuya masa máxima al despegue sea igual o inferior a 25 kg, estará sujeta a la comunicación previa a la Agencia Estatal de Seguridad Aérea.*

Por lo tanto, antes de comenzar las pruebas de vuelo, sería necesario realizar una comunicación previa a la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).

El contenido de la comunicación se especifica en el apartado 2 del Artículo 39, debiendo proporcionar la siguiente información [35]:

- Datos identificativos y acreditación de los requisitos del Capítulo V (ver apartado 5.5.2.7) de:
  - Operador.
  - Aeronave.
  - Piloto.
- Los vuelos experimentales que se vayan a realizar y sus perfiles.

Por otra parte, es necesario disponer de determinados documentos que se especifican en el apartado 3 del Artículo 39, según aplique.

En el Artículo 40, se especifican las necesidades de recibir una autorización para realizar las operaciones. Se estipula lo siguiente en el apartado 1, subapartado a), respecto a los vuelos experimentales:

*1. Están sujetas a la previa autorización de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, conforme a lo previsto en este artículo:*

*1.1. Las operaciones aéreas especializadas y vuelos experimentales por aeronaves cuya masa máxima al despegue sea superior a 25 kg, a excepción de las operaciones a que hace referencia el artículo 39.1, segundo párrafo.*

Por lo tanto, no sería necesaria recibir una autorización, por lo que con realizar una comunicación a AESA se podrían comenzar las pruebas de vuelo.

#### 5.5.2.9. Disposiciones adicionales

En las disposiciones adicionales del Real Decreto 1036/2017 [35], se incluyen puntos que son de aplicación para el proyecto.

Respecto a los requisitos de los equipos, se especifican los siguientes puntos:

- Equipo de comunicaciones capaz de mantener comunicaciones con estaciones aeronáuticas.
- Sistema para la terminación segura del vuelo.
- Equipos para garantizar que el vehículo opere dentro de los límites especificados.
- Medios para que el piloto conozca la posición del vehículo.
- Luces o dispositivos para garantizar la visibilidad.

### 5.5.3. Conclusiones

Del análisis del marco legal, se pueden sacar diferentes conclusiones sobre la legalidad de la realización de las pruebas de vuelo en España.

La principal conclusión es que las pruebas de vuelo se podrían realizar de manera legal, aunque con ciertas complicaciones.

Entre los diferentes puntos que sería necesario tener en cuenta, están los siguientes:

- No se podrá realizar una operación automatizada, ya que el piloto siempre deberá poder intervenir.
- El dron no podrá realizar vuelos en determinadas zonas, como son las próximas a los aeropuertos. Por lo tanto, será necesario evaluar en que sitios se pueden realizar las pruebas de vuelo.
- El piloto del dron deberá estar formado para poder realizar los vuelos. Será necesario que una persona del proyecto posea un título de pilotaje de drones.
- El vuelo siempre se ha de realizar a la vista.
- Si se realizase el vuelo en un espacio cerrado, no sería necesario cumplir con los puntos del Real Decreto. Por lo tanto, resolvería muchos problemas disponer de un espacio cerrado para realizar pruebas iniciales y que más adelante se busquen espacios abiertos en los que se puedan realizar pruebas más avanzadas.
- Una vez se tenga todo preparado, se podrán comenzar las pruebas sin autorización de las autoridades aéreas, lo que acorta los plazos. Simplemente será necesario realizar una comunicación a AESA.
- Entre otros requisitos, será necesario disponer de la documentación que aplica, tanto para la aeronave, como para el piloto.

---

## 6. Modelo de negocio

---

En este apartado se describe el modelo de negocio final propuesto para AirSupply. Para describir el modelo de negocio, se detallarán los siguientes puntos:

- Propuesta de valor.
- Modelo de negocio (utilizando el *Business Model Canvas*).
- Fuentes de financiación.
- Alternativas al modelo de negocio propuesto.
- Modelo operativo y financiero.
- Riesgos del modelo de negocio.

### 6.1. Propuesta de valor

La propuesta de valor son los diferentes puntos mediante los cuales se crea valor para los segmentos de clientes.

Para definir la propuesta de valor, que después será integrada en el modelo de negocio, se ha utilizado el *Value Proposition Canvas* que, como se ha indicado anteriormente (ver apartado 3.2), ayuda a estructurar la propuesta de valor al cliente a partir de diferentes puntos.

Se ha considerado útil para empezar a construir la propuesta de valor, pensar primero en profundidad el proceso que lleva a cabo el cliente, identificando posibles situaciones que resulten en un inconveniente. De esta forma se desarrolla una propuesta de valor más consistente con lo que el cliente necesita. En inglés es lo que se conoce como el *Customer Journey*.

Cabe destacar, que en este apartado se detalla el proceso del cliente y el *Value Proposition Canvas*, y que la propuesta de valor se indicará junto con el modelo de negocio en el apartado 6.2.2, para que no haya redundancia.

#### 6.1.1. Proceso del cliente

El cliente se está identificando con la entidad encargada de la gestión de un centro médico en una región subdesarrollada con vías de transporte precarias y el proceso a describir es el asociado con el transporte de medicamentos a otros centros médicos o comunidades locales.

El proceso del cliente se puede subdividir en dos partes: la logística previa al envío y la logística del transporte de medicamentos. Finalmente, se identificarán posibles situaciones en las cuales surge un problema.

##### **Logística previa**

Para poder realizar el transporte de material médico, es necesario llevar a cabo tareas, como el aprovisionamiento de material médico, aprovisionamiento general y tener un proceso para recibir los pedidos o saber cuánto material médico llevar al destino.

Aunque estos puntos puedan parecer más tangenciales, es importante pensar todos los pasos que sigue el cliente, ya que es posible que se pueda crear valor sobre alguno de ellos.

El aprovisionamiento de material médico incluiría: medicinas, bolsas de sangre, vacunas y otros, como podrían ser jeringuillas, tiritas, gasas, tubos de muestras, etc.

El aprovisionamiento general, sería el relacionado con todos los elementos que no tienen que ver directamente con la medicina. Entre ellos se podrían incluir, debido a su relevancia en el caso de estudio, los siguientes: gasolina, aceite de motor y piezas para el vehículo que se utilizase en el transporte de material médico.

Por último, como se reciben los pedidos o necesidades a enviar. Una opción, es que los pedidos sean solicitados a través de SMS, llamadas, WhatsApp o emails en los cuales se indiquen las necesidades. Por otro lado, los pedidos pueden estar automatizados o fijados previamente con una frecuencia determinada (por ejemplo, llevar cada dos semanas 100 gasas y tiritas). Puede ser, incluso, que se utilice un sistema que se desconozca, pero a priori, las opciones más lógicas parecen las anteriores, teniendo en cuenta las regiones en las que está enfocada el proyecto

### **Logística de envíos**

Para realizar el envío del material médico, es necesario seguir unos determinados pasos.

Primero, hay que buscar el material deseado y ponerlo en el paquete, caja o en el recipiente en el que vaya a ser transportado el material.

A continuación, se produce el envío, siendo el material transportado mediante alguno de los medios de transporte disponibles, como podría ser un coche o un barco. El transporte se realiza en dos traslados, uno de ida y otro de vuelta.

### **Ejemplos de situaciones no deseadas**

Una situación posible y muy repetida en países subdesarrollados, es que haya habido lluvias previas y el estado de la carretera no permita la comunicación terrestre con el destino del material médico, por lo que el envío no se puede realizar.

Otra situación posible es que se solicite material médico con urgencia y el traslado no se pueda realizar con la velocidad requerida debido a que las carreteras no lo permiten o que el medio de transporte no es lo suficientemente rápido, como podría ser un barco.

En el proyecto a partir del cual se inició el desarrollo del dron, el transporte médico se realiza con una barca a lo largo de un afluente del río Amazonas, y cada envío lleva alrededor de unas 4 horas por trayecto. Esto resulta en una incapacidad de poder acometer situaciones de urgencia.

Un posible cliente, la Fundación Recover, explicó en una reunión mantenida con ellos, que tuvieron un caso en el que no fueron capaces de enviar a tiempo una pieza estropeada de un respirador, en su red de hospitales en Camerún.

En estas situaciones no deseadas y a lo largo del proceso del cliente, el sistema de envíos a partir de un dron automatizado puede crear valor. En el *Value Proposition Canvas* que se muestra a continuación, se estructuran los puntos en los que se crearía valor, que serán desarrollados más adelante en el apartado 6.2.2.

### 6.1.2. Value Proposition Canvas

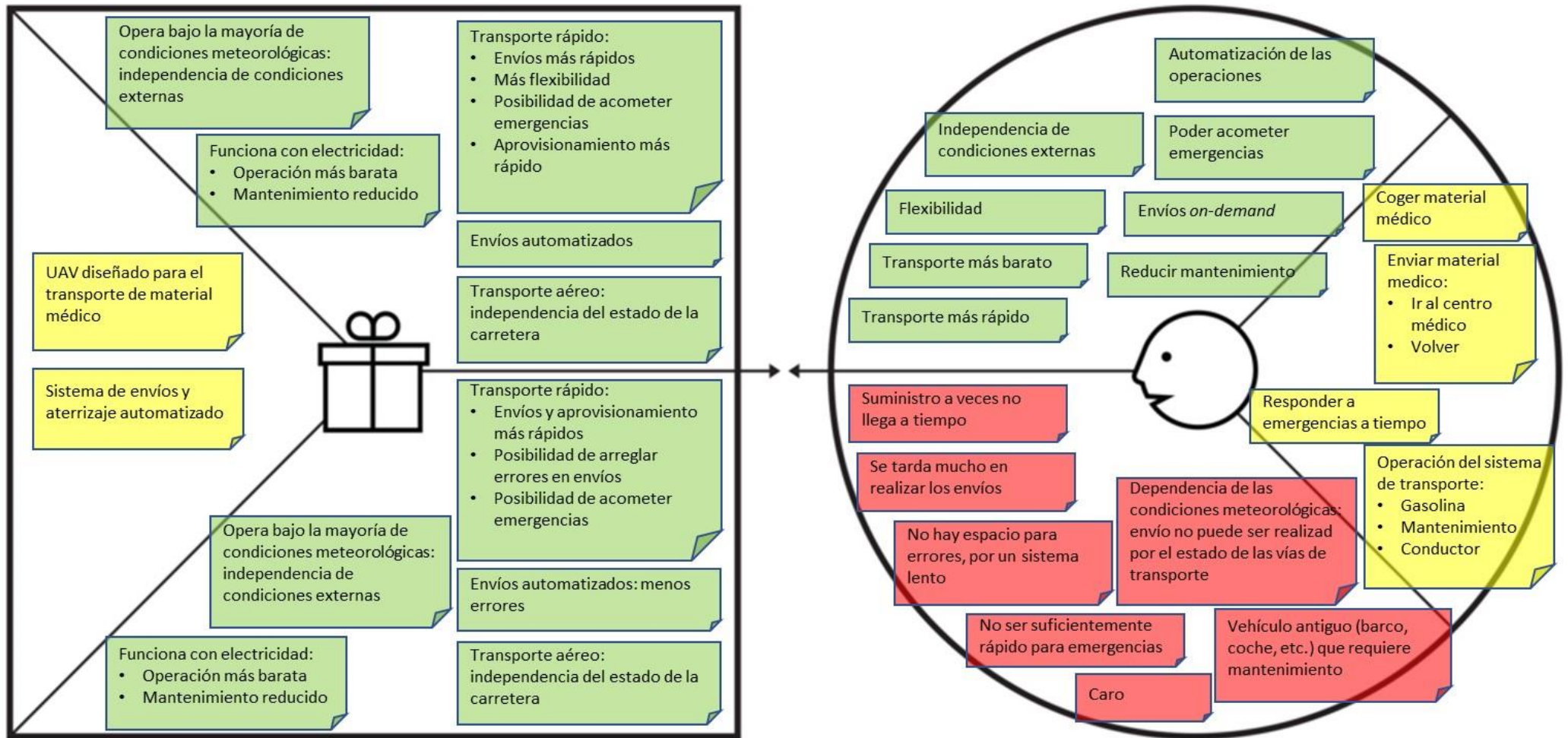


Ilustración 52: Value Proposition Canvas

### 6.1.3. Producto o servicio

En un principio, AirSupply ofrecería los dos, tanto un servicio, como un producto.

Por un lado, la tecnología no estaría lo suficientemente desarrollada, ni sería lo suficientemente robusta como para ser un producto llave en mano. Un posible cliente no estaría dispuesto a adquirir un dron que no ha sido probado anteriormente por un determinado precio. Tampoco estaría dispuesto a pagar por un producto que no le reportase suficiente confianza, sin ningún tipo de asistencia o garantía por detrás.

Además, es muy posible que el cliente no esté preparado para realizar la implementación del proyecto, que implicaría la instalación de los sistemas y el *training* para usar el sistema, que a priori sería sencillo.

A pesar de que ofrecer un producto sería la opción más sencilla operativamente, no sería viable.

Por otra parte, operar únicamente como un servicio, en el cual AirSupply se encargase al completo de las operaciones, no tendría sentido económicamente, ya que no habría las economías de escala para llevarlo a cabo y se dispararían los precios.

Al ser una operación que requiere poca intervención humana, no tendría sentido tener personal de campo para realizar las operaciones (que requerirían poco tiempo al día) y sería mejor que lo realizase el personal del centro médico como una tarea extra. Por otro lado, haría falta tener coordinadores a pie de campo, que estarían infrautilizados con poco volumen de proyectos en una región determinada.

Si se operase únicamente como un servicio, los costes se dispararían, hasta que el modelo tuviese suficiente volumen de proyectos como para que tuviese sentido tener coordinadores a pie de campo y que los proyectos tuviesen suficiente volumen de envíos para que tuviese sentido tener a operarios.

Por lo tanto, el modelo híbrido sería el más adecuado a corto-medio plazo para el proyecto. Por un lado, se ofrece un producto: el dron. Por otro lado, se ofrece un servicio, que incluye la implementación del proyecto y un seguimiento del funcionamiento, que permita colaborar en caso de que surjan problemas o incluso ir al lugar del proyecto para solucionarlos. A su vez, el hecho de tener una componente de servicio permitiría recopilar datos de las operaciones para optimizar la tecnología y el modelo operativo. Esto podría ser de utilidad también para recibir financiación de terceros interesados en los datos que se puedan extraer.

Será necesario confirmar, si se hace uso del RV Jet, que es posible ofrecer el dron como producto, ya que proviene de otra compañía, habiéndosele realizado modificaciones, y podría ser un problema legal.

Existe un modelo alternativo para casos particulares, que son los proyectos temporales, como podría ser una campaña de prevención realizada por una ONG o situaciones de aprovisionamiento en casos de desastre natural, por ejemplo. Para estos casos, no tendría sentido vender un producto y un servicio, ya que la duración sería limitada y el cliente seguramente esté buscando una solución más flexible.

Para estos casos, se puede definir un modelo de colaboración a modo servicio, en el cual se preste un servicio de manera temporal y en el cual el dron seguiría siendo de AirSupply. En estos

casos sí que podría tener sentido tener a una persona a pie de campo, ya que sería un proyecto temporal, no una situación continua en el tiempo.

## 6.2. Modelo de negocio

En este apartado se describe el modelo de negocio propuesto, a partir del *Business Model Canvas*.

Este modelo de negocio es el resultado final del desarrollo del proyecto. Proviene de un modelo de negocio inicial sobre el que se han realizado modificaciones. Al seguir el proyecto en una etapa embrionaria, no tienen por qué ser el modelo de negocio definitivo y hay cabida para cambios o pivotes sobre el modelo.

A partir del *Business Model Canvas*, se puede estructurar el modelo de negocio en diferentes puntos (*building blocks* en inglés). Esta estructura es útil para ideas de negocio incipientes, para poder plantear como acometer todos los puntos diferentes del negocio. Los *building blocks* de los que se compone el *Business Model Canvas* son:

- Segmentos de cliente.
- Propuesta de valor.
- Canales.
- Relaciones con clientes.
- Actividades clave.
- Recursos clave.
- Asociaciones clave.
- Estructura de costes.
- Fuentes de ingresos.

A continuación, se muestra el lienzo sobre el que se indican los diferentes puntos del *Business Model Canvas*, los cuáles se detallan más en profundidad más adelante.



### 6.2.1. Business Model Canvas

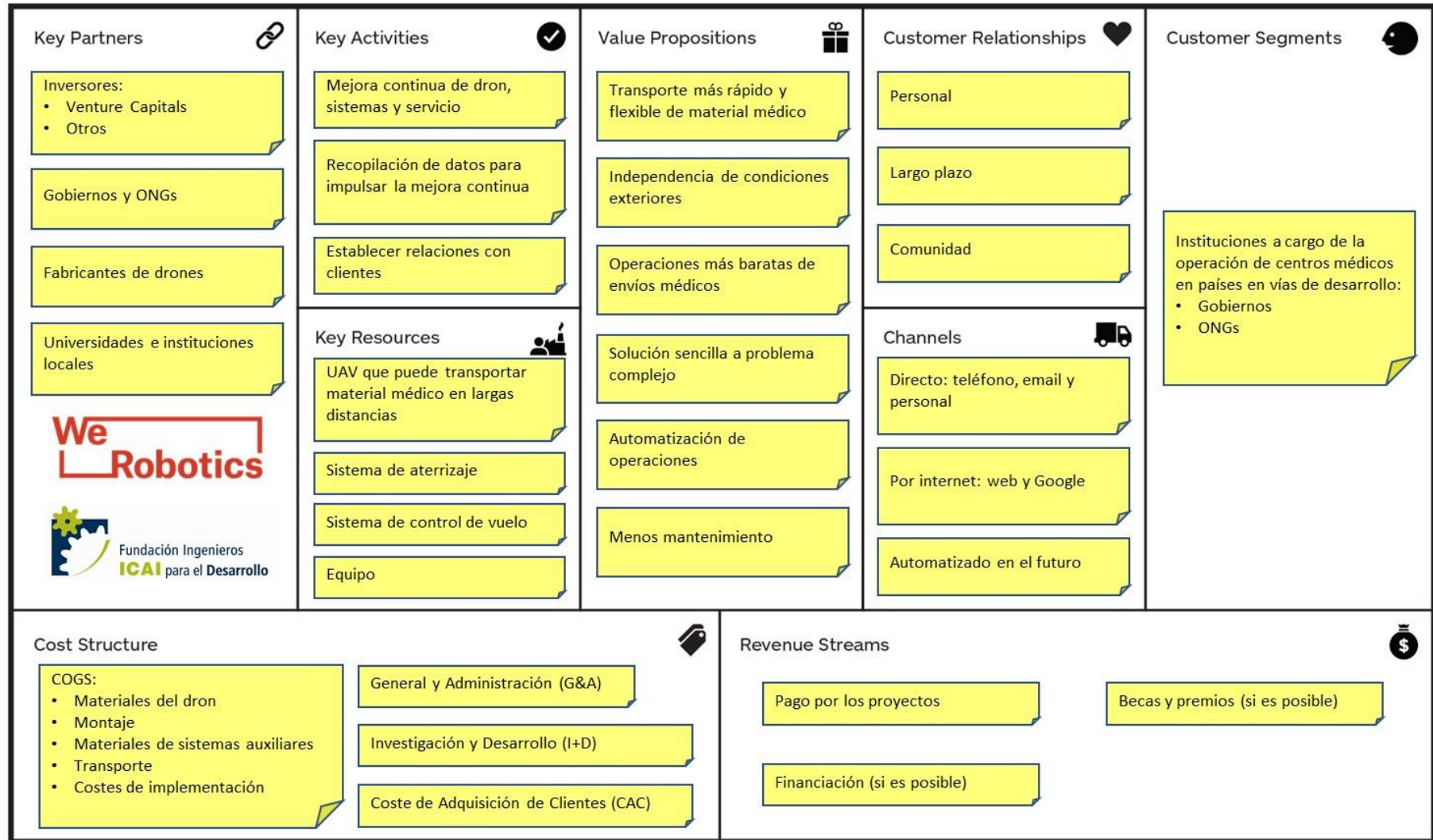


Ilustración 53: Business Model Canvas



## 6.2.2. Propuesta de valor

La propuesta de valor describe el valor que se proporciona a los clientes, es decir, que problema se quiere solucionar, cómo se va a solucionar, y los motivos o características que dan valor al producto ofrecido, ya sea por su valor intrínseco, o porque mejora a otras opciones existentes en el mercado.

