

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



DRONE DISTRIBUTION MODEL FOR EMERGENCY MEDICINE DISTRIBUTION TO REDUCE DELIVERY TIME AND COSTS: CASE OF THE PERUVIAN HEALTH SECTOR

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

David Kevin Jenss Senador

Código 20123253

Pavel Alexander Flores Caycho

Código 20170573

Asesor

Carlos Augusto Lizárraga Portugal

Lima – Perú
Abril de 2024

Título

DRONE DISTRIBUTION MODEL FOR EMERGENCY MEDICINE DISTRIBUTION TO REDUCE DELIVERY TIME AND COSTS: CASE OF THE PERUVIAN HEALTH SECTOR

Autor(es)

David Kevin Jenss Senador
20123253@aloe.ulima.edu.pe
Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú
Pavel Alexander Flores Caycho
20170573@aloe.ulima.edu.pe
Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú
Carlos Augusto Lizarraga Portugal
Clizarra@ulima.edu.pe
Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú

Resumen: La falta de infraestructura adecuada en la mayoría de las carreteras y rutas del Perú ha generado una saturación de las vías y ha hecho que los tiempos de transporte sean más largos, lo que afecta al sector salud estatal al presentarse situaciones frecuentes de escasez de medicamentos para casos urgentes y de emergencia a nivel nacional, debido a diversos factores, como el uso de ambulancias destinadas a la entrega de medicamentos en una infraestructura vial congestionada. Esta investigación propone un modelo de distribución de medicamentos de emergencia para reducir los tiempos y costos de entrega mediante el uso de drones (vehículos aéreos no tripulados controlados de forma remota). Se analizó la distribución de medicamentos en 13 puestos médicos con cuatro ambulancias en la zona norte de Lima y los resultados se compararon con la distribución de medicamentos mediante 21 drones, atendiendo a 313 248 casos de emergencia, de tal forma que se redujeron los tiempos y costos de entrega. Se puede concluir que el uso de drones como sustituto en la distribución de medicamentos y artículos médicos de emergencia es un medio más rápido y 22 veces menos costoso que la distribución tradicional mediante ambulancias o camiones de distribución, lo que evidencia que el modelo es viable para implementarse en la zona norte de Lima.

Palabras Clave: Drones, Insumos Médicos, Logística de Salud, Sector Salud, Innovaciones Tecnológicas.

Abstract: The lack of adequate infrastructure for most of the roads and routes in Peru, has generated a saturation of the roads and longer transport times, which affects the state health sector presenting frequent situations of shortages of medicines for urgent and emergency cases nationwide due to various factors such as the use of ambulances used for the delivery of medicines in a very congested road infrastructure. This research proposes an emergency medicine distribution model to reduce delivery time and costs using drones (remotely piloted unmanned aerial vehicles). The distribution of medicines to thirteen medical posts using 4 ambulances in the northern area of Lima was analyzed and the results were compared with the distribution of medicines using 21 drones, providing care to 313,248 emergency cases, demonstrating the reduction of delivery times and costs. It can be concluded that the use of drones as a substitute in the distribution of emergency medications and medical items is a faster and 22 times less expensive means than traditional distribution using ambulances or distribution trucks, demonstrating that the model is viable to be implemented in the northern area of Lima.

Keywords: Drones, Medical Supplies, Health Logistics, Healthcare Sector, Technological Innovations.

Línea de investigación IDIC – ULIMA: (5) – Operations Engineering & Management

Área y Sub-áreas de Investigación: (1) – Planeamiento y Gestión de operaciones

Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS): (9) – Industria, Innovación e Infraestructura

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la presente investigación se realizó un estudio ante la problemática del suministro de medicamentos de urgencia y emergencia en los centros de salud y postas médicas a nivel nacional. La situación actual de la infraestructura de salud en el país reveló una serie de vulnerabilidades, como la falta de personal capacitado, deficiente infraestructura en los centros de salud, y problemas de suministro de agua, electricidad y contaminación ambiental, según lo reportado por la Contraloría General de la República en 2016 (Contraloría General de la República, 2016).

Mediante el análisis de investigaciones previas, tanto a nivel nacional como internacional, se ha demostrado que el uso de drones para la distribución de suministros médicos en situaciones de urgencia y emergencia ha sido exitoso en distintos contextos. Por ejemplo, en el país de Ruanda se logró reducir significativamente el tiempo de entrega de sangre y hemoderivados mediante el uso de drones, lo que resultó en una disminución considerable de las pérdidas y los tiempos de entrega (Lockhart et al., 2021). Asimismo, en Suecia y Alemania se han llevado a cabo investigaciones exitosas que muestran la eficiencia de los drones en la atención de emergencias médicas, superando en algunos casos la eficacia del transporte terrestre (Schierbeck et al., 2019; Baumgarten et al., 2022).

