

**DESARROLLO DE UN SERVICIO LOGÍSTICO DE ENTREGA DE  
MEDICAMENTOS URGENTES DE PESO LIVIANO CON DRONES EN LA CIUDAD  
DE BARRANQUILLA**

**AUTOR**

**ANDRÉS FELIPE MARÍN MEZA**



**UNIVERSIDAD  
DE LA COSTA**  
1970

VIGILADA MINEEDUCACIÓN

**TUTORES**

**RICARDO PEÑA RUIZ**

**KAROL MARTÍNEZ CUETO**

**UNIVERSIDAD DE LA COSTA – CUC**

**MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN**

**BARRANQUILLA**

**2021**

## **Resumen**

Este proyecto plantea la introducción al mercado nacional e internacional de un dron para transportar cargas ligeras en contenedores intercambiables, portátil, bajo costo de adquisición y mantenimiento, capaz de transportar cargas médicas que requieran mantenerse refrigeradas y suministros a personas aisladas por disposiciones sanitarias, conflictos, o por situaciones de desastre y emergencia. De igual forma, posibilitará explorar soluciones logísticas innovadoras con sistemas de carga aérea que permitan disminuir costos y tiempos de entrega a las empresas de servicios 'puerta a puerta', tanto en áreas urbanas altamente congestionadas, como en zonas rurales de difícil acceso.

*Palabras clave:* Drones, logística 4.0, emergencia

**Abstract**

This project proposes the introduction to the national and international market of a drone to transport light loads in interchangeable containers, portable, low cost of acquisition and maintenance, capable of transporting medical loads that need to be kept refrigerated and supplies to people isolated by sanitary provisions, conflicts, or for disaster and emergency situations. In the same way, it will make it possible to explore innovative logistics solutions with air cargo systems that reduce costs and delivery times for door-to-door service companies, both in highly congested urban areas and in rural areas with difficult access.

*Keywords:* Drones, logistics 4.0, emergency

## Contenido

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
2.	ANTECEDENTES .....	13
2.1.	Historia de la empresa .....	13
2.2.	Justificación .....	42
2.3.	Propuesta de sostenibilidad empresarial .....	50
3.	OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	53
3.1.	Objetivo general .....	53
3.2.	Objetivos específicos .....	53
4.	MÉTODO .....	54
5.	EJECUCION DEL PROYECTO .....	61
5.1.	Generación de posibles soluciones: .....	61
5.2.	Justificación de la solución:.....	68
6.	PLAN DE TRABAJO Y PRESUPUESTO.....	72
7.	RESULTADOS .....	95
8.	CONCLUSIONES.....	101
9.	REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA .....	103

**Lista Figuras**

**Figuras**

<b>Figura 1.</b> .....	11
<b>Figura 2.</b> .....	14
<b>Figura 3.</b> .....	18
<b>Figura 4.</b> .....	22
<b>Figura 5.</b> .....	30
<b>Figura 6.</b> .....	33
<b>Figura 7.</b> .....	36
<b>Figura 8.</b> .....	37
<b>Figura 9.</b> .....	38
<b>Figura 10.</b> .....	41
<b>Figura 11.</b> .....	49
<b>Figura 12.</b> .....	54
<b>Figura 13.</b> .....	56
<b>Figura 14.</b> .....	57
<b>Figura 15.</b> .....	63
<b>Figura 16.</b> .....	64
<b>Figura 17.</b> .....	65
<b>Figura 18.</b> .....	66
<b>Figura 19.</b> .....	67
<b>Figura 20.</b> .....	68

**Figura 21.** ..... 69

**Figura 22.** ..... 98

**Figura 23.** ..... 99

**Figura 24.** ..... 100

**Figura 25.** ..... 100

## **1. Planteamiento Del Problema**

Las medidas de aislamiento sanitario para enfrentar la pandemia del coronavirus han puesto aún más en evidencia la necesidad de disponer de sistemas novedosos para fortalecer la cadena de suministros esenciales. De igual forma, graves afectaciones a la movilidad en ciudades y zonas rurales con accesos complicados por infraestructura inexistente o deteriorada obligan a costosas improvisaciones y el uso de medios logísticos tradicionales con considerables retrasos y paralizaciones que agudizan la situación de los afectados.

La pandemia del coronavirus también ha impulsado un conjunto de protocolos de bioseguridad para minimizar la exposición del personal logístico, debido al alto riesgo de infectarse y a la vez convertirse en agentes transmisores del virus. Asimismo, grupos de atención de desastre deben realizar grandes esfuerzos y exponerse a elevados riesgos al tener que avanzar en áreas afectadas por inundaciones y desastres, mientras intentan socorrer a los afectados.

Los vehículos de transporte terrestre empleados en labores de entregas en la última milla de la cadena de suministros, tales como automóviles, motos y bicicletas, confrontan actualmente el problema de los congestionamientos de las vías de tránsito, que ocasionan costosos retrasos e interrupciones en los servicios logísticos. Estos altos volúmenes de tráfico suelen complicarse aún más durante las llamadas “horas pico”, al igual que en presencia de lluvias, accidentes, bloqueos y deterioro de vías.

Así, por poner un ejemplo, Habib Droguerías, que atiende una alta demanda de solicitudes de medicamentos de alto valor generadas desde clínicas situadas en su entorno, se encuentra rodeada de calles normalmente congestionadas, por lo que registra un 8% de devoluciones por retrasos en las entregas. De igual forma, en muchas ocasiones requieren realizar envíos urgentes que corren el riesgo de retrasarse, mientras se cuentan los segundos para salvar una vida.

Por distintas razones, las planificaciones de movilidad, así como la construcción y el mejoramiento de vías, generalmente van mucho más lentas que el vertiginoso crecimiento del parque vehicular. Esto, sumado a la práctica inexistencia de ciclo vías en las grandes ciudades, complica el tránsito de bicicletas de reparto, exponiendo también a los usuarios de este medio de transporte a potenciales accidentes. Igualmente, el alto número de accidentes con motos y automóviles, hacen del oficio de domiciliario una labor riesgosa que encarece los costos del personal y el de los seguros de protección.

Según cifras obtenidas por el diario El Tiempo del Anuario Nacional de Siniestralidad Vial, en el 2019 hubo en Colombia 175.605 siniestros viales, de los cuales el 44 % trajeron consecuencias más allá de los daños materiales, pues dejaron 743.977 lesionados y 40.564 lesionados de gravedad, es decir, personas que tuvieron que ser hospitalizadas por más de un día. Y, si bien es cierto que no se disponen de cifras oficiales específicas de accidentalidad de domiciliarios, los medios de comunicación constantemente han estado refiriendo lamentables sucesos que involucran a este tipo de trabajadores.

Por otra parte, la baja disponibilidad de vehículos dotados con contenedores térmicos complica el transporte de ciertos medicamentos de uso clínico que requieren mantener

temperaturas bajas estables, de manera que cualquier retraso imprevisto podría provocar que el producto se dañe, exigiendo entregas más expeditas sobre todo en aquellos lugares con temperaturas elevadas, como es el caso de Barranquilla y toda la costa atlántica colombiana.

El tiempo promedio transcurrido desde la recepción vía telefónica de la solicitud hasta la entrega del producto en gestión al consumidor final, es de, cuarenta (40) minutos, donde el tiempo establecido para entrega desde el punto AD (Asignación de domicilios) disposición del producto en infraestructura especial hasta su posterior entrega, es de, veinte (20) minutos como tiempo máximo dentro de un perímetro estándar que garantice las condiciones del producto al momento de la recepción del mismo; así, que el proceso de facturación, picking y empaque, es de veinte (20) minutos, tiempos estándar dentro de lo aceptable como pedido conforme.

Durante los últimos meses, la insatisfacción de clientes aumentó a un ocho (8%) de las ventas diarias por recepción tardía de productos especiales o denominados "Urgentes" en lugares restringidos y/o de alta congestión vehicular o de larga distancia por el poco abastecimiento de compartimientos de regulación de temperaturas, mala asignación de pedidos por restricciones o por prioridad, por alteraciones en la dirección de los pedidos en tránsito en un 0.75% por solicitud del cliente, vías cerradas o en mal estado que afectan nuestro servicio al final del eslabón.

Es así como se planteado el empleo de drones para facilitar, agilizar y optimizar las labores del personal logístico en tierra. Importantes empresas fabricantes de drones ya están desarrollando sistemas aéreos remotamente tripulados para grandes compañías de entregas a domicilio, experimentando con drones relativamente pesados y

optimizados para realizar operaciones aéreas automáticas más allá del rango visual del piloto (Beyond Visual Line Of Sight - BVLOS), las cuales están generalmente limitadas en los reglamentos aeronáuticos colombianos y en la gran mayoría de los países del mundo.

Los drones de carga que se ofrecen en el mercado son pesados y voluminosos, además de ser poco accesibles en precios, circunstancias que complican su adquisición, transporte y operación, reduciendo también las posibilidades de los usuarios de aumentar la flota. De igual manera, mientras más pesados y voluminosos, mayores se consideran los riesgos para la seguridad aeronáutica y sobre ellos aplican más restricciones, por lo que es muy común que los usuarios transformen drones diseñados para portar cámaras, en drones para llevar otras cargas, alterando la aerodinámica, así como el peso y balance de los diseños originales.

Este tipo de improvisaciones elevan los riesgos de accidentes y también están prohibidas en las regulaciones aeronáuticas internacionales, por lo que deben tramitarse las correspondientes autorizaciones de vuelo e informar en detalle de las alteraciones cada vez que se realicen esas operaciones. Paralelamente, la baja cualificación de los operarios de drones representa un importantes escollo para la aplicación de la tecnología, ya que normalmente son el resultado de procesos de aprendizaje poco sistematizado, habida cuenta de que fabricantes extranjeros y comercializadores básicamente ofrecen los manuales de uso que vienen con el equipo, requiriéndose procesos de acompañamientos técnico para su puesta en servicio operativo, así como las correspondientes autorizaciones por parte de las autoridades aeronáuticas para realizar trabajos aéreos.

Esta baja cualificación ha incidido en los índices de accidentalidad, lo que sumado a la percepción de que son tecnologías muy futuristas y complejas, se ha conjugado para dar como resultado el escaso nivel de aplicación de los drones en la cadena de suministros esenciales en situaciones de emergencia o ante graves problemas de movilidad.

**Figura 1.**

Retos logísticos en atención de emergencias y desastres



**Fuente:** Bohorquez (2015)

MaxDrone S.A.S., es una empresa que se dedica a desarrollar soluciones en tecnología dron. Ofrece servicios integrales de capacitación, servicio técnico y trabajos aéreos, cuenta con más de seis años de experiencia en el mercado, desarrollando drones utilitarios como herramientas útiles y duraderas para salvar vidas, proteger el medio ambiente, y generar oportunidades económicas. Actualmente, cuenta con sedes en Barranquilla-Colombia y en Caracas-Venezuela, autorizada en Colombia por la

Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC-Aerocivil Colombia) para la realización de trabajos aéreos y en Venezuela por el Instituto Nacional de Aeronáutica Civil (INAC) para ofrecer capacitaciones y servicios profesionales con estas tecnologías de avanzada. Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta problema ¿Cómo desarrollar un dron de carga ligera para el transporte de suministros en situaciones de emergencia, conflictos y severos problemas de movilidad que permita mejorar el servicio logístico de entrega de medicamentos urgentes de peso liviano en la ciudad de Barranquilla?

## **2. Antecedentes**

### **2.1. Historia de la empresa**

#### **Maxdrone Venezuela**

En octubre de 2014 se registra la Compañía Anónima Inversiones Chucho Sky. La empresa establece su sede en una pequeña oficina del Centro Empresarial Quorum en la ciudad de Caracas, comenzando a utilizar la denominación comercial Drone Venezuela, en un clima de crecientes tensiones políticas y protestas callejeras en el país. No obstante, rápidamente comenzó a crecer ante la gran demanda del servicio de videos aéreos, proveniente de clientes privados, agencias publicitarias e incluso de televisoras de alcance nacional (como Televen). De igual forma, se conforman las primeras unidades de la organización, a saber: un grupo de sólo dos operadores, un editor de videos, equipamiento básico de computadoras, programas y cámaras para producción audiovisual, un pequeño taller de mantenimiento y una unidad administrativa. Desde este competitivo arranque, se presentó la necesidad de organizar una empresa novedosa, explorando las aplicaciones y posibilidades que ofrecían los drones.

En enero de 2015, se comenzó a ofrecer un nuevo servicio de monitoreo aéreo del tráfico y transmisiones en vivo para televisión, además de impulsar un acercamiento con aquellas empresas productoras que deseaban emplear drones sin tener que adquirirlos y aprenderlos a operar correctamente. En función de ello, los trabajos aéreos para la producción de audiovisuales comenzaron a dejar de realizarse para clientes externos, y la empresa fue cobrando cada vez más un carácter de empresa de servicios especializados para usuarios de la tecnología y clientes que desearan emplearla.

Asimismo, se decidió una mayor atención en aspectos considerados como estratégicos para el futuro de la empresa, tales como: capacitación del personal, profundización en el conocimiento de la tecnología y la preparación para adecuar a la empresa ante una potencial regulación restrictiva.

**Figura 2..**

*MaxDrone Venezuela*



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

Ya para mediados de 2015 se esperaba la aparición de una regulación en Venezuela y en varios países de América Latina, para la cual había que estar preparados y operar apegados en lo posible a lo recomendado por la OACI y a lo estipulado en la ‘primera generación’ de reglamentaciones aeronáutica provisionales que habían aparecido en otras partes del mundo, que adoptaban actitudes defensivas ante el ‘fenómeno dron’, en general ajeno al mundo aeronáutico y a la existencia de nuevas regulaciones. Es así como en España, su primera regulación comenzaba a dar paso a un nuevo instrumento

para reglamentar las actividades con drones, ya que la gran mayoría de los emprendimientos iniciales habían desaparecido a consecuencia de ese primer instrumento provisional.

Sin embargo, en Internet, la única referencia en idioma español sobre la materia era precisamente la controvertida primera regulación aeronáutica española, de manera que la empresa temía la aparición de un reglamento similar. En esta situación y sin abogados en el equipo, a pesar de buscarlos infructuosamente, se decidió realizar un seguimiento a cada reglamento que surgía en Europa y América, e ir adoptando medidas alternas de cumplimiento (solución recomendada por la OACI), en preparación para intentar sobrevivir a la regulación que ya se avizoraba.

De todo esto también surgió la necesidad de profesionalizar en Venezuela a los nuevos tripulantes de la empresa, ante la poca disponibilidad de pilotos cualificados y programas de capacitación en el país. Luego de constatar ‘en carne propia’ que los cursos en el extranjero eran sumamente costosos y que sus contenidos, además de ser tratados de manera superficial, no se adaptaban a los requerimientos de operaciones seguras demandados por la empresa, por los clientes corporativos y por las autoridades aeronáuticas, la empresa crea el llamado Curso Básico de Pilotaje Remoto de Drones Multirrotores Ligeros, destinado a desarrollar las capacidades del personal de la empresa y con miras a ser ofrecido al público.

En virtud de ello se diseñaron programas de estudio, se elaboraron guías impresas para los estudiantes, se grabaron videos con tutoriales de vuelo y se iniciaron cursos internos con una duración de ochenta (80) horas. La plantilla de instructores para el Curso Básico de Pilotaje Remoto se constituyó, con la incorporación de tres oficiales

retirados de la Aviación Militar de Venezuela. Estos últimos aportaron conocimientos organizativos y experiencia aeronáutica con los que la empresa no había contado hasta ese momento, dedicándose apasionadamente a la tarea de estudiar las especificidades de las operaciones con drones, a realizar adaptaciones provenientes del 'mundo aeronáutico' y a ganar conocimiento acerca de estos sistemas aéreos tripulados a distancia.