La idea de emprendimiento social del uso de un dron para transporte de material médico surge de la deficiencia de las soluciones existentes en países subdesarrollados. Los clientes objetivo, es decir, las entidades encargadas de la gestión y operación de centros médicos en zonas aisladas, que por norma general son gobiernos u ONGs, actualmente utilizan medios de transporte convencionales terrestres o marítimos.

Debido al estado de las infraestructuras de transporte, el tiempo empleado para realizar los envíos suele ser muy elevado, sobre todo en los casos en los que se realiza por agua. A su vez, estos envíos dependen de las condiciones exteriores, que en múltiples ocasiones imposibilitan la distribución debido al estado de las vías de transporte.

La dependencia de las condiciones exteriores, así como los elevados tiempos de envío, suelen imposibilitar la respuesta ante urgencias en el tiempo adecuado.

Por otra parte, el transporte tanto marítimo como terrestre conlleva unos costes tanto de medios (coste del vehículo) como de operación (mantenimiento, conductor y combustible), que son relativamente altos. Esto es asumiendo que dispongan de un vehículo para realizar los envíos. En caso contrario, que es una situación que sucede, es que todos los envíos se realicen subcontratando a alguien para realizar los envíos, lo que incrementa el coste de manera significativa.

El dron diseñado y sistema de entregas propuesto, proporciona una mejora sustancial en los diferentes puntos que afectan al cliente y que se pueden ver en la Ilustración 52. La mejora que proporciona (propuesta de valor) se basa principalmente en los siguientes puntos:

- **Rapidez:** el uso de un vehículo aéreo permite ir de un sitio a otro por la distancia más corta en línea recta e independiente de las vías disponibles, que en países subdesarrollados suelen implicar lentitud. Por otro lado, la velocidad de vuelo es superior a la que se consigue con medios de transporte tradicionales en las vías existentes.
- **Flexibilidad:** gracias a la rapidez de entrega, existe flexibilidad, ya que el dron permite realizar más de una entrega por día y con plazos muy cortos de entrega (casi *on-demand*).
- **Sencillez de operación:** uno de los puntos más importantes de la propuesta de valor es ofrecer un método sencillo de operar. El hecho de que se realice el transporte con drones puede interpretarse como un aumento de la complejidad, sin embargo, el modelo de operación que se ofrecerá será muy sencillo de operar.
- **Reducción de costes:** el coste de los métodos de transporte tradicionales es elevado y el coste del dron y el sistema auxiliar ofrecido, sería al de un vehículo. Por otro lado, su fuente de energía es electricidad, cuyo coste comparado con el de la gasolina es despreciable, y apenas requiere mantenimiento. Por lo tanto, aunque la alternativa

fuese un vehículo de segunda mano, los costes de operación permiten al vehículo aéreo ser una alternativa mejor en términos de costes.

- **Independencia de condiciones exteriores:** uno de los *pain points* más significativos de los clientes objetivo, es el hecho de que las condiciones exteriores pueden implicar que el envío no se pueda realizar. Gracias al uso de un dron, se ganaría independencia del estado de las vías de transporte. Por el momento, el vuelo del dron no se podría realizar durante la existencia de condiciones climatológicas adversas.
- **Automatización de operaciones:** el uso del sistema de entregas diseñado permitiría automatizar el operaciones, optimizando las operaciones y mejorando la precisión. Este punto estaría en línea con la sencillez de operación.
- **Reducción del mantenimiento:** el sistema diseñado apenas requiere mantenimiento, lo que supondría una ventaja considerable respecto a proyectos con vehículos antiguos.

### 6.2.3. Segmentos de cliente

Los segmentos de clientes son los diferentes grupos de clientes a los cuales están dirigidos los productos o servicios de una compañía. Estos segmentos o grupos de clientes han de ser diferenciables, debido a necesidades diferentes, canales diferentes o relación diferente con ellos, entre otros.

El modelo de negocio actual está enfocado únicamente a un único segmento de clientes, que serían las entidades encargadas de la gestión y operación de centros médicos en países subdesarrollados con infraestructuras deficientes.

Estos clientes se pueden sub-segmentar a su vez en:

- ONGs.
- Gobiernos.

Estos dos subsegmentos tienen, salvo algún detalle, las mismas necesidades, por lo que la propuesta de valor es la casi idéntica para ambos.

Una de las mayores diferencias entre ambos, radicaría en la escala. El acceso a un gobierno como cliente, posibilitaría escalar el negocio a otras regiones en un mismo país, mientras que, si el cliente es una ONG, los proyectos serían más aislados.

Otro punto diferencial entre ambos es el acceso a recursos, por lo que un gobierno sería, probablemente, menos sensible al precio.

El proceso de cerrar un acuerdo sería diferente también, ya que los procesos con gobiernos suelen implicar procesos más lentos y con burocracia.

Como se ha especificado, estos son los segmentos de clientes a los que se enfocarán los recursos de la compañía en el modelo de negocio actual. Cabe la posibilidad de que, en un futuro, el negocio se amplíe a otros segmentos de clientes. También es posible que clientes decidan contratar el servicio, sin haber enfocado recursos a ellos, como podrían ser entidades públicas o privadas al cargo de la gestión de centros médicos en países desarrollados, que se vean atraídos por el ahorro en costes y rapidez en la entrega.

#### 6.2.4. Canales

Los canales son las formas en la que la empresa hace llegar su producto o propuesta de valor a sus clientes. En los canales se engloban los canales de distribución y venta, necesarios para proporcionar un producto o servicio a los clientes. Entre las diferentes funciones que los canales de una empresa cumplen, se encuentran las siguientes:

- Permitir al cliente comprar el producto o servicio.
- Entregar al cliente el producto o servicio tras la compra.

Los canales pueden ser propios o de socios a través de los que se comercializa el producto. A su vez, pueden ser canales directos, equipo comercial o página web, por ejemplo, o indirectos, como podría ser una tienda propia o de un socio comercial.

Es necesario seleccionar los canales de forma adecuada para llegar de la mejor manera posible a los segmentos de mercado.

Debido a la naturaleza del negocio diseñado, el canal principal a través del cual se accedería a los clientes sería de manera directa y personal. Se accedería a los clientes mediante el contacto directo con ellos, como podría ser a través de email, teléfono o encuentros personales.

La forma más adecuada de comercializar el producto, sobre todo al principio, será mediante el contacto directo con los clientes, a los que se les comunicará y explicará de manera detallada la propuesta de valor. Una de las ventajas de las que dispone el proyecto, es que el cliente está definido y no es una de las hipótesis que hay que validar. Esto no implica que la hipótesis de que el cliente quiera el producto esté validada, simplemente que el segmento de cliente está definido y se puede optimizar el proceso y canales para acceder a ellos.

Por otra parte, se dispondrá de una página web a través de la cual posibles clientes pueden encontrar el servicio y contactar con AirSupply. No obstante, es poco probable que en el principio este canal sea muy relevante, por lo que no se enfocarán muchos recursos a ello. Se intentará de todos modos disponer de un buen SEO (*Search Engine Optimization*), por si algún posible cliente busca información al respecto, pueda encontrar la web.

Cabe destacar que, si el proyecto va bien y comienza a funcionar en varias regiones, el canal web irá cobrando mayor importancia respecto al contacto directo con los clientes, ya que los posibles clientes comenzarán a AirSupply, en vez de AirSupply a ellos. Será de suma importancia ofrecer un servicio excelente, que permita recibir publicidad en la prensa y a través del boca a boca.

Finalmente, en caso de que el negocio escale de manera aún más significativa, los canales irán evolucionando a un modelo automatizado, mediante el cual los clientes puedan contratar los servicios a través de la página web.

#### 6.2.5. Relaciones con clientes

La relación con los clientes es el tipo de relaciones que la compañía establece con sus segmentos de clientes. Es decir, como hacer que los clientes te conozcan y las relaciones que se establecen con los clientes a partir de ello. Por lo tanto, las relaciones con clientes incluirán:

- Informar al cliente sobre el producto o servicio. Es decir, hacer saber al cliente la propuesta de valor que la empresa ofrece.

- Permitir al cliente evaluar la propuesta de valor.
- Servicio de atención posterior a la venta.

Al igual que los canales al principio (como se ha detallado en el apartado anterior), las relaciones con los clientes serán de manera directa y personal al principio.

Según el proceso vaya escalando, se irán automatizando las relaciones, aunque el servicio posventa se realizará de manera personalizada en todo en momento. Se automatizará el proceso en el que se informa al cliente del producto, es decir, se irá reduciendo el contacto personal con los clientes y serán ellos los que accedan a la página web a informarse de los servicios y producto que se ofrecen y la propuesta de valor.

Las relaciones que se establecerán con los clientes serán de largo plazo. A pesar de que se venderá el producto y se realizará la implementación tras la venta, se tratará de mantener una relación con los clientes, que permitirá evaluar el funcionamiento y ofrecer un mejor servicio. Por otro lado, esto permitirá la recopilación de información y *feedback*, que servirá para aplicar un proceso de mejora continua.

Se tratará de crear una comunidad de clientes, que permita a los clientes compartir información entre ellos, que los lleve a hacer un mejor uso del servicio de transporte aéreo. A su vez, esta comunidad permitirá a los clientes tener una sensación de servicio más personalizado y cercano, que mejorará la percepción sobre AirSupply. Además, la información compartida en la comunidad será de utilidad para la mejora continua del servicio y producto ofrecido.

Por último, cabe destacar, que se hará uso de las redes sociales para atraer los clientes y permitirles ver la utilidad del servicio en otros proyectos.

#### 6.2.6. Recursos clave

Los recursos clave son los recursos requeridos por la propuesta de valor, los canales de distribución, las relaciones con los clientes y las fuentes de ingresos. Estos recursos pueden ser de diferentes tipos, humanos, intelectuales o físicos, entre otros ejemplos.

El recurso más importante, será el dron diseñado, que dispondrá de las siguientes características:

- Diseño aerodinámico de ala fija (similar al diseño de un avión), que genera sustentación, resultando en un ahorro significativo de energía en el vuelo. Esto permite aumentar el rango y autonomía de vuelo (alrededor de 1,5 horas y 120 km).
- Capacidad de carga del dron, que permite realizar el vuelo a la vez que transporta material médico (alrededor de 0,5 kg).

Por otra parte, serán de suma importancia el sistema de aterrizaje y el sistema de control de vuelo.

El sistema de aterrizaje permitirá, mediante balizas infrarrojas, el aterrizaje del dron se podrá realizar de manera automatizada y con la precisión requerida. Sin un buen sistema de aterrizaje, se podrían producir accidentes en el aterrizaje que podría resultar en la inoperatividad del dron y, por lo tanto, la necesidad de reemplazarlo.

El sistema de control de vuelo servirá para poder realizar un vuelo automatizado. Se podría obviar este sistema y que un operario lo realizara, sin embargo, los vuelos son de larga distancia,

por lo que sería necesario utilizar un sistema de visión para el manejo del dron y sería muy complejo, resultando en una dependencia alta del factor humano. Por lo tanto, el sistema de control de vuelo aportará de manera significativa a la propuesta de valor y la viabilidad del sistema. El sistema de control de vuelo automatizado está en línea con la propuesta de valor de un modelo de operación sencillo.

Es importante resaltar que en el modelo propuesto se plantea el uso del dron diseñado y el desarrollo interno del software. Existe la alternativa de utilizar otro diseño o incluso de externalizar todo el sistema. Estas alternativas de modelo de negocio se indicarán en el apartado 6.4.

El equipo de *AirSupply* será uno de sus recursos más importantes también. Un equipo altamente motivado y cualificado, será clave para conseguir un producto y servicio excelente. El equipo llevará a cabo un proceso de mejora continua del servicio y diseño del dron, que permitirá el crecimiento de la compañía y ofrecer una propuesta de valor aún mejor a los clientes.

Por último, será un recurso importante el capital disponible, ya que permitirá acelerar el proceso de desarrollo sin que éste esté limitado por la disponibilidad de recursos. Será importante intentar tener acceso a financiación al comienzo del proyecto.

#### 6.2.7. Actividades clave

Las actividades clave son las acciones más relevantes que una compañía debe llevar a cabo para el funcionamiento del modelo de negocio.

Como se ha ido indicando en apartados anteriores, una de las actividades más importantes será la mejora continua. De acuerdo con una metodología *Lean*, se procurará optimizar al máximo los recursos utilizados. Esto implicará que en los primeros proyectos se comenzará con un servicio más básico, sobre el que se irán realizando mejoras.

En línea con la mejora continua, pero cabe mencionarlo aparte, será importante el desarrollo tecnológico tanto del dron como de los sistemas, para poder avanzar a la misma velocidad que el mercado y que se pueda ofrecer un producto y un servicio lo mejores posibles.

Para poder realizar la mejora continua será clave realizar otra actividad, que es la recopilación de información. La información que adquirir será tanto la proporcionada de forma cualitativa por los clientes, como información recopilada sobre el comportamiento en vuelo, despegue y aterrizaje. Mediante el contacto continuo con los clientes (se establecerá una relación a largo plazo) se podrá optimizar el servicio prestado, así como enfocar las mejoras a lo que el cliente realmente necesita, no a lo que se piensa que necesita. La adquisición de datos durante el vuelo se realizará mediante sensores y software que permitan evaluar el funcionamiento del dron. Estos datos proporcionarán información valiosa para el desarrollo de la tecnología.

El establecimiento de relaciones con los clientes, tanto al principio de la compra, como a lo largo de la vida del producto, será importante para el éxito de *AirSupply*. El establecimiento de relaciones comprenderá tanto el encontrar y contactar con posibles clientes (gobiernos y ONGs) para intentar atraerlos, así como el mantenimiento de la relación tras la compra e implementación del servicio.

Finalmente, de cara principalmente al futuro, será importante realizar un buen *Search Engine Optimization* (SEO), que permita a posibles clientes encontrar a *AirSupply* si lo buscan en Google.

El SEO no es trivial y requerirá dedicación de tiempo ya que, en el futuro, cuando se dejen de enfocar recursos al contacto directo con clientes, será de suma importancia.

### 6.2.8. Asociaciones clave

Las asociaciones clave, son los diferentes socios y proveedores que permiten y contribuyen a que el modelo económico funcione.

Para el proyecto a desarrollar, las relaciones clave serán de suma importancia, debido a las características del cliente y el producto y servicio ofrecido.

Primero, aunque sean los clientes, también podrán ser asociados clave las ONGs o gobiernos. Esto radica en que, cuando un gobierno sea el cliente, ONGs locales pueden ayudar a contactar con el cliente (gobierno) y a impulsar el proyecto. Por otro lado, cuando los clientes sean ONGs, los gobiernos de los países en los que operen pueden ayudar a encontrar a los posibles clientes e incluso colaborar en el proceso, ya que sus ciudadanos se verán beneficiados.

El proyecto se está desarrollando de la mano de la Fundación de Ingenieros de ICAI para el Desarrollo. Por lo tanto, será una asociación clave, ya que permitirá el acceso a recursos, como pueden ser ingenieros de la escuela, contactos (posibles clientes) e incluso recursos económicos (propios o acceso a financiación o donaciones). Por otra parte, será un abanderado del proyecto, que colaborará a dar una mejor imagen al proyecto y seguridad a los posibles clientes.

Asimismo, existe una asociación llamada WeRobotics, que ha sido creada por personas con experiencia en el mundo de los drones y su labor principal es crear una red mundial de laboratorios (*Flying Labs* como ellos los denominan), que permitan acelerar y escalar el impacto del uso de drones y robótica en ayuda humanitaria. Tras realizar contactos con ellos, han colaborado en dar soluciones al estancamiento del proyecto en la parte de desarrollo de control. Han mostrado mucha predisposición a colaborar, por lo que es una asociación clave a tener en cuenta para el futuro.

La entrada de inversores en el proyecto ayudaría a acelerar el proceso de desarrollo y permitiría realizar este proceso sin tener limitaciones a nivel de recursos. Esto no significa que no se vaya a hacer un uso óptimo de recursos en línea con la metodología *Lean*, simplemente que la disponibilidad de recursos permitiría tener acceso a mejores tecnologías para el desarrollo, permitiría desarrollar varios prototipos y se podría acelerar el proceso.

Sería de gran ayuda también, poder contar con fabricantes de drones como colaboradores que permitan tener acceso a su tecnología y *know-how* para poder destinarlo a un bien social. Aunque el dron y los sistemas estén diseñados, la participación de un fabricante de drones cómo socio clave podría ayudar a mejorar el prototipo. En esta línea, se han realizado contactos con Range Video, que son los fabricantes del dron utilizado. Por otra parte, se han realizado contactos con fabricantes de UAS (*Unmanned Aircraft Systems*) como Latitude Engineering y Arcturus, para evaluar posibles colaboraciones, como alternativas al desarrollo interno. Esto se detallará como alternativas de modelo de negocio, ya que implicarían que no se utilizase el dron diseñado.

Como se describe más adelante, un posible socio clave sería una empresa de logística como DHL, Seur o UPS que, aportando recursos, puedan beneficiarse del *know-how* obtenido sobre la operación de sistemas de transporte con drones. UPS, por ejemplo, ya ha participado en un proyecto de transporte de vacunas con Zipline y Gavi, como se describirá más adelante.

### 6.2.9. Estructura de costes

Todos los negocios tienen unos costes asociados con las operaciones llevadas a cabo para generar beneficio. Los costes pueden ser fijos o variables, es decir, pueden ser independientes del volumen de producción o pueden ir asociados al volumen de producción, o de operaciones.

Primero, la empresa dispondrá de costes variables asociados al producto y servicio proporcionado. Estos costes variables o COGS (*Cost of Goods Sold*) serán los siguientes:

- **Dron:** el coste del vehículo en sí.
- **Materiales dron:** incluirá todos los materiales y elementos necesarios realizar las modificaciones: motores, hélices, estructura, electrónica etc.
- **Sistemas auxiliares:** incluirá el coste asociado con los elementos auxiliares: sistema de aterrizaje, estaciones de recarga, etc.
- **Transporte:** los costes asociados con el transporte del producto a lo largo de todas las fases de fabricación e incluyendo los costes de entrega que, al ser en países externos, no será despreciable.
- **Implementación:** serán todos los costes incurridos para llevar a cabo la implementación, como será el desplazamiento de personal para llevar a cabo esta tarea.
- **Otros:** incluirá otros costes no mencionados y que serán incurridos para cada unidad vendida.

Los costes fijos que conllevará la empresa:

- **G&A:** los costes G&A (*general and administration*) incluirán todos los costes generales (comida, transporte, etc.) y de administración.
- **Alquiler oficina:** coste en caso de alquilar una oficina.
- **Salarios:** salarios de los empleados.
- **I+D:** todos los costes necesarios para el desarrollo de la tecnología (dron y sistemas auxiliares).
- **Marketing:** si se realizase. En principio no se realizarán campañas de marketing.

