

**Creación de una empresa de servicios con tecnología Drone para recolección de datos,
video y fotografía para obras civiles y construcción**

Heyner Camilo Orozco Palacios

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería – ECBTI

Trabajo de grado para optar al título de tecnología industrial

Julio 5, 2021

Contenido

Introducción	9
Fundamentos de la investigación	11
Problema de investigación	11
Planteamiento del problema	11
Formulación del problema	14
Sistematización del problema.....	14
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
Justificación.....	16
Marco referencial	19
Antecedentes investigativos	19
Marco teórico	21
Formulación de proyectos de inversión	22
Tecnología Drone y su uso en construcción y obras civiles.	26
Marco metodológico.....	32
Enfoque y método.....	32
Población y muestra.....	32

Técnicas e instrumentos de recolección.....	32
Técnicas de análisis de datos.....	33
Análisis de resultados	34
Estudio de mercados	34
Análisis del sector.....	34
Preferencias del mercado objetivo.....	35
Estudio de la competencia.....	45
Estrategias de mercado.....	50
Estudio técnico	53
Requerimientos técnicos y de equipos.....	53
Infraestructura.....	55
Proceso de prestación del servicio.....	55
Estudio organizacional.....	60
Aspectos legales a tener en cuenta.....	60
Personal requerido	62
Estructura organizacional.....	62
Estudio financiero.....	65
Proyección de ventas.....	65
Inversión.....	66
Gastos de operación	67

Evaluación financiera.....	67
Conclusiones	70
Referencias bibliográficas.....	72
Anexos	76
Anexo 1. Encuesta de mercados.....	76

Listado de figuras

Figura 1. Fases y etapas de la formulación y gestión de proyectos de inversión.	23
Figura 2. Relación entre costos e incertidumbre durante la fase de la preinversión.....	24
Figura 3. Componentes de un estudio de prefactibilidad.	25
Figura 4. Modelos de drones según su tipo y peso:	27
Figura 5. Sistema de aeronaves no tripuladas.....	28
Figura 6. Tiempo de funcionamiento de la empresa.	36
Figura 7. Número de empleados.	36
Figura 8. Departamentos donde las empresas tienen proyectos.	37
Figura 9. Actividades a las que se dedican las empresas.	37
Figura 10. Utilización del servicio de tecnología Drone para llevar a cabo las actividades de la empresa.....	38
Figura 11. Razones por las que no ha usado la tecnología Drone.	39
Figura 12. Disposición a utilizar el servicio de tecnología Drone.....	39
Figura 13. Actividades en las que utilizaría los servicios de Drone.	40
Figura 14. Frecuencia en la que contrataría el servicio de Drone.....	40
Figura 15. Disposición a pagar por el servicio de Drone.	41
Figura 16. Forma de acceso al uso de tecnología Drone.....	42
Figura 17. Actividades que llevó a cabo con la tecnología Drone.	42

Figura 18. Frecuencia de uso de la tecnología Drone.	43
Figura 19. Aspectos más importantes al momento de elegir un proveedor de servicios de tecnología Drone.	44
Figura 20. Preferencias respecto a la ubicación del proveedor de servicios de tecnología Drone.	44
Figura 21. Medios de comunicación donde encontró o le gustaría encontrar a un proveedor de servicios de tecnología Drone.	45
Figura 22. Sistema GNSS GR-5 TOPCON L1/L2.	54
Figura 23. Estructura organizacional	63
.....	63

Listado de tablas

Tabla 1. Tipos de Drone y sus características. Fuente: Adaptado de Addati & Pérez (2014).	27
Tabla 2. Empresas proveedoras de servicios de Drone para el sector de ingeniería civil y construcción. Fuente: consulta en la página web de cada empresa.	46
Tabla 3. Servicios y entregables solicitados en cotización con la competencia. Fuente: Elaboración propia.	48
Tabla 4. Precios de mercado del servicio de Drone para levantamientos topográficos, inspección y seguimiento de obras. Fuente: Elaboración propia, basado en cotizaciones obtenidas.	49
Tabla 5. Entregables de los servicios Drone a proveer al sector de ingeniería civil y construcción. Fuente: Autor basado en los servicios que se referenciaron en cotizaciones consultadas.	50
Tabla 6. Modelos de Drone factibles para adquirir. Fuente: Visual Drone (2021)	53
Tabla 7. Cargos y funciones de la empresa. Fuente: Adaptado de Clasificación Nacional de Ocupaciones (2021)	63
Tabla 8. Estimación del número de servicios demandados a la empresa en el año. Fuente: elaboración propia.....	65
Tabla 9. Cálculo del número de servicios al año y valor total de ventas. Fuente: elaboración propia.....	66
Tabla 10. Inversión del proyecto. Fuente: elaboración propia.	66
Tabla 11. Gastos anuales del proyecto. Fuente: elaboración propia.	67
Tabla 12. Flujo de caja y evaluación financiera. Fuente: elaboración propia.	68

Resumen

En el sector de construcción e ingeniería civil se han actualizado las técnicas de valoración de terrenos y monitoreo de obras utilizando aeronaves no tripuladas, lo cual ha traído mayor precisión y economía. El presente proyecto de factibilidad tiene como objetivo determinar la viabilidad técnica, económica y de mercado para la creación de una empresa de servicios de tecnología Drone para el monitoreo y recolección de datos, video y fotografía para obras de ingeniería civil y construcción en la región de Puerto Boyacá. Se utilizan datos cuantitativos y cualitativos mediante encuesta y revisión documental. Se encuentra que el mercado utiliza y demanda los servicios y un porcentaje del mismo está dispuesto a pagar rangos de precios que oferta la competencia. En el aspecto técnico se detallan los equipos y procesos necesarios y en lo organizacional se establecen los empleos necesarios, licencias y certificaciones. El estudio financiero determina las utilidades esperadas y la evaluación financiera. Se concluye que el proyecto es factible de realizarse con las condiciones de mercado, tecnológicas, organizacionales y financieras del contexto donde se plantea desarrollar.

Introducción

El avance de la tecnología supone la transformación de la forma de vivir y de hacer las cosas. La tecnología Drone no es la excepción y permite tomar datos en lugares y distancias donde las capacidades humanas y las tecnologías tradicionales llegan haciéndolo con altos costos. En el sector de ingeniería civil y construcción se requiere levantar datos tales como mapas y fotografías para evaluar el avance y calidad de las obras y los Drones suplen esta necesidad en puntos de difícil acceso y elevadas alturas de una manera más económica, precisa y menos riesgosa que las tecnologías tradicionales.

Aunque existen empresas que ofrecen servicios de aeronaves no tripuladas para el sector de obras civiles, este es un mercado en crecimiento que aún se puede explotar. Por esta razón, la presente investigación tiene como objetivo determinar la viabilidad técnica, económica y de mercado para la creación de una empresa de servicios de tecnología Drone para el monitoreo y recolección de datos, video y fotografía para obras de ingeniería civil y construcción en la región de Puerto Boyacá. Se utiliza una metodología mixta en la que se analiza información documental y se recoge información por medio de encuesta de mercados.

La idea surge de la experiencia del autor en el área y con el fin de integrar conocimientos de la tecnología industrial con fines productivos y emprendedores. El proyecto es innovador al ubicarse en la cuarta revolución industrial, se identifican los posibles servicios que estas empresas pueden requerir vislumbrando el potencial de mercado en un sector de construcción que en Colombia comienza reactivarse gracias al impulso público y privado.

La investigación se estructura en cuatro apartados. El primero detalla los fundamentos de la investigación con su planteamiento del problema, objetivos y justificación. El segundo expone

el marco referencial en el que se detallan los antecedentes investigativos y el marco teórico. El tercer apartado explica el marco metodológico con el enfoque y método, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información y técnicas de análisis de datos. El cuarto apartado analiza los resultados desde el punto de vista del estudio de mercados, técnico, organizacional y financiero. Finalmente se establecen las conclusiones.

Fundamentos de la investigación

Problema de investigación

Planteamiento del problema

Las actividades que en el país involucran actividades de ingeniería civil son: explotación de minas y canteras, que en Colombia tienen un 4.6% de participación en el PIB y 8.397 miles de millones de pesos en producción; el sector de suministro de electricidad, gas, vapor, aire y distribución y tratamiento de agua, con el 3.3% de participación y 5.952 miles de millones de pesos; y el sector de construcción, con el 5.1% de participación y 9.260 miles de millones de pesos. En conjunto, la actividad de obras civiles y construcción en Colombia abarca el 13.1% de las actividades económicas en el país y tuvo una producción de 23.609 miles de millones de pesos constantes en el segundo trimestre del año 2020 (DANE, 2020). A pesar de tener una recaída del 24.8% en este periodo debido a la pandemia del virus COVID -19, este sector es una de las grandes apuestas del gobierno nacional para la reactivación económica (MinCit, 2020), por lo tanto, se prevé su crecimiento para lo que queda del año y subsiguientes.

En obras civiles y construcción una de las tareas importantes a desarrollarse es el seguimiento, monitoreo y recolección de datos, con el fin de conocer la precisión, el avance y la calidad con la que se está ejecutando la obra. Sin embargo, en obras de gran tamaño y envergadura existen puntos altos o inaccesibles a las capacidades humanas, que requieren ser observados. Para ello existen ya tecnologías tradicionales como la teledetección satelital, complejas labores de riesgo y esfuerzo físico de trabajo de campo en alturas y difícil acceso cuyos riesgos y costes son elevados.

Los Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT) o RPAS por sus términos en inglés (*Remotely Piloted Aircraft System*), más conocidos como drones, poseen la ventaja de facilitar de manera remota, aérea y en tiempo real, el reconocimiento, mapeo y visualización de áreas de terreno u objetos, la grabación y fotografía aérea y recientemente se ha avanzado hacia la distribución de señal gratuita de internet y el transporte y entrega de mercancías (Skydron, 2020).

La idea de negocio consiste en aprovechar las ventajas técnicas y económicas que tienen los drones para ofrecer servicios de: reconocimiento, mapeo, visualización y recolección de datos en áreas de terreno u objetos; la grabación y fotografía aérea en alta definición y el transporte de materiales. De esta manera, los posibles usos que el cliente puede darle al servicio de Drone son: levantamientos topográficos de precisión, comprobación de estructuras, avance, seguimiento y finalización de obra, seguimiento de obra interior, documentación de lugares concretos, comprobación de terreno, monitoreo del transporte y carga de grandes estructuras o comprobación térmica para ver filtraciones, puntos calientes o vacíos ocultos; estimación de la visibilidad en carreteras rodeadas por arbolado y curvas pronunciadas; generación de mapas de alta resolución de kilómetros de líneas eléctricas; seguridad de taludes en minas o carreteras; detección de elementos extraños sobre las vías y áreas colindantes; estimación de trabajos de mantenimiento en carreteras.

En específico los subsectores constructivos que se plantean atender son: extracción de carbón, petróleo, gas natural, minerales metalíferos y otros minerales; generación de energía eléctrica, producción de gas y combustibles; captación, tratamiento y distribución de agua, evacuación y tratamiento de aguas residuales; construcción de edificaciones residenciales y no residenciales, construcción de carreteras y vías de ferrocarril, de proyectos de servicio público y de otras obras de ingeniería civil.

El uso de drones les permitirá a las empresas constructoras acercarse, documentar y mostrar perspectivas de sus obras hasta ahora desconocidas, disponibilidad inmediata de material audiovisual de alta resolución, análisis del estado de los materiales, el análisis de la trazabilidad y calidad completa de la obra o el análisis de impacto medioambiental. Estas posibilidades les ayudan a estas empresas a realizar a tiempo las intervenciones que sean necesarias, evitar pérdidas al tener la trazabilidad completa de la obra, minimizar costos, reducción del uso de personal, evitar riesgos humanos y tener una mayor calidad en sus construcciones (Campo, 2015; González et al., 2019).

El proyecto tendrá como sede central el municipio de Puerto Boyacá y el mercado inicialmente se ubica en este municipio, puesto que las principales empresas que prestan servicios provienen de los departamentos de Santander, Antioquia y Cundinamarca por ser la zona de influencia, pero los servicios se hacen más costosos debido al desplazamiento que deben realizar. En el futuro, el proyecto consolidado también permitirá competir en estos departamentos y ofrecer servicios también en Boyacá y Caldas.

En estos departamentos el sector de la construcción representó en el año 2018 el 11%, 8.4%, 7.6%, 7.11% y 7.5% respectivamente dentro de la estructura productiva de cada uno de ellos (DANE, 2019). Así mismo, estos cinco departamentos, según las cifras a 2018, pueden llegar a tener al año una producción de 24.656 miles de millones de pesos en el sector de construcción (DANE, 2019). Las cifras muestran que la actividad constructiva y de obras civiles tiene preponderancia en los cinco departamentos priorizados, lo que permite vislumbrar el potencial del mercado a nivel regional y nacional para la prestación de servicios a este sector.

Formulación del problema

¿Es viable la creación de una empresa de servicios de tecnología Drone para el monitoreo y recolección de datos, video y fotografía para obras de ingeniería civil y construcción, desde el punto de vista técnico, económico y de mercado?

Sistematización del problema

¿Cuál es el tamaño del mercado, demanda potencial, preferencias y estrategias de mercado para la prestación de los servicios?

¿Cuál es el tamaño, localización y necesidades de recursos físicos, tecnológicos y locativos necesarios para la prestación de los servicios, así como las necesidades organizacionales y de personal?

¿Cuál es la estructura de recursos del proyecto e indicadores de evaluación financiera?

Objetivos

Objetivo general

determinar la viabilidad técnica, económica y de mercado para la creación de una empresa de servicios de tecnología Drone para el monitoreo y recolección de datos, video y fotografía para obras de ingeniería civil y construcción en la región de Puerto Boyacá.

Objetivos específicos

Estudiar el tamaño del mercado, demanda potencial, preferencias y estrategias de mercado para la prestación de los servicios.

Establecer el tamaño, localización y necesidades de recursos físicos, tecnológicos y locativos necesarios para la prestación de los servicios, así como las necesidades organizacionales y de personal.

Analizar la estructura de recursos del proyecto e indicadores de evaluación financiera.

Justificación

La pandemia por el virus COVID-19 detuvo diversos sectores de las economías mundiales, esto no fue ajeno para el sector constructivo en Colombia, el cual decreció un 24.8% en el segundo trimestre del 2020 (DANE, 2020). Sin embargo, el gobierno nacional ha planteado un Plan de reactivación económica en donde el sector construcción es una de las apuestas en la que se plantea invertir 12.9 billones en la construcción de 200.000 viviendas y el fortalecimiento de la infraestructura estratégica en donde se invertirán 5.8 billones en 27 proyectos que potenciarán 2.000 kilómetros de infraestructura en Colombia (MinCit, 2020). Esto sin contar con el impulso privado que tiene la construcción y la reactivación de sus obras. Lo anterior demuestra un entorno propicio para desarrollar ideas de negocio dentro de este sector en Colombia.