A mediados de 2015 también se seleccionan y adquieren drones del tipo Syma X5C *Explorers* y DJI *Phantom 1* destinados a la instrucción de vuelo de las tripulaciones remotas de la empresa, el germen de lo que posteriormente sería la Agrupación de Adiestramiento de Vuelo, constituida en sus inicios por solo dos 'escuadrillas' (4 drones por escuadrilla): una de Adiestramiento Básico con los *Explorers* y otra de Adiestramiento Avanzado con los *Phantom 1*. Paralelamente se adquirieron dos simuladores de vuelo *Real Flight* y las primeras unidades tipo DJI *Phantom 2* (profesionalizados por DSLR*pro* en Estados Unidos de Norteamérica) equipados con controles profesionales Futaba y cámaras de alta definición electro-estabilizadas, con la cual se creó la Agrupación de Faenas Comerciales y se conformó su primera 'escuadrilla'.

La flota se incrementó hasta alcanzar 24 drones, la gran mayoría de ellos destinados al adiestramiento de tripulaciones (18), por tanto, debían ser resistentes, fáciles y económicos de adquirir y reparar, requerimientos cumplidos ampliamente por los dos modelos escogidos. Los más numerosos eran los pequeños Syma X5C *Explorers* (12 drones que pesan menos de 200 gramos cada uno), seguido por los DJI *Phantom 1* (6 aparatos), este último, escogido por ser uno de los drones más vendidos del mundo (se

vendían por millones) y por estar dotado del controlador de vuelo Naza, el cual equipaba a números drones de otras compañías constructoras y de la misma DJI.

La organización por agrupaciones y escuadrillas, recomendada por los militares que se integraron al equipo de Drone Venezuela, permitió una mejor administración de las cargas de trabajo, el mantenimiento y la disponibilidad de los drones. Otra medida relevante recomendada por los coroneles fue la introducción de formatos para el control de vuelos, bitácoras para los pilotos, reportes de seguridad operacional y de mantenimiento, todos adaptados a los requerimientos de las operaciones con drones. La dotación de drones de la empresa comenzaría a pintarse color vino tinto, tanto para hacerlos más notorios, como para diferenciarlos con los drones de otros usuarios, asimismo, serían identificados con etiquetas contentivas de los datos de la empresa y una nomenclatura específica para cada equipo, esto último, siguiendo un requisito exigido en la mencionada reglamentación española.

El otro renglón fortalecido dentro de la organización sería el relacionado al tema de los mantenimientos y reparaciones de los drones de la empresa, para lo cual se decidió el ingreso de otro estudiante de ingeniería mecatrónica y la compra de herramientas y equipos para poder realizar tareas cada vez más complejas en el pequeño taller. No obstante, en la naciente comunidad de usuarios venezolanos no existía ninguna organización que prestase este tipo de servicio, y la incidencia de drones accidentados era elevada, especialmente entre los drones pertenecientes a usuarios del ámbito del entretenimiento, de manera que el servicio comenzó a ser prestado a esa comunidad desde aquel pequeño taller.

Con este fortalecimiento organizativo, operacional y comercial de Drone Venezuela, así como su transformación, de ser una empresa que captaba imágenes y producía videos, hacia un emprendimiento para ofrecer servicios requeridos por la comunidad de usuarios de drones, se propone un cambio en la imagen y en la denominación comercial de la empresa. En agosto de 2015, Drone Venezuela comienza a llamarse Maxdrone Venezuela y, de su seno, después de varios cursos internos, surgió la llamada ‘Academia Maxdrone’, para ofrecer cursos a aquellas personas que deseaban ampliar sus conocimientos en el futurista oficio de las operaciones con estas aeronaves.

**Figura 3.**

Academia MaxDrone Venezuela



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

Sin embargo, este proceso evolutivo de Maxdrone, también comenzaría a confrontar otro gran obstáculo. Nuevamente en un clima de alta tensión política, saldría a la luz una resolución del INAC (Instituto Nacional de Aeronáutica Civil, la autoridad venezolana del

sector) donde se suspendían los vuelos con drones y entre otras cosas obligaba a los usuarios a registrar en un plazo perentorio sus equipos ante ese organismo, medida que en general sería desoída e incluso confrontada por muchos usuarios, quienes vieron esto como un intento del gobierno por impedir que se supiera el verdadero alcance de las protestas que se estaban sucediendo en las calles, por lo que siguieron realizando vuelos grabando las protestas, incluso siendo alentados a volar por los manifestantes.

En ese entonces, circulaban muchas imágenes aéreas realizadas con drones de estas protestas, incluso en los noticieros de televisión, de manera que las acciones policiales del gobierno tampoco se hicieron esperar, comenzando a decomisar drones no registrados y a detener usuarios si se encontraban operándolos durante las manifestaciones. La 'solución' de Maxdrone ante esta paralización impuesta por las autoridades venezolanas se constituiría en la norma de actuación ante futuras paralizaciones: una, resistir, continuar actividades en espacios confinados (techo incluido); y dos, aprovechar en lo posible el 'tiempo fuera' para dedicarlo a la investigación, en función de moralizar al equipo humano, mantenerse entrenado, seguir ampliando los conocimientos que se tenían acerca de los drones y elevar la conciencia situacional de la empresa.

La primera medida buscaba salvaguardar la mayor cantidad posible de actividades, poniéndolas fuera de la jurisdicción de las autoridades aeronáuticas, quienes sólo controlan el uso del espacio aéreo abierto. De esta forma, se rediseñó el Curso Básico de Pilotaje Remoto para que la instrucción práctica de vuelo, tanto del personal como de los clientes, pudiese ser realizada en la sede de la empresa incorporando simuladores de vuelo, mientras que las prácticas presenciales de vuelo comenzarían a realizarse en

canchas deportivas cercadas y techadas. Se concluye la incorporación de simuladores de vuelo del tipo *Real Flight*, que abrió las posibilidades a un proceso de instrucción con una curva de aprendizaje menos pronunciada, donde el aspirante a piloto podía comenzar simulando operaciones virtuales en rangos ascendentes de dificultad, para luego pasar a volar equipos optimizados para el adiestramiento de vuelo básico (sin equipos de posicionamiento y controladores inerciales complejos) y posteriormente a drones más avanzados, los cuales permiten operaciones semiautomáticas y totalmente autónomas.

Esta metodología, seguida por las principales líneas aéreas civiles y fuerzas Aéreas del mundo, permitió una mayor seguridad en los vuelos de adiestramiento, la preservación del 'material de vuelo', así como el control de aquellos momentos en los cuales se daban los saltos cognitivos. A contracorriente, Maxdrone insistió en esta metodología, puesto que compañías como la connotada DLRpro de Miami, las personas que se dedicaban a enseñar a volar en Venezuela y los manuales de uso y promociones de las propias compañías constructoras, inducían el adiestramiento sólo en modos de vuelo semiautomático y autónomo (*Atti* y GPS), sin preparar a las tripulaciones para enfrentar las comunes situaciones de vuelo con fuerte interferencia y 'sombras satelitales', las cuales producen y siguen produciendo numerosos accidentes, sólo evitables si se tiene adiestramiento en modos de vuelo básico.

En cuanto a los esfuerzos investigativos, en noviembre de 2015 se crea el Grupo DaVinci de Investigación, Desarrollo e Innovación de Maxdrone. Esta agrupación se concibió bajo un esquema participativo multidisciplinario abierto, que posibilitaba la colaboración de personas e instituciones interesadas en la tecnología dron,

independientemente de su procedencia. El Grupo adoptó la metodología de Diseño Centrado en el Humano, lanza el *Proyecto Ecodrones*, consistente en el diseño y fabricación de fuselaje y partes para drones multirrotores hechos con materiales de desecho o muy fáciles de conseguir. Este proyecto se enfocaba en crear diseños de construcción sencilla, artesanal, a muy bajo costo (por la gran disponibilidad de ‘materia prima’), mientras se realizaban investigaciones aerodinámicas, de resistencia de materiales, reparaciones complejas, fabricación y sustituciones de partes. Sin embargo, el gran salto se daría en la comprensión del costo real de la tecnología que se estaba consumiendo.

En el marco del llamado *Proyecto Ecodrones* se construyeron pequeños prototipos de drones con fuselajes de Bambú, cartón, envases tetra pack y botellas plásticas, los cuales tenían distintos diseños, pesos y configuraciones, empleando motores y componentes recuperadas de equipos accidentados. De manera particular, un prototipo con fuselaje (*frame* o carcasa) fabricado en Bambú (apodado ‘Bambudrón’) logró captar la atención de los medios masivos de comunicación social, quienes comenzaron a realizar entrevistas en prensa, las cuales dieron una gran visibilidad a la empresa, introduciendo además una perspectiva diferente a la negatividad predominante en el tema de los drones.

**Figura 4.**

*Proyecto Ecodrone*



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

El *Proyecto Ecodrones* y su relativamente alta difusión, abrió un espacio para la introducción de un programa de charlas y exhibiciones de vuelo en colegios y universidades al que se denominó '*Aula-dron*', pensado para promover las operaciones seguras y las aplicaciones positivas de estas tecnologías entre los jóvenes estudiantes, como una forma de seguir dando a conocer la empresa y aminorar en lo posible alguna de las percepciones negativas de estas tecnologías.

Otro resultado arrojado por el *Proyecto Ecodrones*, fue que en octubre de 2015 el pequeño taller de mantenimiento se transforma en Taller de Mecatrónica, se refuerza con nuevo equipamiento, se adquieren microcomponentes para desarrollos propios y se comienza a ofrecer abiertamente el servicio de mantenimiento y reparaciones al público. Se logró confeccionar los siguientes dispositivos: sistema identificador desde tierra,

altímetro de registro histórico, micro-estación meteorológica aerotransportada en dron sonda, unidad de gestión inercial y control de velocidad para drones multirrotores ligeros, estos avances serían fundamentales para el avance en el conocimiento de la tecnología.

La suspensión oficial de los vuelos, así como varios percances y un accidente ocurrido el 16 de diciembre de 2015 con un dron modelo DJI S-1000, que ocasiono graves daños a la aeronave más costosa y de mayor capacidad para levantar pesos con que contaba la empresa, hizo que el balance total de ese año no fuese considerado positivo. No obstante, en enero de 2016 se realizan las primeras acciones correctivas y para consolidar lo alcanzado: se socializa y se corrige con todos los empleados la primera planificación anual de Maxdrone, comienza una capacitación en materia de seguridad operacional para todo el personal, se crea el Grupo de Investigación de Accidentes y se decide la adopción obligatoria de “Protocolos de Seguridad para Operaciones Aéreas con Drones Multirrotores Ligeros”, además del uso del “Sistema de Advertencia a Terceros”, ambos documentos elaborados por la propia empresa para optimizar los aspectos relacionados con la seguridad de las operaciones.

Aún en medio de la gran crisis política y económica que imperaba en toda Venezuela, de la prohibición de vuelo y de la promulgación de disposiciones provisionales totalmente restrictivas desde finales de 2015, con la Planificación Maxdrone 2016 la empresa se traza la meta de “cero accidentes” y ese mismo febrero se incorporan los equipos necesarios para el cumplimiento de dicha normativa interna.

También, de cara a fortalecerse ante la regulación, y cumplir con el objetivo de cero accidentes, implantándose el uso de registros fílmicos en las operaciones, el empleo de equipos de comunicaciones UHF, anemómetros digitales, sistemas de posicionamiento

portátiles (GPS-GLONASS), binoculares, así como equipos de protección integral para los grupos de vuelo, botas de seguridad contra riesgos eléctricos, overoles fabricados en tela ignífuga y antiestática, cascos de rescatistas con dispositivos de comunicaciones y soporte para cámaras frontales (tipo GoPro). Desde entonces, los grupos de vuelo quedaron conformados de la siguiente manera: piloto remoto al mando, observador-operador de sistemas y supervisor de la operación, este último, como medida redundante para asegurar el cumplimiento de todos los protocolos de seguridad.

La regulación provisional venezolana, en la práctica, prohibía la realización de cualquier tipo de operaciones con drones, promoviendo *de facto* las actividades fuera de control e imponiendo un cerco a las jóvenes empresas legalmente establecidas. A pesar de todo, ninguna empresa que operara drones, de las muchas que existían para entonces, estaba preparada para las regulaciones que surgirían en Venezuela en mayo de 2016 y que exigían la total transformación de los emprendimientos relacionados con drones, en empresas de servicios aeronáuticos, para las cuales no existía ningún modelo o referente.

La regulación de 2016, ampliamente influenciada por el primer reglamento español sobre la materia (para ese momento en vías de sustitución), no tenía previsto un esquema transicional, y sólo ofrecía rutas que no conducían a ninguna parte, exigiendo cosas objetivamente imposibles de cumplir, ya que equiparaba a los pequeños drones, que caben en una maleta y poseen una flexibilidad que les permite operar prácticamente desde cualquier lugar, con aeronaves tradicionales que llevan tripulación y pasajeros a bordo, que requieren sistemas de ayuda a la navegación aérea y logísticas complejas. En descargo, esta exhibición de improvisación y desconocimiento expresada en la

regulación venezolana se debió en parte a la rápida expansión del fenómeno de los drones, y a los riesgos que estaba representando su profusión para la navegación aérea y las personas en tierra, situación que ameritaba tomar cartas en el asunto.

La entrada en vigor de regulaciones aeronáuticas que no contribuían a la solución del problema de seguridad y a la integración sin traumas de los drones al uso del espacio aéreo, pudo ser evidenciada ante la Autoridad Aeronáutica venezolana cuando la empresa inició su complejo tránsito regulatorio. Bajo la dirección de Julio González, el equipo de Maxdrone comienza a ‘saltar la gran cascada’ que significaba el proceso de certificación y la elaboración de manuales exigidos dentro de las reglamentaciones aeronáuticas, para los cuales no existían ninguna referencia utilizable.

Para superar las incongruencias planteadas en algunas de las disposiciones reglamentarias, se asentaron aquellas medidas alternas de cumplimiento que ya habían probado su efectividad en las operaciones aéreas con los drones de la empresa, incluso en complicados entornos urbanos e industriales. El resultado sería la elaboración de los siguientes manuales: Manual de Instrucción y Procedimientos, necesario para la aprobación de los programas de capacitación que adelantaba la empresa; Manual de Operaciones del Explotador; Manual de Mantenimiento; y Manual del Sistema de Gestión de la Seguridad (SMS); estos últimos exigidos en la reglamentación para la obtención de la licencia para la realización de trabajos aéreos con drones en Venezuela y el Remote Operation Certificate (ROC, certificado de reconocimiento internacional instruido por la OACI). Todos estos manuales recibieron la certificación de las autoridades aeronáuticas.

En este proceso regulatorio, también las tripulaciones de Maxdrone debieron obtener los certificados médicos aeronáuticos y cumplir con la gran mayoría de los requisitos

aeronáuticos exigidos a los tripulantes de sistemas aéreos tradicionales para poder ser certificados como pilotos remotos, produciéndose numerosas situaciones paradójicas, donde, por ejemplo, la misma empresa tuvo que elaborar las distintas pruebas, competencias teóricas y prácticas que le serían aplicadas por la Autoridad Aeronáutica a todos los aspirantes a ser certificados como pilotos remotos. De igual forma, el ‘laberinto minoico’ inducido por las autoridades aeronáuticas venezolanas debió ser ‘resuelto’ con una resolución oficial que abría un período de 90 días para certificar la experiencia de vuelo de los solicitantes.

