

En las alas de la innovación: drones redefiniendo la entrega logística

On the wings of innovation: drones redefining logistics delivery

Norma Angélica Tolentino Islas^a y Ruth Ortiz Zarco^b

Abstract:

This article analyzes and explains the impact that drones are having on the transformation of logistics delivery, highlighting the new technologies driving this change. It addresses how drones are not only being used as aerial vehicles but also as catalysts for more efficient and agile logistics management. The article examines the benefits, challenges, and potential future directions for the integration of drones in delivery logistics.

Keywords:

Drones, Logistic, Delivery

Resumen:

Este artículo analiza y explica el impacto que los drones están teniendo en la transformación de la entrega logística, destacando las nuevas tecnologías que impulsan este cambio, abordando el cómo los drones no solo están siendo utilizados como vehículos aéreos, sino también como catalizadores para una gestión logística más eficiente y ágil. Examina los beneficios, retos y posibles direcciones futuras para la integración de drones en la logística de entrega.

Palabras Clave:

Drones, Logística, Entrega

Introducción

La parte más cara de la logística de distribución es la entrega de paquetes, pues diariamente un gran número de vehículos (a menudo con motores de combustión interna) deben atender a demasiados clientes dispersos por zonas urbanas, lo que provoca problemas como ruido, congestión y emisiones contaminantes. Por lo que, frente a estas dificultades, los drones han surgido como una alternativa válida para respaldar el proceso de entrega (1).

Los drones o UAV (Unmanned Aerial Vehicle), son vehículos aéreos no tripulados y la utilización de estos en la logística, específicamente para entregas, ha experimentado un crecimiento significativo en estos tiempos, pues representa una evolución significativa en la forma en que se gestionan y realizan envíos, con el potencial de mejorar la eficiencia y la rapidez de los procesos logísticos (2).

Las mejoras en la entrega de productos en lugares muy transitados se han logrado al adoptar UAV para la última parte del trayecto. El aumento en el uso de drones es por su gran capacidad de poder moverse en lugares de difícil acceso o con mucho tráfico, lo que reduce mucho los costos y también, reemplaza los viajes terrestres que son más caros. Este cambio estratégico para la última milla no solo hace que la logística sea más eficiente, sino que también ayuda a no depender exclusivamente de los vehículos terrestres, los cuales contaminan más y conllevan gastos considerables en mantenimiento (2).

Ya existen empresas importantes como Amazon y DHL, que han experimentado la posibilidad de utilizar drones para la entrega de productos a sus clientes, buscando reducir costos y mitigar las externalidades negativas asociadas con la entrega tradicional. A nivel mundial, estas empresas líderes han establecido ciertos criterios con el propósito de regularizar la inclusión de drones en las operaciones logísticas para volverse algo común,

a Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0009-0006-5201-8634>, Email: to353820@uaeh.edu.mx

b Autor de correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-7050-5181>, Email: ruth_ortiz@uaeh.edu.mx

Fecha de recepción: 26/05/2024, Fecha de aceptación: 02/11/2024, Fecha de publicación: 05/12/2024

dándonos un primer vistazo de cómo podría ser la entrega de mercancías en un futuro no muy lejano (1,3).

La implementación de los UAV en la última milla es un paso importante para la logística, no solo hablando sobre tecnología, sino también en cambiar el cómo hacemos ciertas cosas a nivel global (3). En el contexto empresarial actual, la clave para potenciar la capacidad de respuesta y eficiencia en las operaciones logísticas, son los drones, a pesar de ello, se encuentran impedimentos para llevar a cabo su implementación, siendo las regulaciones y las preocupaciones sobre privacidad y seguridad algunas de las más sobresalientes (4).

Metodología

En este artículo, se llevará a cabo una revisión sistemática de literatura y un análisis estadístico descriptivo sobre la aplicación de drones o UAV en la logística de entrega. Basándonos en investigaciones previas y resultados obtenidos, se realizará una técnica comparativa que aborde otros tipos de transportes utilizados en entregas. Este análisis permitirá comparar los aspectos de cada método con el uso de drones, evaluando sus contribuciones y posibles complicaciones. Posteriormente, se realizará un diagnóstico utilizando la información recopilada, identificando el punto clave de la aplicación de drones en la logística de entrega y proyectando su posible evolución futura en este ámbito.

La investigación se centrará en la recopilación de datos empíricos provenientes de empresas logísticas que han integrado drones en sus procesos de entrega, abarcando aspectos operativos, eficiencia y rapidez. Además, se llevará a cabo un análisis de las regulaciones actuales en distintas regiones del mundo, considerando su evolución temporal y su influencia en la adopción de drones en la logística de entrega. Simultáneamente, se examinarán casos de incidentes de seguridad relacionados con drones en entregas logísticas, identificando patrones y proponiendo recomendaciones que aborden aspectos tecnológicos y regulatorios para mejorar la seguridad en estas operaciones. También se realizará una revisión exhaustiva de estudios sobre el impacto ambiental de los drones en comparación con los métodos de entrega tradicionales, contrastando los resultados con estudios similares que evalúan los métodos convencionales, proporcionando así una visión completa de las implicaciones medioambientales y operativas de ambos enfoques.

Resultados

Análisis Estadístico Descriptivo

La implementación de drones para entregas ha surgido como una innovación disruptiva en la industria logística,

ofreciendo una solución eficiente y ágil para la distribución de paquetes.

En este contexto, el análisis de los años en que las empresas líderes adoptaron esta tecnología proporciona una perspectiva clave sobre la evolución y el panorama actual de la entrega de paquetes con drones. Al examinar la distribución temporal de la implementación de drones entre empresas destacadas, podemos identificar tendencias, patrones y puntos de inflexión que reflejan el ritmo de adopción tecnológica, la diversificación sectorial y la madurez del mercado.

Este análisis ofrece una visión integral de cómo las empresas están aprovechando la innovación para mejorar la eficiencia operativa y responder a las demandas cambiantes de los consumidores en el ámbito de la entrega de paquetes.

Tabla 1. Año de implementación de drones para entregas por empresa

Empresa	Año de implementación
Matternet	2011
Zookal	2015
Zipline	2016
DHL	2017
Flytrex	2018
Aplhanet	2019
Fedex	2019
UPS	2019
Amazon Prime Air	2022

Fuente: Elaboración propia con datos de Emergen Research (5).

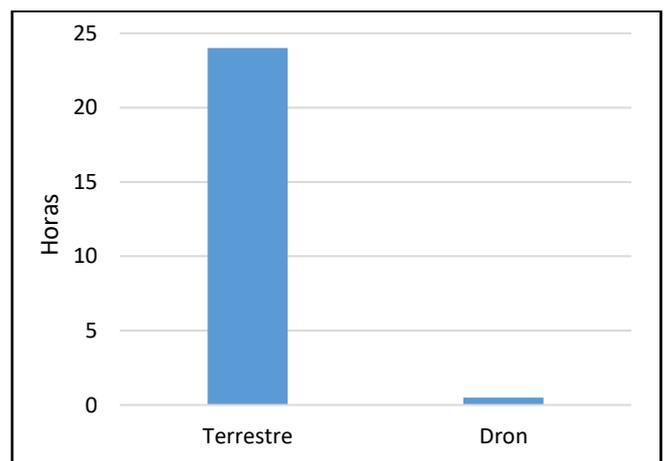


Gráfico 1. Comparativa en el tiempo de entrega para 1 paquete

Fuente: elaboración propia con datos de Popper (6)

Pero, para entender mejor porque es que las empresas están optando por incorporar esta nueva tecnología a sus procesos es necesario ver el beneficio que les ofrecen

pues tan solo enfocándonos en el tiempo de entrega podemos deducir varios aspectos beneficiosos del implemento de drones.