El uso de la tecnología Drone tiene un gran potencial para las obras civiles y construcciones, debido a que se pueden llegar a zonas de alto riesgo y de difícil acceso, superando cualquier tipo de obstáculos, para ofrecer imágenes y video aéreo o recoger gran cantidad y variedad de datos sin poner en peligro la vida de alguna persona (González et al., 2019). Por lo tanto, cuando se equipan estos Drones con cámaras de alta resolución y/u otros tipos de sensores representan mayor economía, precisión y bajos riesgos frente a los laboriosos estudios de campo y teledetección satelital.

Un dron utilizado en construcción y obras civiles tiene la ventaja, por ejemplo, de hacer un levantamiento topográfico con la misma precisión que las técnicas convencionales, pero con mayor facilidad, rapidez y calidad, lo que se traduce en un 80% de ahorro en los gastos de operación (Topocad Colombia, 2018). Lo anterior teniendo en cuenta que, en un levantamiento topográfico convencional, trabajar 50 hectáreas puede llevar de 2 a 3 semanas. Sin embargo, con

un dron es posible cubrir esas mismas 50 hectáreas en un solo vuelo de 30 minutos y después de 24 horas de procesamiento se obtiene modelos digitales del terreno. El uso de drones permite visualizar a tiempo y de una manera más económica los posibles errores de la obra, facilitan la toma de decisiones y evitan en el corto, mediano y largo plazo las fallas estructurales de las obras de infraestructura y construcciones.

Todo esto se obtiene porque el seguimiento de obras con drones mejora la visibilidad de la construcción, obtiene imágenes de mejor calidad que generan confianza a quien la encarga, minimiza costes al realizar más acciones que con otros medios son más costosas y mejoran la seguridad del personal al no poner en riesgo a nadie del equipo para estas tareas. A esto se agrega que la empresa obtiene mejores procesos de documentación de sus obras, facilita la interventoría de las mismas y genera mejor imagen de marca para la empresa constructora.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta idea de negocio impulsa el desarrollo de las empresas de ingeniería civil y construcción principalmente tanto en su productividad como en su competitividad. De manera secundaria, pero no menos importante, los mayores beneficiados del uso de estas tecnologías son los ciudadanos que serán usuarios de obras de mayor calidad y donde no se desperdician recursos públicos y privados.

La idea de negocio también se encuentra en línea con el impulso que el Plan de Desarrollo Nacional 2018 – 2022 quiere darle a programas de adopción de conocimiento y tecnología e innovación empresarial, con énfasis en la digitalización e industrias 4.0 con estímulos a la investigación y desarrollo privado en tecnologías y sectores de alto impacto (DNP, 2019). Estos programas se han titulado como “promover el desarrollo y adopción de tecnología de frontera” (p. 205) y “Hacia una sociedad digital e industria 4.0” (p. 713). Esto demuestra que

la idea de negocio puede tener apalancamiento dentro de las metas del Estado ya sea con financiación o apoyo técnico.

El riesgo observable en la idea de negocio es bajo, pues la prestación de servicios a las compañías constructoras les permite tener costos más bajos de monitoreo frente a otras tecnologías o a ellos mismos adquirir dicha tecnología (sin tener personal idóneo para operarla); además a la empresa que se va a crear le permite recuperar su inversión rápidamente en este u otros sectores alternos que demandan este tipo de tecnología: cine, fotografía, agricultura, mensajería, gestión del riesgo, gestión ambiental, entre otros.

Marco referencial

El presente proyecto de factibilidad tiene como marco referencial los antecedentes investigativos en los que se evidencian proyectos de inversión realizados alrededor de la tecnología Drone, el marco teórico respecto a proyectos de factibilidad y este tipo de tecnología y el marco situacional donde se ubica el proyecto.

Antecedentes investigativos

A nivel internacional, en Perú, Arévalo et al. (2019) se propuso como objetivo desarrollar una propuesta de negocio enfocado en la mejora de la productividad en proyectos de edificación con el uso de herramientas tecnológicas como los drones, con el fin de reducir los porcentajes de tiempos no productivos en obra. Los autores realizan un estudio de mercado, metodologías de productividad y evaluación financiera. Tras evaluar la mano de obra en dos proyectos de edificación utilizando Drones para medir y controlar la productividad, se logró una reducción significativa de tiempos no productivos. Se concluye que el monto virtualmente ganado de esta mejora y el ahorro logrado, se puede desarrollar una propuesta de negocio rentable enfocado en la medición y mejora de la productividad.

A nivel nacional, Villada & Berrio (2020) tuvo como objetivo determinar la prefactibilidad de implementar una línea de servicio de fotogrametría con sistemas de aeronaves no tripuladas (RPAS) en la empresa EMINCIVIL S.A.S. Este fue un estudio descriptivo basado principalmente en fuentes secundarias, puesto que por la pandemia COVID-19 se tuvieron limitaciones de acceso a fuentes primarias. Como resultado, en el análisis del entorno demostró que el sector constructivo ha crecido un 3.4%, el análisis de mercado determinó un futuro

prometedor para el servicio puesto a un costo favorable, se calcularon los costos y gastos de administración y operación, se estimó el flujo de caja y la evaluación financiera fue positiva y rentable para el proyecto.

Por su parte, Toro & Rojas (2018) formularon su proyecto Digi-Dron, con el que buscaron diseñar e implementar la línea de servicio de levantamientos topográficos para empresas de construcción, minería y agricultura. Los autores utilizaron un método de investigación documental y descriptivo. Como resultado, los autores realizaron un estudio técnico, de mercado, económico, financiero, social y ambiental; además de la evaluación y formulación mediante la metodología de marco lógico. Además, este estudio también planteó las actividades para el inicio del negocio, planes de gestión de costos, recursos calidad, comunicaciones, riesgo y adquisiciones. Se concluye que existe una oportunidad de negocio para la línea de negocio, puesto que no requiere de inversiones cuantiosas y se recupera en poco tiempo.

Díaz et al. (2016) presentaron un Plan de Marketing Estratégico para la empresa Mr Topografía Ltda., con el fin de comercializar servicios de topografía cada vez más calificados y confiables, utilizando Drones, en Bogotá. Los autores utilizaron un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) y tipo descriptiva, con la aplicación de encuestas para el estudio del mercado. En los resultados, los autores describen las características del servicio, nichos de mercado, análisis estratégico, canales de distribución, marketing mix, análisis DOFA, Marketing directo e indirecto y plan de medios. Se concluye que la empresa actualmente mantiene el mercado, pero debe aplicar nuevas estrategias y métodos tecnológicos que le permitan posicionarse frente a la competencia.

Vásquez & Rey (2017) plantearon un plan de negocios cuyo objetivo fue consolidar una empresa líder en servicios geográficos en Colombia, aprovechando las ventajas de las tecnologías UAV (Unmanned Aerial Vehicle), siendo reconocida por sus productos innovadores y precisos. Los autores identificaron la oferta y demanda de mercado para la empresa, proceso de constitución, estudio financiero, organigrama y análisis DOFA. Se concluye que, aunque existe competencia y competidores de bajo costo, la tendencia de crecimiento del mercado y demanda de estos servicios para empresas pequeñas, brindan un entorno adecuado para el desarrollo de la empresa.

Finalmente, Mendoza & Duque (2019) se propusieron determinar la influencia que tiene una empresa de consultoría ambiental prestadora de servicios de teledetección mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados en el departamento del Meta. Se utiliza una metodología descriptiva y fuentes de información secundarias y primarias para realizar un estudio de mercado, estrategias de promoción, identificación del componente de innovación y propuesta de valor, análisis normativo y administrativo y análisis financiero. Se concluye que la empresa a crear lograría un posicionamiento alto dentro de las actividades de ordenamiento territorial, agricultura y ordenamiento de cuencas.

Marco teórico

Determinar la viabilidad de la idea de negocio de esta investigación requiere fundamentar qué es un proyecto de factibilidad y sus componentes y las características de la tecnología Drone. Estos se describen a continuación.

Formulación de proyectos de inversión

Un proyecto de inversión reúne toda la información primaria y secundaria sobre la viabilidad y actividades necesarias para implementar la producción de un bien o un servicio. Este se ha definido como:

Un proyecto de inversión es una propuesta técnica y económica para resolver un problema de la sociedad utilizando los recursos humanos, materiales y tecnológicos disponibles, mediante un documento escrito que comprende una serie de estudios que permiten al inversionista saber si es viable su realización (Córdoba, 2011, p. 2).

Una definición más amplia de proyecto de inversión incluye la asignación de recursos, la dirección para su ejecución y la descripción de los beneficios que traerá a la sociedad:

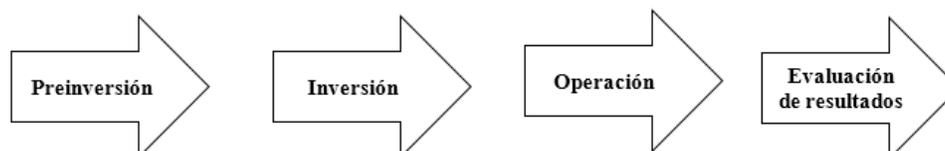
Un proyecto es el entrecruzamiento de variables financieras, económicas, sociales y ambientales que implica el deseo de suministrar un bien o de ofrecer un servicio, con el objetivo de determinar su contribución potencial al desarrollo de la comunidad a la cual va dirigido y de estructurar un conjunto de actividades interrelacionadas que se ejecutarán bajo una unidad de dirección y mando, con miras a lograr un objetivo determinado, en una fecha definida, mediante la asignación de ciertos recursos humanos y materiales (Arboleda, 2003, p. 4).

De acuerdo a Córdoba (2011), el ciclo de vida de un proyecto se inicia con un problema originado en una necesidad, a la cual se le debe buscar solución coherente. Esto se enmarca en cuatro grandes fases por las que atraviesan los proyectos: pre-inversión, inversión, operación y evaluación de resultados (ver figura 1).

La fase de pre-inversión consiste en identificar, formular y evaluar el proyecto y establecer cómo se llevaría a cabo para resolver el problema necesidad que le da origen. La fase de inversión corresponde al proceso de implementación del proyecto y donde se materializan las inversiones previas a su puesta en marcha. La operación, por su parte, corresponde a la

generación del producto o servicio y finalmente, la etapa de evaluación de resultados implica determinar si se han cumplido los objetivos o si hay necesidad de hacer ajustes.

FASES:



ETAPAS:

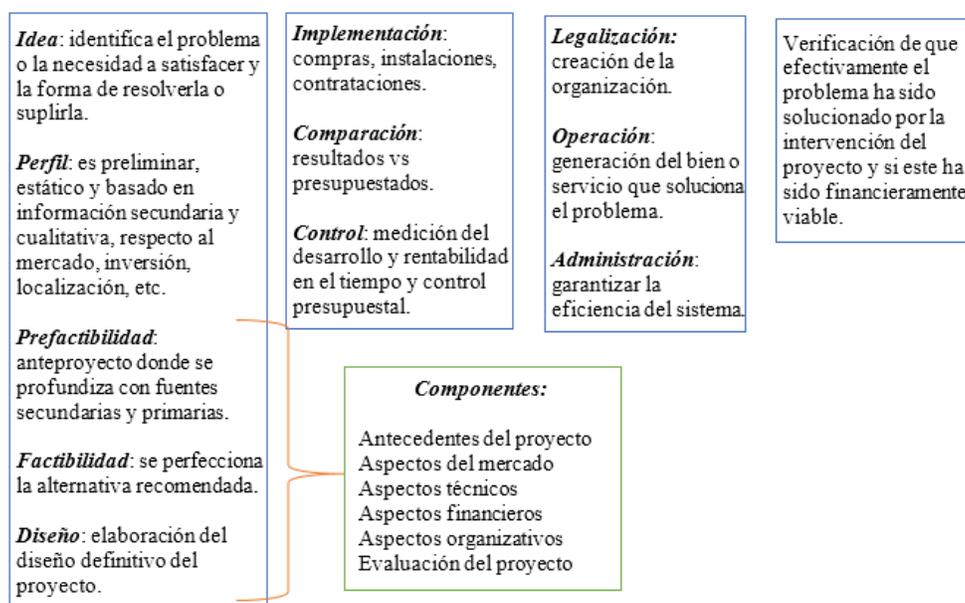


Figura 1. Fases y etapas de la formulación y gestión de proyectos de inversión.

Fuente: elaboración propia, a partir de Córdoba (2011).

La presente investigación se enmarca dentro de la fase de pre-inversión en donde surge la idea, problema o necesidad, junto con la forma cómo solucionarla; el perfil, donde se abordan datos del entorno, mercado y localización, basados en información secundaria; la prefactibilidad, en donde se hace una mayor profundización de información con fuentes primarias; hasta el nivel de factibilidad y diseño, en donde se perfecciona y elabora el proyecto final. De acuerdo a

Miranda (2004), durante las etapas de la formulación del proyecto en la fase de preinversión, la adquisición de mayor información tiene un coste cada vez mayor, pero al mismo tiempo, se reduce la incertidumbre sobre la viabilidad del mismo. Esta relación inversa se puede observar en la figura 2.

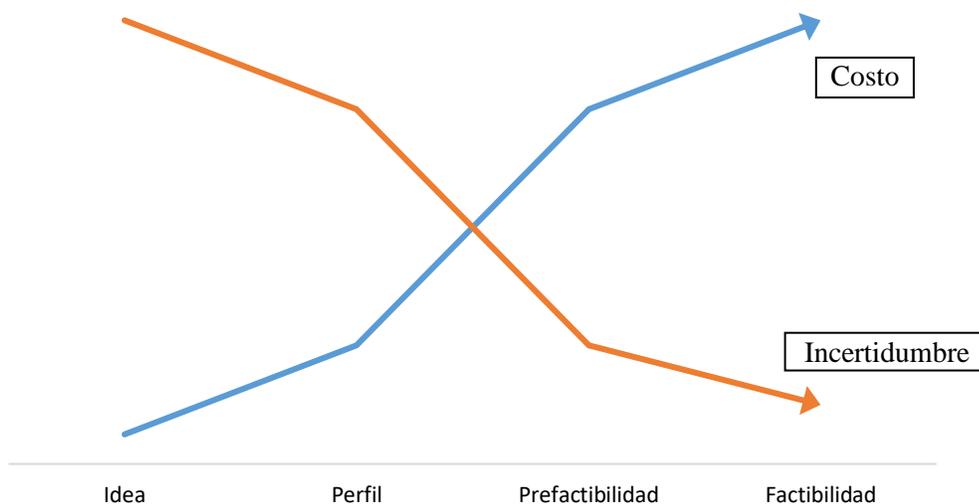


Figura 2. Relación entre costos e incertidumbre durante la fase de la preinversión.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Miranda (2004).