En este complejo ambiente, donde todas las operaciones de vuelo y las pruebas de prototipos tuvieron que realizarse en espacio aéreo totalmente confinado (techo incluido), la empresa logró en octubre de ese año el Certificado de Funcionamiento de Centro de Instrucción Aeronáutica (CF-CIA #49), el primero especializado en Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas en América Latina; en diciembre de 2016 se certifican tanto los primeros pilotos como los instructores de vuelo, obteniéndose también la licencia para la realización de trabajos aéreos, la número 0001 otorgada en Venezuela, siendo Maxdrone reconocida por la Autoridad Aeronáutica como “empresa pionera” en ese país.

Aun así, estos logros en solitario no fueron motivo de ninguna celebración, por el contrario, sonaría a réquiem para la empresa. El tortuoso camino impuesto por las reglamentaciones aeronáuticas venezolanas de 2016, donde un dron de 2 kilos debía pagar los mismos aranceles de registro que un avión de pasajeros de gran tamaño, combinado con la agudización de la crisis venezolana, resultarían en escollos intransitables para todo el novel sector de la aviación civil remota, que ya acumulaba un

año de prohibiciones específicas de operaciones de vuelo en todo el país. De la misma manera, Maxdrone resultaría diezmada en sus capacidades por las agudas condiciones económicas y de inseguridad reinantes en el país, que entre otras cosas golpearían severamente a la familia y forzaría a la gran mayoría de sus jóvenes talentos a la migración. El mismo José Alejandro Otero, CEO de MaxDrone víctima a comienzos de ese mismo año de un breve, pero traumático secuestro a manos del hampa, tendría que adelantar seis meses su programado viaje para realizar estudios universitarios en Colombia, circunstancia que significaría un golpe anímico devastador, tanto para la familia como para la empresa que había fundado y donde se desempeñaba como su principal promotor y líder de operaciones.

### **Maxdrone Colombia**

La demoledora combinación de factores económicos, políticos, sociales y regulatorios adversos, que diezmaron al naciente sector de la aviación civil remota venezolana, se da en un contexto donde la tecnología dron retoma su ascenso meteórico, luego de sufrir los marcados efectos inhibidores de la actividad empresarial propiciados por la primera generación de regulaciones relativas a los drones en el mundo occidental. Así, tanto en Estados Unidos como en Europa, comienzan a aparecer reglamentos más flexibles y coherentes con la realidad del fenómeno. En España, esta 'apertura regulatoria' se expresó en un nuevo reglamento que comenzó a impulsar la dinamización del sector, por lo que desde algunas comunidades autónomas de ese país (como por ejemplo Galicia), los gobiernos regionales, universidades, institutos de investigación y jóvenes empresas de tecnología dron se unían en conglomerados industriales auspiciados por programas

especiales y grandes ventajas impositivas, los cuales comenzaron inmediatamente a mostrar sus efectos positivos, hoy en día, empresas españolas vinculadas a la tecnología dron están presentes en casi todos los programas aeroespaciales civiles y militares europeos.

Evidentemente, este giro de las autoridades aeronáuticas del mundo occidental con relación a los drones, tendría sus verdaderos determinantes en la cruda realidad: los pequeños drones provenientes fundamentalmente de China eran cada vez más avanzados, y, una vez copado el mercado del entretenimiento, los productos provenientes de ese país estaban incursionando con gran éxito en el pujante mercado de los drones utilitarios y en el aún más lucrativo mercado de los drones militares. Otros países como Turquía, Rusia e Irán, continuaban haciendo grandes avances en tiempos sorprendentemente cortos, lo que daba una idea de las posibilidades que se habían estado auto-cercenando con esas normativas, en una tecnología relativamente sencilla de desarrollar y a la cual debía estimularse *so pena* de rezago o condena forzada a consumir drones importados.

De cualquier forma, las controversiales regulaciones iniciales tampoco habían surtido el efecto buscado por la OACI de “integrar de manera segura y armónica” a los drones al uso del espacio aéreo controlado, puesto que los usuarios habían seguido comprando drones chinos (para entretenimiento y utilitarios) a precios accesibles, operando fuera de los controles efectivos o conscientemente resistiendo los incomprensibles reglamentos aeronáuticos sobre la materia.

Mientras estos procesos de flexibilización se vivían en Europa y Estados Unidos, en América Latina, aún con la aparición de regulaciones contraproducentes, el consumo

ascendente de la tecnología dron se mantenía jalonado por las compras de los entusiastas usuarios de los drones de entretenimiento, poco afectados por esa normativa. En Colombia, surge la Circular Reglamentaria 002, instrumento que, siendo mucho más sencillo y flexible que las regulaciones aeronáuticas venezolanas, le imprimió un lento ritmo al surgimiento de nuevas empresas y usuarios dispuestos a pasar por el proceso regulatorio.

Ante este panorama, ya cursando estudios de Negocios Internacionales en la Universidad del Norte en Barranquilla desde julio de 2016, el joven José Alejandro Otero insiste en la idea de establecer una empresa de servicios con drones aprovechando la experiencia obtenida en Venezuela, por lo que decide emprender en Colombia, esta vez con recursos muy limitados y el apoyo de sus familiares colombianos. La misma escogencia de Colombia, y concretamente Barranquilla, se da por la existencia de una familia con la cual se habían mantenido estrechos lazos de afecto y se podía contar para orientarlo en su proceso de adaptación a una nueva realidad, alejado por primera vez de su núcleo familiar. El otro determinante lo representaba la facilidad para los trámites de migración y ciudadanía, otorgados por su ascendente colombiano.

El 26 de octubre de ese mismo año, José Alejandro, ya con 18 años cumplidos, registra ante la Cámara de Comercio de Barranquilla la empresa Maxdrone Colombia SAS, poco después, se adquieren los primeros simuladores de vuelo (Real Flight 7.5), así como una dotación de drones profesionales para realizar trabajos aéreos (dos DJI *Inspire 1-V2*) y para la capacitación de tripulaciones (seis Syma X5C para adiestramiento básico y tres DJI *Phantom 3* para adiestramiento avanzado), comenzando la búsqueda de pilotos comerciales y personal colombiano con potencial para desarrollar sus

capacidades como pilotos remotos bajo esquemas probados de formación, dando inicio a un nuevo recorrido frente a otra realidad y ante reglas diferentes.

Para ello, Otero decide incubar el proyecto y recibir orientaciones académicas en el Centro de Emprendimiento de la Escuela de Negocios de la Universidad del Norte de Barranquilla, en torno al modelo de negocios que se planteaba la nueva empresa en Colombia, iniciando un enriquecedor proceso de aprendizaje y relacionamiento. De igual forma, antes de finalizar ese año 2016, comienza ante Aerocivil Colombia un lento proceso de adecuación a los reglamentos aeronáuticos colombianos y de homologación de los manuales aeronáuticos y certificaciones obtenidas en Venezuela, debido a la persistente falta de estandarización internacional de la normativa relacionada con los drones.

*Figura 5.*

MaxDrone en Colombia



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

Un paréntesis necesario. Mientras José Alejandro comenzaba a ‘re-emprender’ desde Colombia, en enero de 2017 comenzaría a operar oficialmente en Venezuela el Centro

de Instrucción Aeronáutica Maxdrone (CIA-49), con una ‘nota’ curiosa: sus primeros clientes serían los jefes de servicio de la aeronáutica civil venezolana que habían participado en la realización de la regulación, y los inspectores que en adelante se encargarían de supervisar las operaciones de la aviación civil remota en todo ese país. No obstante, poco después, nuevamente todas las operaciones de vuelo con drones serían suspendidas por orden del Ejecutivo, argumentando diversas razones de seguridad nacional vinculadas a la crisis política.

Igualmente, numerosas protestas callejeras se extenderían por varios meses consecutivos haciendo imposible cualquier actividad de Maxdrone, ya que algunas de estas manifestaciones se realizaban en las inmediaciones de la sede de la empresa en Caracas. Esta situación, que prácticamente ha imperado con pocas variaciones desde entonces, ha impuesto hasta nuestros días el virtual ‘congelamiento’ de las actividades de Maxdrone en Venezuela, donde realizar cualquier acto que involucre drones, incluido su transporte o las operaciones de vuelo en cualquier espacio, podría acarrear severas sanciones y cárcel. De todas maneras, el sector había sufrido una amplia devastación a consecuencia de la regulación, y durante casi dos años no se pudo certificar ninguna otra empresa, incluida aquellas provenientes del mismo mundo aeronáutico, por lo que Maxdrone se convertiría en un tenue lucero solitario en la larga noche venezolana.

A mediados de 2017 el núcleo familiar también se traslada a Colombia, fuertemente presionados por las circunstancias económicas y por la gran inestabilidad política venezolana a comienzos de ese año, pero sobre todo ilusionados por la perspectiva de estar nuevamente reunidos y de respaldar el emprendimiento de José Alejandro con Maxdrone Colombia. Otras consideraciones importantes eran las facilidades para la

realización de trámites migratorios y de ciudadanía, además de la condición de vecindad entre las naciones, que, en teoría, hacían más sencillos y menos costosos los traslados de negocios o familiares.

A partir de allí, se fortalecieron las operaciones y la promoción de Maxdrone, mientras que al mismo tiempo se avanzaba nuevamente en el tema organizativo y en el 'tránsito' por las regulaciones aeronáuticas colombianas, las cuales presentaban importantes diferencias. En principio, la Circular Reglamentaria 002 planteaba un régimen provisional no homologable con las Regulaciones Aeronáuticas Venezolanas (las cuales ya integraban oficialmente los aspectos relacionados con los drones), ni con ninguna otra normativa de igual rango entre los países miembros de la OACI. Esta Circular no certificaba las actividades y a los actores, sólo las autorizaba bajo parámetros aeronáuticos básicos de seguridad, que, en general, resultaban más sencillos de cumplir.

Después de un conjunto de adecuaciones a los distintos manuales, la empresa comienza a cumplir los lapsos y disposiciones contenidas en la Circular Reglamentaria 002 emitida por Aerocivil (UAEAC-Autoridad Aeronáutica de Colombia) sobre Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas. Mientras se efectuaban todas las diligencias administrativas, Maxdrone no realizó operaciones de vuelo con fines comerciales, y todo el adiestramiento aéreo con drones se realizó en espacios confinados. Con el cumplimiento de los requisitos, la validación del Manual de Operaciones Generales (equivalente al Manual de Operaciones de Explotador) y la realización de los respectivos registros, la empresa ingresa a la lista de empresas autorizadas por Aerocivil Colombia (#36) para realizar trabajos aéreos de video, fotografía y teledetección en todo el territorio colombiano.

Ese mismo agosto de 2018 queda autorizado para efectuar sus primeras operaciones aéreas oficiales en el área del Castillo de Salgar, Puerto Colombia, departamento del Atlántico.

Maxdrone Colombia establece su sede en una oficina rentada en el CC Plaza Boutique en el barrio Villa Campestre de Puerto Colombia, Atlántico, comenzando a ofrecer servicios de mantenimiento y trabajos aéreos, así como labores de experimentación con estas tecnologías, proyectándose la construcción de un primer prototipo Maxdrone en tierras colombianas. Sin embargo, se estableció como estrategia el desarrollo de prototipos de drones utilitarios, pensando en integrar conceptos y experiencias ganados en los prototipos de investigación construidos por la empresa en Venezuela, con el ambiente más propicio para el desarrollo de esas tecnologías en Colombia.

**Figura 6.**

*Servicios de mantenimiento en Colombia*



*Fuente: Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone*

En diciembre de 2018 saldría a la luz la Resolución 04201 relativa a Aeronaves No Tripuladas, la cual sería determinante en la dinamización de las actividades con drones, ya que flexibilizaba aún más los requisitos para su empleo, a la vez que facilitaba el control por parte de las autoridades aeronáuticas al rebajar las exigencias para realizar el registro de aeronaves y empresas, así como la acreditación de tripulaciones remotas.

Ante este alentador panorama, a comienzos de 2019 se iniciaría la incorporación de personal colombiano. Para esto, la empresa buscó el acercamiento con instituciones educativas universitarias, con la finalidad de incorporar practicantes y abrir una ruta de relacionamiento para proyectos relacionados con drones, siguiendo la tendencia observada en otros países, donde se comenzaban a dar alianzas entre universidades, pequeñas empresas de tecnología dron y potenciales clientes.

Asimismo, la empresa da inicio al *Programa Aula-Dron*, con charlas y demostraciones en los Colegios Colón y Berckley de Barranquilla. Con jóvenes estudiantes de esta última institución, la empresa inicia un programa especial para construir lo que sería su primer prototipo de dron utilitario hecho en Colombia: el *Salgar 1*, un dron salvavidas anfibia llamado así en honor a la Costa Caribe y al lugar donde Maxdrone realizó su primera operación de vuelo en Colombia. El experimento con estos niños participando activamente en el proyecto, sería calificado “como una experiencia extraordinaria y de gran éxito” por los representantes de la compañía y del Colegio Berckley, resultando en la fabricación de un prototipo de muy bajo costo, que realizó pruebas de vuelo y sucesivos acuatizajes en la piscina de esa institución en su sede del Km. 5. Estas pruebas demostraron la validez del concepto y abrieron el camino para continuar su desarrollo.

Fruto de este acercamiento de Maxdrone con instituciones educativas, la empresa pudo contar con un talentoso practicante de Ingeniería Electrónica de la Universidad de la Costa (CUC) con fuertes inclinaciones por la experimentación en el área de la robótica. La llegada del practicante al equipo coincidió con la mudanza de la sede de Maxdrone desde Puerto Colombia a la carrera 50 con calle 75-41 de Barranquilla, con el aliento de la dinamización del negocio y con el incentivo moral de iniciar la construcción de un segundo prototipo del dron salvavidas anfibio Salgar 1.

Con esa misma institución universitaria se daría inicio a una cálida relación de entendimiento en función de impulsar el desarrollo del ecosistema dron en el ámbito de las capacitaciones. La misma construcción de prototipos también sería sistematizada en función de abaratar costos, aprovechando al máximo materiales nacionales muy fáciles de conseguir, motores y componentes existentes en la propia empresa, todo bajo un esquema colaborativo, multidisciplinario y participativo de trabajo, discutiendo desde requerimientos de diseño y tipo de materiales, hasta la configuración, aerodinámica y detalles del diseño, impulsando el estudio de problemas y la validación de conceptos con potenciales usuarios, con los cuales se debían establecer estrechas interacciones.

Estas labores de fabricación de prototipos serían asumidas por la empresa como una actividad para nuclear al grupo y mantenerlo activo en torno a una tarea decidida en ellos mismos, acomodándola al tiempo para ejecutar los trabajos normales de prestación de servicios de mantenimiento y reparación, esperando aumentar la experticia del equipo humano, mientras se estudiaba, analizaba y se experimentaban soluciones con tecnología dron.

En ese año de actividad, la empresa realizaría trabajos de reparaciones y mantenimientos para clientes privados, así como diversos videos aéreos para empresas e instituciones barranquilleras, no obstante, destaca la realización de algunos trabajos que implicaron la construcción de prototipos de drones para promociones especiales, como las del Centro Comercial Carnaval y su dron Marimonda ('Marimondron'); la promoción para los restaurantes Victor's, donde se simulaba (bajo techo) la entrega de una comida con un prototipo de dron de carga ('Cestadron'); y la promoción para los seguidores del Junior Futbol Club de Barranquilla con un dron con forma de tiburón ('Tibudron'), donde participaron artesanos del Carnaval de esa ciudad. Cada uno de ellos se basó en la disposición de un bastidor universal sencillo (fabricado con tubos y uniones de PVC) para sostener los motores y la electrónica, variando fácilmente su tamaño y configuración.