Por simplificar, en el modelo de costes realizado no se han tenido en cuenta los costes G&A, ya que van incluidos en alquiler de oficina, salarios e I+D.

Merece una mención aparte el coste de adquisición de clientes. Este coste engloba todos los gastos incurridos para adquirir clientes. De cara a evaluar la efectividad de la adquisición de clientes, se utilizará como métrica el CAC (*Customer Acquisition Cost*), que es el coste medio empleado en la adquisición de un cliente. Se calcula como los gastos totales en marketing vs. el número de adquisiciones. En principio no se tiene pensado realizar marketing, por lo que no se tendrá en cuenta, pero en caso de realizarse, es una métrica importante que considerar y a comparar con el ingreso por cliente a lo largo de su vida o en inglés: *Lifetime Value*.

En el apartado 6.5.3, se detalla el modelo de Excel realizado, con los diferentes costes asociados a cada tipología de proyecto, así como un modelo financiero, incluyendo valores concretos.

## 6.2.10. Fuentes de ingresos

Las fuentes de ingresos serán las formas en las que la compañía genera caja con sus actividades en los diferentes segmentos de mercado.

A su vez, se indicarán en este apartado las posibles fuentes de financiación, ya que será necesario conseguir recursos al principio del proyecto para poder ponerlo en marcha y financiar la primera etapa en la que no se dispondrá de ingresos.

Aunque el objetivo de *AirSupply* no sea la obtención de beneficios y tenga un fin social, es necesario disponer de fuentes de ingresos, que ayuden a cubrir los costes de la empresa y permitir que sea sostenible. Por eso, se han mencionado primero los costes, ya que se realizará un *cost-based-pricing*, es decir, a partir de los costes existentes, se fijará un precio al servicio de cara a cubrirlos.

Por lo tanto, se cobrará por el producto y los servicios. Se realizará un único pago al comienzo del proyecto, con un precio que cubrirá el coste variable, así como una parte del coste fijo de estructura. Se evaluará una vez esté dispuesta la estructura, cual es el precio necesario para poder mantenerla y disponer de recursos para reinvertir en el desarrollo de la tecnología.

El precio de cada proyecto se realizará *ad hoc* en función de las características del proyecto, que resultarán en el número de drones que se necesitan. En el apartado 6.5.3 se detallan en mayor profundidad los precios en función del tipo de proyecto y las características.

Dando un orden de magnitud, el precio ha de fijarse de forma que el margen bruto (ingresos – costes variables) se sitúe alrededor de un 67% de los ingresos, para que se puedan cubrir los costes fijos. En el apartado 6.5.3 se indican en mayor detalle los cálculos realizados.

Asimismo, se buscará financiación externa (como se ha mencionado anteriormente), que permita mantener el proyecto durante la fase de inicio en la que no hay ingresos y que colabore también a mantener la estructura a medio plazo y permita invertir en investigación y desarrollo (I+D) para mejorar la tecnología ofrecida.

Existen diversas posibilidades a través de las cuales *AirSupply* podría recibir financiación, entre las que se encuentran las siguientes:

- Concursos.
- Crowdfunding.
- Financiación pública.
- Socios inversores.
- Donaciones.
- Préstamos.
- Capital riesgo.

En el apartado 6.3 se detallará en mayor profundidad.



## 6.3. Fuentes de financiación

Como se ha mencionado anteriormente, para cubrir los costes de desarrollo de la fase inicial del proyecto sería necesario disponer de financiación.

Por otra parte, una vez se consigan los primeros o primer cliente y se valide el modelo de negocio, la posibilidad de recibir financiación en ese punto podría contribuir a acelerar el crecimiento y poder invertir en I+D para poder mejorar la propuesta de valor.

A continuación, se detallan las diferentes opciones de financiación y el estudio realizado de alternativas dentro de cada una.

### 6.3.1. Concursos

Un concurso al que el proyecto se pueda presentar es una buena oportunidad para poder recibir financiación que colabore a acelerar el desarrollo del proyecto.

Debido a una disponibilidad escasa de recursos, el avance del proyecto es bastante lento y en determinadas áreas, como es el caso del desarrollo de la parte de control de vuelo, está parado. El avance del proyecto hasta el momento se encuentra sujeto a Trabajos de Fin de Grado y Master, así como al trabajo de voluntarios, por lo que la disponibilidad de capital podría permitir la contratación de personal que pudiese llevar a cabo las tareas pendientes y daría un mayor margen para realizar las pruebas del dron.

#### 6.3.1.1. Fundación Repsol

El primer concurso en el que se valoró incluir a AirSupply fue la 7ª Convocatoria Fondo de Emprendedores de la Fundación Repsol.

El Fondo de Emprendedores es la aceleradora de la Fundación Repsol para startups relacionadas con la industria energética y movilidad avanzada [39]. Por lo tanto, el concurso implicaría la entrada en la aceleradora de la Fundación Repsol.

Debido a la naturaleza de una aceleradora, implicaría, en principio, dedicación a tiempo completo por parte de las personas al cargo del proyecto. Este posible requisito se tuvo en cuenta para tomar la decisión de si incluir a AirSupply en el concurso.

El proyecto de AirSupply se podría incluir dentro de las bases en el contexto del apartado 4.2.3 de requisitos de las bases [39]: Digitalización y movilidad: propuestas innovadoras en el sector de la movilidad que creen más valor para las personas, en el subapartado c): Cualquier otra innovación en el ámbito.

Las propuestas que pueden acceder a la Convocatoria se agrupan en dos categorías:

- Proyectos: propuestas que cuenten con una tecnología novedosa, suficientemente demostrada a nivel de laboratorio u otro entorno controlado.
- Ideas: propuestas que estén en un nivel de desarrollo tecnológico más temprano que el anterior.

Por lo tanto, AirSupply encajaría dentro de la categoría de ideas, debido al estado de desarrollo de la tecnología.

El premio para los proyectos seleccionados en la categoría de ideas es de 2.000 € al mes. A su vez, conlleva la obligatoriedad de recibir formación por parte de Repsol en los ámbitos que se considere necesario.

Los posibles participantes en la Convocatoria son personas físicas mayores de edad o empresas cuyo capital no esté participado por otra empresa o empresas a más del 25%. Por lo tanto, debido a la dependencia de la Fundación de la Universidad Pontificia Comillas, el participante adecuado debería haber sido yo. Teniendo en cuenta además que la Fundación podría haber tenido problemas por su carácter de organización sin ánimo de lucro.

Debido a la necesidad de dedicación al proyecto que no se podía ofrecer, al final no se presentó a AirSupply al concurso. Esta decisión fue tomada dentro de un contexto de un margen de menos de una semana entre que se encontró el concurso y se cerraba el plazo. Dentro de este horizonte temporal Ricardo, gerente de la Fundación y co-director del proyecto, no estaba presente, ya que estaba en un viaje en Perú. A pesar de que dejó la información legal sobre la Fundación, no se pudo consultar si la información inferida anteriormente (la Fundación depende de la Universidad) era correcta o no, y en caso de que no, ver vías correctas para presentarse al concurso. En las bases se requería lo siguiente puntos en caso de ser una empresa [39]:

- *Al presentar sus propuestas los participantes garantizan a la Fundación Repsol: que tienen plena capacidad jurídica y de obrar para tomar parte en la convocatoria y que su participación no infringe norma alguna de cualquier índole.*

#### 6.3.1.2. Fundación Mapfre

La Fundación Mapfre convocó a finales de 2017 la 1ª edición de los Premios Fundación Mapfre a la Innovación Social, en colaboración con el Instituto de Empresa (IE).

Estos premios, por lo tanto, están concebidos dentro del entorno de la innovación social, que es el contexto del proyecto desarrollado.

Las tres categorías a las que se otorgan premios son [40]:

- 1) Mejora de la salud y tecnología digital (e-Health).
- 2) Innovación aseguradora.
- 3) Movilidad y seguridad vial.

Por lo tanto, el proyecto se podría englobar tanto en la primera categoría, como en la segunda.

Sin embargo, el proyecto no cumpliría los requisitos establecidos para poder aplicar al concurso [40]:

- 1) *Contar con al menos un integrante que trabaje a full time en el proyecto.*
- 2) *Disponer de un prototipo/prueba piloto de una idea de innovación social con participación de usuarios.*
- 3) *Los proyectos presentados, no la organización a la que corresponden, en el caso de contar con ingresos no deben ser superiores a 150.000€/año (incluyendo donaciones, aportaciones públicas y facturación si la hubiera.*

En concreto, el punto 2 ya sería excluyente, ya que el proyecto no dispone de una prueba piloto y menos aún con la participación de usuarios. Por otro lado, tampoco se dispondría de un integrante que estuviese trabajando *full-time* en el proyecto.

No obstante, futuras ediciones del concurso pueden ser muy interesantes para cuando el proyecto disponga de pruebas piloto, o incluso clientes.

El premio es de 30.000 € para el ganador de cada categoría y, además, el jurado cuenta con inversores que podrían estar dispuestos a invertir en el proyecto por cuenta propia.

#### 6.3.1.3. Premios MAD+

En 2017, el Ayuntamiento de Madrid convocó los Premios MAD+ para fomentar el emprendimiento social.

La convocatoria está cerrada, lógicamente, pero es posible que se vuelva a reabrir en 2018 o en el futuro.

La cuantía de los premios era 20.000 € para el ganador y 4.000 € para el segundo premio [41]. Por otro lado, a los diez finalistas se les da visibilidad, lo que también contribuye a desarrollo de los proyectos.

Uno de los requisitos es que es necesario disponer de un prototipo ya probado, por lo que actualmente AirSupply no podría participar. También es necesario que pueda llegar a tener impacto en la actividad económica de Madrid, lo que podría ser un problema de cara a la participación en el proyecto.

Sería necesario realizar un enfoque del impacto posible en la ciudad, ya que sería complejo que los drones se usasen, que por ejemplo podría ser la creación de empleo para el desarrollo del proyecto.

#### 6.3.1.4. Programa Jóvenes Emprendedores Sociales

La Universidad Europea dispone de unos premios para emprendimiento social, que se llaman Premios Jóvenes Emprendedores Sociales y actualmente van por la X Edición.

La cuantía del premio es de 2.000 € y se abona a los 10 ganadores. Por otra parte, se potencia la visibilidad del proyecto y se incluye en una red de emprendedores sociales, en los que se incluirían los 90 ganadores previos y hasta 1.500 personas en más de 90 países.

Cabe destacar que se premia al emprendedor, no al proyecto, por lo que el que se presentaría al concurso sería una persona concreta.

Entre las condiciones para la participación, se disponen las siguientes [42]:

- Tener entre 18 y 29 años.
- Ser el responsable directo del proyecto.
- Llevar funcionando más de 6 meses previamente a la convocatoria.
- Tener impacto en España.
- Asistir al 100% de las sesiones formativas.

Como en principio el proyecto no tendrá aplicación en España, es una condición excluyente para la participación en el proyecto. Por otro lado, actualmente no se puede garantizar que la persona que se presentase (yo, en principio) pudiese asistir a las sesiones formativas.

Si en el futuro se encuentra aplicación en España, podría ser un concurso interesante para participar.

#### 6.3.1.5. Premio G5 Innova

El Premio G5 Innova al emprendimiento social es otorgado por el Grupo 5. La última convocatoria fue el año pasado y fue la cuarta desde el inicio. Actualmente no hay ninguna convocatoria abierta.

Los premios son 6.000 € para el ganador y 500 € para el segundo y tercer premio.

Los requisitos para la participación son [43]:

- 1) Ser emprendedor español o con residencia en España y que el proyecto tenga impacto en España.
- 2) Proyecto innovador y social con una antigüedad inferior a 4 años.
- 3) Proyecto funcionando al menos 6 meses antes de la convocatoria.

Al igual que en concursos mencionados anteriormente, el proyecto ha de tener impacto en España, por lo que, por el momento, no sería de aplicación para AirSupply. Sin embargo, si en un futuro se plantea una aplicación en territorio español, podría ser un concurso interesante.

#### 6.3.1.6. Drone Pioneer Award

El concurso Drone Pioneer Award está enfocado a proyectos innovadores y con impacto global, que hagan uso de drones.

Está organizado por Interaerial Solutions, CopterView y Triad, y cuenta con la colaboración del Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania, UAV Dach, NGIN Mobility, Joschka Fischer & Company y Berlin Partner.

La cuantía económica del premio no se especifica, pero se hace referencia a un premio y a que se colaborará con el proyecto.

Entre los diferentes ámbitos de innovación que se mencionan, se incluyen los siguientes [44]:

- Uso sostenible de recursos en agricultura o minería.
- Suministro de agua, comida, energía o material médico en países subdesarrollados.
- Protección de especies o planta en peligro.
- Soluciones para gestión de catástrofes y para paz y seguridad.
- Soluciones innovadoras de transporte.

Ya que el proyecto cumple con los requisitos especificados y aunque no se especifique bien la cuantía económica y aportaciones al ganador, se ha presentado a AirSupply al concurso.

#### 6.3.1.7. UAE Drones for Good

El premio UAE Drones for Good es un premio que concede el gobierno de los Emiratos Árabes Unidos a empresas que hagan un uso social de los drones.

Los participantes pueden ser de cualquier lugar del mundo y la cuantía económica es muy elevada: 1 millón de dólares americanos.

Actualmente no está convocado el premio para 2018, ni se sabe si lo habrá, pero en caso de que se abra una nueva convocatoria en el futuro, sería muy interesante participar.

#### 6.3.2. Crowdfunding

Otra alternativa de financiación es realizarlo a través de crowdfunding. El crowdfunding es un método de financiación en el cual se consigue la financiación deseada a partir de un número grande de pequeños inversores, a diferencia del método tradicional, en el cual uno o unos pocos inversores aportan la cantidad total.

Se suele llevar a cabo a través de plataformas digitales y existen dos vertientes principales:

- Crowdfunding.
- Equity crowdfunding.

El crowdfunding normal implica el recibir dinero de diferentes personas sin devolver nada a cambio o dando un producto o recompensa por el dinero recibido, pero sin ceder participación de la empresa.

Es un método popular entre particulares que quieren conseguir algo (financiar un voluntariado o un tratamiento médico) o entre empresas que venden un producto y utilizan plataformas como Kickstarter para hacer un crowdfunding en el que se ofrece el producto como recompensa para donativos superiores al precio del producto. De esta forma, se consigue lanzar el producto sin riesgo, ya que la recompensa se otorga una vez se haya conseguido reunir la cantidad deseada.

El equity crowdfunding es un método de crowdfunding en el cual se invierte dinero a cambio de participación en la empresa, no a fondo perdido, ni por una recompensa como sería en el caso de crowdfunding normal. Es similar al método de inversión tradicional, pero el volumen de inversión se consigue con volumen alto de inversores, no con un volumen alto de inversión por inversor. Normalmente se crea un vehículo de inversión en el que están incluidos todos los inversores, para que el *cap table* (tabla de capitalización) sea más limpio y por posibles problemas en la toma de decisiones.

A continuación, se detallan algunas opciones de crowdfunding para AirSupply.

##### 6.3.2.1. Kickstarter

Kickstarter es una plataforma de crowdfunding, en la que los proyectos reciben el dinero por adelantado, a cambio de recompensas que suelen variar según el importe aportado al proyecto.

En ocasiones, se utiliza para lanzar un producto al mercado, cobrando el dinero antes de producirlo. En otro tipo de proyectos, como podría ser AirSupply, se dan recompensas a cambio,

como podría ser una carta de agradecimiento, una mención (suele variar el nivel de mención en función del dinero), una participación en un sorteo o una muestra personalizada, entre otros ejemplos.

De cara a AirSupply, podría ser interesante ya que se recibe el dinero por adelantado y se podrían pensar recompensas, como menciones en la web (colaboradores), grabados en el dron, versiones en miniatura del dron o camisetas. Además, no es necesario ceder participación a cambio del dinero recibido.

El problema de Kickstarter es que, debido a un elevado volumen de proyectos, puede pasar que el proyecto quede diluido entre otros muchos proyectos.

#### 6.3.2.2. Ulule

Ulule funciona de la misma manera que Kickstarter, incluyendo también una parte de asesoramiento a los proyectos.

Cabe destacar que hacen mención específica a proyectos sociales, por lo que es posible que los inversores/usuarios de Ulule tengan más predisposición a invertir en iniciativas sociales.

#### 6.3.2.3. CrowdCube

CrowdCube es una plataforma de equity crowdfunding.

Las empresas que busquen financiarse a través de Crowdcube, pasan un filtro inicial y es necesario que hayan constituido una Sociedad Limitada.

La financiación mínima es de 250.000 € y no hay un máximo. La empresa decide el porcentaje que cede y, por lo tanto, la valoración de la empresa. Todas las financiaciones son mediante ampliación de capital y para uso en crecimiento.

Por el momento, AirSupply no podría participar, ya que no es una Sociedad Limitada y levantar 250.000 € de financiación requeriría, a priori, una valoración de alrededor de 1 millón de €, teniendo en cuenta los porcentajes que se suelen ceder. Por lo tanto, es muy posible que AirSupply esté en un estado demasiado embrionario como para financiarse a través de CrowdCube.

#### 6.3.2.4. Indiegogo

Indiegogo es una plataforma que permite realizar tanto crowdfunding con recompensas (Kickstarter y Ulule), como equity crowdfunding (CrowdCube y The Crowd Angel) o incluso ofrecer el producto en su *Marketplace*.

Indiegogo además ofrece servicios adicionales de asesoramiento y post-campaña para intentar diferenciar su propuesta de valor de la de Kickstarter.

De cara a AirSupply podría ser interesante, debido a que ofrece varias opciones y asesoramiento posterior, pero es posible que una plataforma más especializada sea más adecuada. Por otro lado, la mayoría de los productos que se ofrecen en Indiegogo son productos innovadores de corte B2C (*business to customer*), mientras que AirSupply sería un B2B.

#### 6.3.2.5. The Crowd Angel

The Crowd Angel es una plataforma de equity crowdfunding muy similar a CrowdCube, pero con algunas diferencias.

Primero, solo publican entre 10 y 15 empresas al año. La cuantía de las rondas es de entre 150.000 € y 300.000 €, con valoraciones de entre 500.000 € y 1.500.000 €. La tipología de la ronda es *Seed* o *Pre-Seed*, por lo que AirSupply sí que se incluiría dentro de este grupo.

Por otra parte, por el lado de los inversores, el ticket mínimo es de 3.000 €.

The Crowd Angel proporciona además asesoramiento a las empresas que participan, tanto legal, como financiero.

Se especifica que la empresa tiene que estar constituida y operativa, por lo que AirSupply no se podría incluir dentro de este requisito. Por otro lado, es necesario que se haya demostrado que se satisface una necesidad de mercado.

Por el momento no es una opción posible, pero podría ser interesante para el futuro.

#### 6.3.2.6. La Bolsa Social

La Bolsa Social es una plataforma de equity crowdfunding para empresas con impacto social.

Tienen dos diferentes tipos de financiación:

- Semilla: para proyectos validados en fase de testeo, resultando en inversiones de hasta 100.000 €.
- Crecimiento: para negocios validados con facturación, siendo las inversiones a partir de 100.000 €.

Los requisitos son los siguientes:

- Impacto social o medioambiental positivo acreditable.
- Potencial de crecimiento y de sostenibilidad económica.
- Compromiso personal con el proyecto.
- Forma de sociedad limitada o anónima.
- Domicilio en la Unión Europea.