Dentro de la prefactibilidad existen algunos componentes que deben tenerse en cuenta (Córdoba, 2011; Miranda, 2004):

Antecedentes del proyecto.

Aspectos de mercado y comercialización: se describe el producto o servicio, perfil del cliente, demanda del producto, estrategias de mercadeo.

Aspectos técnicos: se estudia la disponibilidad de materias primas, la localización del proyecto y los aspectos de tecnología.

Aspectos organizativos: se deberá analizar el tipo de organización que tendrá la futura empresa, el número de socios, entidades, etc.

Aspectos financieros: se estudian los egresos e ingresos, se realizan los estados financieros proforma, etc.

Evaluación del proyecto: es imprescindible ya que, junto al análisis financiero y social del proyecto, se busca reunir indicadores que midan los beneficios financieros y sociales del proyecto.

Estos componentes se encuentran interrelacionados (ver figura 3). Un proyecto parte de una idea y consecutivamente se determina su factibilidad con un estudio de mercados, técnico, organizacional y financiero. De cada uno de estos estudios se proyectan los ingresos y costos de ventas, costos y gastos de producción y costos y gastos de administración, los cuales alimentan el estudio financiero y determinan la viabilidad financiera del proyecto.

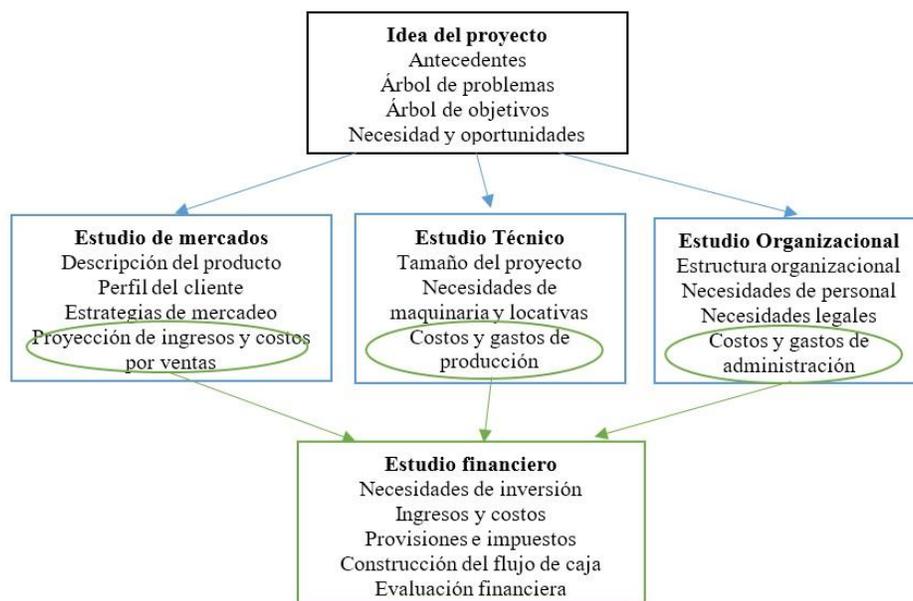


Figura 3. Componentes de un estudio de prefactibilidad.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Córdoba (2011) y Miranda (2004)

Tecnología Drone y su uso en construcción y obras civiles.

La tecnología Drone ha recibido diversos nombres: UAV (Unmanned Aerial Vehicle) o VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado) y se le define como: “El dron es un avión no tripulado, radio-controlado y recuperable” (González et al., 2019, p. 326), también se le ha conceptualizado como: “Es una aeronave a propulsión, no tripulada y reutilizable que opera mediante control a distancia y autónomamente” (Addati & Pérez, 2014, p. 4). Aplicado a ingeniería civil, los drones se convierten en plataformas que pueden portar sensores para obtener datos fotográficos y geoespaciales.

La primera revolución industrial fue basada en la introducción de equipos de producción mecánicos impulsados por agua y vapor; la segunda revolución industrial en la producción en masa gracias al concepto de división de tareas y el uso de energía eléctrica; la tercera revolución industrial en el uso de la electrónica y la informática para hacer posible la producción automatizada. Los drones hacen parte de la cuarta revolución industrial, basada en el uso de sistemas ciber-físicos: robots autónomos, simulación, integración horizontal y vertical, internet de las cosas, ciberseguridad, computación de la nube, fabricación aditiva, realidad aumentada, Big data (Del Val, 2016; Garrell et al., 2019). En este sentido, este proyecto se inserta dentro de las tendencias económicas e innovadoras del futuro en donde la transformación digital, la informática y el software evolucionan la forma como se hacen las cosas y marcan la pauta de la competitividad empresarial en el mundo.

Existen dos tipos de drones, de ala fija y de ala rotatoria, cada uno de ellos tiene sus ventajas y desventajas (ver tabla 1), por lo tanto, pueden ser utilizados para labores en las que se requieran maniobras de baja velocidad y de forma estacionaria (ala rotatoria) o labores en donde se requiera hacer vuelos a más velocidades y mayores alturas (ala fija) (Addati & Pérez, 2014).

También existen los modelos de ala mixta, el cual tiene las prestaciones anteriores en una única aeronave (Fernández & Gutiérrez, 2016), los cuales se pueden observar en la figura 4.

Tabla 1. Tipos de Drone y sus características. Fuente: Adaptado de Addati & Pérez (2014).

Característica	Dron de ala fija	Drone de ala rotatoria
	Vuelo	A altitud y velocidad
Maniobrabilidad	Menor	Mayor
Autonomía	Mayor	Menor
Energía	Eléctrica / explosión	Eléctrica
Carga útil	Menor	Mayor

Figura 4. Modelos de drones según su tipo y peso

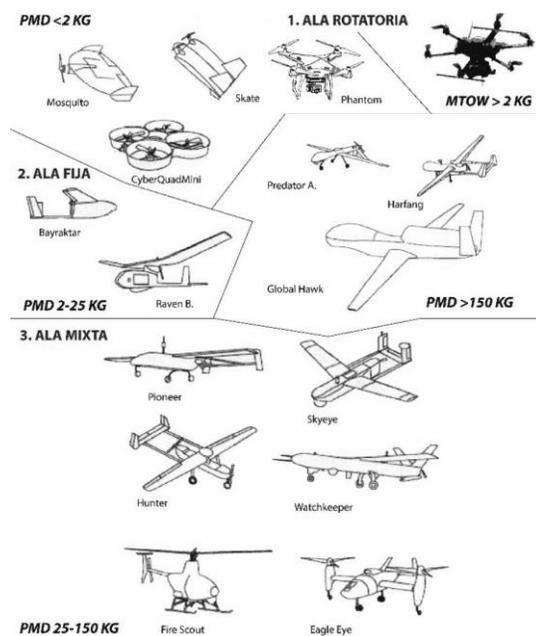


Figura 4. Modelos de drones según su tipo y peso

Fuente: Fernández & Gutiérrez (2016).

Es importante especificar que los drones de ala mixta o drones híbridos, son más costosos pues incluyen y requieren de mayor tecnología para poder despegar de manera vertical y poder realizar vuelos a alta velocidad (Carrillo et al., 2018).

El uso de drones para toma de imágenes, datos y sus aplicaciones para ingeniería civil requiere de un UAS (Unmanned Aircraft System), el cual es el sistema de aeronaves no tripuladas o equipo total de operación, el cual incluye: Dron, estación de control y la unidad remota da transmisión de datos.

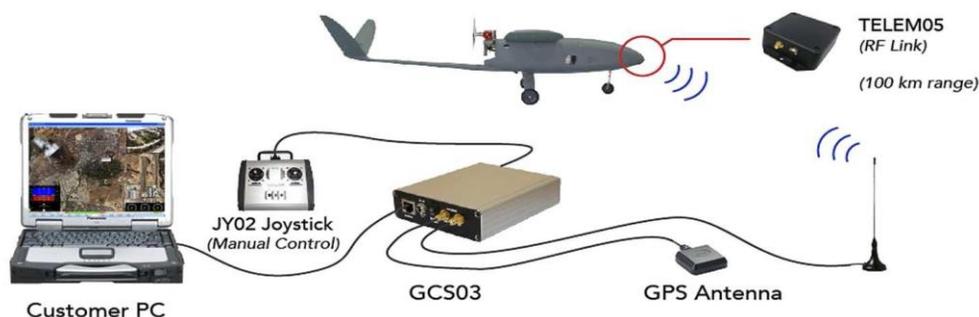


Figura 5. Sistema de aeronaves no tripuladas.

Fuente: Addati & Pérez (2014).

Por su parte, de acuerdo a Addati & Pérez (2014), este sistema se caracteriza por tener los siguientes aspectos:

Espacio aéreo: altura de vuelo, distancia, área, exterior o interior, urbano, suburbano, o rural.

Dron: peso, ala fija o rotante.

Tipo de sensor: fotografía, video, térmico, lidar, etc.

Operador remoto: vuelo visual o navegación autónoma, capacitación requerida, permisos, certificado de aeronavegación.

Legislación: legislación nacional, RAAC y ANAC, comparada, internacional (OACI).

Así como existen tipologías de Drones, también existen algunas clases de sensores que pueden llegar a incorporar:

Sensores para captura de imágenes: son sensores pasivos que capturan la energía electromagnética procedente de las superficies terrestres. Pueden ser fotográficas, infrarrojas, hiperespectrales.

Sensores LIDAR: son sensores activos que se basan en la emisión de un haz de luz que registra los objetos y superficies sobre las que incide, para generar una nube de puntos georreferenciados que permiten ver las características presentes en los objetos.

Sensores geofísicos: toman en tiempo real la información gravimétrica o electromagnética con diferentes resoluciones, son especiales para trabajos geofísicos aéreos.

Sensores radar y sonar: aunque son desarrollos nuevos, se plantean como nuevos aliados para generar información digital en los ámbitos de la topografía y la prospección geológica y oceanográfica.

El uso de la tecnología Drone tiene un gran potencial para las obras civiles y construcciones, debido a que se pueden llegar a zonas de alto riesgo y de difícil acceso, superando cualquier tipo de obstáculos, para ofrecer imágenes y video aéreo o recoger gran cantidad y variedad de datos sin poner en peligro la vida de alguna persona (González et al., 2019). Por lo tanto, cuando se equipan estos Drones con cámaras de alta resolución y/u otros tipos de sensores representan mayor economía, precisión y bajos riesgos frente a los laboriosos estudios de campo y teledetección satelital.

Las ventajas de los drones frente a las tecnologías tradicionales es que complementan la actividad humana con mayor flexibilidad, menor riesgo, de manera más simple y menos costosa que otras soluciones posibles. No existe necesidad que el operario lleve personalmente la estación a lugares arriesgados, tiene mayor cobertura al alcanzar puntos riesgosos o inaccesibles a los medios humanos, captación de millones de puntos para crear un plano preciso de alta resolución y con información de color de las fotografías (González et al., 2019).

El cliente de estos servicios podrá tener las siguientes ventajas en sus obras al usar monitoreo por tecnología Drone: obtención de datos precisos y adaptados al proyecto, datos sistemáticos y continuos de toda la obra en series temporales, evitar pérdidas al tener la trazabilidad completa de la obra, control visual, minimización de costos, facilidad en los procesos de interventoría o realización de certificaciones, reducción del uso de personal para operarlo, facilita el análisis de impacto ambiental de la obra, análisis del estado de los materiales, entre otros (Campo, 2015; González et al., 2019).

Los Vehículos Aéreos no Tripulados (UAV, por sus siglas en inglés) es una de las herramientas tecnológicas que tiene mayor aplicación en la fotogrametría aérea de percepción remota, lo cual la postula como una alternativa para capturar imágenes de alta resolución espacial y temporal (Escalante et al., 2016).

La tecnología Drone permite disminuir los costos de reconocimiento y levantamiento de información de terrenos, áreas y obras; por ejemplo, la inspección y levantamiento de información básica de un área de 8 hectáreas con vegetación moderada pueda tardar en promedio 10 días; mientras que con la fotogrametría con aeronave no tripulada, esta actividad se logra terminar en un periodo máximo de 5 días (Villada & Berrio, 2020).

Finalmente, para la planificación del vuelo, hay que tener en cuenta que las condiciones meteorológicas como la lluvia, la niebla y el viento (con velocidades superiores a los 30 km/h) impiden un adecuado control de la nave y la captura de información con precisión. También es importante tener en cuenta que a la superficie estimada de vuelo hay que incluir un 20% adicional de área para eliminar errores laterales por falta de información. Otro dato importante para obtener información georreferenciada es la luz solar, así, las diferencia entre luces y sombras varían de forma estacional lo que puede limitar la visibilidad parcialmente del área (Fernández & Gutiérrez, 2016). En cuanto a cuestiones técnicas del vuelo, se debe planear con anterioridad la resolución del mismo, de manera que, en trabajos fotogramétricos, la resolución de los datos depende de la altura del vuelo y el enfoque de la cámara, por lo que requiere de calibración previa y el uso de herramientas que permitan la restitución adecuada.

Marco metodológico

Enfoque y método

El enfoque de la investigación es mixto, es decir, involucra datos cuantitativos y cualitativos mediante procesos sistemáticos y empíricos de recolección y análisis. En este estudio de factibilidad se requiere indagar la factibilidad del mercado, técnica, organizacional y financiera, con datos numéricos y cualidades.

Esta investigación es de enfoque descriptivo, puesto que “Busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (Hernández et al., 2010, p. 80). En los resultados de la investigación se describen las tendencias de consumo del servicio, los datos técnicos de los servicios a ofrecer y los datos financieros que soportan la viabilidad.

Población y muestra

La población son las empresas constructoras y contratistas de ingeniería civil que se encuentran en Puerto Boyacá y su área rural de influencia. Estas ascienden a un número de 112, según la Cámara de Comercio de la Dorada y con la aplicación de la fórmula aleatoria de la muestra, se obtiene un número de 87 empresas.

Técnicas e instrumentos de recolección

Se utilizan dos técnicas de recolección de información: la encuesta y la revisión documental. La encuesta es un instrumento que consiste en preguntas cerradas de múltiple opción en donde se determina el tipo de servicios que adquiere el mercado, precios pagados o

disposición a pagar, frecuencia y demás preferencias que han de atenderse con el proyecto (ver anexo 1). La revisión documental consiste en la compilación, análisis y categorización de información escrita digital disponible y que brinda información confiable sobre el proyecto y su factibilidad.

Técnicas de análisis de datos

Los datos cuantitativos se analizan mediante estadísticos descriptivos e indicadores de frecuencia, proporción y crecimiento. Los datos cualitativos se analizan mediante técnicas de análisis de contenido en el que se categoriza la información relevante y se crean relaciones entre ellas y los datos cuantitativos.