**Figura 7.**

Marimondron



**Fuente:** Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

**Figura 8.**

Tibudron



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

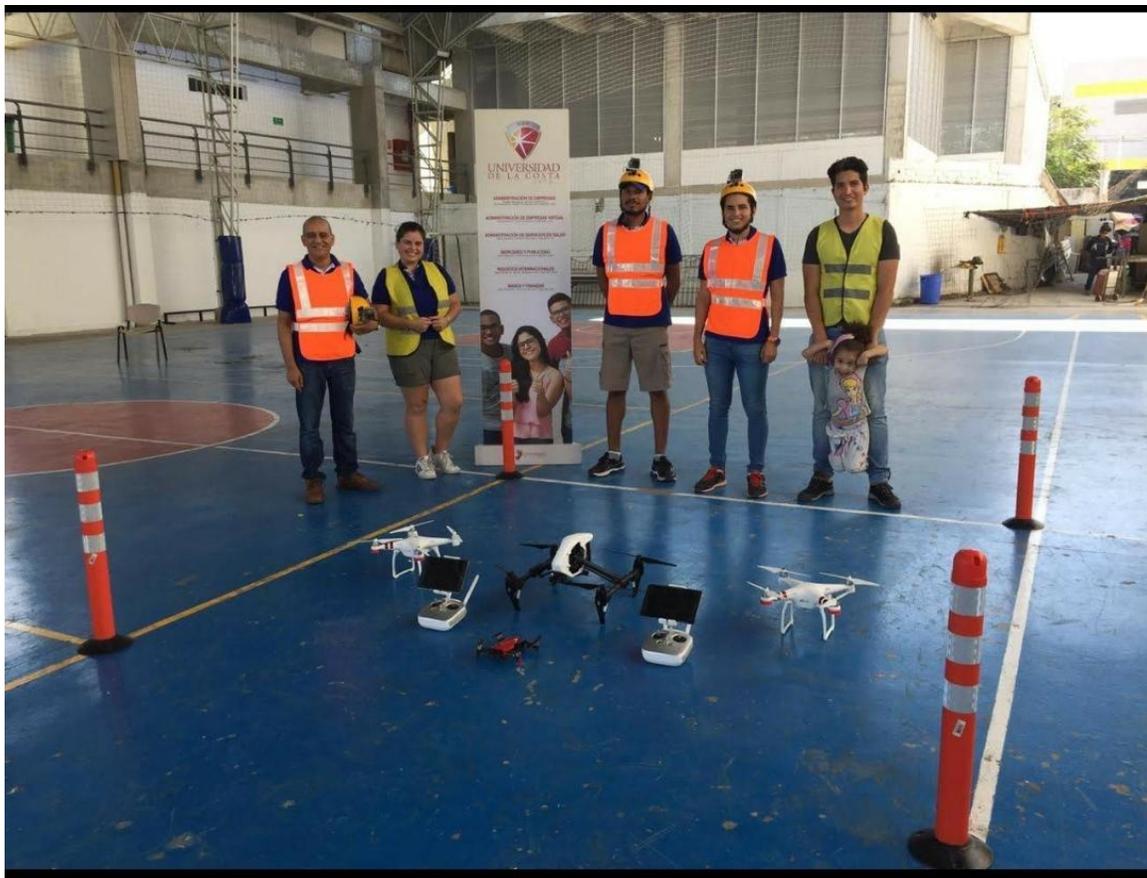
Todos estos proyectos serían rápidamente ejecutados y asimilados dentro de los procesos de aprendizaje continuo de la empresa, lo que, junto a las anteriores experiencias de construcción de prototipos, serían de gran importancia para la posterior decisión de Maxdrone de desarrollar drones utilitarios para su potencial fabricación en serie desde Colombia.

La empresa rápidamente la posicionarían entre la comunidad de usuarios de drones de Barranquilla. Paralelamente, la dinamización de las actividades con drones propiciada por la Resolución 04201 de Aerocivil Colombia, impulsaría a Maxdrone hacia la búsqueda de nuevos esquemas asociativos o alianzas con otras instituciones para ofrecer capacitaciones acordes con esta regulación. De esta forma, comenzarían a ofrecerse cursos para la certificación de pilotos, los cuales se realizarían en cooperación

con el Centro de Instrucción Aeronáutica Ace Colombia. Bajo ese esquema, dicho instituto de formación se encargaría de los contenidos teóricos exigidos en la mencionada Resolución, mientras que Maxdrone lo haría con los contenidos prácticos y aquellos relativos al conocimiento de la aeronave. Asimismo, ambas empresas se juntarían con la Corporación Universitaria de la Costa (CUC) para elaborar los contenidos del Diplomado en Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas, el cual se ofrece actualmente dentro de los programas de educación continuada de esa casa de estudios.

**Figura 9.**

MaxDrone en Universidad de la Costa – CUC



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

Animados por estos logros, aún considerados discretos por la propia empresa, los comienzos de 2020 se presentaban con buenos auspicios para Maxdrone. Como todo inicio de año, las solicitudes de reparaciones mostraban el esperado incremento estacional de la demanda, debido al normal aumento en las ventas decembrinas de drones de entretenimientos y los consecuentes accidentes ocasionados por los operadores, sin mayor instrucción para el vuelo remoto. Como es tradición, también la ciudad de Barranquilla había celebrado su famoso Carnaval y se alistaba para ser anfitriona de la Asamblea del Banco Interamericano de Desarrollo, actividades y preparativos que habían generado un notable incremento en las actividades económicas, así como un ambiente optimista en el común de la gente. No obstante, este positivo panorama daría paso a la gran incertidumbre, a la paralización y a las terribles proyecciones que a nivel mundial generaron la aparición del coronavirus Covid-19 y las medidas de protección sanitaria implementadas para superarlo.

A finales del mes de marzo de 2020, con la intención de contrarrestar la ya decretada pandemia, se imponen restricciones en Colombia que obligaban, entre otras cosas, al cierre de empresas y servicios públicos, prohibiendo también los vuelos de aeronaves civiles en todo el espacio aéreo del país, incluidas las operaciones aéreas con drones. La extensión y severidad de estas medidas causarían un gran impacto en las finanzas del emprendimiento, y precisarían acciones que tendrían notables consecuencias en el accionar de la empresa.

La primera reacción para enfrentar la paralización, utilizada varias veces en anteriores ocasiones, sería profundizar las investigaciones acerca de los drones y su potencial

empleo para fortalecer las cadenas de suministros esenciales y ayudar a resolver alguno de los problemas que se estaban presentando.

En esos momentos circulaban noticias de familias y poblaciones aisladas, así como buques detenidos por cuarentena sanitaria y fondeados a “distancias seguras” de los puertos. En esta ocasión, la paralización generalizada de actividades y las restricciones a la movilidad significaban escollos adicionales, por lo que Maxdrone tuvo que apoyarse en el trabajo a distancia y sólo con los materiales disponibles en casa, para construir en pocos días el prototipo de un dron de carga ligera y bajo costo destinado al transporte de medicamentos refrigerados, previendo la posibilidad de su rápida reproducción con materiales y componentes electrónicos de gran disponibilidad en Colombia.

Este prototipo, denominado *Scrander 1*, realizaría pruebas operacionales de entrega de medicinas en el interior del conjunto residencial donde habita la familia Otero en puerto Colombia, con el conocimiento y apoyo de los vecinos más cercanos, realizando operaciones de vuelo durante muy escasos minutos. Sin embargo, las imágenes lanzadas a las redes sociales de esos breves vuelos de prueba llamarían fuertemente la atención de los medios de comunicación nacional e internacional, al punto que el proyecto sería escogido en representación del continente americano por la Agencia France Press (AFP), como muestra de los esfuerzos que estaba realizando la juventud mundial ante la pandemia, siendo uno de los cinco proyectos escogidos en todo el mundo.

**Figura 10.**

Prototipo Scrander 1



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

El inusitado interés de los medios de comunicación sobre ese primer prototipo, no sólo validarían el concepto de un dron de carga ligera que pudiese robustecer la cadena de suministros en situaciones de emergencia sanitaria, conflicto, desastres o graves problemas de movilidad, sino que también reforzarían la determinación de Maxdrone en desarrollar drones utilitarios desde Colombia. Igualmente, dicho interés impulsaría el posicionamiento de la empresa entre la comunidad de usuarios de drones, más allá de Barranquilla y su área de influencia, generando, aún con la prohibición de vuelo, una

inesperada demanda de reparaciones y mantenimientos, la cual comenzaría a responderse desde el hogar familiar, recibándose por primera vez drones para servicio técnico enviados desde otras ciudades de la Costa y del interior colombiano a través de encomiendas, práctica que se comenzaría a emplear a partir de entonces con gran éxito. Para los trabajos en casa, la empresa también tendría que cambiar y simplificar sus formalidades para la recepción de equipos, además de adaptar espacios para taller y aplicar protocolos de bioseguridad para minimizar los riesgos de contagio.

Otra decisión trascendente tomada por la empresa en medio de la crisis mundial del coronavirus sería la decisión de participar en concursos y programas de financiamiento, así como abrirse a potenciales inversionistas. Resultando beneficiado de múltiples programas y proyectos que validan el potencial de la tecnología drone en Colombia, como es el caso de: Senainnova, convocatoria operada por Colombia Productiva; Retatech, convocatoria operada por CienTech; Atlantico Innova, convocatoria operada por la Cámara de Comercio de Barranquilla; y últimamente Colinnova, convocatoria operada por la Cámara de comercio de Barranquilla.

## **2.2. Justificación**

Los Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotados (RPAS/UAS), llamadas comúnmente drones, irrumpieron en la vida cotidiana hacia finales de la primera década de este siglo, cuando compañías como la francesa Parrot y la china DJI comenzaron a realizar ventas masivas de estos pequeños ingenios voladores de despegue y aterrizaje vertical (VTOL), dotados de múltiples motores eléctricos sin escobillas, baterías de litio

(LiPo), cámaras electro ópticas estabilizadas, sistemas de posicionamiento satelital y unidades de gestión inercial, los cuales se vendían con la etiqueta de listo para volar (Ready to Fly) como juguetes para niños mayores de 13 años, poniendo en manos de un público masivo, especialmente joven, una tecnología hasta ahora reservada al ámbito militar y al de las investigaciones civiles industriales y académicas.

La rápida profusión de estos medios aéreos en el ámbito del entretenimiento motivó la aparición de compañías dedicadas a realizar trabajos aéreos de video y fotografía, fundamentalmente destinados a la realización de promociones publicitarias y a la captación de imágenes para televisión y cine, introduciendo perspectivas aéreas que antes sólo eran posible realizarlas con aeronaves tripuladas, abaratando las producciones y ampliando las posibilidades creativas de las mismas.

Sin embargo, estas experiencias de aplicaciones comerciales con drones surgieron como un proceso de generación espontánea, signados por aprendizajes sin parámetros de validación, sin soporte técnico especializado y protocolos accesibles para estandarizar o asegurar su empleo, con poquísimos controles regulatorios y, eso sí, con muchos caminos, aplicaciones y oportunidades que se abrían a los nóveles emprendimientos relacionados con drones y a las empresas ya consolidadas que comenzaron a emplearlos en Latinoamérica y en todo el mundo. Es importante señalar que, algunos rasgos de este novedoso proceso de adopción de la tecnología dron aún se mantienen hoy en día, imprimiéndole una fuerte improvisación a su empleo, lo que a su vez incide en el bajo aprovechamiento de sus capacidades y en los altos índices de accidentalidad y costos finales de aplicación.

Por otra parte, la inesperada presencia masiva de estos pequeños drones multirrotores en el espacio aéreo, a la par de encender las alarmas ante su probable uso ilícito y en contra de la seguridad y privacidad de las personas, también propició las primeras reacciones de las autoridades aeronáuticas internacionales debido al riesgo potencial que representan para la navegación aérea. En función de ello, se crearon grupos de trabajo dentro de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI-ICAO) y de las autoridades aeronáuticas de los Estados Unidos y de la Unión Europea, produciéndose la llamada Circular 328 sobre Sistemas de Aeronaves no Tripuladas (UAS- Unmanned Aerial System), que a finales de 2011 reconoce a esos pequeños ingenios voladores como aeronaves y “nuevo componente del sistema aeronáutico, que la OACI, los Estados y la industria aeroespacial se proponen comprender, definir y, en última instancia, integrar”.

Este documento contiene las primeras orientaciones a las autoridades aeronáuticas de los países miembros con la intención de integrarlos de “manera segura y armoniosa” al uso del espacio aéreo controlado, dando inicio a diversas interpretaciones de la Circular 328 y a la aparición de los primeros reglamentos provisionales en varios países, los cuales se caracterizaron por ser altamente restrictivos, inhibidores de las actividades empresariales e investigativas, así como vitrinas de la incomprensión del fenómeno que representaba la irrupción de esta nueva tecnología.

Los primeros emprendimientos con drones se habían originado a partir de experiencias personales o empresariales, en su gran mayoría provenientes de ámbitos diferentes al mundo de la aeronáutica, con su gran infraestructura y ecosistema de más cien años de maduración. De manera que el choque del novel sector empresarial y de

usuarios de drones con las primeras regulaciones aeronáuticas destinadas provisionalmente a controlarlos, comenzaría a saldarse de manera negativa para los emprendimientos con drones. En general, los primeros reglamentos aeronáuticos prestigiaban (y aún lo continúan haciendo) la transformación y adopción de estas tecnologías por parte de empresas provenientes del mundo de la navegación aérea tripulada, no obstante, estas también se estrellaron con una realidad diferente, donde muchos conceptos, prácticas y conocimientos eran de difícil adecuación a la aeronáutica tradicional.

Este primer intento de expansión del sector aeronáutico tradicional hacia las nacientes actividades con pequeños drones produciría numerosas situaciones paradójicas, como, por ejemplo, niños que no podían tener ningún certificado ni permiso oficial para volar drones, enseñaban a pilotos experimentados a volarlos, a veces con gran esfuerzo. El bajo desarrollo del ecosistema dron, tampoco ofrecía en sus inicios el soporte necesario para estas adecuaciones requeridas por el sector de la aviación tripulada, situación que pudo haber contribuido en su poca participación en los nuevos emprendimientos con drones.

De acuerdo con el Manual de Oslo, “Se entiende por innovación la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el marketing o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los resultados. Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología.”

Desde la primera revolución industrial, la introducción de nuevas tecnologías ha contribuido a mejorar la productividad de las empresas y de la economía como un todo. Por ello, su desarrollo e incorporación en los procesos productivos es esencial para el crecimiento empresarial (Fernández, 2021). Este escenario implica numerosos desafíos, sin embargo, ofrece muchísimas ventajas para los que se adaptan al nuevo escenario digital y aquellos que no se adaptan no podrán subsistir, ya que el ritmo de innovación y crecimiento es vertiginoso.

En ese orden de ideas, los drones de carga disponibles en el mercado son costosos, pesados y frágiles; con electrónica expuesta, que les impide volar en condiciones lluviosas; son también difíciles de transportar, operar, desinfectar y mantener. Generalmente estos drones no prevén capacitaciones más allá de los manuales de uso, mucho menos asistencia técnica hasta su implementación operacional, como es el caso de los drones fabricados por la compañía DJI del tipo Matrice 600 (hexacóptero-6 motores); drones Nextech Atlas T, más pesados y con mayores restricciones para su uso; pequeños drones de entretenimiento del tipo DJI Phantom, y drones profesionales de la serie DJI Matrice 200 (cuadricópteros-4 motores), adaptados para llevar cargas ligeras de manera improvisada, prohibidas en las regulaciones aeronáuticas.