De acuerdo con Amazon, sus drones pueden entregar un paquete en 30 minutos siendo llevado por un dron y en 24hrs siendo llevado por un transportista en un transporte terrestre. Sin embargo, este informe no ha tomado en cuenta la capacidad de paquetes que pueden ser llevados por cada uno, lo cual puede influir significativamente en su eficiencia y costo operativo.



Figura 1. Drones de Amazon en comparación a otras opciones de entrega

Fuente: Obtenida de Popper (6).

Además de la velocidad de entrega otros beneficios potenciales de los drones incluyen costos operativos más bajos debido a la reducción de la mano de obra y el combustible, así como una mayor flexibilidad y acceso a áreas remotas o de difícil acceso para los vehículos terrestres. De hecho, en la figura anterior se puede apreciar que el servicio de Amazon Prime Air ofrece tiempos de entrega más rápidos y costos más bajos, siempre y cuando se trate de paquetes ligeros. Otro caso, es el de la empresa Zipline, que ahorro más de 750,000 galones de gasolina, destacando su contribución a la sostenibilidad y un ahorro en gastos operativos, por lo que el ahorro económico puede ser el factor más importante para que este mercado de los drones haya estado creciendo notablemente (7).

Pues, los drones para entregas ha sido una tendencia creciente en los últimos años, empezando por 2015, teniendo un aumento notable en 2019, deduciendo que cada vez hay un aumento en el interés y la confianza en el uso de drones para mejorar la eficiencia en las entregas logísticas por distintas empresas, pues ponemos ver que hay diversidad de industrias, desde la logística hasta el comercio minorista y la tecnología, pues actualmente las

empresas buscan nuevas formas para poder diferenciarse y mejorar su eficiencia operativa mediante la adopción de nuevas tecnologías como lo son los drones.

De hecho, enfocándonos en los drones registrados en México en el periodo de 2016 a 2020, podemos apreciar mejor este aumento, pues en 2018 se tenían solo 637 drones registrados y en 2020 esta cifra creció un 841% aproximadamente, teniendo 6000 drones registrados solo en México.

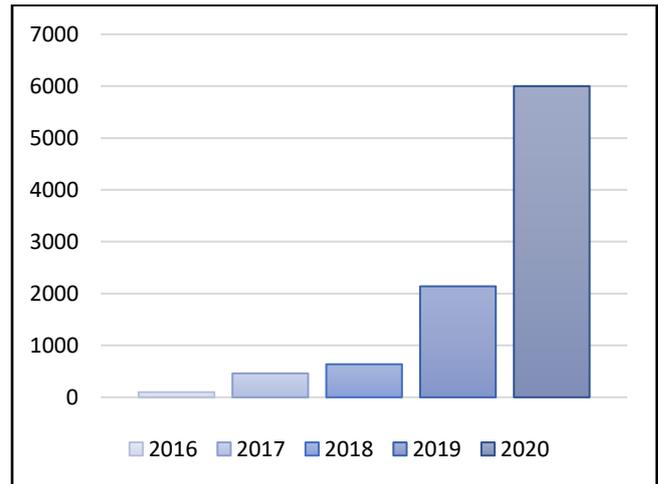


Gráfico 2. Número de drones registrados en México de 2016 a 2020

Fuente: elaboración propia con datos de Statista (8).

Tabla 2. Ingresos de las empresas líderes en el mercado de entregas con drones (miles de millones de dólares)

Empresa	Ingresos
Amazon Prime Air	2280
Fedex	669
UPS	774
DHL	555
Aplhabet	441.2
Matternet	334
Zipline	2251
Flytrex	220
Flirtey	116
Wingcopter	15.7

Fuente: Elaboración propia con datos de Emergen Research (5).

Como se puede apreciar en la gráfica 2 se dio un aumento de más de nueve veces en tan solo 2 años, lo cual sugiere un avance rápido en este tipo de tecnologías y una mayor accesibilidad a los drones. Este incremento masivo también indica un crecimiento en la industria, tanto en la fabricación y en la comercialización de los drones, con un

mayor número de empresas que ingresan al mercado para satisfacer la demanda en constante aumento.

La tabla 2 muestra las 10 empresas líderes en el mercado de entregas con drones, las cuales nos proporcionan información acerca de sus ingresos relacionados con este sector y con ello poder tener una visión más detallada sobre la distribución y variabilidad de los ingresos a este sector.

Para tener una mejor comprensión sobre los ingresos y su distribución entre las empresas se calcularon la media y la mediana, para poder identificar las tendencias de este mercado.

- Media: \$765.59 millones de dólares

Para esto, sumamos todos los ingresos de las empresas y el resultado se dividió por el número total de empresas que en este caso son 10.

- Mediana: \$441.2 millones de dólares

Se ordenaron los ingresos de menor valor a mayor valor y fue la empresa Alphabet la que resulto estar en el puesto No. 5, (ver tabla 3)

Tabla 3. Ingresos promedio de las empresas líderes en el mercado de entregas con drones

Posición	Ingresos (mmdd)	Empresa
1	15.7	Wingcopter
2	116	Flirtey
3	220	Flytrex
4	334	Matternet
5	441.2	Alphanet
6	555	DHL
7	669	Fedex
8	774	UPS
9	2251	Zipline
10	2280	Amazon Prime Air

Fuente: Elaboración propia con datos de Emergen Research (5).

De aquí, se aprecia que el ingreso promedio de las empresas en este mercado es de \$765.59 mmdd. Esta cifra nos proporciona una idea general del nivel de ingresos que se puede esperar en este sector, también nos sirve para tener un punto de referencia para la evaluación de la rentabilidad de las empresas dentro de este sector. Sin embargo, la mediana al ser una cantidad menor a la media nos indica que si existen empresas con ingresos significativamente más bajos en comparación con las empresas líderes mostradas en la tabla.

Claramente, la distribución de ingresos no es uniforme y esto puede ser por distintos factores como la participación de mercado, la innovación tecnológica, eficiencia operativa y algunas estrategias de comercialización.

Sin embargo, este análisis no es exacto, pues hasta la fecha solo se cuenta con escasos recursos y datos para poder realizar este tipo de análisis, pues este tema necesita ser profundizado para poder comprender su funcionamiento, diversidad y competitividad.

Y aunque haya un aumento significativo e interés por las empresas, esto plantea desafíos en términos de seguridad, privacidad y regulación para garantizar un uso responsable y seguro de la tecnología de drones, sin embargo, de acuerdo con la siguiente infografía de Statista, los niveles de restricciones para los drones varían de un país a otro. Donde podemos una prohibición total en algunos hasta la ausencia de estas restricciones en otros.



Figura 2. Regulaciones regionales en el uso de drones

Fuente: Obtenida de Naranjo (9)

Revisión de literatura

En este apartado se sintetizan los resultados de estudios vinculados con el tema, es importante referir que es un tema relativamente nuevo, por lo que el campo de estudio es amplio.