AirSupply no cumpliría en estos momentos ni con la forma de la sociedad, ni con el compromiso personal, ya que no hay una persona que se pueda garantizar con seguridad que dé continuidad al proyecto.

Sin embargo, puede ser una opción muy interesante si se fundase una sociedad y se contase con una persona comprometida al cargo del proyecto, ya que se realizan inversiones en empresas que están testeando el modelo de negocio y que puede que no tengan ingresos todavía, además de estar enfocada a proyectos sociales.

### 6.3.3. Financiación pública

Existe la posibilidad también, de recibir dinero a través de fuentes de financiación de carácter público. Los dos organismos principales para recibir financiación en etapas tempranas de compañías tecnológicas son el CDTI y ENISA.

#### 6.3.3.1. CDTI

El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), es una entidad de carácter público que financia e impulsa el desarrollo tecnológico y la innovación. Es la entidad encargada de dirigir la financiación en I+D+i de las empresas españolas. Entre sus actividades principales, cabe destacar [45]:

- Evaluar técnica y económicamente, y financiar de proyectos de investigación y desarrollo llevados a cabo por empresas.
- Gestionar y promocionar la participación española en programas internacionales de cooperación tecnológica.
- Fomentar la transferencia internacional de tecnología empresarial y de los servicios de apoyo a la innovación tecnológica.
- Apoyar a la creación y consolidación de empresas de base tecnológica en España.

Sería la última actividad mencionada, la que sería de aplicación para AirSupply.

Las formas a través de las cuales el CDTI financia a las empresas son las siguientes:

- Préstamo bonificado.
- Ayuda parcialmente reembolsable.
- Subvención.
- Capital riesgo.

De estos tipos de financiación, las nuevas empresas pueden acceder a las subvenciones y al capital riesgo.

#### **Programa de ayudas NEOTEC**

Las subvenciones se engloban dentro del programa de ayudas NEOTEC. Este programa está enfocado a empresas cuya estrategia se base en el I+D+i y en el dominio extensivo del conocimiento técnico y científico.

AirSupply tiene una componente tecnológica fuerte, pero es posible que para poder acceder al programa NEOTEC, sea necesario que la estrategia de la compañía esté más basada en el desarrollo de un dron, más que en la adaptación de un modelo o existente o incluso la compra de un dron de un tercero.

La última convocatoria se abrió en julio de 2017 y actualmente no hay ninguna abierta, pero ha habido una convocatoria cada año, por lo que se debería abrir una nueva a mediados-finales de 2018. Entre los requisitos de las últimas convocatorias, cabe destacar la necesidad de disponer de 20.000 € de fondos propios.



Debido a que parece complicado poder cumplir con los requisitos de fondos propios y a que la estrategia principal no es el I+D+i, parece complicado que se pueda acceder a la subvención, por lo que no será una de las opciones principales de financiación. Sin embargo, es una opción a tener en mente, ya que es financiación a fondos perdidos, por lo que no habría que dar nada a cambio.

### **Programa Invierte**

El CDTI, invierte en capital riesgo a través del programa Invierte, en el que gestiona su participación en diferentes fondos de capital riesgo. Estas inversiones implican la retención de un porcentaje de participación en la compañía y se realizan a través de ampliaciones de capital, para que el dinero sea invertido en la compañía.

Entre los fondos en los que participa el CDTI, se encuentran los siguientes: Caixa Capital Risk, Kibo Ventures, Iberdrola Ventures-Perseo o Repsol Energy Ventures.

Para cada fondo, se especifica la estrategia de inversión, es decir, los sectores en los que invierte. La mayoría invierte en salud y tecnología médica, por lo que podría ser posible que AirSupply se pudiese englobar dentro de este grupo.

Los Venture Capitals suelen requerir empresas con cierto grado de avance (producto funcional, como mínimo), por lo que es una opción interesante para cuando el dron esté funcionando o se hayan conseguido los primeros clientes.

### **6.3.3.2. ENISA**

La Empresa Nacional de Innovación, S.A. (ENISA), es una entidad gubernamental, dependiente del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Su actividad es la financiación de PYMES, mediante préstamos participativos y también tiene participación en fondos de capital riesgo que invierten en empresas españolas, para fomentar la innovación en el territorio nacional.

Los préstamos de ENISA son participativos, es decir, los intereses a devolver dependen del éxito de la empresa. Se componen de dos tramos, uno fijo de Euribor más diferencial y un segundo tramo que depende de la rentabilidad de la empresa. A su vez, los préstamos de ENISA rara vez requieren garantía. El dinero recibido va a fondos propios, lo que financieramente es mejor y sus intereses se deducen fiscalmente.

Para la línea de financiación de jóvenes emprendedores (menos de 40 años), las condiciones principales son las siguientes [46]:

- Importes entre 25.000 € y 75.000 €.
- Dos tramos de intereses:
  - Primer tramo de Euribor + 3,25% de diferencial.
  - Segundo tramo variable en función de la rentabilidad, con límites en un 3% y un 6%.
- Sin garantías.

En el estado actual del proyecto, no sería interesante recibir un préstamo, ya que no se facturará dinero a corto plazo, por lo que habría que utilizar el préstamo para repagar la deuda. Esto no

sólo significa que no tendría sentido para AirSupply, sino que seguramente no se vería al proyecto apto para recibir el préstamo. No obstante, una vez se comience a ingresar dinero o se tenga previsión de hacerlo (por ejemplo, con el interés de posibles clientes), podría ser una buena opción.

#### 6.3.4. Socios inversores

Otra posible fuente de financiación posible es buscar a inversores que no solo obtengan una posible rentabilidad sobre su inversión, o busquen colaborar con un proyecto de corte social, sino que puedan obtener otros beneficios, como podría ser el *know-how* de las operaciones.

Un ejemplo de este tipo de *Joint Ventures* sería la realizada por Zipline (ver apartado 2.2), Gavi y UPS. Gavi es una ONG especializada en vacunas y financiada por la Gates Foundation. La asociación realizada es el transporte de vacunas de Gavi mediante drones de Zipline, financiado con 800.000 \$ de la UPS Foundation [47]. Por un lado, UPS realiza una acción social a través de su Fundación, pero, por otro lado, recibe información operativa sobre cómo realizar transporte de mercancías con drones. Esta información le puede ayudar a estar en una posición de ventaja competitiva en un futuro en el que el transporte de mercancías con drones sea legal en países como Estados Unidos, Reino Unido, Alemania o España.

Existe una posibilidad elevada de que las empresas que actualmente realizan envíos en África con fines humanitarios estén testeando un modelo de negocio que podría ser implantado en países occidentales una vez la regulación lo permita. En vez de realizar pruebas de vuelo y de operaciones en centros de vuelo, aprovechan para realizar labores humanitarias y recibir dinero por sus servicios mientras testean el modelo operativo. Empresas como Zipline, que realizan miles de envíos al día en África, tendrán una posición de clara ventaja para implementar ese modelo de negocio en otros países una vez sea legal.

##### 6.3.4.1. UPS Foundation

UPS, es una empresa multinacional de logística, enfocada en el transporte de paquetes. UPS Foundation es la fundación de UPS, que tiene el objetivo de construir comunidades más fuertes, seguras y sostenibles.

UPS Foundation concentra sus esfuerzos en cuatro áreas de acción:

- Inclusión de comunidades.
- Voluntariados.
- Promover el bienestar de las comunidades a través de seguridad en las carreteras y el suministro humanitario.
- Sostenibilidad medioambiental.

AirSupply se podría englobar en el tercer punto, al igual que la financiación que la UPS Foundation realizó al proyecto conjunto de Gavi y Zipline. En 2017 realizaron donaciones por un valor total de 17 millones de dólares en proyectos de este corte [48].

Por lo tanto, sabiendo que ya han realizado una inversión similar, podría ser una buena opción para financiar el proyecto. Además, podrían hacer uso de la información recopilada sobre la

operativa y la tecnología, para que les pueda servir en operaciones futuras. De cara a AirSupply, sería una donación, por lo que no haría falta ceder participación, ni devolver el dinero recibido.

Por otra parte, UPS realiza inversiones en *startups* relacionadas con logística, pero sería una opción menos interesante que la UPS Foundation.

#### 6.3.4.2. DHL

DHL podría ser un inversor interesante de la misma forma que UPS. DHL es también una multinacional de logística dedicada al transporte de paquetes.

Dentro de su Responsabilidad Social Corporativa, realiza diferentes acciones, que actualmente se centran en tres programas [49]:

- GoGreen: programa para promover un cambio hacia un futuro más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
- GoHelp: plataforma a través de la cual colaboran con Manos Unidas en gestión de desastres.
- GoTeach: programa para mejorar la educación de los jóvenes en el mundo.

A su vez, DHL invierte de manera estructural en innovación en logística, habiendo invertido ya en *startups* disruptivas a nivel logístico.

Aunque no hayan realizado inversiones o donaciones previamente a empresas de drones, el hecho de que UPS las haya realizado puede dar pie a que DHL esté dispuesto a realizar una inversión similar para ser competitivo respecto a uno de sus mayores competidores.

Por lo tanto, sería una buena opción como socio/inversor.

#### 6.3.4.3. Seur (GeoPost)

Seur, que forma parte de GeoPost, es una empresa de transporte de paquetes, al igual que DHL y UPS.

Dentro de su RSC, han creado un programa que se llama Driving Change y que es común a todo DPD, un subgrupo de GeoPost. El programa se apoya en los siguientes cuatro pilares:

- Compromiso *Carbon Neutral*.
- Reparto inteligente.
- Apoyo al emprendimiento.
- Más cerca de la sociedad.

Por lo tanto, la posibilidad de recibir financiación se englobaría dentro del tercer pilar del programa Driving Change. En línea con su objetivo de RSC de apoyar al emprendimiento y el *expertise* que podrían conseguir colaborando con AirSupply, hacen que Seur pueda ser una buena opción como posible inversor en el proyecto.

### 6.3.5. Donaciones

Otra opción de recibir financiación es mediante donaciones. Al ser un modelo de negocio de corte social, la gente podría estar dispuesta a donar dinero para llevar a cabo algún proyecto.

Si se buscasen donaciones de particulares (a través de una campaña), en principio se haría para financiar un proyecto concreto. Esta solución podría ser interesante al principio, para financiar proyectos iniciales, con los que ir validando el modelo de negocio y poder comercializarlo con mayor bagaje.

Las donaciones se podrían llevar a cabo a través de AirSupply, de plataformas como GoFundMe o a través de la ONG que se beneficiase del servicio o de la Fundación.

### 6.3.6. Capital riesgo

Dentro del capital riesgo, cabe destacar dos alternativas principales:

- Private Equity.
- Venture Capital.

Aunque ambos son fondos de inversión que hacen uso de capital privado para participar en compañías, sus estrategias de inversión son diferentes y tiene sentido separarlos de cara a valorar si pudiesen ser opciones de financiación.

#### 6.3.6.1. Private Equity

Los fondos de Private Equity son fondos que realizan inversiones en compañías no cotizadas y, por norma general, con una participación mayoritaria en la compañía.

Suelen invertir en compañías maduras y su estrategia principal es mejorar la capacidad de generación de caja para, en un plazo de alrededor de cinco años, vender la compañía a un precio superior al pagado.

La inversión realizada suele ser, principalmente, la compra de participación de los anteriores socios. Por lo tanto, es una opción utilizada por socios de compañías para realizar desinversiones y liquidar sus participaciones.

Algún ejemplo de los principales fondos de Private Equity que operan en España, son los siguientes:

- Blackstone Group.
- CVC Capital Partners.
- Portobello Capital.
- Alantra Partners.

Debido a la tipología de compañía objetivo, un Private Equity no sería un inversor posible en la etapa inicial de AirSupply.

### 6.3.6.2. Venture Capital

Los Venture Capital son un tipo de fondo que invierte en empresas en etapas de crecimiento, por lo general, en las denominadas *startups*. Hacen inversiones a lo largo de las diferentes etapas de crecimiento, por lo que las rondas de financiación tienen diferentes denominaciones, desde rondas *seed* o semilla, que son las realizadas en etapas muy tempranas, pasando por rondas A, B, C y siguientes, en función del tamaño del ticket (inversión) y la etapa de la empresa.

Las inversiones se realizan como ampliaciones de capital, es decir, todo el capital invertido va directamente a la empresa para ser utilizado en hacerla crecer. Una vez diluida la participación de los socios previos, el o los Venture Capital que participan en la ronda suelen retener entre un 10% y un 25%, por lo que las participaciones no son mayoritarias.

El tipo de ronda que recibiría AirSupply si se diese el caso, sería una ronda *seed* o *pre-seed*, ya que no habría o apenas habría ingresos y el modelo de negocio no estaría muy consolidado.

Entre los diferentes fondos de Venture Capital que participan en inversiones *seed* en España, cabe destacar los siguientes:

- K-Fund.
- Samaipata Ventures.
- Cabiedes & Partners.
- Bonsai Venture Capital.
- Caixa Capital Risk.
- Creas Impacto.

De las mencionadas anteriormente, Samaipata Ventures está especializado en *Marketplaces* y *E-commerce* [50], por lo que lo mismo no estarían interesados en el modelo de negocio de AirSupply.

El resto mencionadas (y las que no se han mencionado), podrían ser una opción, pero cabe destacar a Creas Impacto.

Creas Impacto es el primer fondo de inversión en España especializado en inversión de impacto [51], es decir, realizan sus inversiones teniendo en cuenta el impacto social o medioambiental que tienen las empresas en las que invierten. Por lo tanto, puede ser una opción muy interesante para AirSupply.

Uno de los criterios principales de los Venture Capital, es el equipo que hay por detrás de las ideas, *startups* o empresas. Debido a que, a día de hoy AirSupply no dispone de un equipo comprometido con dedicación completa, no tendría sentido intentar buscar financiación a través de un Venture Capital, ya que sería casi imposible conseguirla y se perdería seguramente una opción futura.

Por lo tanto, será necesario consolidar un equipo, para después poder buscar financiación. La existencia de un equipo comprometido será esencial no solo para conseguir financiación con un Venture Capital, sino para cualquiera de las otras opciones de financiación valoradas y para el éxito del proyecto. Al final, los inversores buscan equipos buenos y comprometidos, porque es una de las claves del éxito.

### 6.3.7. Préstamos

Una opción de recibir dinero es a través de un préstamo. El método tradicional sería a través de un banco o una entidad de crédito.

Es una opción que se puede considerar, sin embargo, no sería interesante para una primera etapa en la que no se recibirían ingresos, por lo que no habría capacidad para devolver el préstamo. A su vez, esto resultaría en un interés muy alto por parte del banco, debido a que no se podrá demostrar la capacidad financiera de devolver el préstamo.

Existe una alternativa a los préstamos tradicionales, que sería el crowdlending, similar al crowdfunding.

#### 6.3.7.1. Crowdlending

El crowdlending es un tipo de préstamo realizado por particulares, en el cual la cuantía del préstamo se consigue a través de un número grande de particulares. Se suele realizar a través de plataformas digitales y permite a los prestamistas diversificar su cartera de préstamos al poder prestar cantidades pequeñas a muchas personas o empresas. Es similar al crowdfunding, solo que se devuelve el dinero aportado de forma similar a un préstamo tradicional.

Existen diferentes plataformas que realizan crowdlending. Entre ellas, cabe destacar a:

- The Loan Book.
- Ecrowd.
- Real Funding.

La última que ha sido mencionada, Real Funding, realiza préstamos para empresas con impacto social y con tipo de interés del 0%, con una comisión única del 5% sobre el valor de la campaña.

Como se ha mencionado anteriormente, AirSupply no estaría en condiciones de devolver préstamos al principio, por lo que la financiación mediante crowdlending no sería una opción del todo interesante por el momento. Aun así, es una alternativa a tener en cuenta para el futuro.

## 6.4. Alternativas del modelo de negocio

El modelo de negocio descrito es por el que se ha decidido optar en función de los recursos disponibles y lo que se ha considerado más óptimo.

No obstante, existen diferentes alternativas o modificaciones al modelo de negocio, que se pueden explorar en caso de que el modelo planteado no funcione, o porque se cumplan los factores necesarios para que sean viables

A continuación, se describen algunas de las alternativas de modelo de negocio.

### 6.4.1. Uso de otro UAV

Esta modificación es mínima, pero cabe mención aparte, ya que es una posibilidad real.

Actualmente el desarrollo del dron diseñado está estancado y el uso de un dron con el software disponible en código abierto y manuales de montaje para configuración VTOL puede ser una buena alternativa, si no se consigue avanzar con el diseño actual.

En el apartado 5.3 se detallan las diferentes alternativas posibles.

El único *building block* que se vería afectado del *Business Model Canvas* serían los recursos clave.

#### 6.4.2. Intermediario de los UAS de terceros

Como se ha descrito en el apartado 5.3, existen compañías que desarrollan UAS, que incluye el UAV y el sistema completo (software, soporte e incluso implementación).

Estas compañías disponen de amplia experiencia y ofrecen sistemas de transporte robustos y con características muy buenas. Las posibles compañías serían Arcturus y Latitude Engineering.

A falta de saber el coste que estos UAS podrían tener, que se estima elevado, son una alternativa posible al desarrollo interno de la tecnología. Es cierto que el precio es uno de los condicionantes más importantes, y será necesario obtener una respuesta a las consultas realizadas, pero se conseguiría una tecnología mejor y más robusta, y se podría estar preparado para comercializar el producto en un plazo corto de tiempo sin necesidad de desarrollo, ni de financiación.

El hecho de que ahora mismo el desarrollo está estancado y en principio hace falta financiación para poder acortar plazos, es un punto a favor de esta alternativa de modelo de negocio.

El modelo, por lo tanto, implicaría la ausencia de desarrollo de tecnología y simplemente se comercializaría un servicio de un tercero. AirSupply sería un intermediario, que daría una cara comercial y diseñaría una propuesta de valor en torno a un servicio de un tercero.

Este modelo de negocio tiene otra ventaja, que es que su estructura es muy pequeña, ya que simplemente se es un intermediario. Esto reduce el riesgo económico ya que, en caso de disponer de pocos clientes, no habría costes fijos elevados y no se habría invertido dinero en desarrollo.

En caso de que el precio sea muy elevado, se puede ofrecer a clientes por si acaso pudiesen estar interesados, sabiendo que la propuesta ofrecida es muy robusta. Se puede comparar con sus costes actuales de transporte y añadirle las ventajas que obtendrían de realizar los envíos con un dron.

Si el precio está en línea con los calculados para el dron (incluyendo implementación), sería probablemente una alternativa mejor al modelo actual.

Este modelo de negocio afectaría a los siguientes puntos:

- **Propuesta de valor:** se ofrecería un servicio con mejores características y que probablemente pudiese operar en situaciones de lluvia. A su vez, se podrían realizar otro tipo de envíos, como muestras de sangre, gracias a compartimentos refrigerados.
- **Segmentos de clientes:** seguramente sería un servicio más *premium*, al que ONGs con proyectos pequeños no podrían acceder.
- **Recursos clave:** el dron, software y soporte utilizados serían diferentes.
- **Actividades clave:** el desarrollo de la tecnología ya no sería una de las actividades clave.

- **Asociaciones clave:** la compañía que desarrolle el UAS, pasaría a ser un socio clave.
- **Estructura de costes:** el COGS sería un coste único, no habría costes de I+D y se aligerarían los costes de estructura.

### 6.4.3. Compañía de transporte con drones

Cabe la posibilidad de que las compañías que están realizando el transporte de material médico en países subdesarrollados, lo estén haciendo en vistas a optimizar un modelo de transporte mediante drones que pueda ser utilizado en países occidentales, una vez sea permitido por la ley.