Es así como se propone el desarrollo de un dron-herramienta a precios competitivos, alta portabilidad y construcción robusta contra pequeñas colisiones; motores y electrónica impermeabilizada para permitir operaciones bajo lluvia, así como su desinfección; bajos costos de mantenimiento (cuadricóptero); y dos tipos de contenedores estandarizados para evitar improvisaciones y facilitar las operaciones de carga. Por otro lado, debido a su bajo peso, se mantendrá en el rango de los drones

clase "abierta", es decir, los que están sujetos a menores restricciones en la gran mayoría de las regulaciones aeronáuticas internacionales, incluida la colombiana.

Maxdrone Colombia ampliaría sus oportunidades de participar en un mercado en crecimiento, con un producto robusto e innovador, pensado tanto para cubrir necesidades planteadas durante emergencias sanitarias, desastres, conflictos o graves problemas de movilidad, como para satisfacer requerimientos logísticos, civiles y militares, en circunstancias normales. Se fortalecería nuestra capacidad para fabricar, desde Colombia, drones utilitarios destinados fundamentalmente al mercado nacional y latinoamericano, incrementando el número de clientes y las posibilidades de participar en los desarrollos del ecosistema dron que se perfila para las ciudades inteligentes. Tangencialmente, mejoraría el posicionamiento de sus servicios de reparaciones, mantenimiento y capacitación.

La tecnología y los componentes que se integran en los Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (llamados comúnmente drones), se ha difundido aceleradamente a partir de los pequeños drones multirrotores de uso recreacional, poniéndola al alcance para su adaptación y empleo como herramientas en numerosas tareas. En el rango de los drones para el transporte de carga, nuestro desarrollo permitirá integrar en un fuselaje de diseño innovador, robusto, ligero e impermeable, una aviónica y sistemas de detección disponibles en el mercado, a precios más competitivos que los drones importados con una suite igual o similar.

El sistema incluye la utilización de dos tipos de contenedores de fácil colocación y novedosos diseños portátiles, aerodinámicos, intercambiables: uno rígido, térmico, para

el transporte de medicamentos, sangre, e insumos que requieran mantener su temperatura; y otro flexible, tipo mochila, para productos secos a granel.

Este proyecto de fabricar drones utilitarios desde Colombia, con mano de obra nacional, se enmarca en el tema de Logística 4.0, priorizado en esta convocatoria, abordando la interconexión, digitalización y optimización de rutas de la cadena de suministro, especialmente en el transporte y distribución de productos en situaciones de emergencia y problemas de movilidad. De igual manera, toma en cuenta los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS-PNUD), ya que promueve el crecimiento económico sustentable e inclusivo, así como el desarrollo de soluciones tecnológicas e infraestructuras resilientes desde países pobres, permitiendo además adquirir experiencia en el ecosistema de los avanzados drones de carga que se están desarrollando en los países ricos.

Teniendo en cuenta lo anterior, las organizaciones de manejo de emergencias, agencias de salud nacionales e internacionales, ONG'S de ayuda humanitaria, podrán contar con drones de carga que fortalecerán su capacidad de respuesta en casos de emergencias, conflictos o desastres, haciendo más eficiente su accionar, mientras minimizan los enormes riesgos a los cuales se expone su personal en el terreno.

De igual forma, las empresas logísticas podrán aumentar sus capacidades de transporte multimodal en la última milla de la cadena de suministros, incrementando su portafolios de servicios especiales, por ejemplo, con un circuito aéreo entre clínicas, bancos de sangre, laboratorios y farmacias, hasta que puedan ser ampliados a clientes privados, empresas o comunidades con tratos preferenciales en ciudades y áreas con graves problemas de movilidad.

Además, se podrán disminuir tiempos de 40 a 8 minutos por entrega, y costos de hasta 80%, lo que incrementaría la competitividad de las empresas y su posicionamiento de cara al futuro. Empresas logísticas pequeñas podrán adquirir, reparar y mantener sus flotas a precios accesibles, obteniendo con ello capacitaciones para sus operadores y acompañamiento técnico para su implementación. Por su parte, las fuerzas militares podrán contar con un vector aéreo que robustecerá sus capacidades logísticas en despliegues operacionales, incluso desde buques de cualquier tipo.

**Figura 11.**

Alianza empresa-universidad para el proyecto LifeDrone



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

Teniendo en cuenta lo anterior, un factor clave para afrontar con éxito estos tiempos reside en acentuar la innovación de las empresas, entendiendo por innovación la capacidad para transformar los procesos empresariales y crear organizaciones más competitivas, ágiles y eficaces (Mathison, Gándara, Primera, & García, 2007), y

adoptando la innovación al proceso a través del cual la empresa genera nuevos productos, procesos productivos o mercados, con el objetivo de adaptarse al entorno y generar ventajas competitivas sostenibles.

### **2.3. Propuesta de sostenibilidad empresarial**

Maxdrone construye prototipos de investigación y realiza reparaciones y mantenimientos de drones desde 2015. Siguiendo una metodología de prototipado a bajo costo, en los últimos meses viene trabajando en un prototipo de dron de carga para medicamentos que requieran conservar su temperatura, el cual fue fabricado con materiales de muy bajo costo y con lo disponible en un taller casero, para ser probado en vuelo durante el confinamiento por la pandemia del Covid-19. La empresa cuenta con el Certificado de Funcionamiento de Centro de Instrucción Aeronáutico CFCIA-49 en Venezuela, mientras que en Colombia ofrece capacitaciones en cooperación con la Corporación Universitaria de La Costa y el Centro de instrucción Aeronáutica Ace Colombia.

De igual forma, fue la primera empresa especializada en 'tecnología dron' en hacer la conversión exitosa hacia una empresa de servicios aeronáuticos en Latinoamérica (Certificado de Explotador Remoto-ROC # 0001, instruido por la Organización de Aviación Civil Internacional OACI). Toda esta experiencia, Maxdrone la coloca para respaldar su desarrollo.

Es de resaltar también que, siguen publicándose proyecciones que apuntan a un aumento significativo de drones de uso civil y del monto de los negocios mundiales relacionados con ellos. De igual forma, continúan apareciendo informaciones del empleo

de drones en situaciones de emergencia y avances en la implementación de esta tecnología en servicios de transporte de medicamentos, productos sanguíneos, órganos humanos para trasplantes e incluso para realizar diversas entregas a domicilio a clientes industriales y particulares.

Esta tendencia también se ha dinamizado en Latinoamérica, incluidas Colombia y Venezuela, donde Maxdrone tiene presencia y se ha logrado sostener por más de 6 años, con gran esfuerzo propio, aún con la presencia de regulaciones aeronáuticas y situaciones político-económicas sumamente complejas.

La adopción de este dron de carga ligera por parte de clientes nacionales o internacionales presentes en el país incrementaría también la demanda de pilotos remotos y técnicos en reparaciones calificados y certificados ante las autoridades aeronáutica. En Colombia, corte de septiembre 2020 existes 454 operadores de drones registrados ante Aerocivil, sin embargo, no todos están capacitados para operar drones en tareas logísticas, por lo que se requerirán esfuerzos adicionales para la especialización de este tipo de tripulaciones.

Asimismo, a corto plazo se requerirán nuevos desarrollos y tareas conexas al ecosistema dron, sobre todo para sus operaciones en ambientes urbanos, por lo que algunas de ellas también podrán ser abordadas desde Colombia, tales como: fabricación de plataformas de aterrizaje, digitalización de ciudades y zonas rurales, micro estaciones meteorológicas para monitoreo local a baja cota, así como la instalación de antenas y sistemas de posicionamiento terrestre para asegurar las operaciones aéreas automatizadas.

La empresa podría fabricar de manera artesanal hasta 10 de estos drones por año, empleando al menos 9 personas. Sin embargo, se planea la construcción de capacidades mínimas para la fabricación en serie de al menos 30 unidades por año, para lo cual requeriría incrementar el recurso humano. Finalmente, el proyecto también pretende impulsar la valorización del trabajo, la tecnificación y la protección de clientes, usuarios y operadores del dron, ya sean socorristas de Defensa Civil, bomberos, paramédicos de las organizaciones de salud (nacionales e internacionales) o personal logístico y domiciliario.

Por esta razón se hace necesario la intervención de estos procesos con el fin de encontrar soluciones que permitan su optimización y garanticen la propuesta de valor. Teniendo en cuenta que la competitividad, la diferenciación y la productividad en ambientes cada vez más complejos se convierten en factores determinantes para la sostenibilidad de una empresa; en donde la innovación, sofisticación y el desarrollo tecnológico han dejado de ser una opción para convertirse en una necesidad como elementos claves en la estrategia de las empresas.

### **3. Objetivos Del Proyecto**

#### **3.1. Objetivo general**

Desarrollar un servicio logístico de entrega de medicamentos urgentes de peso liviano con drones en la ciudad de Barranquilla

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Desarrollar los componentes del sistema de operación tecnológico y logístico del servicio "LIFE DRONE" para la realización de operaciones aéreas con drones para entrega de medicamentos en entornos urbanos
- Validar técnica y comercialmente de los componentes del sistema de operación tecnológico y logístico del servicio "LIFE DRONE" para la optimización de entrega de medicamentos en la última milla de la cadena Elevar niveles de seguridad operacional y evitar improvisaciones prohibidas en las regulaciones aeronáuticas.
- Diseño y Validación del servicio "LIFE DRONE" de cara a las interacciones con los clientes y la operación logística.

### 4. Método

Para dar respuesta a la pregunta problema y alcanzar los objetivos planteados en el presente proyecto se implementó una metodología en marcos ágiles de diseño e innovación adaptada denominada Design Thinking con el propósito de identificar las necesidades y requisitos de la plataforma de aprendizaje adaptativo a través de cocreación e ingeniería de requisitos. A la hora de poner en marcha una dinámica de Design Thinking hay un requisito fundamental: mente abierta. El objetivo de las dinámicas de Design Thinking es buscar la mejor solución a un problema poniéndose en los zapatos de los clientes o posibles usuarios del producto. Siguiendo la metodología señalada, se desarrollarán las siguientes fases:

**Figura 12..**

Fases de Design Thinking



**Fuente:** Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

**Empatizar:**

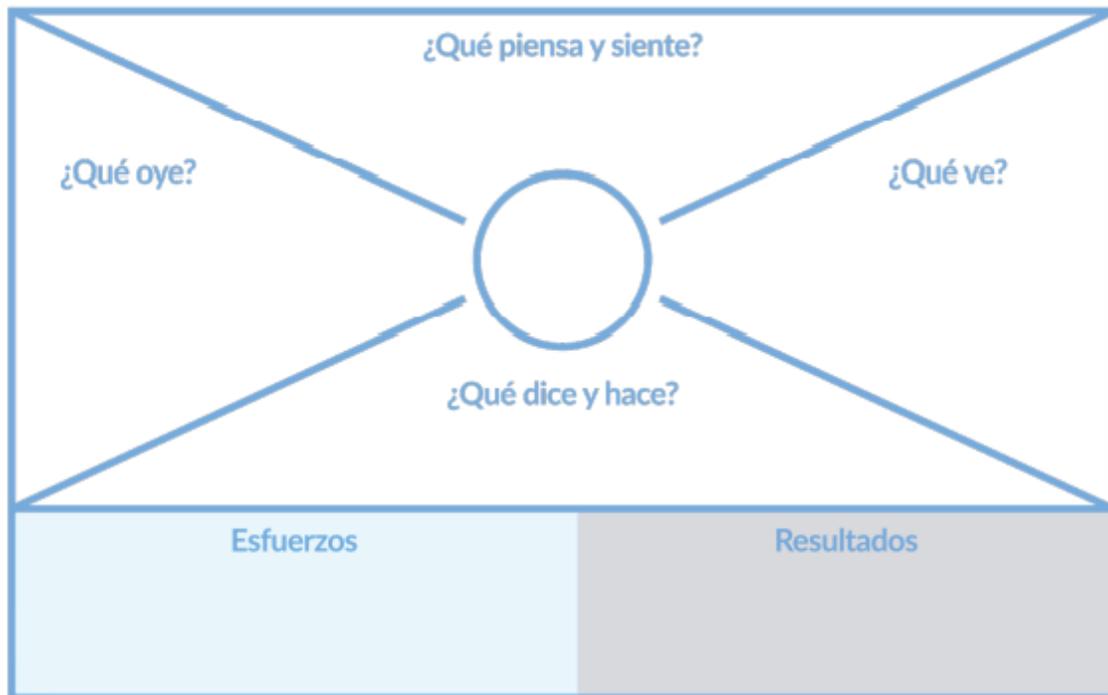
La empatía es la capacidad que tienen los seres humanos de identificarse con ciertas personas y entender sus sentimientos. Por eso esta primera fase es esencial para conocer y comprender a los usuarios finales de una manera más profunda. No se trata sólo de recolectar datos y estadísticas, sino de analizar situaciones, comprender la vida de los usuarios, así como los diferentes problemas y necesidades que poseen.

La empatía es la base del diseño centrado en el ser humano. El Design Thinking entendido como una manera de abordar problemas complejos con una mirada centrada en las personas, requiere una técnica de observación a los usuarios que ayude a definir estrategias y lograr soluciones de alta rentabilidad social y económica; el Design Thinking tiene que ver con abordar un problema desde la observación y no desde una idea, para así poder identificar la necesidad a resolver y proponer nuevas soluciones.

El mapa de empatía es una visualización colaborativa utilizada para articular lo que sabemos sobre un tipo particular de usuario. Centra el conocimiento sobre los usuarios para: Crear una comprensión compartida de las necesidades del usuario y ayudar en la toma de decisiones. El Empathy Mapping es ampliamente utilizado en comunidades ágiles y de diseño como una herramienta para lograr entender profundamente a nuestros usuarios y priorizar sus necesidades.