Tabla 4. Revisión sistemática de literatura

Autores	Aportación
Alberto González Torre y Víctor Gisbert Soler	Los autores enfatizan que los drones ofrecen una solución eficiente y flexible para superar los obstáculos en la distribución de productos, ya sea en entornos urbanos abarrotados o en áreas geográficamente complejas como las montañas. Proponen una metodología estructurada para evaluar las ventajas y desventajas del uso de drones en las ventas, que puede guiar la

	investigación y el desarrollo futuros en este campo (10).
Daniel Mauricio Valenzuela Rodgers	El autor enfatiza que los drones ofrecen una solución eficiente y flexible para superar los obstáculos en la distribución de productos, ya sea en entornos urbanos abarrotados o en áreas geográficamente complejas como las montañas. Propone una metodología estructurada para evaluar las ventajas y desventajas del uso de drones en las ventas, que puede guiar la investigación y el desarrollo futuros en este campo. Además, enfatizó que las grandes empresas continúan investigando y considerando el uso de drones para reducir costos y tiempos de entrega, y que el uso generalizado de drones en las ventas se debe a otros avances tecnológicos que inicialmente parecían inalcanzables y que hacen pensar que pueden volverse cada vez más (11).
Kevin Santiago Arias Mahecha	El autor de este estudio realiza una revisión sistemática de la literatura, centrándose en el análisis del uso de drones en las operaciones de venta logística en el sector del transporte. Esto pone de relieve la importancia de identificar los procesos logísticos y caracterizar el sector del transporte y la relevancia de los drones en la optimización de estos procesos. Se ha destacado que el uso de drones en las ventas tiene muchas ventajas, como la reducción de costes, la optimización de los plazos de entrega y la minimización de la contaminación ambiental y el importante papel de los drones en el segmento del comercio electrónico y la distribución de última milla (12).
Danna Alejandra Figueroa Mejía e Ingrid Natalia Cubillos Camacho	Las autoras destacan que las empresas que han integrado drones en sus cadenas de suministro están teniendo éxito combinando esta tecnología con los principios de la Industria 4.0. A pesar de las restricciones legales actuales, las empresas han logrado adaptarse y han logrado éxito en la entrega de bienes. Esperan que las regulaciones se flexibilicen con el tiempo para permitir rutas más largas, cargas más pesadas y

	aplicaciones de seguimiento más complejas. Aunque el proyecto de utilizar drones para logística es relativamente nuevo, los autores dicen que tiene un alto potencial para reducir costos, aumentar ganancias y acortar tiempos de entrega, lo que beneficiará a los clientes y creemos que será posible implementar esta tecnología en áreas metropolitanas (13).
Eduardo Castro Martínez y Mauricio Igor Pecina Rivas	Los autores proponen un modelo que integra el uso de drones en la logística de transporte y distribución, centrándose en mejorar la eficiencia y la experiencia del cliente en el comercio electrónico. El modelo propuesto tiene como objetivo resolver los desafíos actuales en el transporte y entrega de productos comprados en línea, como altos costos y largos tiempos de entrega. Finalmente, los autores destacan los beneficios ambientales del uso de drones para la entrega de paquetes, enfatizando la reducción de la huella de carbono en comparación con los métodos de transporte tradicionales (14).
Rafael Granillo Macías, Isidro Jesús González Hernández, Isaías Simón Marmolejo y Francisca Santana Robles	Los autores se centran en los usos innovadores de los drones como tecnología de la Industria 4.0 y exploran sus aplicaciones en diversas áreas de la cadena de suministro, incluida la entrega eficiente de productos, la vigilancia agrícola y la logística humanitaria. Además, señalan que, aunque los drones enfrentan desafíos como la navegación segura, la eficiencia energética y la integración en la infraestructura existente, tienen un gran potencial para contribuir al concepto de ciudad inteligente. Los autores destacan que, aunque los drones todavía se consideran una herramienta complementaria en el sector logístico, representan una oportunidad para crear nuevos mercados, especialmente en la entrega y distribución de grandes paquetes. Destacan que el uso de vehículos eléctricos, como los drones, tiene un impacto positivo en el medio ambiente y la sostenibilidad, ayudando a reducir los contaminantes y mejorar la calidad de los servicios en los que el tiempo es crítico (15).

<p>Andrés Felipe Marín Meza</p>	<p>El autor propone la introducción de drones para el transporte de mercancías ligeras, especialmente suministros y mercancías médicas, a zonas de difícil acceso debido a condiciones sanitarias, conflictos y desastres. De particular interés es el pensamiento de diseño de métodos ágiles utilizados para alinear las estrategias comerciales hacia la innovación, identificar necesidades en función de los desafíos y establecer prioridades de acuerdo con las capacidades comerciales. Esta flexibilidad permite la participación de todos los sectores y genera soluciones encaminadas a mejorar de forma rápida y eficaz la experiencia del usuario y optimizar los procesos logísticos a través de drones. Además, se enfatiza la importancia de los proyectos colaborativos y de innovación abierta que involucren a diferentes actores de la cadena de valor para maximizar el potencial de los proyectos. La formación de una alianza para el desarrollo del proyecto con el apoyo de las comunicaciones locales y nacionales indica que el proyecto está siendo recibido positivamente y se está difundiendo viralmente (16).</p>	<p>Montañez Sáenz y Mauricio Contreras Barón</p>	<p>introducir servicios de transporte de mercancías pequeñas mediante drones en Bogotá. Sugieren un enfoque paso a paso, comenzando con las poblaciones con mayor demanda y comenzando con las empresas que realizan entregas de gran volumen. Destacan la importancia de contactar a la Aerocivil para obtener los permisos necesarios. Los estudios financieros demostraron que el proyecto era rentable, con un valor actual neto (VAN) y una tasa interna de retorno (TIR) positiva, lo que respaldaba la viabilidad económica (18).</p>
<p>Emanuel Jesús Ulin Hernández</p>	<p>El autor de este texto presenta muchas contribuciones valiosas en el campo de las cadenas de suministro. La introducción de nuevas tecnologías, como los vehículos aéreos no tripulados, se caracteriza por una mayor flexibilidad y eficiencia en la distribución de productos, así como por un menor impacto ambiental al reducir la contaminación de los camiones. Proponemos modelos matemáticos para optimizar la planificación de rutas, facilitar la toma de decisiones y reducir los costos operativos. Esto resalta la importancia de integrar estas tecnologías para reducir la congestión de vehículos en áreas urbanas y alinear el uso de drones con las tendencias de la Industria 4.0. Finalmente, destacamos el ahorro de costes de las rutas mixtas que combinan camiones y vehículos aéreos no tripulados, lo que se traduce en tiempos de entrega más rápidos y eficientes. Estas contribuciones abordan cuestiones clave de la cadena de suministro, desde la eficiencia operativa hasta la sostenibilidad ambiental, y aprovechan las nuevas tecnologías para mejorar los procesos logísticos (17).</p>	<p>Ruben Ingles Gimeno</p>	<p>El autor aborda el tema del uso comercial de drones, centrándose en la adaptación de drones competitivos para la entrega de mercancías ligeras. Evaluó diferentes controladores de competición para determinar su adaptabilidad y flexibilidad. Como es difícil personalizar el código fuente del controlador, decidió incorporar ESP32CAM para validar códigos QR y diseñar una aplicación de transporte y entrega de paquetes. Desarrollo una placa de circuito para integrar de forma compacta el ESP32-CAM en el dron, reduciendo el cableado y los elementos de soldadura. Demostró el funcionamiento exitoso de esta adaptación a través de un manual de demostración y configuración. Además, refleja limitaciones actuales como la duración de la batería y el peso del dron, y abre posibilidades de mejora, por ejemplo, incorporando componentes más potentes o considerando nuevas técnicas de validación para futuros desarrollos (19)</p>
<p>Adriana María</p>	<p>Los autores proponen el primer análisis de la viabilidad técnica y económica de</p>	<p>Francisco Vila Bara</p>	<p>El autor presenta un estudio exhaustivo sobre el transporte de carga mediante drones, desde la identificación del destino y los límites hasta el análisis de viabilidad económica. Se realizan estudios de mercado y de capacidad para determinar las características requeridas de los drones y los sistemas de transporte. Se baraja la posibilidad de añadir un sistema de energía auxiliar para ampliar el tiempo operativo del dron y se evaluará la seguridad del proyecto y se creará un presupuesto aproximado para las pruebas iniciales. Los resultados muestran que el uso de drones que cumplan con los requisitos de seguridad ha resultado en un sistema de transporte más rápido y eficiente. Además, las innovaciones del proyecto</p>