De ser posible en algún momento, el transporte de materiales mediante drones sería una disrupción muy grande del sector de transporte y logística, abriendo un mercado de un volumen muy grande. En línea con esta posibilidad futura, una alternativa de negocio es un modelo que tenga como objetivo futuro realizar el transporte de mercancías mediante drones, y que el transporte de material médico con fines sociales sea una etapa transitoria para desarrollar el modelo operativo.

Aunque el cambio en el modelo actual no sería significativo, el cambio en la misión y objetivos podría hacer que AirSupply fuese más interesante para posibles inversores, ya que hay una oportunidad de negocio muy grande en el futuro.

Es una opción interesante que evaluar, ya que no implica el dejar de realizar la labor social, o incluso no tiene por qué ser una modificación a corto plazo. Simplemente, puede ser un cambio en el modelo de negocio para tener en cuenta en el futuro, si el modelo funciona correctamente.

Como punto intermedio, existe la posibilidad de ofrecer el *know-how* operativo a compañías de logística a cambio de recursos económicos para poder desarrollar el proyecto.

## 6.5. Modelo operativo y financiero

Existen diferentes modalidades de operación, ya que la tipología de los proyectos puede ser diferente. Por lo tanto, en este apartado se describen los diferentes modelos de operación posibles.

De cara a evaluar lo que supondría cada modelo operativo en términos de recursos necesarios y costes, se ha desarrollado un modelo en Excel que incluye los tres tipos de modelos operativos en función de los destinos (simple, radial y lineal) y se une con un modelo financiero simple.

### 6.5.1. Modelos operativos en función de los destinos

Existen principalmente tres tipos de modelos operativos en función de la tipología de los destinos del proyecto, es decir, de dónde y cómo estén situados los diferentes destinos a los cuales el dron debería suministrar desde un punto inicial:

- Modelo simple.
- Modelo radial.
- Modelo lineal.



A continuación, se detalla brevemente cada uno. Cabe destacar que en todos se presupone que hay un hospital o centro de operaciones principal desde el cual se suministra al resto.

#### 6.5.1.1. Modelo simple

El modelo simple sería un proyecto en el cual simplemente hay que suministrar medicamentos desde un punto inicial a un único destino.

Este modelo sería el más sencillo de operar, ya que sólo habría que programar un trayecto posible y no hay que tener en cuenta la demanda de más de un sitio para planificar envíos y dimensionar el número de vehículos necesarios.

Debido a que es el modelo más sencillo, lo más lógico sería comenzar con un proyecto de tipo simple para poder ir mejorando la operativa sobre ese proyecto inicial. Incluso aunque la tipología del proyecto fuese más compleja (como se detallará más adelante), tendría sentido comenzar realizando los envíos entre dos puntos únicamente y más adelante implementarlo en el resto de los puntos.

#### 6.5.1.2. Modelo radial

El modelo radial es un modelo en el cual hay un punto central desde el cual se suministra a destinos situados en el interior de una circunferencia trazada desde el punto inicial. Sería por ejemplo si desde Madrid se suministrase a Toledo, Valladolid, Valencia y Bilbao.

Este modelo es una variante más compleja del modelo simple, ya que hay más destinos posibles, por lo que es necesario programar los trayectos del punto de inicio al punto de destino, para cada destino posible. De cara a dimensionar, es necesario tener en cuenta la demanda de los diferentes sitios y en función del número de envíos necesarios al día, es posible que haga falta más de un dron.

Por ejemplo, el proyecto de la Fundación Recover en Camerún (ver apartado 7.1) sería un modelo radial en el cual los diferentes puntos son suministrados desde Yaoundé, que es la capital de Camerún y estaría centrada respecto al resto de destinos.

En el fondo, el resto de los casos y modelos serían casos particulares del modelo radial:

- Modelo simple: radial con un solo destino.
- Modelo lineal: radial con los destinos situados en una línea recta.

#### 6.5.1.3. Modelo lineal

El modelo lineal sería una situación en la cual los diferentes destinos están situados a lo largo una línea recta. Este caso requiere una mención aparte ya que, si la distancia entre el punto inicial es lo suficientemente elevada, puede darse el caso de que tenga que haber paradas intermedias, lo que complicaría el modelo.

Este modelo se puede operar de manera similar al radial (ida y vuelta al punto de inicio) o realizando paradas intermedias en los diferentes destinos.

Por un lado, el realizar paradas intermedias y continuar, optimiza los tiempos empleados y los recursos necesarios. Sin embargo, es más complejo en el sentido de que habría que notificar a

los receptores de cuando hay que enviarlo de vuelta al inicio y cuando al destino siguiente (y a cuál). Por otro lado, sería necesario tener programados más trayectos tipo, ya que habría más combinaciones posibles, que se irían incrementado según el número de destinos. En concreto el número de combinaciones posibles sería el factorial de los destinos:

$$n_{trayectos} = n_{destinos}!$$

A su vez, sería necesario disponer de mayor capacidad si se quisiesen realizar todos en un mismo vuelo, ya que habría que partir del inicio con la carga de los destinos a suministrar. Es cierto que siempre cabe la posibilidad de suministrar a cuantos destinos se pudiese con la capacidad disponible y después volver, y se seguiría optimizando la logística respecto a hacer todo trayectos ida y vuelta.

Debido a la complejidad que puede suponer programar las diferentes combinaciones, y que uno de los objetivos y de los puntos de la propuesta de valor es la sencillez, que se vería comprometida añadiendo posibilidades a los operarios o trabajadores de los puntos intermedios, se abogará por una operativa en la cual se realizan vuelos de ida y vuelta en cada trayecto, a los cuales se podrán ir añadiendo combinaciones recurrentes.

En caso de que haya un destino al cual no se pueda llegar de un solo vuelo, se añadirá un punto intermedio, en el cual en principio se situará un dron (o los que sean necesarios) más, para suministrar a los destinos más lejanos de ese punto.

Como aclaración, cabe mencionar que el hecho de que los puntos estén situados en línea recta es una simplificación, ya que es muy improbable que esta situación suceda a la perfección, y lo normal es que estén “más o menos” en línea.

### 6.5.2. Modelos operativos en función de la duración

Como se ha mencionado anteriormente, existen dos tipos de proyectos en función de la duración:

- Proyectos continuos.
- Proyectos temporales.

La idea inicial era que los clientes fuesen proyectos en los cuales se sustituye el método actual de transporte o el método planificado para realizar el suministro de material médico de un punto central a otros destinos, suponiendo que estas operaciones son continuas en el tiempo.

Sin embargo, existe la posibilidad de prestar servicios en proyectos de carácter temporal como puede ser una campaña o una situación de emergencia. Este tipo de proyectos son igual de válidos para el uso de un dron, por lo que es necesario tenerlos en cuenta como una posibilidad.

Para ello sería necesario de tener vehículos propios que pudiesen ser utilizados en proyectos puntuales a cambio de una compensación por los servicios.

De cara a evaluar la viabilidad de realizar proyectos temporales será necesario conocer la complejidad de la implementación, tanto a nivel de campo, como de programación de los trayectos. Es posible que no sea rentable realizar el desarrollo necesario para un proyecto corto en el tiempo, o visto desde el otro lado, que el coste sea demasiado elevado para un posible cliente.

### 6.5.3. Modelo de Excel

Como se ha mencionado anteriormente, se ha realizado un modelo en Excel para poder evaluar los requisitos económicos y de recursos para los diferentes proyectos, según la tipología.

A nivel general, el Excel se divide en dos partes: común y por tipo de proyecto.

En la parte común a todo el modelo hay dos pestañas:

- Cuenta de pérdidas y ganancias (modelo financiero).
- Inputs.

Después, se divide en modelo en tres secciones estructuradas de la misma manera, según el modelo operativo:

- Modelo simple.
- Modelo radial.
- Modelo lineal.

Cada sección tiene las siguientes pestañas (todas tienen las mismas):

- Inputs.
- Modelo operativo.
- *Unit economics*.

En la pestaña de Inputs de cada tipo de modelo, los valores están *linkeados* a la pestaña de Inputs generales, ya que a priori los valores deberían ser los mismos. Sin embargo, se ha hecho una individual para cada tipo de proyecto, por si acaso se desea cambiar algún valor (por ejemplo, la duración de la implementación y el coste).

A su vez, en la pestaña inputs se calcula el coste unitario por dron y los costes de soporte e implementación.

En la pestaña de modelo operativo, en función de los diferentes parámetros de cada proyecto, se calcula el número de drones necesarios. Los cálculos realizados en esta pestaña son diferentes para cada proyecto ya que, dependiendo de la tipología de proyecto, los parámetros pueden ser diferentes.

Por último, en la pestaña de *Unit economics*, se hace un cálculo de márgenes por tipo de proyecto, que sirve para tener una foto más precisa de los costes unitarios por tipo de proyecto y por cada dron utilizado. A su vez, en esta pestaña es dónde se especifican los precios para cada tipo de proyecto en función de los costes.

Cabe mencionar el código de colores utilizado en el modelo, como aclaración en tablas o imágenes que puedan incluirse:

- Negro: fórmula dentro de la misma pestaña.
- Azul: input.
- Verde: link a otra pestaña.

El código de colores se ha utilizado para simplificar el uso del modelo para futuros usuarios y que entiendan rápidamente de donde vienen los valores, o si en vez de dónde tendría que haber una fórmula, hay un valor, que se pueda identificar sencillamente.

A continuación, se describen en mayor detalle los resultados y cálculos realizados en las diferentes pestañas.

### 6.5.3.1. Inputs generales

En la pestaña de Inputs se especifican los siguientes datos, que son comunes en todo el modelo:

- Características del dron.
- Número de proyectos para el modelo financiero (año a año).
- Coste de materiales (variables).
- Costes de estructura (fijos).
- Costes de implementación (variables).

A continuación, se incluyen las tablas con los costes de los materiales del dron:

Principales		
	Coste (€)	Unidades (#)
Dron	206,87	1
Baterías	150,00	1
Motores eléctricos	40,00	4
<b>Total</b>	<b>516,87</b>	

Electrónica		
	Coste (€)	Unidades (#)
Microcontrolador	35,00	1
IMU + GPS	140,00	1
Magnetómetro	-	1
GPS	-	1
Sensores varios	-	1
<b>Total (pack)</b>	<b>175,00</b>	

Mecanismo VTOL		
	Coste (€)	Unidades (#)
Soporte servos	2,00	4
Soportes laterales	15,00	4
Servos	15,00	4
Cubierta ala	5,00	2
Soportes motor	7,50	4
Otras	10,00	1
<b>Total</b>	<b>178,00</b>	

Soporte		
	Coste (€)	Unidades (#/estación)
Balizas	25,00	4
Estaciones de carga	0,00	1

Tabla 1: Costes de los materiales para el dron

Entre los diferentes costes, cabe destacar que en la electrónica el IMU + GPS incluye los diferentes sensores que son necesarios, indicados más abajo con coste cero. Las estaciones de carga se han estimado como 0 €, ya que en los proyectos consultados existía suministro eléctrico. El coste de las estaciones de carga está planteado para casos en los cuales no existe red eléctrica y sería necesario disponer, por ejemplo, de una placa solar.

Los costes de implementación serían los siguientes:

Transporte		
	Coste (€)	Número (#)
Billetes avión	700,00	1
Transporte dron	50,00	1
<b>Total</b>	<b>750,00</b>	

Personal			
	Coste (€/día)	Personas (#)	Días (#)
Dietas	30,00	1	10
Alojamiento	20,00	1	10
Transporte	5,00	1	10
Misceláneos	10,00	1	10
<b>Total</b>	<b>650,00</b>		

Tabla 2: Costes de implementación de un proyecto

Los datos de costes de implementación de un proyecto son hipótesis contrastadas con la experiencia personal. Para asegurarse de que son razonables, se consultó con Ricardo Navas, gerente de la Fundación de Ingenieros ICAI para el Desarrollo y director del proyecto, que tiene experiencia en implementaciones de proyectos similares, y comentó que los costes de enviar a una persona a un proyecto suelen ser del orden de 1.500 €, por lo que los datos son razonables.

Las características del dron, utilizadas para dimensionar los proyectos en las pestañas del modelo operativo son las siguientes:

Características	
Autonomía (km)	120,0
Autonomía (h)	1,5
Tiempo de carga (h)	4,0
Capacidad de carga (kg)	0,5

Tabla 3: Características del dron

De los datos anteriores, la autonomía en distancia y tiempo, y la capacidad de carga son datos, mientras que el tiempo de carga de la batería es una estimación.

Las tablas de costes fijos y número de proyectos se indicarán en el modelo financiero.

### 6.5.3.2. Modelo simple

Como se ha indicado anteriormente, el modelo simple implica el transporte de medicamentos desde un punto inicial a un único destino.

Con el modelo de Excel, se puede calcular cuántos drones harían falta en función del número de envíos diarios y la distancia. A su vez, se calcula el coste unitario por proyecto y por dron.

### Inputs

Los inputs serían los mismos que los indicados en el apartado anterior, teniendo en cuenta el número de estaciones necesarias. Por lo tanto, no se ha realizado ningún cambio en los valores *linkeados*.

### Modelo operativo

De cara a calcular el número de drones necesarios, hay que indicar la distancia entre puntos, el número de envíos al día, horas disponibles por día y tiempo empleado en destino.

Planteando el siguiente caso:

- Número de destinos: 1 (modelo simple).
- Distancia: 50 km.
- Envíos al día: 1.
- Horas disponibles para realizar envíos: 10 h.
- Tiempo en destino: 15 minutos.

Primero hay que calcular si es necesario realizar recarga en destino, que se calcularía con una condición if (condición; valor si verdadero; valor si falso):

$$if(d (km) \cdot 2 > autonomía (km) ; si ; no)$$

*Ecuación 1: Cálculo de la recarga intermedia en modelo operativo simple*

Por lo tanto, para el caso estudiado no se cumpliría. Al no haber recarga en destino, solo es necesaria una estación de recarga.

A continuación, se calcula el tiempo empleado por trayecto (ida) de manera aproximada, extrapolando de la autonomía:

$$t_{trayecto} = \frac{d (km) \cdot autonomía (h)}{autonomía (km)}$$

*Ecuación 2: Cálculo del tiempo empleado por trayecto (ida) en el modelo operativo simple*

Es necesario calcular el número de recargas necesarias al día:

$$n_{recargas} = \max \left( \frac{d (km) \cdot 2 \cdot n_{envíos}}{autonomía (km)} - n_{drones} ; 0 \right)$$

*Ecuación 3: Cálculo del número de recargas intermedias en el modelo operativo simple*

La función max (valor 1; valor 2), devuelve el máximo entre dos valores especificados. Debido a que, con el cálculo realizado, podría salir negativo el resultado, hay que limitar el valor a cero.

Como se puede ver en la ecuación, el número de recargas sería el número de veces que se consume la autonomía, descontando el número de drones. Se descuenta el número de drones, porque se asume que se recargan siempre por la noche. Por lo tanto, el tiempo empleado en la recarga nocturna no se descontaría del día. Es decir, si sólo hace falta una recarga, se hace por la noche, pero si hacen falta dos, sería necesario realizar una recarga a lo largo del día.

Por otra parte, no se calcula el número de recargas como valor absoluto, ya que las recargas no completas no ocupan el tiempo real de recarga. Al descontar el número de drones como absoluto, se hace en realidad una aproximación, ya que es posible que con la recarga nocturna descontada no se recargue el equivalente a una autonomía completa, por ejemplo, si el dron termina el día con 20% de batería. Asumiendo que se dejarán para el final del día los trayectos más largos (en modelos más complejos) y sabiendo que el tiempo de carga es una aproximación, se considera que el efecto del error en el cálculo no afecta al resultado orientativo obtenido.

Es un proceso iterativo, ya que  $n_{drones}$  (resultado final) aparece en el cálculo.

Sumando los tiempos empleados totales, se obtendría el número de drones necesarios:

$$n_{drones} = \text{roundup} \left( \frac{t_{trayecto} \cdot 2 \cdot n_{envíos} + t_{recarga} \cdot n_{recargas} + t_{destino} \cdot n_{envíos}}{t_{disponible}} \right)$$

*Ecuación 4: Cálculo del número de drones en el modelo operativo simple*

La función *roundup* sería redondear al número entero superior, ya que siempre va a haber un número entero de drones y siempre tiene que ser superior al cálculo obtenido. Es decir, si se necesitan 2,3 drones habría que tener 3 drones, ya que con 2 no se podría cumplir con el número de envíos.

Con los tiempos calculados y el tiempo disponible (10 h), se calcula el número de drones que, iterando, se obtiene que para el caso descrito sólo sería necesario 1 dron.

Las iteraciones se han realizado con una macro en el Excel.

### Unit economics

Los resultados económicos unitarios obtenidos para el número de drones precisados se calculan en este apartado.

En el cálculo de los *unit economics*, no se tienen en cuenta los costes fijos y únicamente se realiza el cálculo para obtener el margen bruto por proyecto y por dron.

El valor del precio se ajusta como input, para obtener un margen bruto estimado como razonable (alrededor del 50%), para evitar pérdidas con los costes fijos.

A continuación, se muestran los resultados por proyecto para la tipología de proyecto indicada anteriormente:

Proyecto		Dron	
€		€	
<b>Precio</b>	<b>5.000,00</b>	<b>Precio</b>	<b>5.000,00</b>
<b>COGS</b>	<b>2.469,87</b>	<b>COGS</b>	<b>2.469,87</b>
Materiales por dron	869,87	Materiales por dron	869,87
Drones	1	Soporte por dron	200,00
Soporte	200,00	Implementación por dron	1.400,00
Implementación	1.400,00	<b>Margen Bruto</b>	<b>2.530,13</b>
<b>Margen Bruto</b>	<b>2.530,13</b>	<b>% Margen</b>	<b>51%</b>
<b>% Margen</b>	<b>51%</b>		

*Tabla 4: Unit economics del modelo operativo simple para el caso planteado*

Como se puede observar, los resultados por proyecto y por dron son los mismos, ya que solo hay un dron.

Se puede ver el código de colores:

- Materiales, drones, soporte e implementación se calculan en otras pestañas: verde.
- COGS, márgenes y resultados por dron se calculan con fórmulas sobre valores de la misma pestaña: negro.
- El precio del proyecto es un input: azul.

Se ha fijado un precio que diese un margen bruto cercano al 50%. Aunque pueda parecer elevado, 5.000 € puede ser una alternativa razonable respecto al uso de un vehículo tradicional, principalmente a largo plazo (debido a menores costes operativos).

Por otro lado, al ser pequeño el proyecto (un único dron), los costes de implementación no se ven diluidos. A mayor número de drones, menor sería el coste por cada dron.

### 6.5.3.3. Modelo radial

El modelo radial, como se ha especificado antes, sería un modelo en el cual los diferentes puntos de destino están situados alrededor de un punto de inicio. Este modelo operativo, es una variante más compleja que el modelo simple.

Con el modelo de Excel, se puede calcular cuántos drones harían falta en función del número de destinos, número de envíos diarios a cada uno y la distancia a cada destino. A su vez, se calcula el coste unitario por proyecto y por dron.

#### Inputs

Los inputs serían los mismos que los indicados en el apartado 6.5.3.1, teniendo en cuenta el número de estaciones necesarias. Por lo tanto, no se ha realizado ningún cambio en los valores respecto a su valor en la pestaña de procedencia.