Análisis de resultados

Los resultados del estudio de factibilidad de la creación de una empresa de servicios con tecnología Drone para ingeniería civil y construcción se estructuró en cuatro componentes: mercados, técnico, organizacional y financiero.

Estudio de mercados

La factibilidad del mercado permite identificar las tendencias del sector, las preferencias de los consumidores potenciales, la competencia y las estrategias para atender dicho mercado. Todo ello para identificar el tipo de producto a ofrecer, las posibles ventas y bajo qué estrategias de promoción se llevará al mercado.

Análisis del sector.

Las aeronaves no tripuladas ha tenido una tendencia creciente en el desarrollo y comercialización de drones, a tal punto que en el año 2020 se proyectó que este mercado a nivel mundial superara los US \$127.000 millones y en Colombia existen entre 25 y 50 empresas dedicadas a su comercialización (Portafolio, 2019). La demanda de los sistemas de aeronaves no tripuladas (RPAS) en el segmento profesional se estima que aumentará a un crecimiento anual del 4.5%, llegando a 2.91 millones de unidades en 2023 (The Drones Land, 2020). No obstante, otras proyecciones al 2025 indican que el crecimiento será del 14% anual (APD, 2021).

De acuerdo a información recolectada por la Asociación de Profesionales de Drones (APD) las principales actividades realizadas por medio del uso de servicios de Drones son las inspecciones y/o mantenimiento (35%), mapeo (25%), topografía (15%) y fotografía y filmación

(16%) y las principales razones son el ahorro de costos (47%), ahorro de tiempo (60%), mejorar la calidad (59%) y mejorar la seguridad en el trabajo (53%) (APD, 2021).

Las anteriores cifras demuestran que el mercado de los servicios de Drone está en crecimiento y que las principales tareas en las que se requieren estos servicios se relacionan con actividades de ingeniería y construcción.

Preferencias del mercado objetivo.

El mercado objetivo identificado son las empresas jurídicas o naturales dedicadas a la ingeniería civil y construcción con sede en Puerto Boyacá. De acuerdo a los datos de la cámara de comercio de La Dorada, existen 112 empresas con estas características. Se obtuvo una muestra de 87 empresas, con el fin de aplicar un instrumento de recolección de información (ver anexo 1). Los resultados del mismo se muestran a continuación.

La mayoría de empresas encuestadas tienen entre 6 a 9 años de funcionamiento (49%) y le siguen aquellas empresas con menos antigüedad (0-3 años), con el 21%, y aquellas de mayor antigüedad (más de 12 años), con el 16% (ver figura 6). Gran parte de las empresas demuestran con sus años de funcionamiento un grado de estabilidad y solidez en el mercado de la ingeniería y la construcción.

Por su parte, según el número de empleados, la mayoría de empresas son en su mayoría medianas, con el 43.7% de participación en el rango de 101 – 500 empleados, un 24.1% son micro y pequeñas empresas y el 33.3% son grandes empresas (ver figura 7). Generalmente las medianas y grandes empresas tienen recursos más amplios para innovar e incorporar en sus procesos nuevas tecnologías como los servicios de Drone.

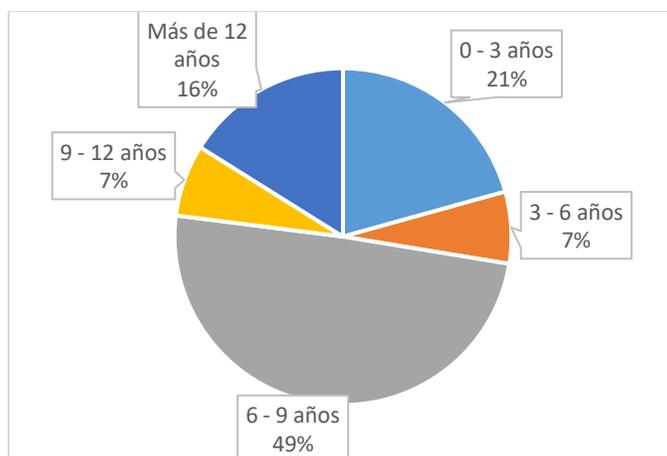


Figura 6. Tiempo de funcionamiento de la empresa.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

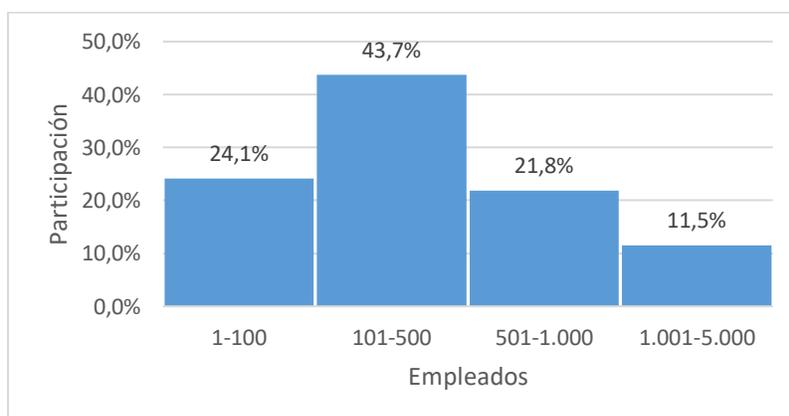


Figura 7. Número de empleados.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

En cuanto a las zonas geográficas de operación de las empresas de ingeniería civil y construcción, la mayoría presta sus servicios en Antioquia, con el 42.5% y Boyacá, con el 25.3% (ver figura 8). Los demás departamentos donde presta servicios son Caldas, Tolima, Cundinamarca, Santander y Meta. Lo anterior implica que, a pesar de tener sede en Puerto Boyacá, las empresas tienen proyectos en otros territorios.

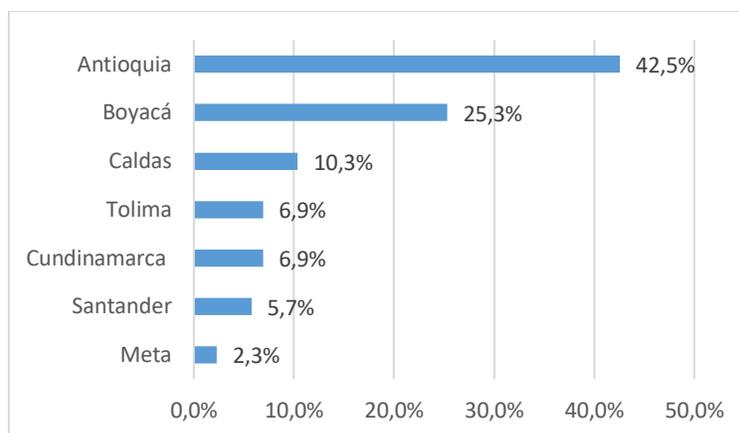


Figura 8. Departamentos donde las empresas tienen proyectos.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

Las actividades principales a las que se dedican las empresas son en el área de construcciones de obras civiles (49.4%); las demás áreas son construcción de vivienda, proyectos ambientales, vías, plataformas petroleras, consultoría y otras obras (ver figura 9).

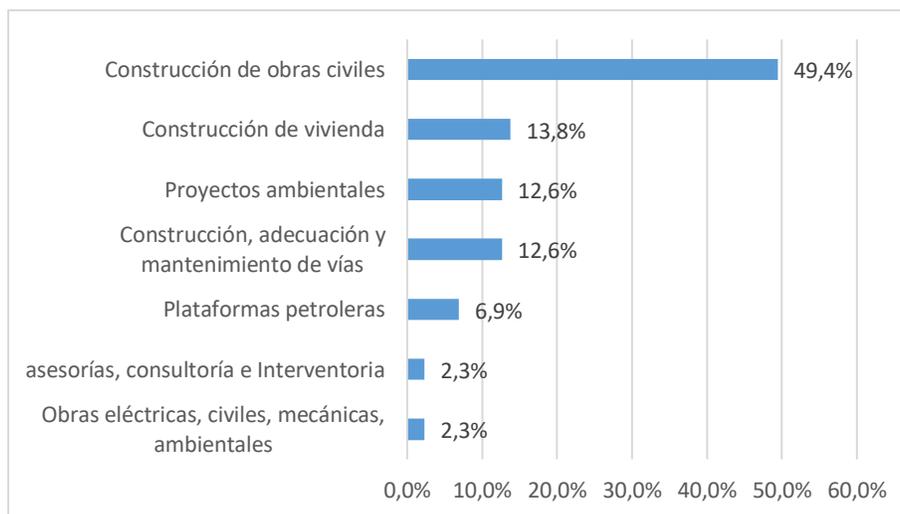


Figura 9. Actividades a las que se dedican las empresas.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

Respecto al uso de la tecnología Drone para llevar a cabo las actividades de la empresa, el 85% de ellas ha utilizado este servicio, mientras que el 15% no lo ha hecho (ver figura 10). Esto implica que un 85% del mercado objetivo conoce ya de precios, proveedores y términos de contratación de estos servicios.

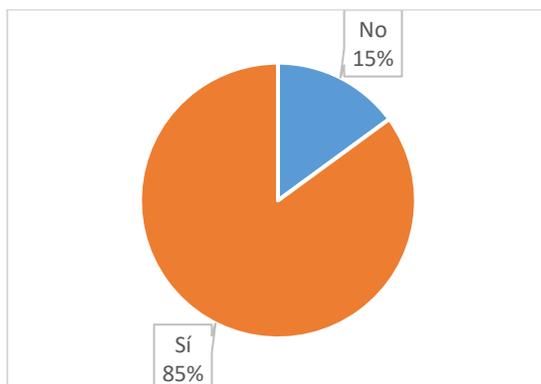


Figura 10. Utilización del servicio de tecnología Drone para llevar a cabo las actividades de la empresa.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

Centrando el análisis en las empresas que no han usado estas tecnologías, el 46% desconocía la existencia de las posibilidades de los drones en su actividad, el 39% porque es muy costoso y el 15% por el desconocimiento de cómo manejar esta tecnología (ver figura 11). Esto implica que en el futuro las acciones de mercadeo pueden enfocarse en esos segmentos que desconocen los beneficios de los drones y en los segmentos que creen que es muy costoso, pero desconocen los ahorros económicos y de tiempo que podrían tener.

Pese al desconocimiento y posibles razones para no haber usado los drones en su actividad, el 92% de las empresas estarían dispuestos a utilizar esta tecnología (ver figura 12), lo cual muestra la factibilidad de implementar el servicio de Drone en esta región.

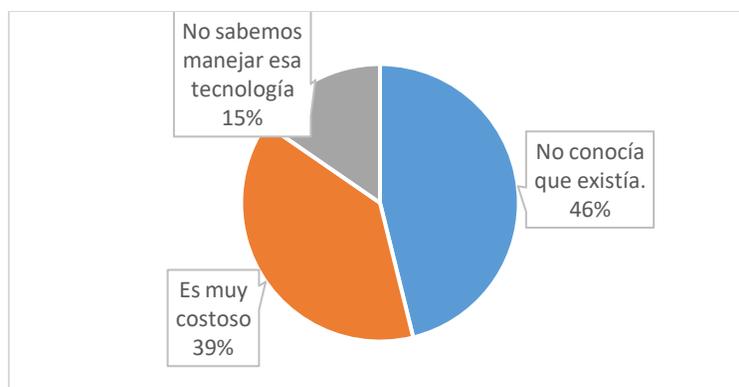


Figura 11. Razones por las que no ha usado la tecnología Drone.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

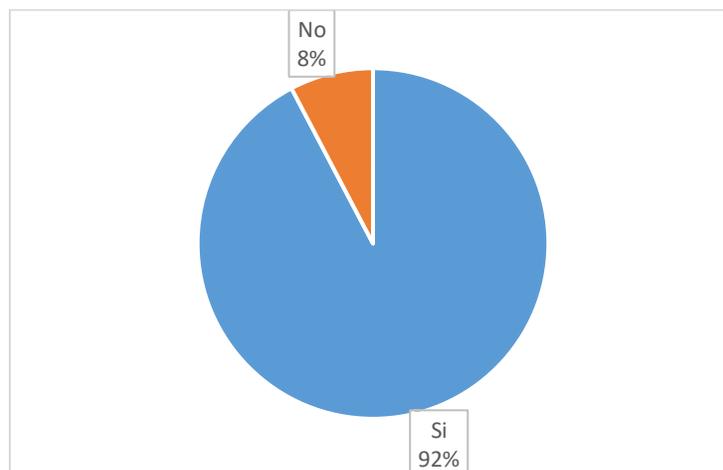


Figura 12. Disposición a utilizar el servicio de tecnología Drone.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

Las actividades en que las empresas utilizarían los servicios de Drone son diversas, no obstante, las principales son: el seguimiento de obras al interior y exterior, comprobación de la calidad de las estructuras, levantamientos topográficos de precisión, estimación de trabajos en carreteras y estimación de la visibilidad en carreteras (ver figura 13).

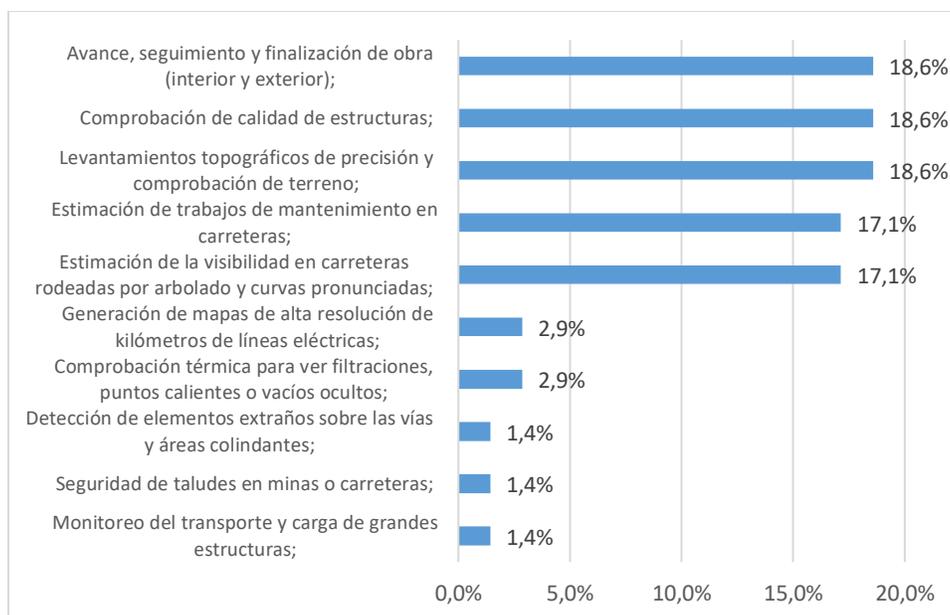


Figura 13. Actividades en las que utilizaría los servicios de Drone.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

Por otro lado, la frecuencia de uso del servicio en las empresas que aún no han utilizado tecnología Drone es principalmente una vez cada seis meses (46%). No obstante, las empresas requieren de estos servicios cada 15 días, una vez a la semana y una vez al mes (ver figura 14).