	<p>se caracterizan por el uso de tecnologías existentes en el mercado, como drones e impresión 3D. El análisis económico muestra que este nuevo sistema puede ser más económico que los métodos de transporte tradicionales a largo plazo (20).</p>
<p>William Yesid Guzmán Alarcón</p>	<p>El autor identifica desafíos en los procesos logísticos de las empresas colombianas y sugiere el uso de nuevas tecnologías, como drones, para mejorar la eficiencia y reducir costos. Realizo una revisión detallada de la literatura y analizo casos de uso para demostrar los beneficios de estas tecnologías en la gestión logística. Esto pone de relieve el impacto positivo de tecnologías como RFID, voice picks, pick-to-light, almacenes robóticos y drones en la automatización de tareas y la reducción de errores y riesgos de los operadores. En el sector de la logística, los drones han demostrado ser especialmente útiles para actividades como la gestión de inventarios y la entrega de productos, como lo demuestran ejemplos de empresas como DHL, Amazon y Uber Eats. Finalmente, el autor destaca el potencial transformador de los drones y otras nuevas tecnologías en la gestión logística para mejorar la eficiencia y la seguridad de los procesos (21).</p>

Fuente: *Elaboración propia*

En el dinámico panorama de la logística moderna, la llegada de nuevas e innovadoras tecnologías, como son los drones, ha generado un impacto significativo en cuanto a eficiencia y rapidez de las operaciones de entrega; A medida que las empresas logísticas exploran nuevas opciones tecnológicas, llega la necesidad de comprender cómo es que esta evolución redefine los estándares de eficiencia en la cadena de suministro.

La atención reciente que medios de comunicación de todo el mundo han puesto a los drones los ha vuelto un tema en tendencia pues se están hablando mucho sobre ellos y sus diferentes usos: en Pakistán para cuestiones militares, en África para ayudar en el desarrollo, y hasta en Alemania para entregar paquetes con DHL. Algunas organizaciones están empezando a usarlos porque todo el mundo está hablando de ellos. Pero como pasa con cualquier cosa nueva, tener demasiada atención puede ser un arma de dos filos (22).

Además de los efectos habituales del ciclo publicitario, hay dos razones principales que explican por qué los drones están causando un gran impacto:

1. Tienen el potencial real de alterar industrias específicas.
 2. Generan una respuesta emocional, principalmente debido a las preocupaciones sobre la privacidad y el debate sobre qué tan integrada debería estar la tecnología en nuestra vida diaria e inquietudes sobre la seguridad.
 5. Como se mencionó, aunque puede tener usos de nivel militar, es importante distinguir entre el uso militar y el no militar de los UAV, pues es cierto que al escuchar la palabra “dron” se relaciona enseguida con imágenes mentales de misiles u otros objetos militares, sin embargo, para el tema de la logística son drones para entregas a domicilio (última milla) (22).
- Para incorporar los drones en la etapa de última milla en la logística, se deben tomar en cuenta varios factores, por lo que a continuación veremos la información relacionada con estos en cuanto a regulaciones, impacto, posible evolución y algunos casos.

Regulación y desafíos en la implementación de drones para entregas logísticas

Las normativas y regulaciones son fundamentales para determinar en qué medida se adoptan los vehículos aéreos no tripulados (UAV), sin embargo, las regulaciones varían ampliamente de un país a otro, incluso de un estado a otro, por lo que es un tema muy extenso de abordar y más aún, de determinar la normatividad (22).

Un punto a considerar es que por el momento, los UAV operan fuera del espacio aéreo controlado, esto quiere decir que no hay interferencia con otros usuarios del espacio aéreo, por lo que a su vez minimiza algún tipo de accidente o incidente, pero, esto no puede durar mucho tiempo más, pues para que las operaciones de estos vehículos puedan generalizarse en la logística deben estar integrados y poder operar en todo tipo de espacio aéreo, compartiendo así con aviones, helicópteros y otros sistemas de vuelo, por lo que tener una buena regulación es importante pues lo que se pretende evitar es un UAV fuera de control amenazando un avión con cientos de pasajeros a bordo; y aunque debido a el historial que se tiene con los UAV, esto es muy improbable no lo hace un problema inexistente (22).

Otro punto que lo hace un poco más complicado en el sentido de la regulación es que a diferencia de otros vehículos, los drones pueden moverse en cualquier dirección a cualquier lado por lo que se necesitan buenas medidas de seguridad y procedimientos operativos eficaces, para así garantizar altos niveles de seguridad (22).

Aunque aún no hay nada oficial, es la empresa Amazon la que ha propuesto 5 características indispensables que

deberían tener los UAV para poder operar en el espacio aéreo, las cuáles son:

1. Seguimiento GPS, debe ser actualizado y sofisticado para así poder ver la ubicación en tiempo real y los transportes a su alrededor.
2. Conexión a internet, debe ser fiable para así poder mantener una actualización constante de los datos GPS.
3. Planificación de vuelos en línea para así poder predecir y transmitir la trayectoria del vuelo.
4. Equipos de comunicaciones, para estar en contacto con otros UAV's que estén cerca.
5. Equipos de detección con sensores, para poder calcular, ubicar y eludir otros UAV's u obstáculos (edificios, aves, cables eléctricos, etc.).

Pero claro, el objetivo es contar con niveles elevados de automatización confiable para que la intervención humana solo sea necesaria en casos de emergencia (3).

Otra empresa que ha dado propuestas para este tema, es Google, que da la opción de desarrollar un sistema amplio de gestión del tráfico de drones que se conecte con servicios de información climática, bases de datos de la NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica), regulaciones de la FAA (Administración Federal de Aviación) y el control del tráfico aéreo (ATC) (3).

Aunque las regulaciones sobre drones varían en todo el mundo, hay algunos temas comunes que se están discutiendo. Por ejemplo, muchas reglas clasifican los drones según su peso y aplican normativas más estrictas a los más pesados. Además, sueñes prohibir el vuelo sobre multitudes y establecer límites de altura para garantizar la seguridad y evitar interferencias con aviones tripulados (23).

Sin embargo, no es suficiente cumplir con las regulaciones, pues los operadores de drones también deben estar preparados para enfrentar posibles situaciones o problemas, como el clima impredecible, fallos técnicos o áreas de vuelo congestionadas. Es crucial identificar, evaluar y mitigar estos riesgos para garantizar entregas seguras y sin complicaciones (23).