Sin embargo, en el contexto peruano, esta tecnología aún no ha sido implementada de manera generalizada en el sistema de salud. Por lo que esta investigación se basa en la premisa de la adopción de drones para la distribución de medicamentos en Lima Metropolitana y Callao pueden representar una solución viable para mejorar la eficacia del sistema de salud (centros de salud y postas médicas), permitiendo atender a un mayor número de casos con una inversión relativamente baja y reduciendo tanto los tiempos de entrega como los costos operativos.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Desarrollar y validar un modelo para la distribución de medicamentos de emergencia y urgencia mediante drones, con el propósito de reducir el tiempo de atención y los costos de entrega en los puestos de salud en las ciudades de Lima Metropolitana y Callao.

Objetivos específicos:

- Determinar el área y el alcance para aplicar el modelo de distribución de medicamentos mediante drones.
- Diseñar el modelo para la distribución de medicamentos a centros de atención médica en la zona norte de las ciudades de Lima Metropolitana y Callao.
- Validar la viabilidad técnica y económica mediante la comparación entre el modelo actual y el modelo mejorado.

JUSTIFICACIÓN

Teórico

La eficiencia en la entrega de medicamentos por drones se considera una ventaja competitiva, ya que cumplir con los plazos de entrega a tiempo es crucial en la mejora del servicio al paciente y la optimización de recursos en el sector salud (Chauhan et al., 2019). El uso de drones como herramienta eficaz para la distribución de medicamentos se alinea con la tendencia de adoptar tecnologías innovadoras en la atención médica, lo que puede generar mejoras significativas en la accesibilidad y eficacia de la atención médica en áreas remotas (Chauhan et al., 2019).

Económicos / sociales

El uso de drones como medio de transporte para la entrega de medicamentos ofrece ventajas significativas en términos de eficiencia y costos operativos en comparación con los métodos tradicionales de transporte terrestre, como las ambulancias. Estudios realizados en países como Malasia, Suecia, Ghana y Ruanda han demostrado que el uso de drones no solo es más rentable, sino que también mejora la eficiencia en la entrega de suministros médicos a las postas médicas, respaldado por simulaciones que muestran una

significativa reducción de gastos y una mayor eficiencia en la distribución.

Pues, basándonos en el Perú, la introducción de drones para la entrega de medicamentos de emergencia en el sistema de salud estatal sería una innovación para el sistema de distribución de suministros, garantizando una óptima mejora en la eficiencia, una atención más rápida y efectiva, especialmente en áreas con limitaciones de acceso a servicios de salud. En consecuencia, la implementación de drones no solo optimiza los procesos logísticos y reduce costos, sino que también tiene un impacto social positivo al mejorar la accesibilidad y calidad de la atención médica para la población peruana.

Ambientales

En los estudios investigados, se resalta la importancia de la utilización del dron para fines de optimización y eficacia en el proceso de entrega de medicamentos, pero también es importante señalar que esta solución tiene un impacto positivo ya que permite reducir la huella de carbono mediante el reemplazo de los medios de transporte actuales como ambulancias o vehículos de distribución que emiten una mayor cantidad de CO₂ en comparación a los drones que son eléctricos.

Técnicos

Las herramientas que se proponen en la investigación son las siguientes:

Ranking de Factores: Es una herramienta de ingeniería que permite evaluar y seleccionar la ubicación estratégica del almacén, permitiendo tomar decisiones fundamentadas en criterios específicos y relevantes para el éxito del modelo de distribución de medicamentos por drones.

Google Maps y TomTom Global: Son herramientas de medición del tiempo y distancia que proporcionan información detallada sobre rutas, tiempos de viaje y tráfico. Además, de una amplia base de datos con información geoespacial. Fundamentales para estimar y planificar los desplazamientos necesarios en el estudio de distribución en medicamentos.

Arena versión 16.1: Es una plataforma de simulación para modelar los diferentes escenarios y evaluar las variables como la cantidad de casos de emergencia atendidos y el tiempo de vuelo, lo que contribuye a una evaluación más detallada del rendimiento del sistema propuesto, analizar el flujo de trabajo, y comparar la eficiencia entre el uso de drones (Software DistanceFromTo – Determinar el tiempo de las rutas áreas) y ambulancias (Software MyRouteOnline – Determinar el tiempo de las rutas terrestres) en la distribución de medicamentos.