#### Modelo operativo

De cara a calcular el número de drones necesarios, hay que indicar la distancia entre puntos, el número de envíos al día, horas disponibles por día y tiempo empleado en destino.

Los inputs del caso planteado son los siguientes:

- Número de destinos: 4.
- Horas disponibles para realizar envíos: 10 h.
- Tiempo en destino: 15 minutos.

Y los datos de cada destino son los siguientes:

	Distancia (km)	Envíos (#/día)
Destino 1	30,0	2,0
Destino 2	70,0	0,5
Destino 3	20,0	1,0
Destino 4	50,0	1,0

Tabla 5: Inputs de destinos del modelo operativo radial



A partir de estos datos, se puede calcular el número de drones y estaciones de carga necesarias. En los destinos con 0,5 envíos, se realiza un envío cada dos días.

Lo primero es determinar el número de estaciones de carga en destino, utilizando la Ecuación 1 para cada uno de los destinos. Aunque actualmente se está suponiendo que el coste sería despreciable, es necesario tener en cuenta el número de puntos de carga, tanto a nivel logístico, como también por si resultase que no hay acceso a la red eléctrica en destino y suponen un coste los puntos de recarga.

En el caso planteado, sí que sería necesaria una estación de recarga en destino, para el destino 2, ya que la distancia total (140 km) es superior a la autonomía.

Para calcular el tiempo empleado en cada trayecto, hay que calcular la Ecuación 2 para cada destino. Es decir, a partir de la distancia y de las autonomías en distancia y tiempo, se extrapola un tiempo de trayecto.

Para calcular el número de recargas necesarias, aplicando la lógica descrita en el apartado anterior, es decir, calculando las recargas no en número absoluto, sino como la proporción respecto a una recarga completa, es necesario incluir todos los destinos en la Ecuación 3, como se muestra en la Ecuación 5:

$$n_{recargas} = \max \left( \frac{\sum d (km) \cdot 2 \cdot n_{envíos}}{autonomía (km)} - n_{drones} ; 0 \right)$$

*Ecuación 5: Cálculo del número de recargas intermedias en el modelo operativo radial*

Con los valores especificados anteriormente, se obtendría un número de recargas a lo largo del día de 0,8. Cabe recordar, que se descuenta el número de drones, como recargas que se pueden realizar fuera de horario de operación y que esto resulta en proceso iterativo.

Este resultado coincide con un punto de no convergencia, como se detallará más adelante.

Finalmente, se calcularía el número de drones necesarios, teniendo en cuenta todos los trayectos posibles en la Ecuación 4, como se indica en la Ecuación 6:

$$n_{drones} = \text{roundup} \left( \frac{\sum(t_{trayecto} \cdot 2 \cdot n_{envíos}) + t_{rec} \cdot n_{recargas} + \sum(t_{destino} \cdot n_{envíos})}{t_{disponible}} \right)$$

*Ecuación 6: Cálculo del número de drones en el modelo operativo radial*

Para los datos especificados, se necesitarían dos drones.

Es interesante el resultado obtenido, ya que no es convergente. Las horas necesarias al día con dos drones serían 8,3 h, lo que se podría solventar con un único dron. No obstante, si se dispone de un único dron, hay una recarga nocturna menos que se puede realizar, por lo que las horas necesarias ascienden a 12,3 h y no se pueden realizar los envíos.

Estos casos pueden ocurrir debido a que el cálculo es iterativo y al ser soluciones enteras, el resultado puede oscilar entre dos cifras, de la que habrá que seleccionar la superior.

### **Unit Economics**

Los resultados unitarios obtenidos para el caso planteado de modelo operativo radial son los siguientes:

Proyecto		Dron	
€		€	
<b>Precio</b>	<b>7.000,00</b>	<b>Precio</b>	<b>3.500,00</b>
<b>COGS</b>	<b>3.639,74</b>	<b>COGS</b>	<b>1.819,87</b>
Materiales por dron	869,87	Materiales por dron	869,87
Drones	2	Soporte por dron	250,00
Soporte	500,00	Implementación por dron	700,00
Implementación	1.400,00	<b>Margen Bruto</b>	<b>1.680,13</b>
<b>Margen Bruto</b>	<b>3.360,26</b>	<b>% Margen</b>	<b>48%</b>
<b>% Margen</b>	<b>48%</b>		

Tabla 6: Unit economics del modelo operativo radial para el caso planteado

Como se puede observar, el precio por dron disminuye respecto al caso planteado para el modelo lineal, debido a que hay un mayor número de drones y se diluye el coste de implementación y el de soporte. Por recordar, el coste de soporte es el asociado al las estaciones de recarga y balizas de aterrizaje.

El precio se ha planteado para un margen cercano al 50%. El precio por dron disminuye un 30% respecto al caso anterior y puede ser una alternativa de coste bastante razonable. Un vehículo de segunda mano, por ejemplo, podría rondar ese precio si tuviese muchos años de antigüedad y sus costes operativos serían superiores.

#### 6.5.3.4. Modelo lineal

El modelo lineal, como se ha indicado en el apartado 6.5.1.3, es un modelo en el cual los destinos están situados en línea y cabe la posibilidad de que sea necesario realizar paradas intermedias.

Con el modelo realizado en Excel, se puede calcular cuántos drones harían falta en función del número de destinos, número de envíos diarios a cada uno y la distancia a cada destino. A su vez, se calcula el coste unitario por proyecto y por dron.

#### Inputs

Los inputs serían los mismos que los indicados en el apartado 6.5.3.1, teniendo en cuenta el número de estaciones necesarias. Por lo tanto, no se ha realizado ningún cambio en los valores respecto a su valor en la pestaña de procedencia.

#### Modelo operativo

De cara a calcular el número de drones necesarios, hay que indicar la distancia entre puntos, el número de envíos al día, horas disponibles por día y tiempo empleado en destino.

Los inputs del caso planteado son los siguientes:

- Número de destinos: 6.
- Horas disponibles para realizar envíos: 10 h.
- Tiempo en destino: 15 minutos.

A su vez, la distancia de los destinos al punto de inicio y el número de envíos son los siguientes:

	Distancia inicio (km)	Envíos (#/día)
Destino 1	20,0	1,0
Destino 2	50,0	1,0
Destino 3	70,0	1,0
Destino 4	100,0	0,5
Destino 5	120,0	1,0
Destino 6	170,0	0,5

Tabla 7: Inputs de los destinos para el modelo operativo lineal

A partir de estos datos, es necesario calcular si se recibe el suministro desde el punto inicial o desde otro punto intermedio. Debido a que uno de los objetivos es que sea lo más sencillo de operar posible, se ha decidido incluir punto intermedio únicamente si no se consigue llegar en un trayecto, de cara a minimizar el número de puntos de envío.

Por lo tanto, es necesario calcular que destinos son puntos intermedios, a partir de la siguiente ecuación lógica:

$$if \left( (d_{p \text{ siguiente-inicio}} (km) - d_{suministro-inicio} (km)) \geq \text{autonomía} (km); p_{interm.}; no \right)$$

Ecuación 7: Cálculo de si un destino es punto intermedio o no en el modelo operativo lineal

El cálculo se hace viendo la distancia del punto siguiente en línea respecto a su punto de suministro por lo que, si fuese superior a la autonomía, el punto más cercano para realizar el suministro sería el punto anterior, es decir, el destino para el cual se realiza el cálculo.

De cara a numerar los puntos intermedios para poder hacer cálculos después, es necesario realizar una cuenta de los puntos intermedios previos a partir de la siguiente ecuación:

$$n = countif(p_{previo} = p_{intermedio}) + 1$$

Ecuación 8: Numeración de puntos intermedios en Excel

La función *countif* cuenta las celdas seleccionadas (en este caso destinos) si se cumple una condición concreta, en este caso, que sean un punto intermedio.

A continuación. se muestran los destinos con sus puntos de suministro y la distancia al punto de envío en el caso planteado:

	Distancia inicio (km)	Punto de envío (km)	Distancia p. envío (km)
Destino 1	20,0	0,0	20,0
Destino 2	50,0	0,0	50,0
Destino 3	70,0	0,0	70,0
Destino 4	100,0	0,0	100,0
Destino 5	120,0	100,0	20,0
Destino 6	170,0	100,0	70,0

Tabla 8: Resultados de puntos de envío para el caso de modelo operativo lineal

Como se puede ver, el destino 4 sería un punto intermedio, que suministraría los destinos 5 y 6.

Una vez calculado desde dónde se reciben los medicamentos, se puede calcular el tiempo empleado en cada uno de los trayectos, utilizando la Ecuación 2 para cada trayecto.

A su vez, se puede calcular la necesidad de recargas intermedias utilizando la Ecuación 1 para cada uno de los trayectos. Cabe destacar que los puntos intermedios serán puntos de recarga también, ya que dispondrán de drones.

Para el modelo lineal es necesario calcular el número de envíos totales para cada destino ya que, si es un punto intermedio, necesitará recibir el suministro de los puntos a los que suministra:

$$n_{total} = n_{destino} + \sum n_{destinos\ suministrados}$$

*Ecuación 9: Número de envíos recibidos en puntos intermedios*

A continuación, es necesario calcular para cada punto de envíos (punto inicial y puntos intermedios) el número de recargas necesarias a lo largo del día, utilizando la Ecuación 5 en cada punto de envíos. Para utilizar bien la ecuación, es necesario utilizar el número de envíos desde ese punto y el número de drones que hay en ese punto. Como aclaración, habría uno o varios drones por punto de envíos, pero no serían comunes entre sí, de cara a simplificar el modelo operativo.

A continuación, utilizando la Ecuación 6 para cada punto de envíos, se calculan el número de drones necesario por punto de envíos, obteniendo el total como la suma de ellos.

Los resultados obtenidos han sido:

- Drones en el punto de inicio: 3.
- Drones en el punto intermedio: 1.
- Drones totales: 4.

### Unit Economics

Los resultados unitarios obtenidos para el caso descrito de proyecto serían los siguientes:

Proyecto		Dron	
€		€	
<b>Precio</b>	<b>11.000,00</b>	<b>Precio</b>	<b>2.750,00</b>
<b>COGS</b>	<b>5.579,47</b>	<b>COGS</b>	<b>1.394,87</b>
Materiales por dron	869,87	Materiales por dron	869,87
Drones	4	Soporte por dron	175,00
Soporte	700,00	Implementación por dron	350,00
Implementación	1.400,00	<b>Margen Bruto</b>	<b>1.355,13</b>
<b>Margen Bruto</b>	<b>5.420,53</b>	<b>% Margen</b>	<b>49%</b>
<b>% Margen</b>	<b>49%</b>		

*Tabla 9: Unit economics del caso planteado de modelo operativo lineal*

Como se puede observar, manteniendo un margen cercano al 50%, el coste por dron es alrededor de un 25% inferior al del caso planteado para el modelo radial y casi un 50% inferior al del caso del modelo simple. Esto es debido a que, como se ha indicado en los otros apartados, los costes de implementación y soporte se diluyen según el proyecto es mayor. Esto resulta en un coste aun más competitivo respecto a otras alternativas de transporte para los márgenes planteados.

### 6.5.3.5. Modelo financiero

En la pestaña del modelo financiero, se obtiene la cuenta de resultados para un número especificado de proyectos de cada tipo, teniendo en cuenta los precios establecidos, los costes fijos, y los resultados de cada proyecto (ingresos y costes variables).

Esta pestaña se nutre de los inputs del resto de pestañas, así como de los resultados obtenidos.

Las hipótesis planteadas para los ingresos y costes en los próximos años son:

- Se han considerado los casos planteados anteriormente como casos tipo para cada modelo operativo. Por lo tanto, se estimará un número de proyectos de cada tipo para cada año, siendo los resultados de cada proyecto los calculados anteriormente.
- Un número de proyectos de cada tipo en cada año, que se indican a continuación.
- Unos costes fijos determinados con evolución en el tiempo (se indican a continuación).
- Las hipótesis planteadas para los casos descritos en los apartados 6.5.3.2, 6.5.3.3, 6.5.3.4 y 6.5.3.1.

Las hipótesis de evolución de proyectos serían la siguiente:

Número de proyectos				
	2019F	2020F	2021F	2022F
Simple	1	1	2	3
Radial	1	3	4	6
Lineal	0	1	2	2

Tabla 10: Número de proyectos por tipo

La idea detrás de las hipótesis es que se comience por un proyecto simple y uno radial, y que el número de proyectos vaya creciendo a lo largo de los años, siendo los proyectos radiales los más frecuentes.

Los costes fijos estimados, especificados en la pestaña de Inputs generales, serían los siguientes:

Empleados					
	Salario (€/mes)	2019 (#)	2020 (#)	2021 (#)	2022 (#)
Prácticas	400,00	1	1	2	2
Fijo	1.400,00	0	1	1	2
<b>Total</b>		<b>400,00</b>	<b>1.800,00</b>	<b>2.200,00</b>	<b>3.600,00</b>

Oficinas				
(€/mes)	2019F	2020F	2021F	2022F
Oficinas	0,00	500,00	1.000,00	1.000,00
<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>500,00</b>	<b>1.000,00</b>	<b>1.000,00</b>

IT				
(€/mes)	2019F	2020F	2021F	2022F
Dominio	0,83	0,83	0,83	0,83
Hosting	0,00	10,00	10,00	10,00
<b>Total</b>	<b>0,83</b>	<b>10,83</b>	<b>10,83</b>	<b>10,83</b>

## I+D

(€/año)	2019F	2020F	2021F	2022F
Drones y piezas	2.000,00	1.000,00	4.000,00	5.000,00
Logística pruebas	1.500,00	1.000,00	2.000,00	3.000,00
<b>Total</b>	<b>3.500,00</b>	<b>2.000,00</b>	<b>6.000,00</b>	<b>8.000,00</b>

Tabla 11: Hipótesis de costes fijos

En los costes de empleados, se asume que se comenzaría con una persona en modalidad de prácticas mientras es apoyado por los proyectos de la universidad e incluso por algún voluntario. Una vez el proyecto empieza a avanzar, se contrata a una persona fija con un salario de 1.400 € al mes. Una vez el proyecto sigue, habría dos personas fijas contratadas, con la idea de que una se encargue de la parte técnica y de implementación y la otra de la parte de gestión del negocio, apoyados por una o varias personas de prácticas.

Respecto a las oficinas, se asume que el primer año se utilizarían las de la Fundación de Ingenieros ICAI para el Desarrollo, pero que más adelante se migraría el proyecto a unas oficinas propias.

Respecto a IT, actualmente se utiliza el hosting de la Fundación. Se ha estimado que para 2020 esta situación cambiaría y se contrataría un hosting propio.

Por último, para los costes de I+D se tienen en cuenta los costes de las piezas y drones empleados en las pruebas, así como los costes en logística (transporte hasta sitio de pruebas, dietas, etc.). Se considera que disminuyen del primer al segundo año, ya que en el primer año se requerirá una mayor intensidad de pruebas para validar los controles de vuelo y la operativa. El segundo año, el modelo ya estaría más rodado y a partir del tercero, se ha considerado que sería necesario mejorar la tecnología, y también debido a un mayor volumen de proyectos sobre los que realizar pruebas operativas, los costes incrementarían.

A continuación, se muestra la cuenta de pérdidas y ganancias obtenida para los periodos indicados:

	2019F	2020F	2021F	2022F
<b>Ingresos</b>	<b>12.000,00</b>	<b>37.000,00</b>	<b>60.000,00</b>	<b>79.000,00</b>
<b>Proyectos Simples</b>	<b>5.000,00</b>	<b>5.000,00</b>	<b>10.000,00</b>	<b>15.000,00</b>
Proyectos	1	1	2	3
Precio	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
<b>Proyectos Radiales</b>	<b>7.000,00</b>	<b>21.000,00</b>	<b>28.000,00</b>	<b>42.000,00</b>
Proyectos	1	3	4	6
Precio	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00
<b>Proyectos Lineales</b>	<b>0,00</b>	<b>11.000,00</b>	<b>22.000,00</b>	<b>22.000,00</b>
Proyectos	0	1	2	2
Precio	11.000,00	11.000,00	11.000,00	11.000,00
<b>COGS</b>	<b>6.109,60</b>	<b>18.968,55</b>	<b>30.657,62</b>	<b>40.406,96</b>
<b>Proyectos Simples</b>	<b>2.469,87</b>	<b>2.469,87</b>	<b>4.939,74</b>	<b>7.409,60</b>
Proyectos	1	1	2	3
Materiales por dron	869,87	869,87	869,87	869,87
Drones	1	1	1	1
Soporte	200,00	200,00	200,00	200,00
Implementación	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00
<b>Proyectos Radiales</b>	<b>3.639,74</b>	<b>10.919,21</b>	<b>14.558,94</b>	<b>21.838,42</b>
Proyectos	1	3	4	6
Materiales por dron	869,87	869,87	869,87	869,87
Drones	2	2	2	2
Soporte	500,00	500,00	500,00	500,00
Implementación	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00
<b>Proyectos Lineales</b>	<b>0,00</b>	<b>5.579,47</b>	<b>11.158,94</b>	<b>11.158,94</b>
Proyectos	0	1	2	2
Materiales por dron	869,87	869,87	869,87	869,87
Drones	4	4	4	4
Soporte	700,00	700,00	700,00	700,00
Implementación	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00
<b>Margen Bruto</b>	<b>5.890,40</b>	<b>18.031,45</b>	<b>29.342,38</b>	<b>38.593,04</b>
Margen (%)	49%	49%	49%	49%
<b>Costes Fijos</b>	<b>8.309,96</b>	<b>29.729,96</b>	<b>44.529,96</b>	<b>63.329,96</b>
Empleados	4.800,00	21.600,00	26.400,00	43.200,00
Oficinas	0,00	6.000,00	12.000,00	12.000,00
IT	9,96	129,96	129,96	129,96
I+D	3.500,00	2.000,00	6.000,00	8.000,00
<b>EBITDA</b>	<b>-2.419,56</b>	<b>-11.698,51</b>	<b>-15.187,58</b>	<b>-24.736,92</b>
Margen (%)	-20%	-32%	-25%	-31%

Tabla 12: Cuenta de pérdidas y ganancias

Como se puede observar en los resultados, para los costes estructurales planteados, el modelo de negocio no sería rentable según los precios propuestos. Debido a que el volumen de proyectos no es elevado, no se consiguen compensar los costes fijos.

El EBITDA sería:

$$EBITDA = \sum ((P_i - CV_i) \cdot n_i) - CF$$

Ecuación 10: Cálculo esquematizado del EBITDA

Por lo tanto, hay las siguientes opciones para aumentar la rentabilidad:

- Aumentar el precio (P).
- Aumentar el volumen total (n).
- Disminuir los costes variables (CV).
- Disminuir los costes fijos (CF).
- Cambiar el mix de proyectos a proyectos que reporten más rentabilidad (cambiar  $n_i$ ).

De los indicados anteriormente, respecto a los costes:

- Los costes variables son complicados de disminuir (son datos).
- Los costes fijos son hipótesis, pero parece complicado que sean inferiores.

Respecto al volumen de proyectos:

- Aumentar el volumen se puede intentar, pero las hipótesis de proyectos a realizar parecen razonables, no tendría sentido basar la rentabilidad del modelo en hipótesis que no sean factibles.
- El mix de proyectos será algo a tener en cuenta de cara a seleccionar los proyectos, sin embargo, también vendrá determinado por la demanda. Tampoco tiene sentido basar la rentabilidad en hipótesis sobre el mix.