Los drones son manejados a distancia por operadores en tierra, quienes deben estar bien entrenados y capacitados para mantener la seguridad en el espacio aéreo. Un ejemplo de esto, es que, en Canadá, los pilotos deben pasar un examen en línea y demostrar sus habilidades en vuelo antes de obtener un certificado de piloto (23).

Como sabemos, la entrega con drones promete cambiar la logística, pero la seguridad es un factor clave; Y aunque

aún no hay estándares universales, los gobiernos ya han creado reglas para guiar su uso seguro. Además, las empresas también deben tomar medidas para gestionar los riesgos, certificar pilotos y establecer procedimientos de emergencia sólidos, pues como se ve, esto es un trabajo en equipo tanto del gobierno como de las empresas (23).

Clasificación de los drones

El sector de los drones tiene un potencial importante, pero la pregunta que surge es qué puede o no hacer un dron en relación con su clase. Aunque no existe una clasificación universal, en general, tienden a clasificarse por medidas o especificaciones, que pueden relacionarse no sólo con el alcance y la resistencia sino también con el tamaño, peso máximo de despegue, tipo de construcción, etc. (22).

En las siguientes tablas se presentan las clasificaciones más comunes de los drones.

Tabla 5. Clasificación de los drones según su uso

Según su uso	
Uso particular	Fines comerciales o de entretenimiento.
Uso periodístico	Grabaciones de sucesos.
Uso geográfico	Tomas aéreas de terrenos y espacios.
Uso para seguridad	Vigilancia.
Uso agrónomo	Cuidado de cultivos y fumigación.
Uso logístico	Envío de mercancías.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de UMILES (24)

Tabla 6. Clasificación de los drones según su método de control

Según su método de control	
Dron autónomo	No necesitan tener un piloto operando. Se mueve de forma autónoma de acuerdo a una programación previa.
Dron operado por control remoto	Vuelan controlados remotamente por un piloto. Es el más habitual. Puede ser controlado con un mando con cámara o por gafas FPV.

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de UMILES (24)

Tabla 7. Clasificación de los drones según su estructura

Según su estructura/forma	
Drones de ala fija	<p>Características: Aprovechan la aerodinámica para su elevación. Composición similar a los aviones.</p>
	<p>Ventajas: Mayor eficiencia energética. Perfectos para vuelos de largo alcance y duración.</p>
	<p>Usos: Fotogrametría, agricultura de precisión y vigilancia, etc. Cubren grandes áreas en un solo vuelo. Equipados con cámaras y sensores para recopilar datos.</p>
Drones de ala rotatoria/multirrotores	<p>Características: Los más comunes. Versatilidad. Se subdividen por el número de hélices o brazos que posean.</p>
	<p>Ventajas: Son bastante estables. Pueden mantenerse en el aire sobrevolando un mismo punto. Pueden elevarse y aterrizar de manera vertical.</p>
	<p>Usos: Realizar todo tipo de actividades.</p>

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de UMILES (24).

A medida que se reconocen las ventajas de estos UAV, su utilidad y sus aplicaciones se expanden, convirtiéndolos en una opción cada vez más atractiva para diversas empresas (24).

Impacto ambiental: beneficios y desafíos para la sostenibilidad

Como se mencionó, existe una amplia gama de posibles aplicaciones y beneficios para los UAV, lo que significa que muchas industrias diferentes están interesadas en ellos. Sin embargo, en este artículo, se enfocará el análisis de los UAV logísticos en la industria ambiental (22).

La integración de drones en las cadenas de suministro promueve la gestión ambiental y respalda las iniciativas de responsabilidad social corporativa. Los drones ofrecen una serie de beneficios medioambientales, desde la reducción de las emisiones de carbono, el menor

consumo de combustible y la mejora de la eficiencia de la cadena de suministro (25).

Al utilizar drones eléctricos para la entrega de mercancías, se logra una doble ventaja en términos de sostenibilidad. Por un lado, al funcionar con baterías recargables en lugar de combustibles fósiles, los drones contribuyen significativamente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto es crucial para mitigar el cambio climático y reducir la huella de carbono de las empresas. Por otro lado, el uso de drones también puede ayudar a reducir la congestión del tráfico en las carreteras. Al optar por entregas aéreas, se evita la necesidad de utilizar vehículos terrestres, como camiones y furgonetas, para transportar los productos. Esto no solo disminuye la cantidad de vehículos en las carreteras, sino que también reduce las emisiones asociadas con la combustión de combustibles fósiles. Así, la combinación de drones eléctricos y entregas aéreas no solo promueve una logística más eficiente, sino que también contribuye a mejorar la calidad del aire y reducir el impacto ambiental en nuestras comunidades (26).

Los drones que operan con baterías ya tienen una ventaja sobre los vehículos terrestres convencionales, los cuales en su mayoría aún dependen de combustibles fósiles. Sin embargo, en el futuro, podríamos ver drones impulsados por fuentes de energía renovable, como la solar. Estos drones estarían equipados con paneles solares en sus alas, permitiéndoles aprovechar la luz solar para generar electricidad que alimenta sus motores y los mantiene en vuelo (25).

Asimismo, es crucial incorporar la energía renovable en todas las operaciones. Por ejemplo, la red eléctrica juega un papel fundamental en el impacto general de las entregas mediante drones. Cuanto más limpia sea la energía utilizada en la infraestructura, menor será el impacto de operar un puerto para drones o una estación de recarga (25).

En resumen, si bien los drones representan una opción prometedora y sostenible para la entrega de mercancías, su implementación no está exenta de desafíos. La contaminación acústica, especialmente en áreas residenciales, es una preocupación importante que debe abordarse mediante la planificación de rutas y el diseño cuidadoso de los drones. Además, la fabricación, almacenamiento y disposición final de los drones también plantean desafíos en términos de sostenibilidad. Integrar prácticas ambientalmente responsables en todas las etapas de la cadena logística, desde la fabricación hasta la eliminación, es crucial para superar estos obstáculos y garantizar que los drones contribuyan positivamente a un futuro más sostenible (25).

Análisis comparativo entre drones y otros tipos de transporte para entregas

Comparar los distintos medios de transporte utilizados en entregas implica examinar sus ventajas y desventajas, así como las dificultades que enfrentan, por ello se construye la tabla 8.

Tabla 8. Comparación entre transportes logísticos

Transporte	Ventajas sobre los drones	Desventajas sobre los drones
Camiones de reparto y furgonetas de mensajería	Mayor capacidad de carga y adaptabilidad a distintos tipos de carga.	Menos flexibilidad en la navegación y posibilidad de llegar a áreas remotas o congestionadas.
Bicicletas de reparto	Mayor capacidad de carga en algunos casos y menos vulnerabilidad a restricciones de espacio aéreo.	Menor velocidad y alcance, así como limitaciones en la adaptabilidad a terrenos difíciles.
Trenes y autobuses	Mayor capacidad de carga y eficiencia para transportar grandes volúmenes.	Menor flexibilidad en términos de rutas y horarios, así como imposibilidad de llegar a áreas remotas sin infraestructura terrestre.
Robots autónomos terrestres	Mayor estabilidad en tierra y menor vulnerabilidad a condiciones climáticas adversas.	Limitaciones en la capacidad de adaptación a terrenos difíciles y en la navegación en áreas congestionadas o de difícil acceso.
Entregas realizadas por personas a pie	Flexibilidad para adaptarse a situaciones inesperadas y resolver problemas sobre la marcha.	Menor velocidad de entrega y limitaciones en la carga transportada.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Cortés (27), Los drones en logística: ¿realidad o mito? (28), CETMO (29).