Microsoft Excel: Es una herramienta que permite realizar la recopilación y almacenamiento de datos numéricos. Con la finalidad de organizar la información obtenida durante la implementación del estudio, facilitando el análisis de los resultados y la toma de decisiones basadas en datos concretos.

HIPÓTESIS (Si aplica)

La implementación de un sistema de distribución de medicamentos de emergencia y urgencia mediante drones en los puestos de salud de las ciudades de Lima Metropolitana y Callao reducirán significativamente el tiempo de atención a los pacientes y de los costos asociados a la entrega de medicamentos, mejorando la eficiencia y la efectividad en la distribución de insumos médicos.

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo: Aplicada.

En la presente investigación se emplearon los principios teóricos, con la finalidad de resolver el problema identificado y mejorar la situación inicial.

Enfoque: Cuantitativo.

Para comprobar la hipótesis, se recopilaron datos y se sometió el modelo propuesto a pruebas.

Alcance: Causal.

Técnicas e instrumentos:

- Ranking de Factores.
- Google Maps.
- TomTom Global.
- Simulador Arena (V16.1).
- Microsoft Excel.

Etapas del desarrollo de la investigación:

Diagnóstico: Se realizó un análisis exhaustivo de la situación actual de medicamentos y emergencias en los centros médicos estatales de las tres zonas de Lima Metropolitana y Callao (Sector Norte, Sector Centro y Sector Sur) dando como zona escogida a la región de Lima Norte con una puntuación global de 7,9; mediante la herramienta Ranking de Factores.

Tabla 1

Matriz de Enfrentamiento de Factores de macrolocalización con puntuación del 1 al 10

	Cercanía al público objetivo	Rutas de acceso y congestión vial	Disponibilidad de medicamentos y artículos médicos de urgencia	Recursos requeridos	Puntuación total
Norte	7	8	10	10	7,9
Centro	2	8	10	5	4,9
Sur	2	1	5	5	2,3
Peso	50 %	30 %	10 %	10 %	-

Luego, de escoger a la zona donde se desarrollará el estudio, se pudo identificar los problemas y desafíos existentes en el sistema de distribución asociados al transporte terrestre de medicamentos en dicha zona.

Intervención: Se seleccionaron los drones adecuados, evaluando dos alternativas: El dron Foxtech Eagle 360 de origen chino y el Microdrone MD4-3000 de origen alemán. Se expusieron las características de los dos tipos de drones señalados, tales como la velocidad máxima, la carga recomendada, el tiempo de vuelo, el alcance, la fuente de energía y el precio.

Tabla 2

Características Microdrone MD4 – 3 000 y Foxtech Eagle 360

	Microdrone MD4 – 3 000	Foxtech Eagle - 360
Velocidad máxima	72 km/h	115,2 km/h
Velocidad crucero	57,6 km/h	72 km/h
Carga recomendada	3 kg	5 kg
Tiempo de vuelo	Hasta 45 min	Hasta 5 h
Alcance	50 km	300 km
Fuente de energía	Batería	Combustible Fósil
Precio	USD 69 900	USD 24 099

Nota. Adaptado de de *Extreme LiDAR-Datenerfassung, mit der Fähigkeit, vertikale Merkmale durch ein breiteres Blickfeld zu erfassen*, por Microdrones, s.f., <https://www.microdrones.com/de/integrated-systems/microdrones-experten-drohnen-serie/mldlidar3000/> y *Huixinghai Technology (Tianjin) Co., Ltd*, por Alibaba, s.f., <https://foxtechuav.en.alibaba.com>

Una vez realizado la comparativa de los dos tipos de drones, se optó por la utilización del dron Foxtech Eagle 360, basado en consideraciones de costos y rendimiento para la investigación.

Luego, para realizar el diseño del modelo propuesto se hizo la medición de tiempo y distancia a través de Google Maps y TomTom Global con los softwares MyRouteOnline y DistanceFromTo, con el objetivo de determinar el tiempo – distancia de los drones vs ambulancias desde el centro de operaciones central (Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins) hacia los 13 establecimientos médicos de categoría I-3 (Posta de Salud con Médico) más grandes de la zona escogida, Lima Norte (Chauhan et al., 2019, p. 81), elegidos para recibir los medicamentos de urgencia con base en el número de atenciones.