Por lo tanto, lo que tiene sentido modificar ahora es el precio, que sí que es un valor a fijar y no es una variable externa. Se ha fijado el precio para tener un margen bruto del 50% pero, a raíz de los resultados, se puede concluir que el margen no es suficiente. Generalizando, existen dos tipos de modelos de negocio en cuanto a márgenes y volúmenes:

- Volumen alto, márgenes bajos.
- Volumen bajo, márgenes altos.

Debido a que el modelo de negocio de AirSupply parece apuntar a un modelo de negocio de volúmenes bajos, será importante tener unos márgenes lo suficientemente altos.

Si los márgenes brutos se subiesen a alrededor de un 70% (en concreto, un 67%), se obtendrían los siguientes precios para los proyectos planteados anteriormente:

- Modelo simple:
  - 7.500 €.
  - 7.500 €/dron.
- Modelo radial:
  - 11.000 €.
  - 5.500 €/dron.
- Modelo lineal:
  - 17.000 €.
  - 4.250 €/dron.

Con ello se obtendría la siguiente cuenta de pérdidas y ganancias:



	2019F	2020F	2021F	2022F
<b>Ingresos</b>	<b>18.500,00</b>	<b>57.500,00</b>	<b>93.000,00</b>	<b>122.500,00</b>
<b>Proyectos Simples</b>	<b>7.500,00</b>	<b>7.500,00</b>	<b>15.000,00</b>	<b>22.500,00</b>
Proyectos	1	1	2	3
Precio	7.500,00	7.500,00	7.500,00	7.500,00
<b>Proyectos Radiales</b>	<b>11.000,00</b>	<b>33.000,00</b>	<b>44.000,00</b>	<b>66.000,00</b>
Proyectos	1	3	4	6
Precio	11.000,00	11.000,00	11.000,00	11.000,00
<b>Proyectos Lineales</b>	<b>0,00</b>	<b>17.000,00</b>	<b>34.000,00</b>	<b>34.000,00</b>
Proyectos	0	1	2	2
Precio	17.000,00	17.000,00	17.000,00	17.000,00
<b>COGS</b>	<b>6.109,60</b>	<b>18.968,55</b>	<b>30.657,62</b>	<b>40.406,96</b>
<b>Proyectos Simples</b>	<b>2.469,87</b>	<b>2.469,87</b>	<b>4.939,74</b>	<b>7.409,60</b>
Proyectos	1	1	2	3
Materiales por dron	869,87	869,87	869,87	869,87
Drones	1	1	1	1
Soporte	200,00	200,00	200,00	200,00
Implementación	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00
<b>Proyectos Radiales</b>	<b>3.639,74</b>	<b>10.919,21</b>	<b>14.558,94</b>	<b>21.838,42</b>
Proyectos	1	3	4	6
Materiales por dron	869,87	869,87	869,87	869,87
Drones	2	2	2	2
Soporte	500,00	500,00	500,00	500,00
Implementación	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00
<b>Proyectos Lineales</b>	<b>0,00</b>	<b>5.579,47</b>	<b>11.158,94</b>	<b>11.158,94</b>
Proyectos	0	1	2	2
Materiales por dron	869,87	869,87	869,87	869,87
Drones	4	4	4	4
Soporte	700,00	700,00	700,00	700,00
Implementación	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00
<b>Margen Bruto</b>	<b>12.390,40</b>	<b>38.531,45</b>	<b>62.342,38</b>	<b>82.093,04</b>
Margen (%)	67%	67%	67%	67%
<b>Costes Fijos</b>	<b>8.309,96</b>	<b>29.729,96</b>	<b>44.529,96</b>	<b>63.329,96</b>
Empleados	4.800,00	21.600,00	26.400,00	43.200,00
Oficinas	0,00	6.000,00	12.000,00	12.000,00
IT	9,96	129,96	129,96	129,96
I+D	3.500,00	2.000,00	6.000,00	8.000,00
<b>EBITDA</b>	<b>4.080,44</b>	<b>8.801,49</b>	<b>17.812,42</b>	<b>18.763,08</b>
Margen (%)	22%	15%	19%	15%

Tabla 13: Cuenta de pérdidas y ganancias para un margen bruto del 67%

Con márgenes de un 67%, ya se dispondría de un modelo EBITDA-positivo. Sería necesario descontar costes de amortización, intereses e impuesto, pero en principio no habría de los dos primeros (salvo que se capitalizasen gastos de I+D).

Por lo tanto, los nuevos precios parecen más razonables a nivel financiero para la empresa. Sería necesario comprobar que los clientes están dispuestos a pagar los precios indicados. No obstante, hay margen para bajar ligeramente los precios, ya que se dispone de un 15% de margen de EBITDA y la idea inicial es que el modelo ajuste ingresos a costes, para ofrecer un servicio lo más ajustado a las necesidades de ONGs.

## 6.6. Riesgos

Como todo modelo de negocio, AirSupply tiene diferentes riesgos asociados.

En este apartado se identifican los principales riesgos asociados al modelo de negocio.

### 6.6.1. Riesgo de gestión y desarrollo

Uno de los principales problemas de AirSupply ahora mismo es la ausencia de un equipo con garantías de continuidad.

Este problema tiene dos vertientes: la gestión y el personal necesario para el desarrollo.

Por una lado, no hay una persona o personas al cargo de la gestión del proyecto con continuidad y compromiso, es decir, él que sería el líder del proyecto (o los que serían). Este problema supone que no se pueda dirigir el proyecto en un futuro de manera adecuada y la imposibilidad de recibir financiación en la ausencia de esta figura esencial.

A su vez, es necesaria la existencia de una persona con una visión general del proyecto, que sea capaz de retener y transmitir la información. Uno de los principales problemas del proyecto en los años previos ha sido la pérdida de los avances, debido a que han sido realizados por diferentes personas, sin nadie encargado de reunir y retener el trabajo.

Por lo tanto, un riesgo muy evidente de AirSupply es que esta persona no se encuentre.

Por otra parte, es necesario disponer de un equipo o de colaboradores que se encarguen del desarrollo de la parte técnica, ya sea un empleado, un voluntario, TFMs y TFGs o la externalización del proceso.

Si no hay personas dispuestas a realizar TFMs y TFGs, no hay voluntarios y no se dispone de recursos para contratar un empleado, el proyecto no sería viable a menos de que se encontrase una alternativa factible de externalización.

Por lo tanto, hay un riesgo de ausencia de personas dispuestas a colaborar en el desarrollo del proyecto.

### 6.6.2. Riesgo operativo

Existen también riesgos derivados de la operativa del modelo de negocio. Los riesgos operativos (a nivel de proyecto) pueden ser diferentes y variados, pero se deben tener en cuenta debido a la innovación operativa que supone el uso de drones.

Algunos ejemplos podrían ser los siguientes:

- Fallo resultante en inoperatividad del dron, por causas como:
  - Uso en condiciones meteorológicas desfavorables.
  - La carga de la batería no es suficiente para llegar al destino.
  - Obstáculo no previsto.
  - Error del software.
  - Fallo mecánico.

- Mala operación por parte de los operarios:
  - Carga incorrecta.
  - Destino incorrecto.
  - Conexiones incorrectas.
  - Carga excesiva.
- Pérdida de capacidades por parte del dron a lo largo del tiempo.
- Deterioro de la batería.
- Fallos recurrentes que incrementen los costes y la necesidad de acudir al lugar del proyecto.
- Robo.

### 6.6.3. Riesgo regulatorio

Actualmente, en la mayoría de los países occidentales está prohibido por ley el vuelo de drones autónomos y es en los países subdesarrollados en los que la legislación es más laxa.

El modelo de negocio de AirSupply tiene como cliente objetivo a gestores de centros médicos y hospitales en regiones subdesarrolladas. Por lo tanto, cualquier cambio regulatorio en estos países, podría suponer la ilegalización del modelo de negocio.

A su vez, existen países subdesarrollados en los cuales hay restricciones e incluso prohibiciones al uso de drones. Cuanto mayor sea este número actualmente, menor es el número de clientes posibles.

Finalmente, existe una alternativa de modelo de negocio, que implica la colaboración con operadores logísticos para que se beneficien del *know-how* para un hipotético futuro en el cual sea legal utilizar drones en países como España o Estados Unidos. De ser este el modelo de negocio, existe un riesgo a futuro de que no se produzcan estos cambios y que por lo tanto, la colaboración termine.

### 6.6.4. Riesgo tecnológico

Debido a que el modelo de negocio se basa en el uso de una tecnología innovadora, existe un riesgo tecnológico.

Este riesgo tiene dos vertientes: el no conseguir desarrollar la tecnología y una posible obsolescencia en el futuro.

Por un lado, y como se ha venido tratando a lo largo del proyecto, existe una posibilidad de que nunca se consiga tener una tecnología lista como para poder realizar el transporte de material médico con drones. Actualmente, la tecnología no está preparada y si no se consigue a personas dispuestas a avanzar con el desarrollo, o no se encuentra una alternativa viable externa, es posible que nunca se disponga de un dron preparado para realizar el transporte planteado en el proyecto.

Por otro lado, en caso de sí que se consiga desarrollar la tecnología, existe la posibilidad de que quede obsoleta en el futuro, o por una tecnología más avanzada de drones que no se haya

podido desarrollar, o por la existencia de un nuevo método de transporte que no se tenga en consideración ahora.

#### 6.6.5. Riesgo de negocio

Como cualquier negocio, existe un riesgo asociado al negocio en sí. Este riesgo se puede dividir principalmente en las siguientes categorías:

- Precio y demanda.
- Competencia.
- Proveedores.

Por un lado, es posible que nunca se llegue a poder conseguir un precio para el que exista demanda. Anteriormente se ha visto como era necesario incrementar el precio planteado inicialmente para que el modelo de negocio fuese rentable. Es posible que no se pueda conseguir un precio rentable que esté dispuesto a pagar un posible cliente.

También es posible que, aunque el precio sea bueno, que no exista una demanda para el servicio o producto por diferentes motivos, resultando en que no sea viable el modelo de negocio.

Por otro lado, es posible que la competencia sea capaz de tener una oferta claramente mejor y acceder a los mismo clientes, resultando en la ausencia de negocio. En cierta forma, este riesgo está relacionado con el tecnológico.

Por último, es posible que los proveedores dejen de fabricar los componentes utilizados o que incrementen los precios. Este riesgo se vuelve muy severo si el proveedor es el del vehículo o en caso de externalizar la tecnología, es el proveedor del sistema completo.

#### 6.6.6. Riesgo de financiación

Como se ha venido indicando a lo largo del proyecto, la ausencia de recursos es una de las mayores limitaciones del proyecto.

Es posible de hecho, que nunca llegue a funcionar el proyecto si no se consigue inversión para poder financiar el desarrollo de la tecnología y una etapa inicial en la cual no se consigan suficientes ingresos como para cubrir los costes.

Por lo tanto, existe un riesgo importante de no conseguir la financiación necesaria.

---

## 7. Contactos con posibles clientes y médicos

---

En este apartado, se detallan los contactos realizados tanto con posibles clientes, como con médicos con experiencia en labores humanitarias, para entender mejor las necesidades de posibles proyectos de aplicación y validar el interés de estos posibles clientes.

La idea inicial era realizar contactos en vista a cerrar un acuerdo de proyecto, pero debido a que la tecnología no está desarrollada al completo, ni testada, y a que no se dispone de alternativas firmes, ha sido necesario realizar reuniones informativas en sustitución de reuniones con intención de cerrar un acuerdo.

### 7.1. Fundación Recover

La Fundación Recover es una ONG con sede en Madrid que desarrolla proyectos en el ámbito de la salud en la región de África Subsahariana.

Los proyectos desarrollados por la Fundación Recover, se engloban dentro de tres proyectos principales [52]:

- Hospitales para África.
- Salud 2.0.
- Pacientes Recover.

El proyecto Hospitales para África se encarga del desarrollo y gestión de hospitales en red, la realización de campañas de sensibilización y prevención, y la formación y especialización del personal local. Cuentan con proyectos en Camerún, Costa de Marfil, Burkina Faso, República Democrática del Congo, Benín y Etiopía.

El proyecto de Salud 2.0 es un proyecto que comenzó en 2013 y que consiste en conectar a médicos en los países destino, con médicos españoles a partir de una plataforma online, con fines formativos. Actualmente tienen presencia en Camerún, Costa de Marfil y República Democrática del Congo.

El proyecto de Pacientes Recover consiste en traer a España a pacientes enfermos que no pueden recibir tratamiento en sus países de origen. Comenzó en 2007 y desde entonces han conseguido dar tratamiento a 123 personas enfermas.

Dentro de los proyectos en los que participa, el que sería de interés para AirSupply es Hospitales para África. Para la red de hospitales, sería muy interesante disponer de uno o varios drones, ya que son muchos hospitales con una misma gestión y con posibles problemas de comunicación. A su vez, para las campañas realizadas, podría ser de utilidad para el envío de muestras de laboratorio para su examinación en uno de los centros médicos principales.

#### 7.1.1. Preparación de la reunión

Antes de realizar la reunión, se realizó una preparación previa, que fue la siguiente:

- Estudio de la Fundación Recover (que se ha indicado en líneas generales anteriormente).
- Preparación de preguntas y temas a tratar en la reunión.
- Investigación del marco regulatorio en Camerún.

Previamente a la reunión, se recibió la información de que actualmente están desarrollando una campaña en Camerún, en la que podría tener cabida el uso de un dron. A su vez, con el estudio realizado de los proyectos en los que participan, se encontró un proyecto muy interesante para el uso de drones, que es una central de compras de medicamentos desde la cual se realiza el suministro a hospitales.

A partir de la información disponible, se prepararon varias preguntas y temas a tratar para la reunión, que fueron las siguientes:

- Campaña en Camerún
  - ¿Tipología del proyecto? (número de hospitales, destinos que no sean hospitales, número de envíos diarios, distancias)
  - ¿Cómo se realiza el transporte? ¿Coste?
  - ¿Materiales transportados?
  - ¿Volúmenes y pesos transportados?
  - ¿Tiempo empleado en realizar los envíos?
- Central de compras de medicamentos en Camerún
  - Entender bien el funcionamiento.
  - Mismas preguntas que para la campaña de Camerún.
- Otras preguntas
  - Problemas que se han encontrado en envíos.
  - Estado de las redes de transporte.
  - Preocupaciones respecto al uso de un dron.
  - Disponibilidad de energía.
  - Otros proyectos de interés.

A su vez, como se ha indicado anteriormente, se ha realizado un breve estudio legal del uso de los drones en Camerún, ya que los principales proyectos se realizan ahí, y es dónde la Fundación Recover tiene pensado que podría ser de interés el uso de un dron.

Se ha obtenido la siguiente información sobre las restricciones legales en una investigación no muy profunda [53]:

- No sobrevolar personas o aglomeraciones.
- Respetar la privacidad.
- No sobrevolar aeropuertos ni volar en zonas donde aeronaves están operando.
- No volar drones en zonas sensibles, como áreas militares.
- Volar a la luz del día y en condiciones meteorológicas favorables.

- Se requiere un permiso para operaciones comerciales.

Por lo tanto, no parece haber restricciones significativas y Camerún podría ser un país adecuado para el uso de drones.

### 7.1.2. Reunión

La reunión se realizó en las oficinas de la Fundación Recover, con la directora de la Fundación y el Director de Proyectos.

Tras una breve introducción de AirSupply, se procedió a comentar los proyectos que tenían actualmente que serían de interés para el uso de un dron.

Estos dos proyectos, serían en Camerún y son los mismos que se han indicado anteriormente, una campaña para luchar contra el cáncer de Cérvix, y la central de compra de medicamentos.

#### 7.1.2.1. Campaña de cáncer de Cérvix

La Fundación Recover tiene previsto realizar una campaña contra el cáncer de Cérvix en Camerún con 750 mujeres.

La campaña consistiría en realizar pruebas a 750 mujeres en diferentes puntos en Camerún y dichas pruebas son analizadas posteriormente en el hospital de la capital, Yaoundé.

Los lugares y sus distancias a la capital serían los siguientes:

- Yaoundé (0 km).
- Kribi (~150 km).
- Sangmélíma (~100 km).
- Djunang (~150 km).
- Obout (~30 km).
- Bikop (~35 km).

Con la autonomía actual, no se podría llegar ni a Kribi ni a Djunang, y se llegaría justo a Sangmélíma. Para que tuviese sentido, sería necesario aumentar la autonomía del dron, de los 120 km a unos 200 km, para no ir justos de autonomía. Aun así, sería necesario realizar recargas en destino.

A los destinos de 150 km, se tarda actualmente unas 5 h en realizar el trayecto, a pesar de que son las carreteras principales.

El tipo de envíos, serían las muestras de las pruebas, que en principio son pequeñas y tienen poco peso, por lo que no sería un problema de cara a la capacidad de carga del dron.

Los envíos se realizan con coches y se paga por envío, por lo que sale bastante caro. Ambos coincidían en que el dron podría ser una solución interesante económicamente.

En los diferentes puntos en los que se debería realizar una recarga, están electrificados y aunque existen cortes intermitentes, no afectaría a la posibilidad de carga. Esto es interesante, de cara a ahorrar dinero en posibles estaciones de carga.

Respecto al número de envíos diarios, depende, ya que se realizan días de pruebas tras los cuales hay que realizar un envío a Yaoundé. Por lo tanto, serían envíos esporádicos, que se podrían dividir en varios días, en caso de que no se pudiesen realizar todos en un mismo día. Esto es interesante de cara al dimensionamiento (número de drones necesarios).

#### 7.1.2.2. Central de compra de medicamentos

El otro proyecto para el que podría ser interesante y que se ha comentado en la reunión, es la central de compra de medicamentos con la que colaboran en Yaoundé y con el que se suministra medicamentos a diferentes puntos del Sur de Camerún.

El proyecto es apoyado por la Fundación Recover, pero EDISA se encarga de la gestión. EDISA es la cooperativa creada para operar la central de compras, en la que participan 40 congregaciones diferentes, sobre un total de 250 en el país [52]. El objetivo es abaratar el coste de compra y de operaciones al juntarse varias congregaciones.

Debido a que la Fundación Recover ha colaborado en la fundación y el desarrollo de la cooperativa, pero no se encargan de la gestión, no han sabido proporcionar mucha información sobre el volumen de envíos y la tipología de éstos (volumen y peso de la carga).

No obstante, sí que se sabe del proyecto que se realiza el suministro de medicamentos a otras regiones desde un punto central (modelo operativo radial). A su vez, los diferentes puntos de envío están en un radio de unos 200 km.

Por la tipología del proyecto, parece idóneo para el uso de drones en el envío de los medicamentos, según lo que se ha planteado a lo largo del proyecto AirSupply. Una vez desarrollada la tecnología puede ser un proyecto muy interesante, aunque sería necesario recopilar información sobre la tipología de los envíos.

Es interesante el hecho de que, al ser una campaña, el uso del dron podría no ser continuo si la campaña no se alarga. Esto plantea una modalidad de proyecto que lo mismo no se había considerado y que podría ser resuelta con una prestación de servicios temporal, en la que se recuperase el dron una vez terminados los servicios.

#### 7.1.2.3. Otros proyectos y temas tratados

Además de comentar en mayor profundidad los dos proyectos detallados previamente, se ha comentado su visión sobre la viabilidad y su pensamiento sobre el uso de drones, así como otros proyectos y situaciones en las que consideran útil el uso de un dron.

Respecto a la propuesta de valor de AirSupply, coinciden en que el estado de las carreteras es un condicionante muy fuerte a la hora de realizar el transporte de material médico, tanto por el tiempo necesario para recorrer distancias no muy grandes, así como por el problema de que a veces es imposible transitar las carreteras a causa de, por ejemplo, lluvias torrenciales.