Los drones de entrega se destacan por su rapidez y capacidad para llegar a lugares remotos, pero se ven

limitados por regulaciones aéreas y su capacidad de carga. Por otro lado, los camiones y furgonetas ofrecen versatilidad y capacidad de transporte, aunque enfrentan desafíos como el tráfico y los altos costos operativos. Las bicicletas de reparto son ágiles y económicas, pero tienen limitaciones en cuanto a carga y alcance. Los trenes y autobuses de carga son eficientes en la transportación de grandes volúmenes, pero están restringidos por la infraestructura ferroviaria y la falta de flexibilidad en las rutas. En última instancia, la elección del medio de transporte adecuado depende de factores como la distancia, el tamaño de la carga y las condiciones locales, y la combinación de diferentes opciones puede ofrecer soluciones más completas para las necesidades de entrega (27, 28, 29).

Cuando evaluamos los diferentes tipos de transporte para entregas, exploramos cómo cada uno contribuye al proceso logístico y afronta sus complejidades. Los drones de entrega, por ejemplo, han transformado la industria con su capacidad para realizar entregas rápidas y alcanzar áreas remotas de manera eficiente. Este avance tecnológico ha sido reconocido por su potencial para acelerar las entregas y reducir los tiempos de espera, especialmente en zonas urbanas congestionadas.

Sin embargo, los drones también enfrentan desafíos importantes. Las regulaciones del espacio aéreo son una barrera significativa, ya que los drones deben operar dentro de límites establecidos por las autoridades de aviación. Además, la capacidad de carga limitada de los drones puede dificultar la entrega de artículos más grandes o en grandes cantidades.

Empresas que apuestan por los drones

Aunque este tema sigue en tendencia ya que es relativamente nuevo y enfrenta algunos obstáculos, hay varias empresas que actualmente han estado explorando e incursionando en este aspecto de la logística. A continuación, se explorarán algunos casos de empresas que han integrado drones en sus operaciones, examinando datos sobre los beneficios, desafíos y las posibles transformaciones que esta nueva forma de entrega podría generar en la logística.

Amazon

Amazon llega a revolucionar la logística y la forma de entrega con su división Prime Air, la cual va enfocada en desarrollar un sistema para entregar pedidos en 30 minutos o menos a través de drones, esto enfocado a brindar un mejor servicio a sus clientes con entrega rápida, segura y eficiente (30).

Estos drones, están equipados con tecnología avanzada para que puedan volar de forma autónoma, evitando así obstáculos en su camino, siendo esto posible gracias a sistemas de navegación y sensores incorporados a estos. Son capaces de llevar paquetes pequeños y medianos, y están siendo probados en diversas ubicaciones para poder mejorar su eficiencia y velocidad en las entregas, y aunque aún están en fase experimental, se espera que los drones de Amazon cambien la forma en que se realiza la logística al proporcionar tiempos de entrega más breves y eficaces (30).

DHL

DHL, como una de las principales empresas de logística a nivel mundial, ha reconocido la importancia de encontrar soluciones innovadoras para mejorar la eficiencia de sus operaciones de entrega en entornos urbanos densamente poblados. Es por esta razón que se hizo una asociación estratégica con la empresa de drones EHang, esto para poder crear una solución de entrega completamente automatizada en las áreas urbanas (31).

Alphabet

Alphabet, la empresa matriz de Google, ha estado explorando el uso de drones para la entrega de productos a través de su división de proyectos experimentales conocida como "X". A través de su empresa Wing, han realizado pruebas piloto en varias partes del mundo, incluyendo Australia, con el fin de llevar productos directamente a los clientes utilizando drones autónomos. Este proyecto representa un paso importante en la búsqueda de soluciones innovadoras para la logística de entrega (32).

Incidentes de seguridad relacionados a los UAV

La Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA) considera los drones como una amenaza para la seguridad de aeronaves comerciales y busca regular su actividad para prevenir posibles accidentes. Pues tan solo en el periodo entre diciembre de 2013 y septiembre de 2015 se registraron 921 incidentes con drones en el espacio aéreo de EUA (33).

Apenas el año pasado, el 18 de agosto de 2023 un avión de Emirates tuvo un incidente con un dron mientras aterrizaba, causando daños visibles en una de las secciones de los listones del borde de ataque del avión. Este incidente resalta el aumento de la preocupación y la necesidad de establecer normas más rigurosas sobre cómo se utilizan los drones cerca de los aeropuertos. La seguridad en los vuelos no solo es responsabilidad de las aerolíneas y los aviones, sino también de quienes operan los drones. Es crucial tomar medidas para garantizar que

estas aeronaves no tripuladas no representen un peligro para la aviación (34).



Figura 3. Incidente A380 Emirates con un dron

Fuente: Obtenido de Armendáriz (34).

En otra instancia, los drones también han sido utilizados para introducir objetos prohibidos y peligrosos en algunas prisiones de España, de acuerdo un artículo de El Confidencial, durante el primer semestre del año 2022, se registraron 33 incidentes donde se incautaron objetos con drones en las cárceles, encontrándose teléfonos, sustancias, cargadores, cuerdas, etc. Aunque ya se han estado tomando medidas contra este tipo de situaciones, para muchos los drones comprometen de forma muy seria la seguridad de funcionario e internos, pues, aunque no se encontraron objetos alertantes, el día de mañana puede haber algún arma siendo transportada por un dron (35).

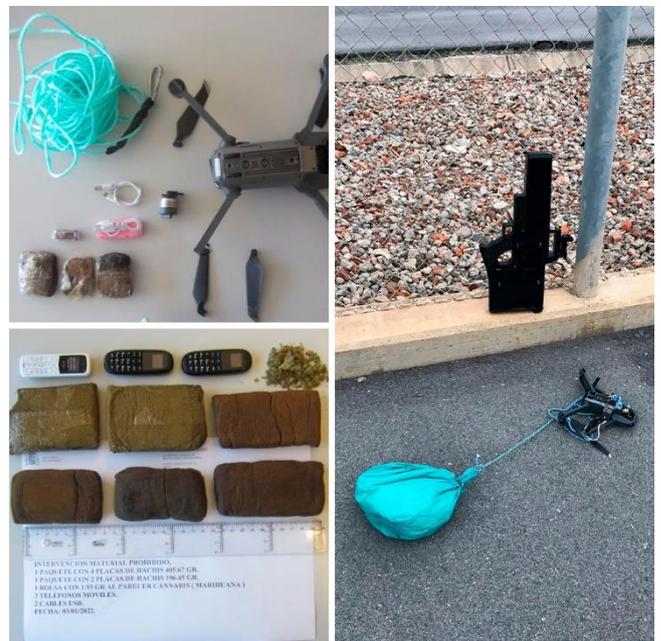


Figura 4. Incidente de entregas a presos con drones

Fuente: Obtenida de Almoguera y Zuñil (35)

El futuro logístico elevado por los drones

Los drones representan el inicio de una nueva era en la logística y las entregas, ofreciendo mejoras significativas

en eficiencia y respeto al medio ambiente. Aunque aún hay obstáculos por superar, es innegable el potencial de los drones para transformar el sector, y la industria está respondiendo con innovaciones tecnológicas y colaboraciones regulatorias para garantizar su despliegue seguro y efectivo en la logística. A medida que se resuelvan estos desafíos, es probable que los drones se conviertan en una parte esencial de las cadenas de suministro, cambiando no solo la forma en que se realizan las entregas, sino también cómo se planifican y ejecutan las estrategias logísticas (26).