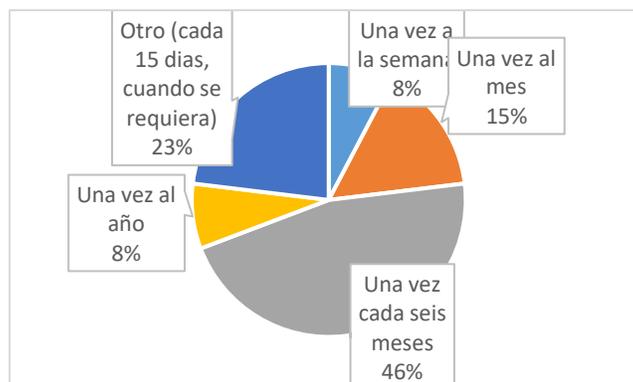


Figura 14. Frecuencia en la que contrataría el servicio de Drone.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

La disposición a pagar se identifica en su mayoría en rangos entre \$300.000 y \$1.000.000 con el 46.2% de participación, seguido por el rango entre \$1.000.001 y \$3.000.000, con el 38.5%. La disposición a pagar de la mayoría de empresas se encuentra entonces principalmente entre \$300.000 y \$3.000.000.

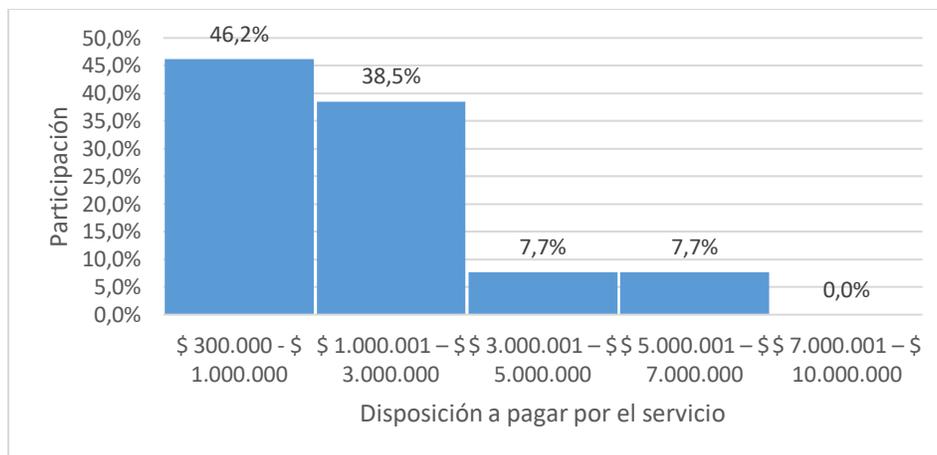


Figura 15. Disposición a pagar por el servicio de Drone.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

Por su parte, las empresas que han usado la tecnología Drone en sus actividades lo han hecho principalmente mediante una contratación de empresas que prestan el servicio (66%) y las demás mediante tecnología adquirida por ellos mismos y personal destinado a su manejo (ver figura 16).

Estas empresas principalmente han utilizado drones para el avance, seguimiento y finalización de obras en el interior o exterior (40.5%), seguido de levantamientos topográficos de precisión (23%) (ver figura 17). Otros usos han sido la comprobación de calidad de las estructuras, estimación de trabajos de mantenimiento en carreteras, seguimiento a poliductos, entre otros.

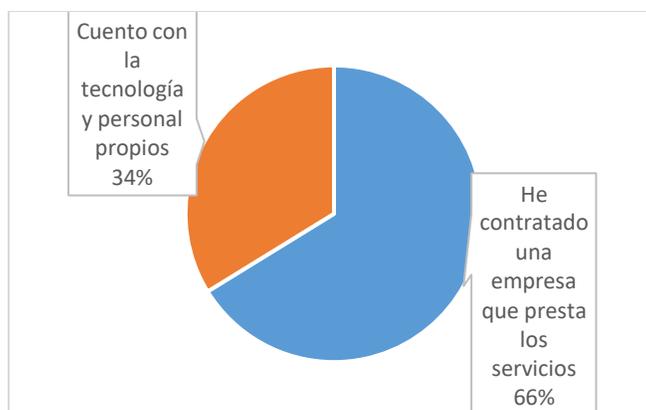


Figura 16. Forma de acceso al uso de tecnología Drone

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

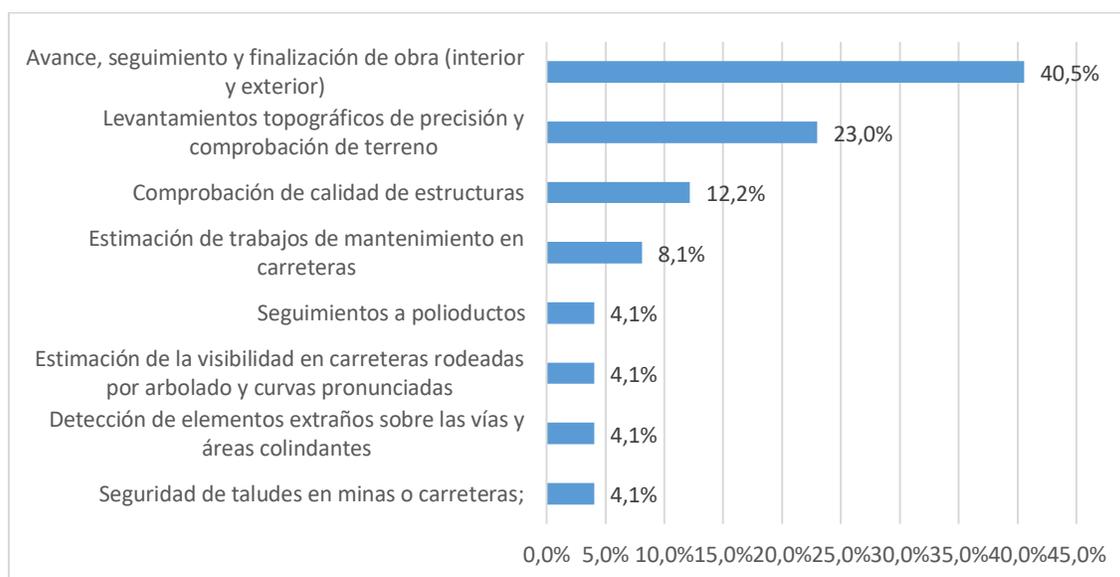


Figura 17. Actividades que llevó a cabo con la tecnología Drone.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

La frecuencia de uso de la tecnología Drone en las empresas que ya han tenido experiencia en ella ha sido una vez por semana (58%) y una vez al mes (26%) principalmente (ver figura 18). Se identifica aquí una diferencia con los resultados de la figura 14 respecto a la frecuencia en que

las empresas que no han usado este servicio, lo utilizarían; en efecto, el uso de la tecnología Drone para el seguimiento de obras y el levantamiento topográfico es más frecuente que lo que estas primeras empresas piensan.

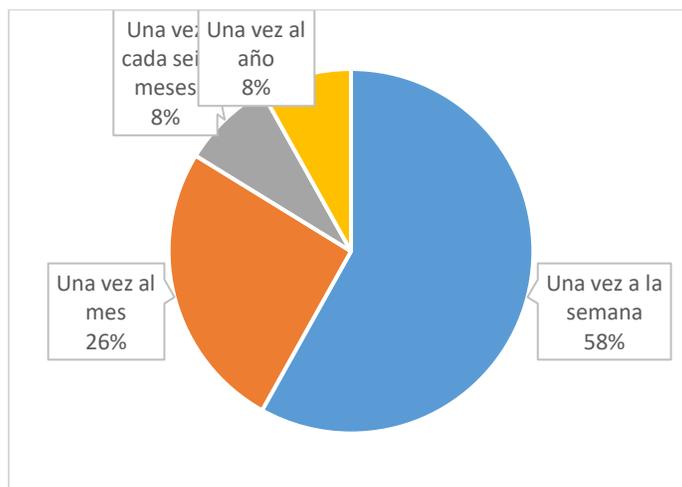


Figura 18. Frecuencia de uso de la tecnología Drone.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

Las preferencias respecto a la elección de un proveedor de servicios de tecnología Drone se encuentran principalmente la calidad del servicio, el cumplimiento y la calidad de la tecnología y software (ver figura 19). Estos elementos son importantes a la hora del diseño de la estrategia de comunicación con el mercado.

Por su parte, las empresas objeto de estudio consideran que la ubicación del proveedor de servicio de tecnología Drone no es relevante (70.1%), lo cual da una amplia perspectiva de expansión de mercados para el proyecto planteado en esta investigación, y a su vez, genera algunas amenazas respecto a la competencia, la cual puede estar en toda Colombia.

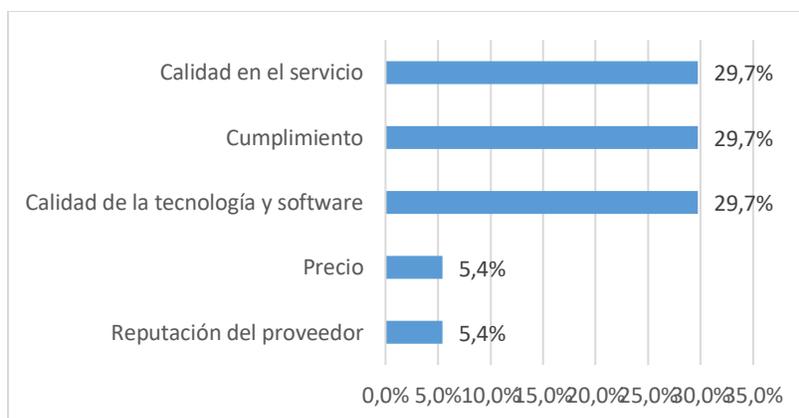


Figura 19. Aspectos más importantes al momento de elegir un proveedor de servicios de tecnología Drone.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

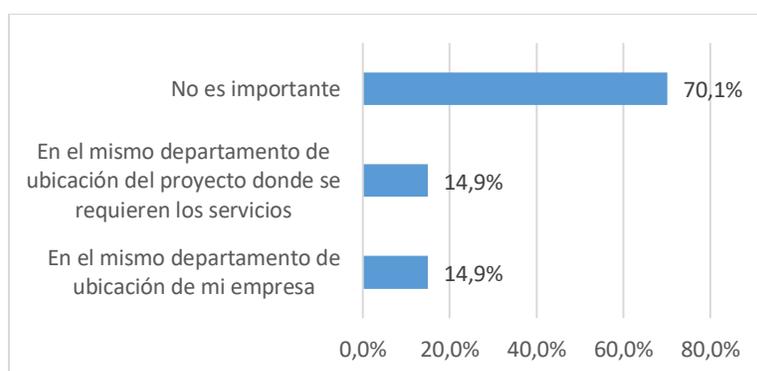


Figura 20. Preferencias respecto a la ubicación del proveedor de servicios de tecnología Drone.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

Finalmente, las empresas que pertenecen al mercado objetivo indican que han encontrado o les gustaría encontrar a los proveedores de servicios de tecnología Drone en páginas Web (78%) y en redes sociales (22%) (Ver figura 21). Estas preferencias demarcan la importancia de utilizar estos medios virtuales para la promoción y comunicación de los servicios de este proyecto.

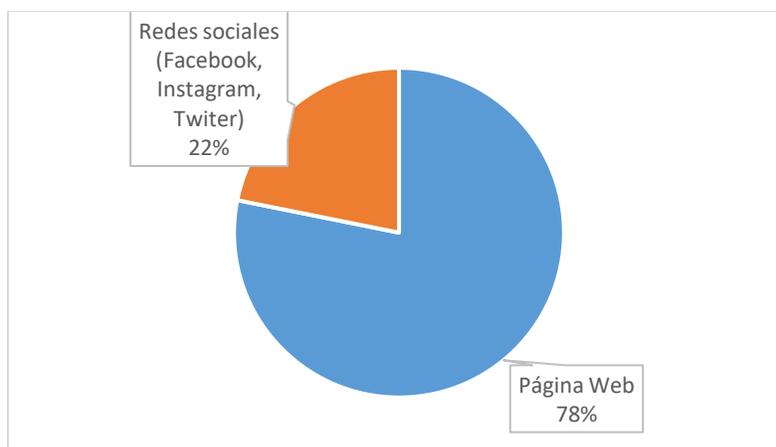


Figura 21. Medios de comunicación donde encontró o le gustaría encontrar a un proveedor de servicios de tecnología Drone.

Fuente: Autor, según estudio de mercado.

Estudio de la competencia

Considerando que el mercado objetivo no ve relevante la ubicación del proveedor de servicios de tecnología Drone (por lo tanto, contrataría uno ubicado en cualquier parte de Colombia) y que en Puerto Boyacá no existen empresas que presten estos servicios, se realizó una indagación en las empresas que estaban ubicadas en ciudades principales en el centro del país, debido a que por costos de desplazamiento representan una competencia para el proyecto; además de ubicarse cerca a los departamentos donde el mercado objetivo tiene proyectos vigentes.

Como se puede observar en la tabla 2, se encontraron 10 empresas que prestan esta clase de servicios, con su respectivo portafolio, y se ubican principalmente en Medellín y Bogotá. Otras ciudades de ubicación fueron Barranquilla, Bucaramanga y Turbaco.

Tabla 2. Empresas proveedoras de servicios de Drone para el sector de ingeniería civil y construcción. Fuente: consulta en la página web de cada empresa.

Empresa	Ubicación	Teléfono	Servicios que oferta
Aerografías e Ingeniería (AF)	Bogotá	(+571) 235 0477 -- 8053 444 -- 8053 447	Consultoría (Técnica, Ambiental y Social). Estudios Socio- Ambientales y Técnicos (EIA's, PMA's ICA's. POT's, PAMCA's). Seguimiento de proyectos y/o obras (Interventorías técnicas, ambientales y sociales). Fotogrametría y restitución fotogrametría. Agricultura de precisión. Fotos y videos publicitarios. Delimitación de predios. Batimetrías. Fumigación, Agricultura Precisión con Dron
Visual Drone	Medellín Cali	317 710 8740 - 312 211 1629	Orto mosaico Imagen georreferenciada a partir de imágenes aéreas Levantamiento Topográfico Curvas de nivel - inventarios urbanísticos - mediciones GNSS Altimetría - Planimetría Post-proceso Procesar fotografías, Georreferenciación, Fotografías, Medición de linderos, perímetros y aéreas Trabajo de Campo Toma de fotografías aéreas. Georreferencias con puntos GPS Comprobación y corrección Trabajo de campo de correcciones. Verificación de linderos. Seguimiento de Obras Vigilancia y Monitoreo - Obra Civil Fotografía y Video Servicio de Drone - alquiler de Drone - Tomas Aéreas Entrega Mapa formato digital PDF. Proyectos de ArcGIS.
Air Photo Colombia	Medellín	Teléfono: - (+57 - 4) 581 86 86 ☎ Celular: +57 (320) 689-77-55	Levantamientos topográficos Construcciones y seguimientos de obras Tour virtual 360 aéreo y terrestre Videos y fotografías aéreas Promoción inmobiliaria aérea Inspecciones en altura Cubrimiento de eventos Venta de equipos y asesoría
Copter Media	Medellín	TELÉFONO: (+4) 4082629 Móvil: 3017242613 - 3003711901	Inspección termográfica Transporte de redes Fotogrametría Seguimiento de obra
Aerial Insights	España	Teléfono: +34 651 76 36 36	Levantamientos topográficos. Actualización de cartografía digital. Generación de mapas topográficos tridimensionales.