Consideran que el uso de un dron a nivel operativo sería más óptimo que los medios actuales e incluso valoran que es posible que sea más interesante económicamente (sin haber dado detalles de costes), ya que es caro realizar los transportes en coche.

Por otra parte, han identificado la sencillez de operación como un requisito necesario para que sea viable.



Han mostrado dudas en cuanto a la viabilidad del uso de drones. Ya que se ha realizado la reunión sin tener la tecnología desarrollada, se ha referido al uso de drones como una hipotética situación ideal, pero que no está claro si es viable o no.

Un apunte interesante realizado es la existencia de sobretensiones puntuales, que podrían resultar en que las baterías se estropearan. Para ello, la Fundación tiene pensado utilizar para sus aparatos eléctricos importantes, reguladores de tensión, que no serían caros. Será importante tenerlo en cuenta entre los diferentes materiales necesarios para el proyecto.

Se han identificado diferentes riesgos o preocupaciones, como son los siguientes:

- Regulatorio: que la ley no permita el vuelo de drones automatizados.
- Humedad: es un problema en Camerún, ya que debido a la humedad la mayoría de los materiales se acaban oxidando y estropeando.
- Polvo: en determinadas épocas de año hay mucha cantidad de polvo, aunque durante el año también y esto podría condicionar el funcionamiento del dron.
- Posibles errores: se ha expresado la necesidad de tener soluciones a posibles fallos o errores en caso de que se utilizasen los drones.

Asimismo, se han identificado situaciones en las cuales la disponibilidad de un dron pudiese haber ayudado. Por ejemplo, hubo una vez en la que necesitaban enviar a un centro médico una pieza pequeña de un respirador que se había estropeado, pero no fueron capaces de enviarla a tiempo. Por otra parte, han mencionado que después de lluvias torrenciales se puede estar 48 horas sin poder utilizar las vías de transporte, pero que un dron, aunque no pudiese volar con lluvia, podría volar una vez hubiese pasado la lluvia.

### 7.1.3. Conclusiones

Las hipótesis validadas y principales conclusiones obtenidas de la reunión con la Fundación Recover, son:

- Existen clientes para los cuales el uso de un dron para transporte de material médico sería interesante.
- La autonomía del dron puede ser limitante, por lo que es necesario explorar alternativas para aumentarla.
- La capacidad de 0,5 kg, que no es muy elevada, puede ser suficiente para determinados proyectos.
- El estado de las carreteras sí que supone un problema para el envío de material médico.
- Los posibles clientes valoran que los drones es una solución operativamente mejor.
- El envío de material médico con los actuales medios de transporte no es barato.
- Es necesario tener una tecnología robusta y probada para poder acceder a clientes, ya que han preguntado si se había probado en vuelos y se entendía que necesitaban pruebas del funcionamiento correcto del dron.
- Es necesario disponer de métodos para solucionar problemas, para que pueda haber clientes dispuesto a utilizar el dron.

- Es importante tener en cuenta funcionamiento de la red eléctrica (sobretensiones, por ejemplo) para la selección de materiales y aparatos.
- Es importante tener en cuenta las condiciones de los sitios (humedad, polvo, etc.) de cara a la selección de piezas y el diseño del dron.

## 7.2. Entrevistas a médicos

Con el mismo objetivo que la reunión con la Fundación Recover, se ha contactado con médicos con experiencia en cooperación internacional, de cara a entender las necesidades de proyectos de posible aplicación e identificar posibles utilidades de un dron para transporte de material médico que no se hayan planteado previamente.

Previamente a las entrevistas se han planteado un grupo de preguntas o temas a tratar, para obtener la información deseada:

- Descripción del proyecto o proyectos en los que se ha participado.
- ¿Cómo se realiza el transporte de material médico y otros suministros?
- ¿Identificas utilidad al uso de drones en el proyecto?
- ¿Identificas utilidad al uso de drones en el contexto planteado?
- Material médico urgente.

### 7.2.1. Primera entrevista

La primera entrevista se ha realizado a Elena, ginecóloga en el Hospital Ruber Internacional de Madrid y que ha cooperado con la Fundación Pablo Hortsman en un proyecto en Meki, Etiopía.

#### **Descripción del proyecto**

Meki es un pueblo en el Sur de Etiopía, en el cual la Fundación Pablo Hortsman opera un centro médico.

El centro es operado por la Fundación en asociación con el vicariato, y la Fundación únicamente opera ese centro, no opera un centro en la capital, desde el que se realice el transporte médico.

El centro médico tiene un centro pediátrico, una unidad de cuidados maternos, una guardería y un orfanato.

#### **¿Cómo se realiza el transporte?**

En el proyecto disponen de dos todoterrenos con un chófer que utilizan para realizar el aprovisionamiento desde Addis Abeba, la capital de Etiopía.

Meki está situada a 100 km de la capital y se tarda unas 3 horas en realizar el trayecto.

Elena explica cómo se suelen aprovechar los diferentes trayectos realizados a la capital como, por ejemplo, para ir a por voluntarios o para recoger garrafas de agua, para realizar el aprovisionamiento. No sabría identificar la frecuencia, pero estima que unas dos o tres veces por semana, más situaciones en las que tendrán que ir a recoger algo urgente.

Entre los materiales transportados, además de medicamentos, hay garrafas de agua y sacos de grano para el centro de lucha contra la desnutrición. Estos materiales no podrían ser transportados con un dron.

#### **¿Identificas utilidad al uso de un dron en el proyecto?**

El dron podría ser muy útil para realizar el envío de material urgente y para situaciones en las que no se puede realizar el transporte. Como ejemplo, se indica que cuando estuvo en Etiopía, cortaron la carretera por revueltas. También se identifica que hay tramos de tierra en la carretera, que podrían estar impracticables en condiciones de lluvia abundante.

Sin embargo, explica que no podría ser sustituto de los todoterrenos, por la necesidad de transporte de materiales pesados. Por lo tanto, la lógica de alternativa no sería de aplicación, tendría que ser un servicio complementario.

A su vez, al no haber un centro operativo u hospital central en Addis Abeba, sería necesario establecer un punto desde el que realizar el envío, por lo que no sería de aplicación el modelo operativo planteado.

No obstante, indica que es posible que el vicariato opere otros centros médicos por lo que, en un hipotético conjunto, sí que tendría más sentido el uso de un dron.

#### **¿Identificas utilidad al uso de un dron en el contexto planteado?**

Para un tipo de proyecto como el planteado a lo largo del proyecto, se ve que el dron tiene una utilidad muy evidente.

#### **Material urgente para el que sería útil un dron**

Elena identifica diferentes cosas que requerirían urgencia en caso de no tener existencias en un centro médico como el de Meki (o en otro lugar), entre las que se encuentran las siguientes:

- Antibióticos.
- Antipalúdicos.
- Broncodilatadores.
- Sangre.
- Cualquier medicamento del que no se disponga.

Estos serían algunos de los medicamentos identificados.

### **7.2.2. Segunda entrevista**

La segunda entrevista se ha realizado a Paula, estudiante de sexto de medicina y que ha cooperado en dos proyectos diferentes, uno en campos de refugiados en Palestina y el otro en dos hospitales de Kumasi, Ghana.

#### **Descripción del proyecto**

En Palestina, Paula estuvo 15 días colaborando con niños y 15 días colaborando en las clínicas de los campos de refugiados.

Los campos de refugiados son operados por UNRWA, que es la Agencia de Naciones Unidas para los Refugiados de Palestina en Oriente Próximo.

Los diferentes campamentos y sus respectivas clínicas se situaban en enclaves situados a lo largo del territorio de Palestina, en zonas urbanas.

En Ghana, Paula estuvo colaborando como asistente en dos hospitales de Kumasi, una de las principales ciudades de Ghana y situada en la región centro del país.

Uno de los hospitales era de gestión privada y el otro de gestión pública.

### **¿Cómo se realiza el transporte?**

En el proyecto de Palestina, el aprovisionamiento se realizaba mediante vehículos tanto de UNRWA como de Naciones Unidas.

El aprovisionamiento no era únicamente de medicamentos, sino que se realizaba de todos los productos demandados por los campamentos de refugiados, como agua o alimentos.

En el proyecto de Ghana, no sabría decir cómo se realizaba.

### **¿Identificas utilidad al uso de un dron en el proyecto?**

No identifica utilidad para ninguno de los proyectos, ya que en Palestina las conexiones por carretera son buenas y el aprovisionamiento no es exclusivo de medicamentos. Además, los campamentos están situados en zonas urbanas.

### **¿Identificas utilidad al uso de un dron en el contexto planteado?**

Identifica que el uso de un dron tendría mucha utilidad en zonas rurales. Antes de plantear esta cuestión, ha dicho respecto de los proyectos en los que ha estado, que al ser en zonas urbanas no tiene sentido, pero para zonas rurales sí que lo tendría.

Por otro lado, ha estado colaborando con mujeres afectadas por el conflicto armado en Colombia, pero no desde el punto de vista médico. Sin embargo, piensa que tendría mucha utilidad en el Amazonas, independientemente del desarrollo de la región, ya que las comunicaciones son complejas.

### **Material urgente para el que sería útil un dron**

Identifica, entre otros ejemplos, el siguiente material médico para el cual sería muy útil disponer de un dron para realizar envíos urgentes:

- Antipalúdicos.
- Vacunas.
- Profilaxis.
- Kits de asistencia para partos: gasas, valvas, desinfectante, etc.

### **7.2.3. Conclusiones**

De las entrevistas realizadas a médicos, se puede concluir que un dron tiene una utilidad muy buena para el transporte de material médico en regiones subdesarrolladas.

Además, se han indicado ejemplos de material médico que requeriría envíos urgentes, o para el cual un dron sería muy útil. Esta información será interesante de cara a plantear las diferentes aplicaciones del dron.

De una de las entrevistas, se obtuvo información interesante en cuanto a la posibilidad de que el dron no pueda sustituir a un vehículo tradicional, debido a que éste es utilizado para otras aplicaciones.

Será importante tenerlo en cuenta para posibles clientes a los que haya que plantearles el dron como un complemento. Esto reduciría el atractivo, ya que no se podría comparar como alternativa en precio.



---

## 8. Sigüientes pasos

---

En este apartado se indican los sigüientes pasos a seguir en el proyecto.

Cabe destacar, que la labor más crucial será encontrar a una persona que se encargue de gestionar el proyecto y tenga dedicación completa, idealmente. Sin la existencia de esta persona, la continuidad del proyecto es complicada.

### 8.1. Imagen y marca

Primero, será necesario registrar la marca de AirSupply en el Registro de Patentes y Marcas.

Por otro lado, una vez haya contenido disponible, se realizará una sección de blog dentro de la página web en la que se vaya informando de noticias y del desarrollo del proyecto.

En línea con la creación de un blog, será necesario crear las redes sociales, una vez haya contenido disponible que poder compartir. Se crearán las sigüientes (sin excluir otras posibles opciones):

- Página de Facebook.
- Cuenta de Instagram.
- Cuenta de Twitter.

Se creará una versión en español de la página web, por los sigüientes motivos:

- Es mejor para posibles visitantes de habla hispana.
- Es posible que haya clientes que visiten la web y que no hablen inglés y sí español.
- De cara a utilizar palabras clave en español para el SEO, es necesario tener la página en castellano.

Finalmente, se crearán emails para las personas que entren en el proyecto.

### 8.2. Desarrollo del prototipo

Como es evidente, será necesario continuar con el desarrollo del prototipo por alguna de las dos vías posibles: interna o externa.

#### 8.2.1. Desarrollo interno

Se procurará realizar la contratación de una persona si hay recursos disponibles. A su vez, se intentará que se desarrollen TFMs y TFGs que puedan servir como apoyo a la persona o personas que estén dedicadas al proyecto. Estos TFGs o TFMs podrán ser sustitutos, aunque no es la situación ideal, de la existencia de personas contratadas. Por último, se buscará disponer de la colaboración de voluntarios en el proyecto.

De la parte de control será necesario realizar:

- Control de despegue y aterrizaje.

- Control de vuelo.
- Control de la transición.
- Pruebas de vuelo.

De la parte electrónica:

- Compra e instalación de los componentes.
- Cableado.

De la parte mecánica:

- Compra de componentes que faltan.
- Fabricación de componentes no fabricados.
- Montaje.
- Investigación de alternativas para la batería.

Por otra parte, se evaluarán alternativas de drones al utilizado actualmente.

### 8.2.2. Desarrollo externo

Será necesario seguir investigando las alternativas posibles al desarrollo interno, ya que no hay previsión de disponer de empleados encargados de desarrollar la tecnología. La alternativa, que es la realización de TFMs y TFGs alarga demasiado los plazos y no garantiza que la tecnología sea robusta y esté preparada.

Por lo tanto, habrá que continuar con los contactos con empresas que puedan ofrecer un paquete de servicios con todos los sistemas desarrollados, evitando el desarrollo interno. Las empresas contactadas han sido Latitude Engineering y Arcturus.

Habrá que continuar también, con la investigación de alternativas, ya que es probable que existan o que surjan nuevas alternativas.

## 8.3. Negocio

Será necesario fundar una sociedad limitada, para poder participar en concursos y tener acceso a financiación. El problema de fundar la sociedad, y el motivo por el cual no se ha realizado hasta ahora, es la necesidad de depositar 3.000 €.

Una vez fundada la sociedad, será necesario agotar las diferentes fuentes de financiación posibles, que se han detallado en el apartado 6.3.

En caso de que se realicen cambios, será necesario reflejarlos sobre un nuevo modelo de negocio.

Una vez esté preparada la tecnología, se procederá a comercializarla con clientes, procurando comenzar por un proyecto con un modelo operativo simple (un único destino).



---

## 9. Bibliografía

---

- [1] R. Á. Hernández, «Desarrollo de un vehículo aéreo de ala fija con capacidad de despegue vertical para el transporte de pequeñas cargas,» 2016.
- [2] SESAR, «European Drones Outlook Study,» 2016.
- [3] R. Á. Hernández, «Diseño de vehículo aéreo no tripulado para el transporte de pequeñas cargas,» 2014.
- [4] T. K. Amukele, J. Street, K. Carroll, H. Miller y S. X. Zhang, «Drone Transport of Microbes in Blood and Sputum Laboratory Specimens,» *Journal of Clinical Microbiology*, 2016.
- [5] T. K. Amukele, P. M. Ness, A. A. Tobian y J. Street, «Drone Transportation of Blood,» *International Journal of Clinical Practice*, 2016.
- [6] T. Amukele, C. Snozek, J. Hernandez, R. Wyatt, M. Douglas, R. Amini y J. Street, «Drone Transport of Chemistry and Hematology Samples Over Long Distances,» *American Journal of Clinical Pathology*, 2017.
- [7] «Crunchbase,» [En línea]. Available: <http://www.crunchbase.com>.
- [8] J. Zorthian, «Switzerland's New Medical Drones,» *Time*, September 2017.
- [9] E. Ries, *The Lean Startup*, Crown Publishing, 2011.
- [10] A. Osterwalder, Y. Pigneur, G. Bernarda y A. Smith, *Value Proposition Design*, Wiley, 2014.
- [11] A. Osterwalder y Y. Pigneur, *Business Model Generation*, Wiley, 2010.
- [12] «Wordpress.org,» [En línea]. Available: [www.wordpress.org](http://www.wordpress.org).
- [13] «Theme Isle,» [En línea]. Available: [www.themeisle.com](http://www.themeisle.com).
- [14] «Clasificación de Niza (11ª versión),» 2017.
- [15] LogoMakr, [En línea]. Available: [www.logomakr.com](http://www.logomakr.com).
- [16] Logojoy, [En línea]. Available: [www.logojoy.com](http://www.logojoy.com).
- [17] B. Barron, «69 Best Wordpress Free Themes». *Athemes*.
- [18] «Freemages,» [En línea]. Available: <http://es.freeimages.com>.
- [19] WooRank, [En línea]. Available: [www.woorank.com](http://www.woorank.com).
- [20] «Sitemaps.org,» [En línea]. Available: [www.sitemaps.org](http://www.sitemaps.org).

- [21] Jetpack, [En línea]. Available: [www.jetpack.com](http://www.jetpack.com).
- [22] «Google,» [En línea]. Available: [www.google.es](http://www.google.es).
- [23] Latitude Engineering, [En línea]. Available: [www.latitudeengineering.com](http://www.latitudeengineering.com).
- [24] Latitude Engineering, «Johns Hopkins Case Study,» 2016.
- [25] Arcturus, [En línea]. Available: [www.arcturus-uav.com](http://www.arcturus-uav.com).
- [26] DroneCode, «PX4,» [En línea]. Available: [www.px4.io](http://www.px4.io).
- [27] «ArduPilot,» [En línea]. Available: [www.ardupilot.org](http://www.ardupilot.org).
- [28] «Model Flight RC,» [En línea]. Available: [www.modelflight.au](http://www.modelflight.au).
- [29] «RC Madrid,» [En línea]. Available: [www.rcmadrid.com](http://www.rcmadrid.com).
- [30] «Flying Wings,» [En línea]. Available: [www.flyingwings.co.uk](http://www.flyingwings.co.uk).
- [31] «Hobby Play,» [En línea]. Available: [www.hobbyplay.net](http://www.hobbyplay.net).
- [32] PX4, «FunCub Quadplane (Pixhawk)».
- [33] «Bang Good,» [En línea]. Available: [www.banggood.com](http://www.banggood.com).
- [34] PX4, «Volantex Ranger-Ex QuadPlane VTOL (Pixhawk)».
- [35] Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales, «RD 1036/2017,» BOE, 2017.
- [36] Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales, «Modificación RD 552/2014,» BOE, 2017.
- [37] Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales, «Modificación RD 57/2002,» BOE, 2017.
- [38] Agencia Estatal de Seguridad Aérea, «Preguntas frecuentes sobre el RD 1036/2017,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.seguridadaerea.gob.es>.
- [39] Fundación Repsol, «Bases de participación 7ª Convocatoria Fondo de Emprendedores,» 2018. [En línea].
- [40] Fundación Mapfre, «Bases de la convocatoria de los Premios Fundación Mapfre a la Innovación Social,» 2017.
- [41] Ayuntamiento de Madrid, «[www.madridemprende.es](http://www.madridemprende.es),» [En línea].
- [42] Universidad Europea, «Bases de la X Convocatoria del Programa Jóvenes Emprendedores Sociales».
- [43] Grupo 5, «Bases del Premio G5 Innova,» 2017.

- [44] «Drone Pioneer Awards,» 2018. [En línea]. Available: [www.dronepioneerawards.com](http://www.dronepioneerawards.com).
- [45] CDTI, «[www.cdti.es](http://www.cdti.es),» [En línea].
- [46] ENISA, «[www.enisa.es](http://www.enisa.es),» [En línea].
- [47] J. Bright, «Africa is becoming a testbed for commercial drone services,» *TechCrunch*, 2016.
- [48] UPS, «UPS Foundation,» [En línea]. Available: <https://sustainability.ups.com/the-ups-foundation/>.
- [49] DHL, [En línea]. Available: [www.dhl.es](http://www.dhl.es).
- [50] Samaipata Ventures, [En línea]. Available: [www.samaipataventures.com](http://www.samaipataventures.com).
- [51] Creas Impacto, [En línea]. Available: [www.creas.org](http://www.creas.org).
- [52] Fundación Recover, [En línea]. Available: [www.fundacionrecover.org](http://www.fundacionrecover.org).
- [53] UAV Systems International, [En línea]. Available: [www.uavsystemsinternational.com](http://www.uavsystemsinternational.com).