En el futuro de la logística, los drones se perfilan como una herramienta fundamental gracias a su capacidad probada para realizar entregas rápidas y seguras. Con la rápida urbanización como una mega tendencia en aumento, especialmente en los mercados emergentes, los vehículos aéreos no tripulados ofrecen una solución innovadora para aliviar la congestión del tráfico en los centros urbanos al llevar las entregas desde las carreteras hasta los cielos. Además, en áreas rurales con infraestructura limitada o geografías desafiantes, los drones tienen el potencial de ofrecer servicios logísticos vitales. En la intralogística, los drones podrían desempeñar un papel crucial al respaldar el transporte dentro de las instalaciones y facilitar entregas de emergencia desde los proveedores hasta las plantas, reemplazando los costosos vuelos en helicóptero. Otra aplicación prometedora de los drones en la intralogística es su uso dentro de los almacenes, permitiendo un almacenamiento más flexible y accesible en estructuras de gran altura. En resumen, el futuro de los drones en la logística parece brillante, con amplias oportunidades para mejorar la eficiencia y la flexibilidad en la cadena de suministro (22).

Discusión

El decano de ingeniería de la Universidad de Pensilvania, Vijay Kumar en su conferencia acerca de drones en la serie de Conferencias Universitarias de primavera de 2018, tocó 2 aspectos importantes acerca de los drones para la logística. Primero, en el impacto en la sociedad nos dice "Creo que cuando la sociedad encuentre un beneficio para estos vehículos aéreos no tripulados, su molestia con ellos desaparecerá en cierta medida", en lo cual concuerdo ampliamente con él, pues si bien la aceptación en la sociedad es una de las preocupaciones que se ha destacado en este tema, las personas no tienen problema con algo que les soluciona una necesidad (o capricho), detente a pensar en una posible situación sobre el tema, imaginemos que tienes un evento importante en unas pocas horas y algo que ibas a usar se dañó, tienes la posibilidad de pedirlo por Amazon y te aseguran que llegara en media hora gracias a la utilización de drones, ¿Qué posición tomarías respecto al tema? Exacto, la

mayoría, si no es que todos, estaremos a favor de la implementación de los drones en la última milla al ver los beneficios que nos ofrecen como consumidores (36).

Los autores Alberto González Torre y Víctor Gisbert Soler nos dicen que en un futuro cercano "vamos a ver cómo este sistema cada vez va a ser más posible de implantar, como ocurrió en su tiempo con Internet, el avión comercial, el ordenador, y otros dispositivos o sistemas que comenzaron siendo rudimentarios e inviables y han acabado siendo imprescindibles en nuestras vidas" (37).

Lo que va muy ligado a lo anterior, pues nosotros al empezar a aceptar la implementación de los drones por los grandes beneficios que veremos lo convertiremos en algo indispensable, como lo es ahora el e-commerce, pues hace unos años, varias personas estaban renuentes a la utilización de las compras online, sin embargo, con la pandemia en 2020 todo esto cambió y justo ahora las compras en línea son algo del día a día de las personas.

Por otra parte, como sabemos, esto aún no es al 100% una realidad como nos la han pintado tiempo atrás, algo que también destacó David Streitfeld en su artículo "Look, Up in the Sky! It's a Can of Soup!" publicado en el New York Times, pues nos hace referencia a una afirmación por parte de Jeff Bezos, fundador de Amazon, en 2014, donde dijo que "los drones estarían listos para entrar en operaciones comerciales tan pronto como se establezcan las regulaciones necesarias, probablemente en 2015". Sin embargo, 9 años después de lo que se creía la implementación de los drones en las entregas logísticas sigue siendo un terreno muy ambiguo con demasiados factores pendientes para ser una realidad muy pronto, y aunque tal vez si haya más avances a comparación de hace años, no son ni de cerca los que se esperaban para este tiempo (38).

Conclusiones

Los drones son una interesante opción para poder mejorar la forma en que se hacen las entregas logísticas actualmente, sin embargo, como se pudo ver, tienen distintos retos a los que enfrentarse en distintos ámbitos. Sin embargo, todas las nuevas formas de hacer algo empiezan así. En este sentido, los drones son como cualquier otra tecnología en desarrollo: enfrentan desafíos, pero su progreso y respuesta a esos desafíos muestran lo dinámica y avanzada que es la innovación tecnológica. A medida que se superan problemas como la autonomía de vuelo y la seguridad, los drones se están convirtiendo en una parte vital de las entregas logísticas.

Además, es importante destacar que los drones no solo son rápidos en la entrega. También pueden reducir los

costos operativos al eliminar la necesidad de conductores y vehículos terrestres, y pueden llegar a áreas remotas donde otros métodos no pueden, lo que abre nuevas posibilidades para las entregas.

En resumen, aunque los drones enfrentan desafíos en su integración total en las operaciones de entrega, su potencial para cambiar el juego en la logística es claro. Con innovación continua, colaboración y solución de problemas, los drones están listos para ser una parte crucial y eficiente del sistema de entrega, llevando a un futuro más ágil y sostenible en la logística.