**Figura 13.**

Mapa de empatía



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

**Definir:**

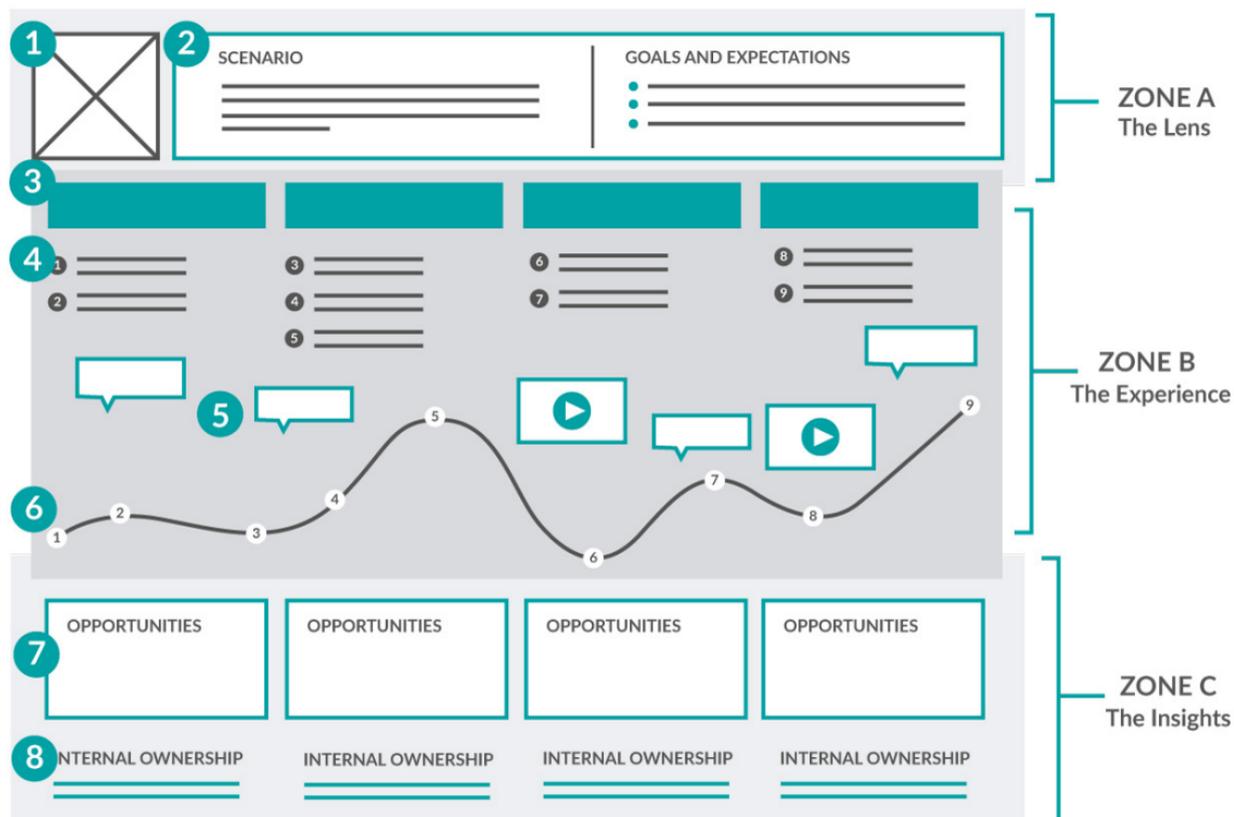
Una vez se conoce a profundidad las dificultades y problemas de los usuarios, en esta fase se debe evaluar toda la información recopilada y conservar sólo la que sea relevante y aporte valor para encontrar una solución. Se debe tener claro que no todos los problemas pueden ser resueltos a la misma vez, por lo tanto, es importante definir el enfoque específico de aquellos problemas, para tomar medidas necesarias para llegar a una solución definitiva.

En esta etapa los diseñadores podrían crear un punto de vista basado en las necesidades de usuarios y las percepciones. Existe una pregunta clave en esta etapa,

¿cuáles son las necesidades del usuario? se debe definir claramente el problema, esto permite guiar el proceso creativo. Una técnica utilizada para esta etapa es el mapa de experiencia de usuario, cada interacción que un cliente tiene con una organización tiene un efecto sobre la satisfacción, la lealtad y el resultado final. El Journey Maps del cliente es una interpretación visual o gráfica de la historia general desde la perspectiva de un individuo de su relación con una organización, servicio, producto o marca, a lo largo del tiempo y entre canales. Su principal propósito es comprender y abordar las necesidades del cliente y los puntos débiles de su proceso.

**Figura 14..**

Mapa de experiencia del cliente



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

**Idear:**

En esta fase empieza el proceso de generación de ideas en base a los problemas previamente establecidos. El objetivo es tener muchas alternativas de solución y no ir en busca de la mejor solución, al menos de momento. Se debe fomentar que todos los miembros de equipo participen de esta sesión y expongan su opinión y punto de vista. Ninguna idea debe ser descartada y se pueden emplear diversos métodos creativos como lluvia de ideas o mapas mentales.

Se debe trabajar particularmente en crear un ambiente en el que todos los miembros se sientan capaces de aportar y dar ideas, sin ser juzgados por ellas. Es esencial que se cree un ambiente libre y de confianza, donde ninguna idea se cuestione.

El brainstorming o lluvia de ideas, es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. La principal regla de este método de trabajar es suspender o aplazar el juicio, ya que en un principio toda idea es válida y ninguna debe ser rechazada. En un brainstorming se busca tácticamente la cantidad sin pretensiones de calidad y se valora la originalidad. Cualquier persona del grupo puede aportar cualquier idea, una vez se establezca el tema y tiempo para la sesión.

**Prototipar:**

El propósito de esta fase es convertir la idea o solución en un prototipo digital o físico. No necesariamente debe ser un objeto, sino también un dibujo o incluso un guion gráfico. Los prototipos pueden ser elaborados con materiales como papel, cartón, plastilina o bloques de lego. Usualmente se emplean estos materiales económicos cuando el

proyecto se encuentra en sus etapas iniciales y se va mejorando conforme el proyecto va mostrando progresos.

Los prototipos pasan de ideas en la cabeza a temas más tangibles, un prototipo puede ser cualquier cosa que adopte una representación física, la clave es mantener los prototipos poco costosos y de baja resolución. Los prototipos entregan beneficios al hacer que las personas (interesados) puedan experimentar con ellos e interactuar, la interacción genera empatía y da como resultado posibles soluciones exitosas.

**Evaluar:**

En esta etapa se realizan pruebas con los prototipos realizados previamente y se solicita a los usuarios sus opiniones y comentarios al respecto, en base al uso de los prototipos. Es una fase esencial en el Design Thinking pues ayuda a identificar errores y posibles carencias que puede tener el producto. En base a las pruebas se pueden presentar diversas mejoras sobre el producto.

A pesar de ser la última fase, puede suceder que en diversas situaciones se requiera regresar a una etapa anterior, si no ha sido bien ejecutada, de lo contrario, lo más probable es que se regrese nuevamente a la etapa de prototipado para refinar ciertos detalles o incluir nuevas características.

Para esta etapa, el focus group, técnica cualitativa de estudio de las opiniones o actitudes de un grupo de personas conformado entre 3 y 12 para que sea efectiva la sesión realizada por un moderador, investigador o analista, quien es el encargado de hacer preguntas y dirigir la entrevista, además se encarga de mantener la conversación enfocado en el tema, creando también un ambiente relajado e informal que permita la

interacción del grupo en una dinámica cómoda, para la participación libre de comentarios y opiniones. Esta técnica es importante para recibir retroalimentación, detectar deseos y necesidades, evaluar nombres de marcas y conceptos, indagar actitudes y reacciones del grupo, que pueden resultar en información valiosa acerca del potencial de un concepto, un eslogan o un producto en el mercado.

## 5. Ejecucion Del Proyecto

### 5.1. Generación de posibles soluciones:

Luego de implementar la metodología en marcos ágiles de design thinking, se generaron ideas para proponer distintas alternativas de solución de una manera iterativa, flexible, centrada en la experiencia de los usuarios internos y externos, con la colaboración del equipo de trabajo de la empresa y desarrolladores externos.

- Proyecto 1: Desarrollar un servicio logístico de entrega de medicamentos urgentes de peso liviano con drones cuadricópteros en la ciudad de Barranquilla
- Proyecto 2: Desarrollar un servicio logístico de entrega de medicamentos urgentes de peso liviano con drones de único rotor en la ciudad de Barranquilla
- Proyecto 1: Desarrollar un servicio logístico de entrega de medicamentos urgentes de peso liviano con drones de ala fija en la ciudad de Barranquilla

Se escogió el *Proyecto 1*, luego de considerar cinco aspectos relevantes como:

- *Aval del cliente*: los clientes encuentran valor en el resultado del proyecto, genera fidelidad en los clientes actuales y puede atraer nuevos clientes. El desarrollo de la solución tiene en cuenta la experiencia del usuario.
- *Capacidad*: el proyecto permite obtener una ventaja competitiva clara para la empresa, genera una característica de diferenciación en el mercado. Reta a la empresa a explorar e incorporar nuevas tecnologías innovando en sus procesos. Se generan nuevos conocimientos y aprendizajes que fortalecen las capacidades de la empresa.

- *Tiempo*: el tiempo de desarrollo del proyecto y el alcance es realista y adecuado a la dinámica y capacidad de la empresa. Vale la pena la inversión de tiempo para obtener beneficios económicos atractivos del proyecto. Se le puede dar continuidad al proyecto por medio de fases posteriores.
- *Esfuerzo*: Se puede desarrollar e implementar el proyecto en poco tiempo. No se requiere de una gran inversión en recurso humano y económico para su ejecución. El recurso y las herramientas tecnológicas requeridas para el desarrollo es accesible.
- *Impactos*: El proyecto genera grandes impactos al interior de la empresa, hacia el cliente y el mercado. Los impactos son perdurables en el tiempo.

Para la consecución de las pruebas para el establecimiento de "puentes aéreos" entre la sede de Habib Droguerías en Barranquilla y dos clínicas situadas en el rango de una milla, se seleccionaron dos (2) clientes con facturación concurrentes de Habib Droguerías & Dermocosmética, siendo éstas la Clínica del caribe y Mas salud Ips. Dichas pruebas permitirán estudiar las interacciones de este novedoso servicio con los usuarios y ensayar nuevas tecnologías para la optimización de entregas en la última milla de la cadena de suministros, así como viabilizar las operaciones aéreas con drones en entornos urbanos.

Figura 15.

IPS seleccionadas para proyecto LifeDrone



### Clinica del Caribe

- Ubicación: Cl. 80 #49C-65, Barranquilla, Atlántico
- Distancia: 92 metros

Considerada como una de las mejores IPS de la región caribe, gracias a su calidez, oportunidad, seguridad y humanización en su atención



### Mas Salud IPS

- Ubicación: Cra. 47 #80-172, Barranquilla, Atlántico
- Distancia: 350 metros

Comercializadora de medicamentos, dispositivos médicos e insumos hospitalarios, tales como: material médico quirúrgico, productos para imagenología, laboratorio clínico, ortopedia, cirugías, terapia, oftalmología, psiquiatría, equipo macro, suturas y en general en todo lo relacionado con el suministro de productos para satisfacer el mercado de la salud en Colombia

*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

Figura 16..

Puente aéreo 1 en IPS

 Puente aéreo No. 1:

- Lugar de Partida (LP): Habib Droguerías & Dermocosmética
- Lugar de Destino (LD): Clínica del Caribe



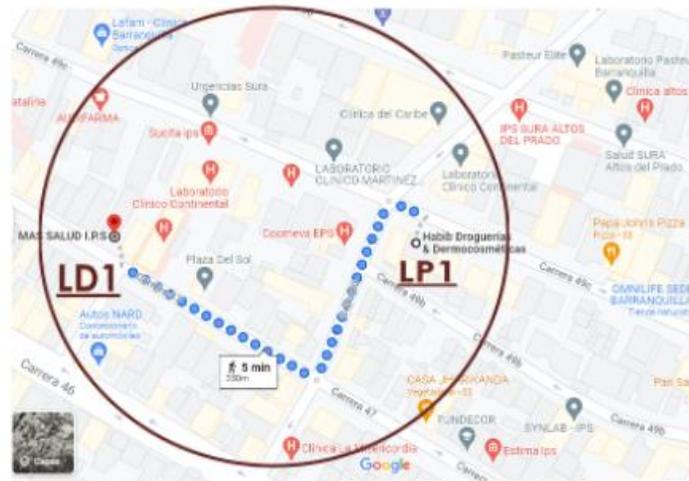
*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

**Figura 17.**

Puente aéreo 2 en IPS

**Puente aéreo No. 2:**

- **Lugar de Partida (LP):** Habib Droguerías & Dermocosmética
- **Lugar de Destino (LD):** Mas salud IPS



**Fuente:** Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

La clínicas participantes en la cadena de valor del proyecto “lifedrone” contarán con beneficios que podrán ser efectuados desde el inicio de las pruebas de vuelo de los drones de carga de medicamentos urgentes hasta su recepción conforme como resultado de su participación, por lo que se garantizará una sincronía entre los eslabones de cada proceso para que dichos vuelos se ejecuten de acuerdo a lo establecido en los manuales, permisos y plan de acción emitido y aprobado ante la cámara de comercio de la ciudad de barranquilla.

Los beneficios que otorgará la alianza del proyecto Lifedrone a las clínicas son:

**Figura 18.**

Beneficios proyecto LifeDrone a IPS

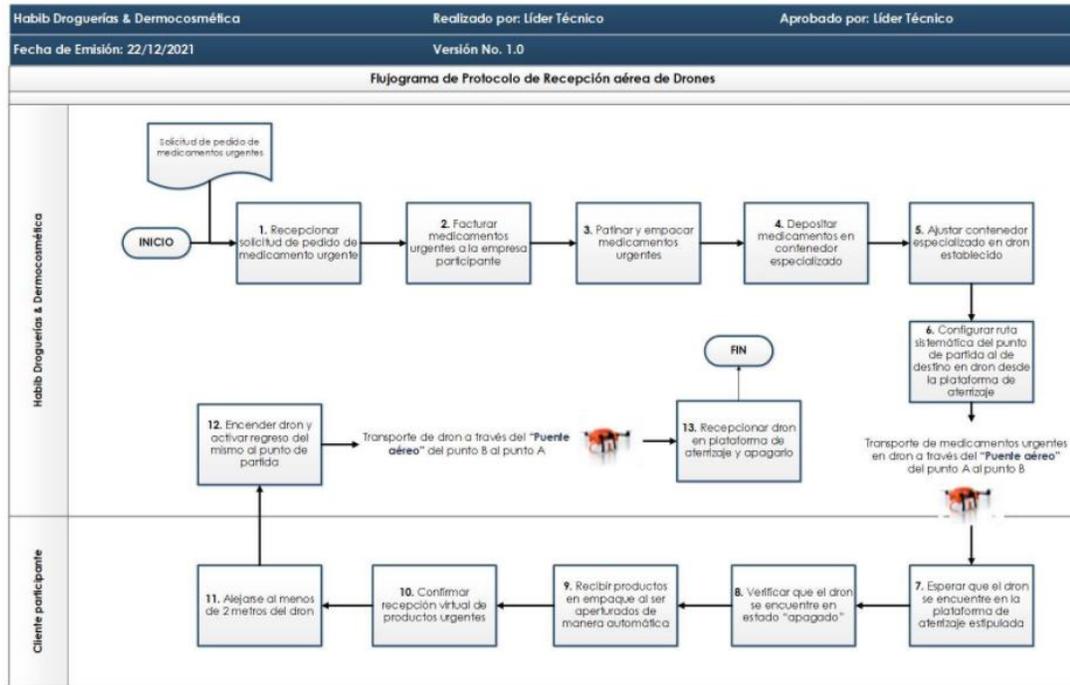


**Fuente:** Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

También, se definió el flujograma de operación del proyecto lifedrone y se instalaron bases meteorológicas para realizar las mediciones del clima en el curso de las operaciones aeronáuticas:

Figura 19.