			Seguimiento y monitorización de obras. Cálculo de volúmenes y movimiento de tierras. Gestión catastral.
Servitopográficos	Bogotá	320 202 5007 318 2769064	Levantamiento de lotes y fincas Englobes y desenglobes Curvas de nivel Elaboración de planos topográficos Actualización de linderos y corrección de áreas Desenglobe propiedad horizontal
Tecnidrones	Bogotá	(+57) 1 467 30 08 (+57) 316 351 7125	Inspección de infraestructura (Las inspecciones en altura que requerían andamios y colocaban en riesgo a los inspectores son cosa del pasado, Los drones capturan imágenes fijas de alta resolución, videos de alta definición e incluso imágenes térmicas, Los drones son ideales para la inspección rápida y precisa de infraestructura lineal (vías, líneas eléctricas, redes de transporte, poliductos, redes de gas),. Los drones facilitan la inspección de sistemas de paneles solares, puentes, torres de celulares, Seguimiento e informe de la cantidad total y el valor de materiales en la obra., Información comparativa para ver la evolución de una obra, un daño o el estado general de la infraestructura. Procesamiento fotométrico (Ortomosaicos georeferenciados (Geotiff), Exportación de mosaicos de Google en formatos de salida kml y html, Modelos digitales de superficie (MDS), Modelos digitales del terreno (MDT), Archivos shape para visualización en sistemas de información geográfica (Argis, Qgis), Planos en AutoCAD, Asesoría en la programación de sus misiones para que la toma de datos sea exitosa. Oil, gas y minería Energía y comunicaciones Manejo de recursos naturales Agricultura Puertos e industria naval
Aérea Drone	Bogotá	(057) 3154009174	Levantamiento topográfico Tomas de video Full HD Fotografías aéreas Full HD Fumigación de cultivos con Drone Vigilancia en tiempo real Cubrimiento de eventos Mapa tridimensional Promoción inmobiliaria Inspecciones aéreas
Soluciones radiocontroladas de Colombia	Barranquilla	301 360 94 65	Inspecciones aéreas Topografía y levantamientos Cartografía Ortofotografía georeferenciada Modelos digitales de elevación Cálculos volumétricos Mapeo térmico de superficies Desenglobes Estudios Catastrales

Media Drone	Bucaramanga	(+57) 318 802 4646 - (+57) 300 781 4090	Levantamientos topográficos Fotogrametría digital Inspección y supervisión Fotografía aérea Video publicitario Fotografía 360°
Drone Services Colombia	Turbaco (Bolívar)	3172551861	Fotogrametría Topografía aérea Restitución cartográfica Control y desarrollo urbanístico Cartografía y vías Cálculos volumétricos Inspecciones Alta tensión e industria Fachadas y cubiertas Medio ambiente Cuencas hidrográficas Agricultura de precisión NDVI Fotografía y video aéreo Construcción (obras finalizadas, raiders, seguimientos de obras) 360° y Tour Virtual Empresarial Topografía Posicionamiento satelital (GPS)

Para realizar un estudio de los precios que actualmente se manejan en el mercado, y dada la diversidad de servicios, se solicitó cotización a las empresas identificadas como competencia los productos que se observan en la tabla 3, según las condiciones de la obra y tipo de servicio.

Tabla 3. Servicios y entregables solicitados en cotización con la competencia. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de servicio	Obra o terreno	Tipo de entregables finales
Levantamiento topográfico	Terreno de 10 Ha (100,000 m2), vegetación intermedia	Ortofoto - fotogrametría Planimetría y curvaturas de nivel
	3 km de vía terciaria	
Inspección y seguimiento de obras	Cancha cubierta de 8,5 metros de altura y 42 x 25	Inspección aérea (foto, video) Seguimiento periódico de obra (en promedio 2 días al mes) Termografías
	Edificio de 10 pisos (3,600 m2 de área)	
	Puente de 100 metros de longitud y 10 mts de alto	
	10 Torres eléctricas alta tensión (20 mts altura) a 300 mts promedio de distancia	

Aunque los precios pueden variar dependiendo los productos finales requeridos, frecuencia de contratación, negociaciones con el proveedor, los datos presentados en la tabla 4 son una aproximación a los precios que actualmente se manejan en el mercado por los servicios de levantamiento topográfico (tomando como ejemplo 10Ha) e inspección y seguimiento de obras (1 día de trabajo). Como se puede observar, los precios se manejan en un rango variado según la empresa, pero un promedio del precio del levantamiento topográfico se encuentra en 2.500.000 tomando como ejemplo 10 hectáreas y la inspección y seguimiento de obras un valor de 2.200.000 el día.

Tabla 4. Precios de mercado del servicio de Drone para levantamientos topográficos, inspección y seguimiento de obras. Fuente: Elaboración propia, basado en cotizaciones obtenidas.

Empresa	Levantamiento topográfico (10 Ha)	Inspección y seguimiento de obras (día)
Visual Drone	2.500.000	2.500.000
Tecnidrones	4.370.000	4.370.000
Aérea Drone (APPTLAX Innova)	2.680.000	750.000
Soluciones radiocontroladas de Colombia	1.800.000	1.800.000
Media Drone	2.500.000	2.280.000

Los entregables en cada uno de estos servicios se encuentran fotogrametrías, ortomosaicos videos, modelos digitales de elevación, planos en CAD, coordenadas, entre otras. Se planteó la posibilidad de prestar el servicio termografías, por lo tanto, se indagó sobre este servicio. No obstante, como se pudo ver en el estudio de mercado, este servicio es poco contratado, razón por la que no todas las empresas lo prestan. Como este servicio requiere tener cámaras más especializadas, su costo y precio de la hora de vuelo se eleva entre un 80% y 150%.

Estrategias de mercado

Para el diseño de las estrategias de mercado se tuvo en cuenta el modelo de las 4P: precio, producto, plaza y promoción.

Precio.

El precio de los servicios inicialmente se determina según los valores que el mercado maneja actualmente, ajustándose a los valores más bajos como una forma de entrar al mismo y darse a conocer con el mercado objetivo. En ese caso, el levantamiento topográfico tendrá un valor base de 2.500.000 para 10 – 50 ha y aumentará con mayor extensión. Mientras tanto la inspección y seguimiento de obras tendrá un valor base de 2.200.000 el día y modificable según la frecuencia de contratación y el tipo de entregables a manejar.

Producto.

De acuerdo al estudio de mercado, los servicios que frecuentemente utilizan las empresas del mercado objetivo pueden agregarse en dos tipos: levantamientos topográficos de precisión e inspección y seguimiento de obras. Los entregables estándar en cada uno de estos servicios serán los que se visualizan en la tabla 5.

Tabla 5. Entregables de los servicios Drone a proveer al sector de ingeniería civil y construcción.

Fuente: Autor basado en los servicios que se referenciaron en cotizaciones consultadas.

Levantamientos topográficos de precisión	Inspección y seguimiento de obras
Plano topográfico firmado por topógrafo basado en la ortofoto. Imagen de Ortomosaico georreferenciado con coordenadas Magna SIRGAS IGAC, formato (*.TIFF). Imágenes antes de procesado. Registro fotográfico del predio.	Video sin edición de la estructura. Video sin edición de la obra y su área de influencia (duración máxima de 10 min); Imágenes RGB de alta resolución de la estructura de la torre desde diferentes direcciones (barrido 360°). Imágenes crudas horizontales y verticales de la estructura desde diversos ángulos para mostrar los

<p>Base de datos geográfica o SHP con los elementos requeridos georreferenciados con alta precisión (Desviación estándar media 4 a 20 cm en coordenadas horizontales). Informes de calidad. Curvas de nivel precisión (A petición del cliente) Modelo digital de Elevación MDE Modelo digital de Terreno MDT Videos reales del predio tomada en altura. Teselas de google maps y kml, permitiendo la exactitud de la geo referencia y del lote 1 plano por predio con delimitación predial debidamente identificado firmado por profesional especializado, (Valido para trámites ante entidades públicas) no tiene un costo adicional.</p>	<p>detalles de interés y con las cuales se podrá hacer seguimiento del avance de la obra en orden cronológico. De las obras verticales (edificio) se entregará un ortomosaico sobre el cual se podrán tomar dimensiones y hacer comparativos durante las diferentes etapas del Proyecto. Vídeos timelapses mensuales. Edición dinámica con zooms y paneos. Mezcla de videos aéreos, terrestres con el vídeo timelapse. Superposición del logo de la empresa, textos y vos en off.</p>
---	--

Estos servicios se ofrecerán bajo el nombre comercial de “Drone Services”, bajo el cual estará constituida la empresa y se hará la promoción de los servicios.

Plaza.

La empresa “Drone Services” tendrá una oficina en Puerto Boyacá desde donde manejará los sistemas de información y administración de agenda de trabajo. No obstante, los servicios se prestarán en todo el país, comenzando la expansión en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Santander y Cundinamarca a solicitud de los proyectos y clientes.

Promoción.

La promoción se hará por medio de la creación de una página Web y el manejo de redes sociales. A partir de allí se pagará publicidad en Facebook y google enfocada en personas y empresas dedicadas a la ingeniería civil y construcción en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Santander y Cundinamarca. Se tratará de manejar algunos descuentos con clientes que sean frecuentes y se transmitirá un mensaje de calidad, profesionalismo, cumplimiento,

vanguardia tecnológica en los servicios de levantamiento topográfico de precisión y seguimiento de obras.

Estudio técnico

En esta subsección se describen los requerimientos técnicos, tecnológicos y de infraestructura que son necesarios para crear la empresa y prestar los servicios.

Requerimientos técnicos y de equipos

Para la prestación de los servicios Drone se requieren equipos de vuelo no tripulado como los que se observan en la tabla 6. Se eligen estos modelos porque son los que han demostrado tener adecuada relación calidad - precio y sus capacidades.

Tabla 6. Modelos de Drone factibles para adquirir. Fuente: Visual Drone (2021)

PHANTOM 4	MAVIC PRO
	
<p>Grabación en ultra HD (Resolución de 4K) Autonomía de vuelo de 27 minutos por batería. Vuelo de precisión. Sensores frontales y de aterrizaje. Sistema interno de regreso al punto de partida. Máxima velocidad de vuelo (Hasta 72 km/h) Alcance de hasta 4km en horizontal y 500m en vertical. Fotografía en formato JPG y DNG (RAW) de 12,4 megapíxeles.</p>	<p>Alcance de hasta 7km en horizontal y 500m en vertical. Vuelo de precisión. Máxima velocidad de vuelo (Hasta 64 km/h) Grabación en ultraHD (Resolución de 4K a 30 fps) Fotografía en formato JPG y DNG (RAW) de 12 megapíxeles. Sistema interno de regreso al punto de partida. Sensores frontales y de aterrizaje. Autonomía de vuelo de 25 minutos por batería.</p>

También es necesario un sistema GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite), el cual permite posicionar geoespacialmente el terreno o estructura a fotografiar, filmar o analizar (ver figura 22).



Figura 22. Sistema GNSS GR-5 TOPCON L1/L2.

Fuente: RMS geoespacial (2021)

Por su parte, los paquetes software necesarios para el procesamiento de información y que se requieren adquirir son:

PIX 4D Capture: paquete de software que combina gran cantidad de imágenes aéreas para procesarlas en precisos mapas profesionales 2D y modelos 3D.

ArcGIS: sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar y distribuir información geográfica.

Finalmente, se necesita equipo de cómputo con capacidad de memoria (>8Mb RAM) y almacenamiento para procesamiento de datos (> 2 teras), 2 escritorios y 4 sillas.

Infraestructura

Para llevar a cabo la propuesta no se requieren grandes infraestructuras. Se necesita tener una oficina con su respectivo mobiliario.

Proceso de prestación del servicio.

El proceso de prestación de los servicios de Drone se llevan a cabo por etapas, las cuales son:

Planificación en oficina.

Planificación de misión (Firmware, Misión Planner, tiempos de vuelo, ciclos, sensores)

Solicitudes de permisos de vuelo (dueño del predio, Aerocivil, Fuerza aérea, otros.)

Planimetría de operación (roles de recursos humanos, observadores, tiempos, logística).

Checklist:

Baterías Drone

Hélices

Baterías Control

Drone

Pantallas

Herramientas

Indicadores visuales del equipo

Permisos aprobados.

Checklist pre-vuelo

Verificar puntos de operación

Condiciones climáticas (lluvia, visibilidad)

Planimetría de operación (roles de recursos humanos, observadores, tiempos, logística)

Determinación de “Home Point”

Determinación de estación de tierra

Puntos de observación y control

Armar / posicionar estación de tierra

Armado Drone – UAS

Aseguramiento de estructura

Antenas

Conectar estación de tierra Drone / UAS

Validar enlaces de señal inalámbrica

Telemetría / FPV / GPS

Calibración

Peso y balance

Checklist 360°

Verificar conexiones

Verificar integridad estructural

Movimiento y mecanismos móviles

Verificar elementos operativos abordo

Ubicar el Drone / UAS en el “Home Point”

Encender Radiocontrol

Encender Drone / UAS

Vuelo.

Cargar misión de vuelo en planificador de vuelo (Mission Planner - computadora)

Calibrar el “Home Point” en el planificador de vuelo

Cargar la misión al Drone / UAS desde planificador de vuelo

“Limpiar” o borrar misión en el planificador de vuelo

“Leer” la misión desde el Drone

Inscripción en bitácora de vuelo

“Armar” Drone / UAS (activar motores)

Inicio de vuelo UAS

Post vuelo

Desarmar motores

Des-energizar Drone / UAS

Apagar radio control

Bitácora de vuelo (cierre de vuelo)

Validar información registrada por el Drone / UAS (Extraer tarjetas SD, etc)

Checklist 360°

Verificar conexiones

Verificar integridad estructural

Fin de misión

Nueva misión o fin de operación

Desarme de Drone / UAS

Desarme estación de tierra

Procesamiento de la información

Retoque y corrección radiométrica de imágenes.