Referencias

- [1] Di Puglia Pugliese, L., Guerriero, F., & Macrina, G. (2020). Using drones for parcels delivery process. *Procedia Manufacturing*, 42, 488-497. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.043>
- [2] Granillo Macías, R., Gonzalez Hernandez, I. J., Simon-Marmolejo, I., & Santana Robles, F. (2019). Aplicaciones de vehículos aéreos no tripulados en la logística. *Ingenio Y Conciencia Boletín Científico De La Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 6(12), 45-51. <https://doi.org/10.29057/escs.v6i12.4092>
- [3] Romero Campos, J. A. (2015). Uso de drones en logística para entrega de mercancías [Ensayo de grado, Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/7862>
- [4] Sah, B., Gupta, R., & Bani-Hani, D. (2020). Analysis of barriers to implement drone logistics. *International Journal Of Logistics*, 24(6), 531-550. <https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1782862>
- [5] Emergen Research, <https://www.emergenresearch.com/>. (s. f.). Las 10 mejores Empresas en el Mercado de Entrega de Paquetes con Drones en 2023. Emergen Research. <https://www.emergenresearch.com/es/blog/top-10-empresas-en-la-industria-de-entrega-de-paquetes-de-drones>
- [6] Popper, B. (2015, 3 junio). Drones could make Amazon's dream of free delivery profitable. *The Verge*. <https://www.theverge.com/2015/6/3/8719659/amazon-prime-air-drone-delivery-profit-free-shipping-small-items>
- [7] Redacción. (2024, 23 abril). Zipline se convierte en la primera empresa en completar un millón de entregas aéreas con drones. *Infodron*. <https://www.infodron.es/texto-diario/mostrars/4805008/zipline-convierte-primera-empresa-completar-millon-entregas-aereas-drones>
- [8] Statista. (2024, 13 marzo). México: número de registros de drones 2016-2020. <https://es.statista.com/estadisticas/1179969/registro-drones-rpas-mexico/>
- [9] Naranjo, S. C. (2021, 14 enero). ¿Cómo está regulado el uso de drones alrededor del mundo? *Statista Daily Data*. <https://es.statista.com/grafico/23921/regulacion-sobre-el-vuelo-de-drones-en-el-mundo/>
- [10] González Torre, A. y Gisbert Soler, V. (2017). Uso de drones en la distribución urbana. *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*, 108-115. <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.108-115>
- [11] Valenzuela Rodgers, D. M. (2018) Los drones como estrategia logística para las compañías dedicadas a la atención de la demanda de las tiendas virtuales – eCommerce [Tesis de Especialización, Universidad Militar Nueva Granada] <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17875/ValenzuelaRodgersDanielMauricio2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- [12] Arias Mahecha, K. S. (2021) Análisis del uso de Drones en operaciones logísticas de distribución en el sector transporte. Una revisión sistémica de literatura [Tesis de Licenciatura, Universidad Piloto de Colombia] https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/10935/Mahecha_Kevin_Monografia_Drones.pdf?sequence=7
- [13] Figueroa Mejía, D. A. y Cubillos Camacho, I. N. (2021) Prefactibilidad para la implementación de uso de drones como medio de transporte en la entrega de mercancías [Tesis de Licenciatura, Fundación Universitaria del Área Andina] <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/3972/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [14] Castro Martínez, E. y Pecina Rivas, M. I. (2017). Transporte, tiempo, distancia y entregas: el futuro del Dron en México. *Revista de Contribuciones a las Ciencias Sociales*. <https://www.eumed.net/rev/cccss/2017/04/futuro-dron-mexico.html>
- [15] Granillo Macías, R., González Hernández, I. J., Simón Marmolejo, I. y Santana Robles, F. (2019). Aplicaciones de vehículos aéreos no tripulados en la logística. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior de Cd. Sahagún*, 6(12), 45-51. <https://doi.org/10.29057/escs.v6i12>
- [16] Marín Meza, A. F. (2021) Desarrollo de un servicio logístico de entrega de medicamentos urgentes de peso liviano con drones en la ciudad de Barranquilla [Tesis de Maestría, Universidad de la Costa] <https://repository.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/9090/DESARROLLO%20DE%20UN%20SERVICIO%20LOGÍSTICO%20DE%20ENTREGA%20DE%20MEDICAMENTOS%20URGENTES%20EN%20PESO%20LIVIANO%20CON%20DRONES%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20BARRANQUILLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [17] Hernández Ulin, E. J. (2019) Optimización de la red de distribución en el servicio paquetería empleando una tecnología emergente [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León] <http://eprints.uanl.mx/17868/1/1080288731.pdf>
- [18] Montañez Sáenz, A. M. y Contreras Barón, M. (2019) Estudio de prefactibilidad de una red de drones como uso alternativo de transporte de mercancías de pequeña escala en la ciudad de Bogotá [Tesis de Especialización, Universidad Distrital Francisco José de Caldas] <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/16252/TG%20PREFACTIBILIDAD%20RED%20DE%20DRONES.pdf?jsessionid=16E8A0D3542C9A820D98B8CDAE8E1BB1?sequence=1>
- [19] Ingles Gimeno, R. (2021) Modificación de Drone para entrega de paquetería [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Catalunya] <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/358770>
- [20] Vila Bara, F. (2021) Estudio de un dron dedicado al servicio de mensajería [Tesis de Maestría, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona] <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/346214/tfm-francisco-vila-bara.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- [21] Guzmán Alarcón, W. Y. (2020) Estado del Arte de la Implementación del Dron en las Actividades Logísticas [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Abierta y a Distancia] <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/33489>
- [22] Discover DHL. (s. f.). Unmanned Aerial Vehicles in Logistics: A DHL Perspective on Implications and Use cases for the logistics industry. En DHL. Recuperado 30 de marzo de 2024, de <https://www.dhl.com/discover/content/dam/dhl/downloads/interim/full/dhl-trend-report-uav.pdf>

- [23] Canada, D. D. (2023, 10 noviembre). Zeroing in on Safety Regulations for Industrial Drone Delivery. <https://www.linkedin.com/pulse/zeroing-safety-regulations-industrial-drone-delivery-btfac/>
- [24] UMILES. (2023, 15 septiembre). Tipos de Drones. Clasificación por uso y características. https://umilesgroup.com/tipos-de-drones/#Clasificacion_segun_la_normativa_de_drones_de_AESA
- [25] Canada, D. D. (2023, diciembre 15). The Impact of Drones on Supply Chain Sustainability. <https://www.linkedin.com/pulse/impact-drones-supply-chain-sustainability-drone-delivery-canada-odzhc/>
- [26] T, C. (2024, 6 febrero). Impacto de los Drones en la Logística y Entrega: Eficiencia y Sostenibilidad » 2024. CDETECH » Consejo de datos y tecnologías emergentes. <https://cdetech.org/impacto-de-los-drones-en-la-logistica-y-entrega-eficiencia-y-sostenibilidad/>
- [27] Cortés, J. (2017, 10 diciembre). ¿Serán capaces los drones de sustituir algún día a los camiones? El País. https://elpais.com/retina/2017/12/03/innovacion/1512307113_460912.html
- [28] Los drones en logística: ¿realidad o mito? (2021, 20 septiembre). Retos En Supply Chain | Blog Sobre Supply Chain de EAE Business School Barcelona. <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/los-drones-en-logistica-realidad-o-mito/>
- [29] Vehículos autónomos y drones - CETMO. (2021, 27 septiembre). CETMO. <https://www.cetmo.org/es/vehiculos-autonomos-drones/#descripcin>
- [30] Prime Air y Siemens – Amazon Web Services (AWS). (s. f.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/partners/success/prime-air-siemens/>
- [31] EHang | DHL-Sinotrans and EHang jointly launch first fully-automated and intelligent urban drone delivery solution in China. (2019, 16 mayo). <https://www.ehang.com/news/497.html>
- [32] Fraga, R. (2024, 17 enero). Wing, de Alphabet, presenta drones más grandes para paquetes más pesados. Discovery. <https://es.googlediscovery.com/wing-de-alphabet-presenta-drones-mas-grandes-para-paquetes-mas-pesados/>
- [33] Belison, A. (2016, 16 febrero). IATA asegura que los drones son un peligro para la seguridad. <https://noticiaslogisticaytransporte.com/transporte/16/02/2016/iata-asegura-que-los-drones-son-un-peligro-para-la-seguridad/71912.html>
- [34] Armendáriz, R. M. (2023, 21 agosto). Impacto en el aire: Un A380 Emirates choca contra un dron en aproximación a Nice. Noticias de Aviación Transponder 1200. <https://www.transponder1200.com/impacto-en-el-aire-un-a380-emirates-choca-contra-un-dron-en-aproximacion-a-nice/>
- [35] Almuquera, P. D., & Zuñil, M. (2022, 22 agosto). Entregas a presos "puerta a puerta"; se disparan los sucesos con drones en cárceles. https://www.elconfidencial.com/espana/andalucia/2022-08-22/entregas-puerta-sucesos-drones-carceles_3477987/
- [36] Nair, J. (2018, 23 febrero). Robotics expert Vijay Kumar talks future of drones. The NewsHouse. <https://www.thenewshouse.com/campus-news/robotics-expert-vijay-kumar-talks-future-drones/>
- [37] Torre, A. G., & Soler, V. G. (2017). USO DE DRONES EN LA DISTRIBUCIÓN URBANA. 3C Empresa, 6(5), 108-115. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.108-115>
- [38] Streitfeld, D. (2023, 4 noviembre). Look, Up in the Sky! It's a Can of Soup! The New York Times. <https://www.nytimes.com/2023/11/04/technology/amazon-drone-delivery.html>