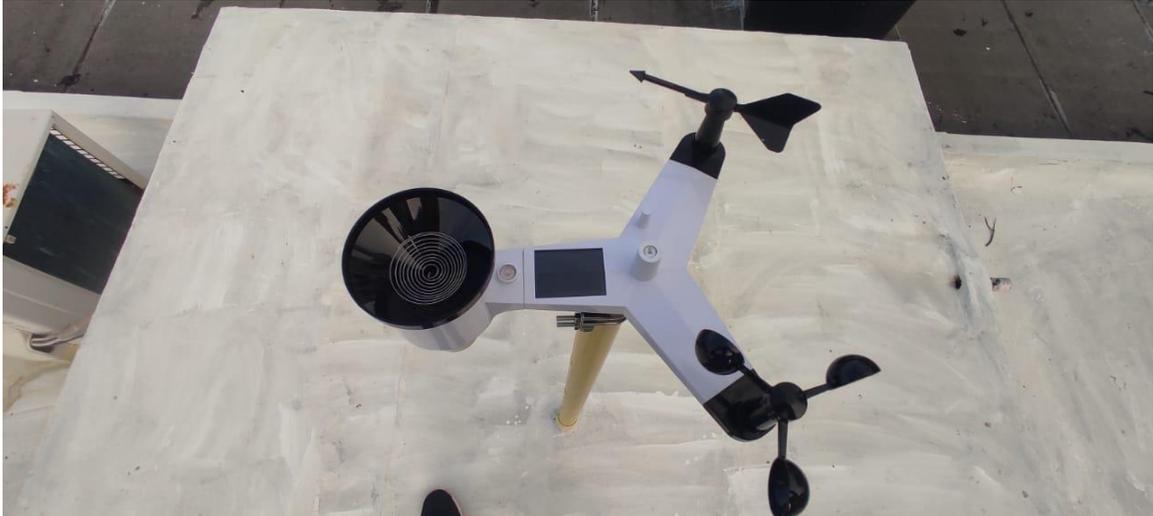
Flujograma protocolo técnico de operación LifeDrone



Fuente: Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

**Figura 20.**

Base meteorológica LifeDrone



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

## 5.2. Justificación de la solución:

Con este proyecto se logra una innovación en producto con miras a fortalecer la propuesta de valor de la empresa, implementando de una estrategia de desarrollo de drones utilitarios, inicialmente, para fines de logística de medicinas y de salvamento, integrando el servicio al enseñanza o escuela de piloto de drones y el taller de mantenimiento.

Diversos estudios reflejan el fuerte incremento en los servicios de entrega con drones durante el año 2020, reafirmando la tendencia ascendente experimentada en los últimos años, animada por los anuncios de grandes empresas como Amazon, Walmart y DHL en cuanto a iniciar actividades de entrega de paquetes con estas aeronaves bajo la aprobación de las autoridades aeronáuticas (Infodron.es, 2020).

**Figura 21.**

Potencial de mercado de los drones



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

De igual forma, con el empleo de drones en entornos operacionales tan dispares como África, Europa, Australia y los Estados Unidos, se han venido resolviendo grandes problemas para asegurar la distribución de medicamentos, vacunas contra el Covid-19 y otros insumos médicos de emergencia, demostrando no sólo que se minimizan costos, tiempos y riesgos en los envíos, sino que también contribuyen a salvar vidas.

Ahora bien, estos logros, así como los obtenidos por las grandes empresas logísticas y comercializadoras anteriormente nombradas, han sido posible mediante acuerdos de cooperación con empresas de tecnología dron que han viabilizado la solución tecnológica, tales como DJI y E-Hang, empresas que siguen experimentando un fuerte

crecimiento en las ventas de drones utilitarios para atender la demanda que se ha estado generando en este sector.

De igual forma, las reglamentaciones aeronáuticas que hasta el momento han limitado el uso de drones especialmente en entornos urbanos, se han flexibilizado en gran medida, facilitando la obtención de los permisos necesarios para las operaciones, en lo que parece ser el comienzo de una carrera por estar a la cabeza de su implementación para realizar envíos en la última milla de la cadena de suministros, incluso en operaciones totalmente automatizadas, que están generalmente prohibidas. Además, dentro de los beneficios de la implementación de este proyecto se encuentran los siguientes elementos.

#### **Reducción de costos en 40% por entrega:**

Al igual que en el parámetro anterior, Amazon DHL, UPS y Amazon, estiman reducciones de costos de hasta 80% en las entregas de paquetes de pesos menores a los 2,5 kilos empleando drones en estrechas alianzas con empresas constructoras de drones como DJI y EHang. Sin embargo, para efectos del proyecto, bajar esas estimaciones referenciales a la mitad, sería una meta deseable por el momento.

#### **Reducción de la huella de carbono de 50%**

Al igual que en el parámetro anterior, Amazon DHL, UPS y Amazon, estiman reducciones de costos de hasta 80% en las entregas de paquetes de pesos menores a los 2,5 kilos empleando drones en estrechas alianzas con empresas constructoras de

drones como DJI y EHang. Sin embargo, para efectos del proyecto, bajar esas estimaciones referenciales a la mitad, sería una meta deseable por el momento.

**Elevar al 100% la capacidad de monitorear el envío**

- Reducir al menos en un 40% las devoluciones de los clientes por demora.
- Aumentar en un 25% el número de clientes de alta recurrencia en los servicios de entregas de alto valor, correspondiente a productos en frío o especiales para clientes persona jurídica alrededor de una milla de Habib Droguerías & Dermocosmética.
- Al menos el 95% de los pedidos "Urgentes" cuenten con una entrega óptima dentro del rango de 25 - 35 minutos.
- Mediante la tecnología de seguimiento de pedidos, el cliente pueda rastrear en línea su pedido y que su respectiva trazabilidad sea materializada en una plataforma y ésta sea evaluada.

6. Plan De Trabajo Y Presupuesto

ACTIVIDADES, RESULTADOS Y RUBROS					PRECIOS UNITARIOS			
N o	NOM BRE DE LA ACTIVIDAD	DESCR IPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIP O DE RUBRO	DESCR IPCIÓN DE RUBRO	UN IDAD	VALOR UNITARI O DEL RUBRO	CANTIDA D REQUERID A	T OTAL (CANTID AD POR VALOR UNITARI O)
E TAPA 1	Desarrollar los componentes del sistema de operación tecnológico y logístico del servicio "LIFE DRONE" para la realización de operaciones aéreas con drones para entrega de							

	medicamentos en entornos urbanos							
1.	1.	<p>Definir protocolos de participación de los integrantes de la cadena de valor del servicio life drone</p> <p>Se crearán protocolos para cada integrante de la cadena de valor que participe en el modelo de negocio life drone como beneficiario de la ejecución de los procesos a realizar para su</p>	<p>Pers onal científico y tecnológico</p>	<p>líder Técnico de desarrollo modelo de nuevo servicio al cliente "Life Drone"</p>	<p>Mes / Persona</p>	<p>\$ 2.600.000</p>	<p>1</p>	<p>\$ 2.600.000</p>

		efectivo funcionamiento							
2	1. Realizar estudios técnicos, estimación de riesgos y medidas de mitigación	Se realizarán estudios de levantamiento de información sobre el área de las potenciales locaciones de vuelo, junto con la identificación de los riesgos y sus respectivas medidas de mitigación en	Pers onal científico y tecnológico	Coordinador técnico de proyecto de implementación de drones para servicio "Life Drone"		Mes / Persona	\$ 2.800.000	7	\$ 19.600.000
			Pers onal científico y tecnológico	líder Técnico de proyecto de implementación de drones para servicio "LifeDrone"		Mes / Persona	\$ 1.200.000	7	\$ 8.400.000

		cumplimiento de estándares aeronáuticos	Pers onal de Apoyo	Jefe contable que apoyará en la ejecución administrativa del proyecto.		Mes / Persona	\$ 2.412.500	7	\$ 16.887.500
			Pers onal de Apoyo	líder administrativo para la correcta ejecución del proyecto.		Mes / Persona	\$ 2.837.500	7	\$ 19.862.500
			Serv icios tecnológicos	Fotogrametría del área a un radio de una (1) milla desde la base de operaciones de		UNI DAD	\$ 3.000.000	1	\$ 3.000.000

				HABIB DROGUERIAS					
				Sondeos meteorológicos a baja cota de las locaciones escogidas		UNI DAD	\$ 2.500.000	1	\$ 2.500.000
				Realización de estimaciones de riesgo y establecimiento de medidas de mitigación		UNI DAD	\$ 2.500.000	1	\$ 2.500.000
3	1. Adquisición de vehículos aéreos no	Adquisición de drones de carga ligera "Escarabajo"	Material e Insumos	Compra de dos (2) drones de carga ligera para en		UNI DAD	\$ 25.450.000	2	\$ 50.900.000

tripulados de carga ligera, de contenedores térmicos y de tela, plataformas de aterrizaje.	para la realización de las operaciones aéreas del proyecto, de contenedores que transportarán la carga y de plataformas de aterrizaje georeferenciables con capacidad de conexión con drones de carga ligera "Escarabajo".		transporte para la creación de puentes aéreos					
		Mat eriales e Insumos	Compra de ocho (8) pares de contenedores rígidos y de tela		UNI DAD	\$ 900.000	8	\$ 7.200.000
		Mat eriales e Insumos	Compra de cuatro (4) plataformas de aterrizaje		UNI DAD	\$ 4.500.000	4	\$ 18.000.00 0

4	1. Determinación y solicitud de permisos para la base operaciones y corredores aéreos y de póliza de protección a terceros	Selección de los puntos de despegue/aterrizaje desde la base de distribución hacia el destino de entrega, y solicitud de permisos de operación ante la Aeronáutica Civil en cumplimiento de la regulación vigente incluyendo la pólizas de	Servicios tecnológicos	Desarrollo de documentos para la solicitud de permisos de vuelo ante la aeronáutica civil	DAD	UNI \$	3.000.000	1	\$ 3.000.000
---	---	--	------------------------	---	-----	--------	-----------	---	--------------

		protección a terceros							
5	1.	Se realizará Vigilancia Tecnológica y análisis con respecto a nuevas tendencias de servicios logísticos con drones en entorno urbano	Pers	Personal administrativo que apoyará en la correcta ejecución del proyecto		MES/PERS ONA	\$ 3.750.000	7	\$ 26.250.000
			Serv	Investigación, análisis y vigilancia tecnológica con respecto a nuevas tendencias en de servicios logísticos con		GLOBAL	\$ 17.687.500	1	\$ 17.687.500

				drones de la última milla en entornos urbanos.					
6	1.	Desarrollo de estrategia de protección intelectual de los productos resultantes de la solución	Identificar las características diferenciadoras de valor de las soluciones de los modelos de negocio del servicio resultantes para el desarrollo de estrategia de protección intelectual,	Servicios tecnológicos	Servicio de firma de abogados y expertos para la correcta protección	UNIDAD	\$ 30.000.000	1	\$ 30.000.000

	solicitud y tramite de las mismas.						
<p>RESULTADO ETAPA 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Documento con los protocolos de participación.</li> <li>▶ Documento con estudios técnicos.</li> <li>▶ Dos (2) drones de carga de ligera.</li> <li>▶ Documento con soportes de trámite de permisos aeronáuticos.</li> <li>▶ Documento con resultados de vigilancia tecnológica de servicios logísticos con drones en entornos urbanos. Documento con soportes de trámite de solicitud de patente.</li> <li>▶ Documento con soporte Póliza de seguro a terceros para la solicitud de permisos de vuelo ante la aeronáutica civil</li> </ul>						<p>Tota 1, de la Etapa No. 1</p>	<p>\$ 228.387. 500</p>

E TAPA 2	Validar técnica y comercialmente de los componentes del sistema de operación tecnológico y logístico del servicio "LIFE DRONE" para la optimización de entrega de medicamentos en la última milla de la cadena								
1 2.	Instalación y geo-referenciación de puntos de entrega y de facilidades logísticas para la base de operaciones	Instalación de las bases de aterrizaje en los puntos de despegue/aterrizajes autorizados, geo-referenciación de los puntos con	Servicios tecnológicos	Servicio de instalación de las bases de aterrizaje en los puntos de despegues seleccionados de Habib droguerías y clientes destino		GL OBAL	\$ 14.025.000	1	\$ 14.025.000

		los drones de carga ligera.							
		Disposic ión de facilidades logísticas para base de operaciones	Mat eriales e Insumos	Disposic ión de acomodaciones temporales para la persona presente en la ejecución de las pruebas, tales como toldos, sillas, hidratación.		UNI DAD	\$ 2.962.500	4	\$ 11.850.00 0
2	2. Realiz ción de pruebas de vuelo en	Realizar pruebas de validación técnica y	Serv icios tecnológicos	Realizac ión de las misiones de vuelo		GL OBAL	\$ 16.325.000	1	\$ 16.325.00 0

entorno relevante	funcional del plan piloto de servicio logístico de entregas de medicamentos con drones		autorizadas por la aeronáutica civil en cumplimiento con el cronograma de pruebas trazado del centro de distribución al cliente final					
	Registro de trazabilidad de las misiones aéreas con estándares aeronáuticos, registro de evidencia del	Servicios tecnológicos	Registro de las operaciones en cumplimiento de las regulaciones aeronáuticas, a su vez registro audiovisual de la		GL OBAL	\$ 8.700.000	1	\$ 8.700.000

		proceso y resultados obtenidos de la solución propuesta		realización de las pruebas de vuelo					
3	2.	Validación del modelo de negocio de servicios de entrega de medicamentos mediante drones especializados	Realizar pruebas en etapa productiva que garanticen el funcionamiento del modelo de negocio de servicios de entrega de medicamentos desde el punto de partida al punto final	Servicios tecnológicos	Garantizar la trazabilidad y cumplimiento de los modelos de negocio establecidos para entrega de medicamentos mediante drones especializados, teniendo en cuenta métricas evaluativas	OBAL	GL \$ 21.062.500	1	\$ 21.062.500

		contemplando las variables de evaluación establecidas como tiempo de entrega, estado del medicamento, medio de pago, satisfacción del cliente, entre otros.						
RESULTADO ETAPA 2: ► Documento con los resultados y evidencias de instalación de centros de despegue/aterrizaje. ► Documento con registro de las pruebas realizadas en entorno real.			Tota 1, de la Etapa No. 2	\$ 71.962.5 00				

<p>► Documento con resultados de validación de modelo de negocio de servicios de entrega de medicamentos mediante drones especializados.</p>									
E TAPA 3	<p>Diseño y Validación del servicio "LIFE DRONE" de cara a las interacciones con los clientes y la operación logística.</p>								
1	<p>3. Diseño de negocio de servicio al cliente para clínicas y ejecución de auditorías de procesos para</p>	<p>Se realizará contratación de firma especializada para la formulación metodología del modelo de</p>	<p>Pers onal científico y tecnológico</p>	<p>líder técnico de desarrollo modelo de nuevo servicio al cliente "Life Drone" HABIB DROGUERIAS y auditor de procesos que</p>		<p>Mes/ Persona</p>	<p>\$ 2.600.000</p>	<p>6</p>	<p>\$ 15.600.000</p>

garantizar el servicio innovador "Conforme"	negocio del SERVICIO AL CLIENTE para el ofrecimiento de la novedad del servicio de entrega con drones, y su validación con clientes de HABIB DROGUERIA S.		garantiza el servicio innovador lifedrone como "Conforme"					
		Pers onal científico y tecnológico	Gerente Técnico de proyecto en el desarrollo de modelo de nuevo servicio al cliente "Life Drone" HABIB DROGUERIAS	Mes/ Persona	\$ 3.000.000	7	\$ 21.000.000	
		Pers onal de Apoyo	líder administrativo para la correcta ejecución del	Mes/ Persona	\$ 2.162.500	7	\$ 15.137.500	

		procesos a ejecutar para el cumplimiento del servicio		proyecto respecto a HABIB DROGUERIAS					
		Life drone de acuerdo a los parámetros establecidos de conformidad y garantizar el buen funcionamiento del mismo como servicio	Maq uinaria y equipo	Uso de Computadores y Equipos de apto para la gestión administrativa		GLOBAL	\$ 11.112.500	1	\$ 11.112.500
			Serv icios tecnológicos	Acceso a base de datos de Habib droguerías para disposición del servicio al cliente para el ofrecimiento del servicio		GLOBAL	\$ 14.000.000	1	\$ 40.700.000

		innovador "Conforme"	Desarrol lo de formulación metodología de negocio del Serv SERVICIO AL CLIENTE para el ofrecimiento de novedoso servicio de entrega con drones.		GLOBAL	\$ 7.600.000	1	\$ 7.600.000
			Vali dación pre- comercial o comercial del prototipo	Pago de honorarios de personal técnico y científico para testeo de modelo de negocio de		GLOBAL	\$ 11.250.000	1 11.250.000

				servicio al cliente.					
2	3.	Diseño del modelo de negocio de servicio logístico para el sector salud	Se realizará contratación de firma especializada	Pers onal científico y tecnológico	líder de ejecución técnica de modelo de servicio logístico "Life drone"	Mes/ Persona	\$ 1.200.000	7	\$ 8.400.000
			para la formulación metodología del modelo de negocio del	Pers onal científico y tecnológico	Coordin ador de ejecución técnica de modelo de servicio logístico "Life drone"	Mes/ Persona	\$ 2.600.000	7	\$ 18.200.000
			SOLUCIÓN LOGÍSTICA para el ofrecimiento de la novedad del servicio de	Pers onal de Apoyo	líder administrativo para la correcta ejecución del proyecto	Mes/ Persona	\$ 2.250.000	7	\$ 15.750.000

		entrega de última milla con drones, y su validación con clientes de SINERGIA LOGISTICA del SECTOR SALUD.	respecto a SINERGIA & LOGISTICA	Desarrollo de formulación metodología de negocio del SERVICIO LOGÍSTICO para el ofrecimiento de novedoso servicio de entrega con drones.	GLOBAL	\$ 10.000.000	\$ 1	\$ 12.600.000
--	--	--	---------------------------------------	---	--------	------------------	---------	------------------