Verificación de Georreferenciado de imágenes.

Re-Calibración de cámaras.

Preprocesamiento.

Procesamiento Puntos de Control GNSS.

Generación de nube de puntos densificada.

Restitución fotogramétrica.

Generación de modelo digital de terreno y elevación.

Generación de ortofotografías.

Generación y cálculo de coberturas según metodología CORINE LAND COVER para escala entre 1:2000 & 1:10000 según requerimientos y mediante el uso de la técnica de clasificación supervisada.

Procesamiento de datos y digitalización

Para la elaboración de los planos primero se descargan los datos y se procesan, verificando en cada punto su precisión centimetrada.

Depuración e importación en el software ARCGIS de la nube de puntos crudos levantados.

Los puntos depurados del estudio estarán contenidos en un único archivo con extensión

*.txt (delimitado por comas), y se encuentran contenidos gráficamente en el archivo *.shp o

*.dwg del dibujo en capas independientes; estas contienen la información X, Y, Z y descripción correspondiente para cada punto levantado.

Importación de puntos en el programa GIS donde se procede a unir los puntos entre linderos levantados, para de esta manera conformar la planimetría de las áreas de estudio. Por último, se hace la salida grafica de los planos mediante la adición de su respectivo rotulo, toponimia, cuadro de convenciones, cuadrícula de coordenadas, cuadro de coordenadas entre otros.

Análisis catastral y superposición de datos con la base catastral del IGAC para verificar la posición del predio con respecto a los datos jurídicos (escrituras y certificados de tradición y libertad) y físicos (levantamiento topográfico).

Como resultado final de las actividades de Procesamiento de datos y digitalización del plano, se realizan los planos a escala respectiva de su área levantada, el cual se anexa en el CD adjunto a este informe en un archivo con extensión *.shp y *.dwg; además del respectivo listado de puntos georreferenciados con las características (# Punto, N, E, Z, Descripción, precisión, etc), el cual se anexa en el CD adjunto en un archivo con extensión *.txt.

Estudio organizacional

En esta subsección se relatan los aspectos legales a tener en cuenta para la operación de la empresa, el personal requerido y la estructura organizacional.

Aspectos legales a tener en cuenta.

La Aeronáutica civil es la autoridad colombiana del espacio aéreo nacional. Bajo ella está reglamentada la operación de drones en el país (resolución 4201 de 2018), en la que se reglamenta la operación de sistemas de aeronaves no tripuladas UAS en aspectos como ámbitos de aplicación, clases de operaciones (abierta, regulada, certificada), régimen sancionatorio por violación al espacio aéreo, condiciones, limitaciones, guía del contenido del manual de operaciones y mantenimiento, entre otros.

Además de la constitución legal de la empresa, el piloto de drones debe certificarse con la Aerocivil, entidad que autoriza realizar determinadas operaciones con aeronaves no tripuladas.

Esto se realiza por medio de los siguientes pasos:

1. Obtener certificado de operación de aeronaves no tripuladas: se debe tener capacitación y obtener certificación en una entidad oficial.
2. Definir los usos y forma de utilización de los drones en el país: se debe definir si el uso de los drones será para fotografía y video, fotogrametría, agricultura de precisión, seguridad, logística, entre otros.
3. Crear y ejecutar el manual de operaciones: en este documento se detallan todos los procedimientos a ejecutar como explorador u operador de drones. Entre otras cosas se deben incluir: definiciones, vistas de la aeronave, información de quien explota la operación, responsabilidades, detalles técnicos de la aeronave, áreas de operación,

- prevenciones y riesgos, procedimientos según las etapas de operaciones, emergencias incidentes, accidentes y manual de la aeronave.
4. Solicitar la inclusión en la base de datos de la Aerocivil: implica detallar información de la empresa (explotador) y operador (piloto), características y funcionamiento de los equipos a utilizarse, detalles de seguridad e importación del equipo y los procesos a ejecutarse y comunicaciones a llevarse a cabo con los miembros del espacio aéreo.
 5. Solicitud de permiso para el primer vuelo: Se debe solicitar aclarando las características de la misión de vuelo indicando las siguientes características: hora, lugar, coordenadas, medidas de seguridad, tipo de misión, manejo de incidentes o accidentes, protocolos de emergencias, distancias y duración del vuelo.
 6. Registro documental ante la Aeronáutica: se radica la documentación ante la entidad y esperar respuesta de los permisos.

Dado que las actividades a realizarse en el proyecto abarcan la captura de imágenes y video, pero pueden requerirse en el sector urbano y rural, el tipo de licencia a obtener es clase B (regulada), la cual aplica para drones que tienen un peso superior a 25kg y hasta 150kg. Las condiciones de esta clase son:

Vuelos en ciudades y fuera del casco urbano.

Lejos del espacio vital de las personas.

Autorizado para vuelos diurnos

Lejos de aeropuertos.

Operaciones autónomas.

Vuelos de máximo 750 mts horizontales

Personal requerido

El personal requerido para ejecutar el proyecto y llevar operaciones de la empresa son:

Piloto de RPAS: encargado de los vuelos de levantamiento topográfico e inspección, el cual debe estar certificado ante la Aerocivil.

Auxiliar: es quien acompaña al piloto en la instalación del sistema GNSS y apoyar todos los pasos requeridos en el prevuelo, vuelo y post vuelo.

Ingeniero catastral: encargado de la elaboración de planos en la escala requerida, nube de puntos crudos, realizar análisis catastral y posición del predio respecto a datos jurídicos.

Gerente: encargado de la gestión comercial y administrativa de la empresa, además del apoyo de proceso de diseño y entregas de materiales finales al cliente.

Estructura organizacional

Teniendo en cuenta el personal requerido, la estructura organizacional la encabeza el gerente y bajo su mando se encuentran el piloto de Drones, el ingeniero catastral, y en un nivel inferior el auxiliar de apoyo.

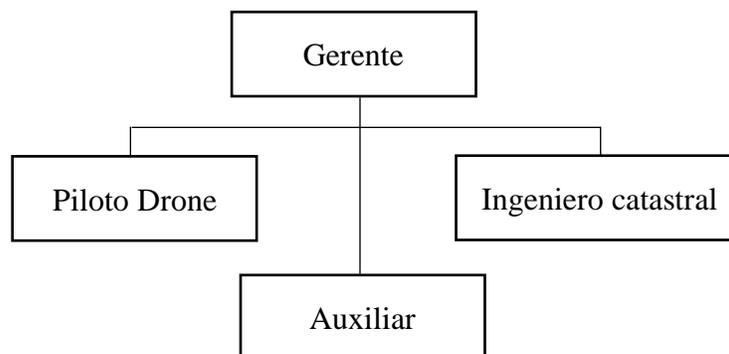


Figura 23. Estructura organizacional

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Cargos y funciones de la empresa. Fuente: Adaptado de Clasificación Nacional de Ocupaciones (2021)

Cargo	Funciones
Gerente	<p>Planear, organizar, dirigir y controlar las operaciones de instalaciones comerciales, de recreación y transporte.</p> <p>Planear, organizar y dirigir servicios administrativos como señalización, limpieza, mantenimiento, parqueo, protección y seguridad de las instalaciones.</p> <p>Planear y manejar el presupuesto de mantenimiento y operación de las instalaciones.</p> <p>Preparar los informes y estadísticas relacionadas con las áreas que estén bajo su responsabilidad.</p> <p>Participar en la selección y desarrollo de programas de entrenamiento de personal.</p>
Piloto	<p>Pilotear drones para la toma de fotografía y video.</p> <p>Proveer servicios de aerofotografía.</p> <p>Dirigir las actividades durante el vuelo</p> <p>Entrenar pilotos en la utilización de nuevo equipo.</p> <p>Monitorear la operación y funcionamiento de la aeronave durante el vuelo.</p> <p>Instruir a los auxiliares en los procedimientos, técnicas de vuelo y reglamento de vuelo.</p>
Ingeniero catastral	<p>Analizar, calcular, coordinar, planear, diseñar, administrar y gerenciar proyectos de levantamientos georreferenciados, geoespaciales y de geomática, aplicados a obras civiles, viales, acueductos, vías de comunicación terrestre, obras hidráulicas viales, manejo ambiental, sistemas de riesgo, pavimento, ordenamiento territorial, entre otros.</p> <p>Dirigir análisis técnicos de campo para desarrollos topográficos, cartográficos, fotogramétricos, de teledetección, geodésicos y sistemas de información geográfica.</p> <p>Planear, dirigir, supervisar o conducir procedimientos topográficos de superficies de tierra con fines diversos, como el trazado de mapas, la preparación de planos, control de obras civiles o para establecer límites de propiedades, subdivisión de tierras para desarrollo urbano o rural.</p> <p>Supervisar la preparación y compilación de todos los datos, planos, cartas, registros y documentos relacionados con la medición de propiedad raíz.</p> <p>Elaborar y dirigir levantamientos topográficos para proyectos petroleros, industriales, mineros, agronómicos, hidráulicos, viales, geotécnicos, y ciencias forenses.</p>

	<p>Asesorar y proveer consultoría sobre materias relacionadas. Supervisar a topógrafos, cadeneros y demás cargos técnicos, tecnólogos y profesionales a su cargo.</p>
Auxiliar	<p>Preparar especificaciones de construcción, costos, cálculos de materiales y programaciones del proyecto y presentar informes. Supervisar o realizar la medición de áreas, inspecciones o estudios técnicos de topografía, sistemas de drenaje y de suministro de agua, vías, bases y estructuras para proveer información en la elaboración de proyectos de ingeniería. Asistir en el desarrollo de diseños arquitectónicos preparando dibujos de modelos y validando planos de acuerdo con especificaciones y requerimientos técnicos. Supervisar e inspeccionar proyectos de construcción e infraestructura en actividades como preliminares de obra, construcción de estructuras, pavimentos, instalaciones técnicas y de acabados, entre otros. Preparar documentos de propuestas y contratos como apoyo a la planeación y programación de proyectos. Tomar y ensayar muestras, y medir propiedades de suelos, concreto y asfalto según normativa y especificaciones técnicas.</p>

Estudio financiero

En esta sección se presentan los recursos financieros necesarios para llevar a cabo la operación del proyecto durante 5 años y el porcentaje de rentabilidad calculado, lo que determina su rentabilidad.

Proyección de ventas

Las ventas se estimaron de acuerdo a los resultados de la encuesta teniendo en cuenta que, del total de la población de 112 empresas de la región, no se consideran: el 34% que ya implementa esa tecnología dentro de sus empresas, el 8% que no contrataría los servicios, el 20% que estaría dispuesto a pagar \$2.200.000 y más por el servicio y las que finalmente se decidan contratar (ver tabla 8). De este mercado final, se estimó la cantidad de servicios al año que se contratarían teniendo en cuenta la frecuencia en que estas empresas contratarían los servicios, dando un total de 116 servicios, 58 relacionados con topografía y fotogrametría y 58 con seguimiento e inspección de obras.

Tabla 8. Estimación del número de servicios demandados a la empresa en el año. Fuente: elaboración propia.

Filtro	Número de empresas	No de servicios al año
Población de empresas Puerto Boyacá	112	1.295
No tienen tecnología propia	74	855
Contrataría el servicio	68	786
Disposición a pagar el precio de 2.200.000 y más	14	157
Empresas que finalmente deciden adquirir los servicios	10	116

Teniendo en cuenta el precio promedio propuesto para el levantamiento topográfico (\$2.500.000) y el seguimiento e inspección de obras (\$2.200.000) se estima que en el año se

tendrían ventas por \$271.660.000; no obstante, cuando hay clientes que contratan visitas periódicas o paquetes más grandes de servicios, existen posibilidades de descuento, por lo tanto, las ventas se estiman por \$244.494.000 y aumentaría el 10% cada año (ver tabla 9).

Tabla 9. Cálculo del número de servicios al año y valor total de ventas. Fuente: elaboración propia.

Servicio	Precio promedio por servicio	Semana	Mes	Semestre	15 días	Total, servicios en el año	Total, ventas en el año
Levantamiento topográfico (5-10 Ha)	2.500.000	21	9	5	23	58	144.500.000
Inspección y seguimiento (día)	2.200.000	21	9	5	23	58	127.160.000
Total		42	18	10	46	116	271.660.000
Valor total ventas teniendo en cuenta descuento por paquetes							244.494.000

Inversión

La inversión planteada para el proyecto consiste en la adquisición de 2 drones con sus respectivos sistemas de navegación satelital (SNSS), computadores, equipo de oficina, capital de trabajo y los gastos de constitución y certificación requeridos legalmente por la Aerocivil para operar (ver tabla 10). Esta inversión asciende a \$91.000.000.

Tabla 10. Inversión del proyecto. Fuente: elaboración propia.

Inversión	Cantidad	Precio	Total
Drone	2	8.000.000	16.000.000
Sistema de navegación GNSS	2	30.000.000	60.000.000
Computadores	2	3.500.000	7.000.000
Equipo de oficina	2	500.000	1.000.000
Gastos de constitución y certificación	1	5.000.000	5.000.000
Capital de trabajo	1	2.000.000	2.000.000
Total			91.000.000

Gastos de operación

En la operación se calcularon salarios mensuales del gerente en \$2.800.000, del ingeniero catastral de \$2.300.000, del piloto drone de \$1.500.000 y el auxiliar de \$1.000.000, junto con sus prestaciones sociales (ver tabla 11). También se tuvo en cuenta el arriendo de la oficina, servicios de electricidad, el costo de las licencias de software Pix4D y ArcGis, presupuesto para comunicación y promoción, servicios contables, papelería, depreciación e intereses. Los intereses se calcularon al sacar un crédito de \$91.000.000 para la inversión inicial, con un plazo de 60 meses y a una tasa del 20% efectivo anual. Estos gastos anuales del proyecto son de \$218.042.149.

Tabla 11. Gastos anuales del proyecto. Fuente: elaboración propia.

Gasto	Valor Anual
Salarios	91.200.000
Prestaciones sociales	54.720.000
Arriendo	6.000.000
Servicios electricidad	1.200.000
Renovación de licencias Software	12.000.000
Baterías, repuestos y mantenimiento	9.600.000
Presupuesto comunicación y promoción	6.000.000
Servicios contables	3.600.000
Papelería	1.200.000
Depreciación	16.800.000
Intereses	15.722.149
Total	218.042.149

Evaluación financiera

Teniendo en cuenta estos ingresos, egresos e inversiones, se calculó el flujo de caja del proyecto con el fin de considerar el descuento de impuestos y el cálculo de la rentabilidad. Se identifica que en el año 1 queda una ganancia de \$22.823.224 y se incrementa cada año.

Tabla 12. Flujo de caja y evaluación financiera. Fuente: elaboración propia.