3	3. Estudio de la escalabilidad del modelo de negocio	Elaboración de estudio de oportunidades de escalabilidad para la expansión o introducción de la solución propuesta a nuevos mercados	Servicios tecnológicos	Desarrollo de estudio que facilite el análisis de escalabilidad de la tecnología útil para la toma de decisiones para la expansión del plan piloto masivo				\$ 22.300.000
<p>Resultados, productos esperados o entregables de etapa 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Documento con diseño resultante de modelo de negocio de servicio al cliente.</li> <li>▶ Documento con diseño resultante de modelo de negocio de servicio logístico para</li> </ul>							<p>Total, de la Etapa No. 3</p>	<p>\$ 199.650.000</p>

el sector salud

- ▶ Documentos con resultados de estudio de escalabilidad del modelo de negocio.

TO	
TAL,	\$
PROYE	500.000.00
CTO	0

## **7. Resultados**

El proyecto, en nivel de madurez tecnológica TRL 4 para ser llevado hasta un nivel TRL 7, propone la realización de ensayos para la implementación de un novedoso servicio de entregas empleando drones que puedan superar los problemas de movilidad vehicular terrestre en entornos urbanos, minimizando los retardos en los envíos y los riesgos del personal logístico, aumentando los niveles de satisfacción de los clientes y las posibilidades de salvar vidas.

El mismo, se prestaría con drones de carga ligera mediante operaciones de puentes aéreos puntuales, rutas geo-referenciadas preestablecidas y de recorrido potencialmente automatizable, para atender la demanda recurrente de medicamentos de uso estrictamente clínico generada desde dos instituciones de salud situadas en el radio de una milla a partir del punto-base de distribución.

Los medicamentos serían transportados en drones de carga ligera del tipo Maxdrone escarabajo, optimizados para la entrega de suministros esenciales en situaciones de emergencia. Estos drones, de construcción nacional, son equipos altamente portátiles, robustos, con cuatro motores a prueba de agua, y componentes electrónicos impermeabilizados para permitir operaciones bajo lluvia y facilitar su desinfección y mantenimiento. En contraste, los drones de carga disponibles en el mercado son pesados, frágiles y con electrónica expuesta, lo que les impide volar en condiciones lluviosas; son también difíciles de transportar, operar, desinfectar y mantener.

Los drones escarabajo podrían realizar vuelos de alta precisión (automatizables cuando las regulaciones aeronáuticas lo permitan) portando contenedores

estandarizados para así evitar improvisaciones y agilizar las operaciones de carga. Se dispondría de dos tipos de contenedores aerodinámicos y fácilmente intercambiables, a saber: un contenedor térmico, construido en materiales que le proporcionan una gran protección a la carga y mantienen su temperatura estable; y un contenedor flexible, fabricado en tela de fibra sintética impermeable, para aquellos medicamentos que no requieran conservar su temperatura. La carga de estos contenedores en el dron deberá ser realizada por los operadores del servicio logístico, sin embargo, la descarga se haría a través de un dispositivo de liberación accionado a distancia luego que el dron aterrice en su punto de destino.

El dron cuenta con cámara de vista en primera persona (FPV) y sensores de proximidad, además, todo el sistema se complementa con pistas de aterrizaje inteligente (smart landing pad's) conectadas a los sistemas de posicionamiento satelital del dron, a fin de mejorar la precisión en las maniobras de aterrizaje, proporcionarle al operador una visión periférica del punto de aterrizaje, así como datos de las variables medioambientales del área, los cuales siempre deben tomarse en cuenta para dar mayores garantías de seguridad a la operación.

El bajo peso total del sistema (5 kilos a máxima carga), combinado con el uso intensivo de materiales para absorber golpes (anti-shock) y un diseño sin aristas que pudiesen ocasionar heridas graves, minimizan los riesgos asociados a las operaciones, manteniendo a estos drones en la llamada clase "abierta", es decir, los que están sujetos a menores restricciones en las regulaciones aeronáuticas colombianas e internacionales.

Por su parte, la digitalización total del sistema de envíos y la posibilidad de monitorearlo en todo momento, completan su integralidad. Además, dentro de los impactos esperados del proyecto, se plantean los siguientes:

- Reducción de los tiempos de entrega en un 50%: Diversas publicaciones han referido la noticia de que, con el uso de drones para el transporte de carga, importantes empresas logísticas de envío de paquetes como DHL, UPS y Amazon, han logrado disminuciones de tiempos de entrega de 40 a 8 minutos. Los envíos urgentes de Droguerías Habib en el radio de una milla promedian tiempos de entre 15 y 20 minutos, esperando que el dron cubra el punto más alejado (del radio) en tiempos de entre 8 y 10 minutos.
- Reducción de costos en 40% por entrega: Al igual que en el parámetro anterior, Amazon DHL, UPS y Amazon, estiman reducciones de costos de hasta 80% en las entregas de paquetes de pesos menores a los 2,5 kilos empleando drones en estrechas alianzas con empresas constructoras de drones como DJI y EHang. Sin embargo, para efectos del proyecto, bajar esas estimaciones referenciales a la mitad, sería una meta deseable por el momento.
- Reducción de la huella de carbono de 50%: Carbonbrief (2018) refiere datos de estudios que revelan que los pequeños drones impulsados por batería resultan en un 50% menos de emisiones de carbono que los vehículos tradicionales. Los estudios han encontrado que dentro del rango de 4 km (2.5 millas), los drones consumían menos energía por paquete y por kilómetro que los vehículos para entregas ligeras de 0.5 kg (Servindi, 2018).

- Elevar al 100% la capacidad de monitorear el envío: Reducir al menos en un 40% las devoluciones de los clientes por demora. Aumentar en un 25% el número de clientes de alta recurrencia en los servicios de entregas de alto valor, correspondiente a productos en frío o especiales para clientes persona jurídica alrededor de una milla de Habib Droguerías & Dermocosmética.
- Al menos el 95% de los pedidos "Urgentes" cuenten con una entrega óptima dentro del rango de 25 - 35 minutos. Mediante la tecnología de seguimiento de pedidos, el cliente pueda rastrear en línea su pedido y que su respectiva trazabilidad sea materializada en una plataforma y ésta sea evaluada.

**Figura 22..**

*Drone utilitario proyecto LifeDrone*



**Fuente:** Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

**Figura 23..**

Contenedor de carga LifeDrone



**Fuente:** Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

**Figura 24..**

Control de mando LifeDrone



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

**Figura 25..**

Plataformas de aterrizaje LifeDrone



*Fuente:* Repositorio de archivos de la dirección de planeación MaxDrone

## **8. Conclusiones**

La implementación de la metodología en marcos ágiles, Design Thinking, permitió enfocar la estrategia empresarial hacia la innovación, definiendo las necesidades a través de retos, los cuales se priorizaron según las capacidades de la empresa. Estas metodologías permiten el uso de diversas herramientas en cada etapa del proceso de diseño que se pueden adaptar según el caso, estas herramientas no requieren una gran inversión económica y ofrecen resultados, siendo útiles para resolver problemas de forma creativa.

La flexibilidad que ofrece esta metodología permitió involucrar a todas las áreas que intervienen en los procesos para generar soluciones centradas en mejorar la experiencia de usuario, prototipar y testear de manera iterativa y en poco tiempo dichas soluciones para obtener resultados rápidos realizando ajustes inmediatos. Esto llevo a desarrollar una herramienta tecnológica adaptada a las necesidades, garantizando la propuesta de valor de la empresa. Logrando disminuir los tiempos de atención a clientes, y optimizando el proceso logístico de la empresa a través de los drones utilitarios.

Por último, también resaltar la importancia de emprender proyectos colaborativos, de innovación abierta, que involucren otros actores en la cadena de valor de las empresas, toda vez que esto permitirá maximizar el potencial del proyecto y facilitar su adopción por parte de todos los grupos de interés. Es así como para la ejecución de este proyecto se involucraron cuatro actores del ecosistema de la ciudad de Barranquilla, como lo son: Habib Droguerías & Dermocosmética S.S.A, Sinergia y Logística S.A.S., Maxdrone S.A.S., y la Universidad de la Costa CUC.

La constitución de la Alianza para el desarrollo del proyecto para la convocatoria COLInnova se convirtió en un hecho público y notorio respaldado por medio de comunicación regionales y nacionales, con un nivel de aceptación muy positivo y difusión viral de la noticia.

## **9. Referencias**

- Aerocivil Colombia (2015) Circular Reglamentaria 002: Requisitos generales de aeronavegabilidad y operaciones para RPAS. Bogotá. Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC)
- Aerocivil Colombia (2018) Resolución No. 04201: Requisitos de Aeronavegabilidad y Operaciones para RPAS. Bogotá. Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC).
- Albarracín, E. J. G., Erazo, S. C. R., & Palacios, F. C. (2014). Influencia de las tecnologías de la información y comunicación en el rendimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas. *Estudios gerenciales*, 30(133), 355-364.
- Autoridad Aeronáutica Civil (2016) Resolución 120, Norma Aeronáutica AAC/DSA/DG/01/16 Requisitos para la Operación de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia. Ciudad de Panamá, Gobierno Nacional de la República de Panamá.
- Bohórquez G. (2015) Riesgos Ocupacionales del Rescatista. *Medicina de Emergencia*, Decanato de Ciencias de la Salud, UCLA.
- Business Insider Intelligence (2020) Drone market outlook: industry growth trends, market stats and forecast.
- Delp L., Podolsky L. y Aguilar T. (2009) Risk Amid Recovery: Occupational Health and Safety of Latino Day Laborers in the Aftermath of the Gulf Coast Hurricanes. *Us National Library of Medicine. National Institutes of Health.*
- Delp L., Podolsky L. y Aguilar T. (2009) Risk Amid Recovery: Occupational Health and Safety of Latino Day Laborers in the Aftermath of the Gulf Coast Hurricanes. *Us National Library of Medicine. National Institutes of Health.*

Dinero.com (2019) Robots y drones para entregas a domicilio llegarán a Colombia en el 2020. Bogotá, Publicaciones Semana SA.

Dirección General de Aeronáutica Civil (2018) Ley 30740: Ley que Regula el Uso y las Operaciones de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS). Lima. Ministerio de Transporte y Comunicaciones, República del Perú.

Dirección General de Protección Civil (2004) Estadística de las emergencias Producidas en el Transporte de Mercancías Peligrosas. Madrid. Ministerio del Interior, Gobierno de España.

EL HERALDO (2021), UniCosta y tres empresas prueban drones para entregar medicamentos, <https://www.elheraldo.co/informes-comerciales/unicosta-y-tres-empresas-prueban-drones-para-entregar-medicamentos-813854>

EL TIEMPO (2021), Medicinas a domicilio en dron, a poco de ser realidad en Barranquilla. <https://www.eltiempo.com/colombia/barranquilla/coronavirus-barranquilla-medicamentos-a-domicilio-en-drones-587208>

InfoDron.es (2020) UNVEX ECO-AGRO: La agricultura de precisión en el centro de las aplicaciones de UAV. Madrid, InfoDefensa.com

Instituto Nacional de Aeronáutica Civil de Venezuela- INAC (2017), <https://www.aviacioncivil.com.ve/inac-certifica-al-primer-centro-instruccion-sistemas-aeronaves-pilotadas-distancia/>

International Association of Fire Fighters (2.001) A Guide to the Recognition and Prevention of Occupational Heart Diseases for the Fire and emergency Medical Services. AFL-CIO, CLC, Department of Occupational Health and Safety.

Jaimovich D. (2019) El futuro del delivery: robots y drones que hacen entregas 24 horas al día Buenos Aires, INFOBAE.

López Jacob M. J. (2004) Enfermedades de los Bomberos. Madrid. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS).

MasContainer.com (2020) UPS y Wingcopter desarrollan flota de drones para delivery. Valparaiso. MasContainer Logistics and Trade News.

Mathison, L., Gándara, J., Primera, C., & García, L. (2007). Innovación: factor clave para lograr ventajas competitivas. *Negotium*, 3(7), 65-83.

Organización de Aviación Civil Internacional OACI-ICAO (2013) Circular 328 sobre Sistemas Aéreos no Tripulados. Montreal.

Portafolios.co (2019) Drones, un negocio que alza vuelo en Colombia.

PricewaterhouseCoopers-PwC (2020) Drone Powered Solutions.

PricewaterhouseCoopers-PwC (s/f) Commercial applications of drone technology

RADIO NACIONAL DE COLOMBIA – RTVC (2020),  
<https://www.radionacional.co/actualidad/tecnologia/joven-sanandresano-desarrolla-sistema-de-envio-de-medicinas-con-drones>

Regulación Aeronáutica Venezolana 130-RAV 130 (2016) Trabajos aéreos. Caracas, Instituto Nacional de Aeronáutica Civil (INAC).

Regulación Aeronáutica Venezolana 141-RAV 141 (2016) Certificación de centros de instrucción aeronáutica (CIA) y las habilitaciones respectivas para la formación de tripulantes de vuelo, tripulantes de cabina, despachadores de vuelo, personal vinculado a la operación de RPA y demás especialidades aeronáuticas. Caracas, Instituto Nacional de Aeronáutica Civil (INAC).

Regulación Aeronáutica Venezolana 91-RAV 91 (2016) Reglas de vuelo y operación general. Caracas. Instituto Nacional de Aeronáutica Civil (INAC).

REVISTA

DINERO

(2021),

<https://www.facebook.com/RevistaDineroCol/posts/10159181894994593/>

SEMANA (2021), <https://www.semana.com/mejor-colombia/articulo/pilotear-drones-una-nueva-oportunidad-para-los-jovenes-migrantes-venezolanos-en-barranquilla/202100/>

Todotransporte.com (2019) DHL Express ya utiliza drones para el reparto de última milla en China.

ZONA CERO (2021), UniCosta y tres empresas barranquilleras probarán drones para entrega de medicinas, <https://zonacero.com/generales/unicosta-y-tres-empresas-barranquilleras-probaran-drones-para-entrega-de-medicinas-168991>