Detalles	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso operacional		244.494.000	268.943.400	295.837.740	325.421.514	357.963.665
Gastos de operación		218.042.149	224.812.438	231.554.386	238.193.202	244.635.687
Salarios		91.200.000	95.760.000	100.548.000	105.575.400	110.854.170
Prestaciones sociales		54.720.000	57.456.000	60.328.800	63.345.240	66.512.502
Arriendo		6.000.000	6.300.000	6.615.000	6.945.750	7.293.038
Servicios electricidad		1.200.000	1.260.000	1.323.000	1.389.150	1.458.608
Renovación de licencias Software		12.000.000	12.600.000	13.230.000	13.891.500	14.586.075
Baterías, repuestos y mantenimiento		9.600.000	10.080.000	10.584.000	11.113.200	11.668.860
Presupuesto comunicación y promoción		6.000.000	6.300.000	6.615.000	6.945.750	7.293.038
Servicios contables		3.600.000	3.780.000	3.969.000	4.167.450	4.375.823
Papelería		1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
Depreciación		16.800.000	16.800.000	16.800.000	16.800.000	16.800.000
Intereses		15.722.149	13.276.438	10.341.586	6.819.762	2.593.575
Ganancia gravable		26.451.851	44.130.962	64.283.354	87.228.312	113.327.979
impuesto de renta		8.200.074	13.680.598	19.927.840	27.040.777	35.131.673
Ganancia neta		18.251.777	30.450.363	44.355.514	60.187.535	78.196.305
Costos de inversión	91.000.000					
Drones	16.000.000					
Sistema de navegación GNSS	60.000.000					
Computadores	7.000.000					
Equipo de oficina	1.000.000					
Gastos de constitución y certificación	5.000.000					
Capital de trabajo	2.000.000					
Amortización del crédito		12.228.553	14.674.264	17.609.116	21.130.940	25.357.127
Recuperación capital de trabajo						2.000.000
Depreciación		16.800.000	16.800.000	16.800.000	16.800.000	16.800.000
Flujo de caja neto	(91.000.000)	22.823.224	32.576.100	43.546.398	55.856.595	69.639.178
Evaluación financiera						
TIR	32%					
VPN	\$75.645.458,17					

La evaluación financiera final indica una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 32%, es decir, al final de los 5 años, en promedio el proyecto logra un valor agregado del 32% del valor de inversión inicial. El Valor Presente Neto (VPN) es positivo y asciende a \$75.645.458,17, lo cual indica que el proyecto es favorable y factible de realizarse.

Conclusiones

El avance tecnológico favorece los procesos ingenieriles con el fin de lograr mayor eficiencia y calidad en obras y construcciones. Los drones se han posicionado como una herramienta que ahorra tiempo y obtiene miradas de las obras civiles que antes no se obtenían con tal precisión. De allí que el uso de estos dispositivos sea una necesidad cada vez más imperante en las empresas de construcción e ingeniería civil.

Este proyecto de factibilidad determinó que en el municipio de Puerto Boyacá y su región tiene el 66% de las empresas de construcción que no poseen incorporada la tecnología drone dentro de sus procesos y el 92% de ellas está dispuesta a contratar estos servicios. Adicional a esta factibilidad del mercado, se encuentran empresas que prestan los servicios en la región y en el análisis de competencia se consideraron sus ofertas y precios. Se desarrollaron estrategias de precio, producto, plaza y promoción.

A nivel técnico se concluye que el proyecto requiere fundamentalmente de aeronaves no tripuladas, un sistema de posicionamiento satelital (GNSS) y software especializado para mapeo, video y manejo de imagen; además de pasos estructurados de operación antes, durante y después del vuelo y servicio. Desde el punto de vista organizacional se identifican las necesidades de personal en gerencia, ingeniero catastral, piloto y auxiliar, además de la importancia de constituirse legalmente y acceder a la certificación de la Aerocivil.

Finalmente, el proyecto resulta factible al presentar ventas al año de 244.494.000 y ganancias al final de la operación, después de impuestos e intereses de financiación, de 22.823.224. Los indicadores de evaluación financiera indican que se tiene una rentabilidad del 32% en 5 años y un valor presente neto positivo de \$75.645.458,17. El proyecto requiere una alta

inversión en equipos, pero la aplicación de conocimientos y los servicios prestados con las condiciones del mercado lo hacen factible a nivel tecnológico y financiero.

Referencias bibliográficas

- Addati, G. A., & Pérez, G. (2014). *Introducción a los UAV's, Drones o VANTs de uso civil* (Working Paper N.º 551). Serie Documentos de Trabajo.
<https://www.econstor.eu/handle/10419/130802>
- APD. (2021). *Master Class: Genera Ingresos con Drones*. Asociación de Profesionales de Drones.
- Arboleda, G. (2003). *Proyectos: Formulación, evaluación y control*. AC Editores.
- Arévalo, J. S., Delgado, C. F., & Vitor, J. F. (2019). *Propuesta de negocio enfocado en la mejora de la productividad en la construcción de edificaciones haciendo uso de drones* [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)].
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626060>
- Campo, I. (2015, julio 8). Aplicaciones de drones para el control de obras. *Aplicaciones y Operación con Drones-RPAS*. <http://drones.uv.es/aplicaciones-de-drones-para-el-control-de-obras/>
- Carrillo, J. L., Juárez, A. E., López, A., & Madrigal, F. (2018). El Mundo de los Drones: Tipos de Drones y sus Principales Usos. *FINGUACH. Revista de Investigación Científica y Tecnológica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua*, 4(14), 3-5. <https://vocero.uach.mx/index.php/finguach/article/view/332>
- Clasificación Nacional de Ocupaciones. (2021). *Pilotos, ingenieros e instructores de vuelo*. Buscador de Ocupaciones Colombianas.
<https://observatorio.sena.edu.co/Clasificacion/CnoDetalle?tags=2271#carac>
- Córdoba, M. (2011). *Formulación, evaluación y proyectos* (2a. ed.). Ecoe Ediciones.

- DANE. (2019). *Producto Interno Bruto por Departamento—Base 2015*.
- DANE. (2020). *Producto Interno Bruto (PIB). II Trimestre 2020 preliminar*.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_IITrim20_produccion_y_gasto.pdf
- Del Val, J. L. (2016). *Industria 4.0: La transformación digital de la industria*. Facultad de ingeniería de la Universidad Deusto.
- Díaz, M. A., Forero, W., & López, C. A. (2016). *Plan estratégico de mercadeo para la empresa Mr Topografía Ltda para la prestación de servicios topográficos* [Tesis especialización, Universidad La Gran Colombia]. <http://repository.ugc.edu.co/handle/11396/3723>
- DNP. (2019). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018—2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad*. Departamento Nacional de Planeación.
- Escalante, J. O., Áceres, J. J., & Porras, H. (2016). Ortomosaicos y modelos digitales de elevación generados a partir de imágenes tomadas con sistemas UAV. *Tecnura*, 20(50), 119-140. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.4.a09>
- Fernández, J., & Gutiérrez, G. (2016). Aplicaciones geológicas de los drones. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 29(1), 89-106.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6806890>
- Garrell, A., Guilera, L., & ProQuest. (2019). *La industria 4.0 en la sociedad digital*. Marge Books.
- González, R., Ucán, J. P., Sánchez, I., Medina, R., Árcega, F., Zetina, C., & Casares, R. (2019). Drones. Aplicaciones en ingeniería civil y geociencias. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 44(6), 326-331.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7011689>

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed.). Mc Graw Hill.
- Mendoza, A. F., & Duque, J. C. (2019). *Formulación de un plan de negocios de una empresa de consultoría ambiental con servicios de teledetección en VANT para el Departamento del Meta*. [Tesis de Grado, Universidad Santo Tomás].
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16620>
- MinCit. (2020). *Gobierno lanzó estrategia para impulsar reactivación económica del sector Comercio, Industria y Turismo*. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.
<https://www.mincit.gov.co/Prensa/Noticias/General/Estrategia-para-reactivacion-economica-del-sector>
- Miranda, J. J. (2004). *Gestion de Proyectos, identificacion, formulacion, evaluacion* (Cuarta edicion). MM Editores.
- Portafolio. (2019). *Drones: Un negocio que alza vuelo en Colombia*. Portafolio.co.
<https://www.portafolio.co/negocios/empresas/drones-un-negocio-que-alza-vuelo-en-colombia-527899>
- RMS geoespacial. (2021). *GR-5-con-S-10.jpg (873×873)*. Sistema GNSS GR-5 TOPCON L1/L2, GSM, RTK Y PP c/S10. <https://rmsgeoespacial.com/wp-content/uploads/2017/03/GR-5-con-S-10.jpg>
- Skydron. (2020). Supervisión aérea con drones de construcciones y obra civil. *Empresa Drones Profesionales España Autorizado AESA - Cámaras HD y Termográficas*.
<https://www.skydron.es/supervision-drones-construccion-obra-civil/>
- The Drones Land. (2020, mayo 12). *La industria de los drones se encuentra en etapa de crecimiento*. The Drones Land. <https://thedronesland.com/>

Topocad Colombia. (2018, octubre 28). *Drones para Topografía*.

<https://www.youtube.com/watch?v=oMKmdoG1ASE>

Toro, O. J., & Rojas, G. J. (2018). Diseño e implementación de un servicio de levantamientos topográficos por medio de drones [Tesis de Grado, Universidad Piloto de Colombia]. En *Instname: Universidad Piloto de Colombia*.

<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/4603>

Vásquez, P. E., & Rey, D. J. (2017). *Plan de negocios global Ingeniería S.A.S* [Tesis de Grado, Universidad Distrital Francisco José De Caldas].

<http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/6194>

Villada, A., & Berrio, E. E. (2020). *Estudio de prefactibilidad para la implementación de una línea de servicio de fotogrametría con sistemas de aeronaves no tripuladas en la empresa Emincivil S.A.S*. [Institución Universitaria ESUMER].

<http://repositorio.esumer.edu.co/jspui/handle/esumer/2153>

Visual Drone. (2021). Seguimiento de Obra | Alquiler de Drone. *Visual Drone*.

<https://visualdrone.co/seguimiento-de-obra/>

Anexos

Anexo 1. Encuesta de mercados.

Categoría	Pregunta
Características de la empresa	Tiempo de funcionamiento de la empresa: _____ años Número de empleados: _____ Ciudad de ubicación: _____ Ciudad (es) donde lleva a cabo proyectos: _____ 1. El tipo de obras a las que su empresa se dedica son: Construcción, adecuación y mantenimiento de vías. Proyectos ambientales Construcción de obras civiles Construcción de vivienda Otro: _____
Uso del servicio (Tipo, frecuencia y disposición a pagar)	2. ¿Ha utilizado el servicio de tecnología Drone para sus procesos de construcción? Sí No <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Si su respuesta es No, responda las preguntas 3 a la 7.</div> 3. ¿Por qué no lo ha utilizado? No conocía que existía. Es muy costoso No sabemos manejar esa tecnología No es necesario Otro: _____ 4. ¿Utilizaría el servicio en el futuro? Si No 5. ¿Cuál servicio utilizaría? Levantamientos topográficos de precisión y comprobación de terreno; Comprobación de calidad de estructuras; Avance, seguimiento y finalización de obra (interior y exterior); Monitoreo del transporte y carga de grandes estructuras; Comprobación térmica para ver filtraciones, puntos calientes o vacíos ocultos; Estimación de la visibilidad en carreteras rodeadas por arbolado y curvas pronunciadas; Generación de mapas de alta resolución de kilómetros de líneas eléctricas; Seguridad de taludes en minas o carreteras; Detección de elementos extraños sobre las vías y áreas colindantes; Estimación de trabajos de mantenimiento en carreteras; Otros: _____ 6. ¿Cada cuánto usaría este servicio? A diario

<p>Una vez a la semana Una vez al mes Una vez cada seis meses Una vez al año Otro _____</p> <p>7. Si contrata a una empresa que le provea este servicio ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar?</p> <p>\$ 300.000 - \$ 1.000.000 \$ 1.000.001 – \$ 3.000.000 \$ 3.000.001 – \$ 5.000.000 \$ 5.000.001 – \$ 7.000.000 \$ 7.000.001 – \$ 10.000.000 Más de \$ 10.000.000</p>
<p>Si su respuesta es Sí, responda las preguntas 8 – 12.</p>
<p>8. ¿En qué forma a adquirido este servicio?</p> <p>He contratado una empresa que presta los servicios: ¿Cuál? _____ Cuento con la tecnología y personal propios Otro: _____</p> <p>9. ¿Cuál o cuáles servicios utilizó?</p> <p>Levantamientos topográficos de precisión y comprobación de terreno; Comprobación de calidad de estructuras; Avance, seguimiento y finalización de obra (interior y exterior); Monitoreo del transporte y carga de grandes estructuras; Comprobación térmica para ver filtraciones, puntos calientes o vacíos ocultos; Estimación de la visibilidad en carreteras rodeadas por arbolado y curvas pronunciadas; Generación de mapas de alta resolución de kilómetros de líneas eléctricas; Seguridad de taludes en minas o carreteras; Detección de elementos extraños sobre las vías y áreas colindantes; Estimación de trabajos de mantenimiento en carreteras; Otros: _____</p> <p>10. ¿Cada cuánto debe usar este servicio?</p> <p>A diario Una vez a la semana Una vez al mes Una vez cada seis meses Una vez al año Otro _____</p> <p>11. Si contrató a una empresa para proveerle este servicio ¿Cuánto pagó?</p> <p>\$ 300.000 - \$ 1.000.000 \$ 1.000.001 – \$ 3.000.000 \$ 3.000.001 – \$ 5.000.000 \$ 5.000.001 – \$ 7.000.000 \$ 7.000.001 – \$ 10.000.000 Más de \$ 10.000.000</p>

	<p>12. ¿quedó satisfecho con el servicio prestado?</p> <p>Sí No ¿Porqué? _____</p>
Preferencias de servicio	<p>13. A la hora de elegir un proveedor de servicios de tecnología Drone ¿cuáles de los siguientes aspectos son más importantes usted?</p> <p>Precio Calidad en el servicio Calidad de la tecnología y software Cumplimiento Reputación del proveedor Otra ¿Cuál? _____</p>
Lugar	<p>14. La ubicación del proveedor del servicio debería ser:</p> <p>En el mismo departamento de ubicación de mi empresa En el mismo departamento de ubicación del proyecto donde se requieren los servicios No es importante Otro: _____</p>
Preferencias de publicidad	<p>15. ¿En qué medio encontró el proveedor de servicio de tecnología Drone, o le gustaría encontrarlo?</p> <p>Redes sociales (Facebook, Instagram, Twiter) Página Web Folletos Informativos Afiches Radio Televisión Otro ¿Cuál? _____</p>