Figura 1

Plano de Mapa de Entrega Aérea

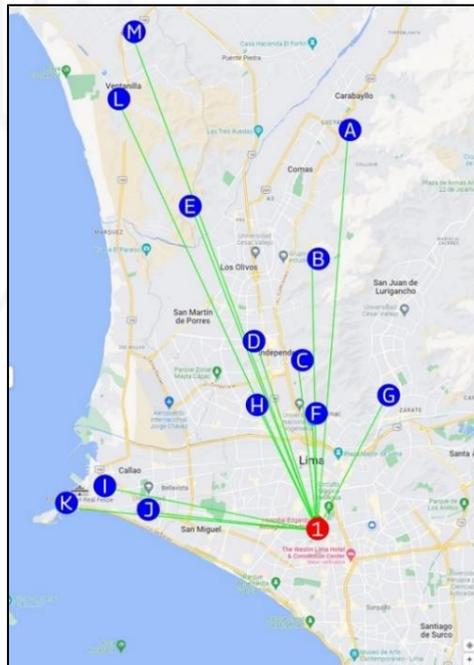
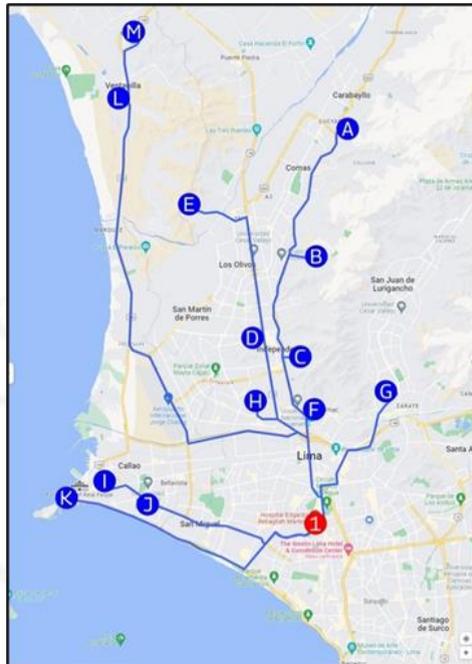


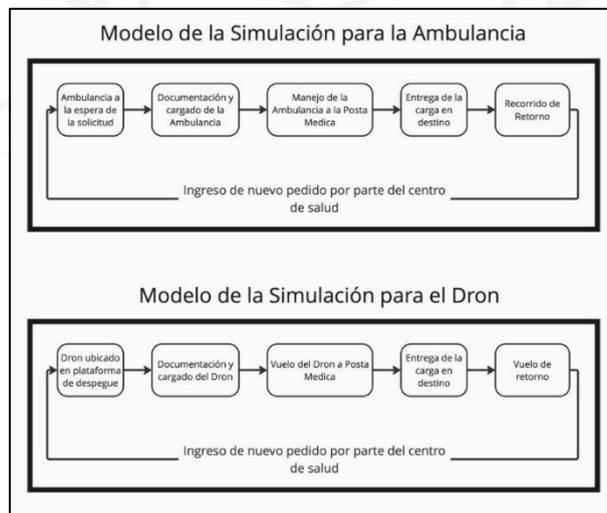
Figura 2
Plano de Mapa de Entrega Terrestre



Una vez obtenido estos registros y datos, se determinó el tamaño óptimo de la planta de distribución en el centro de operaciones central y también, se estableció la disposición física de la planta en el centro de operaciones central.

Finalmente, se realizaron simulaciones y análisis para validar la eficacia y viabilidad del modelo propuesto.

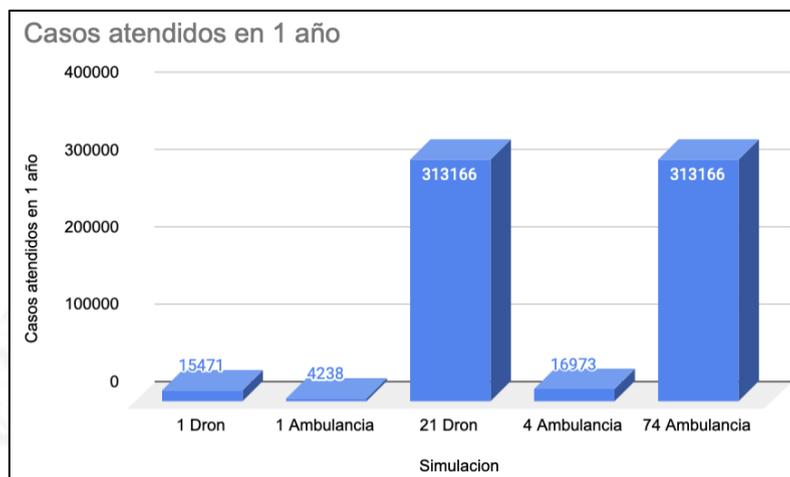
Figura 3
Simulación



Implementación: Se puso en práctica el modelo de distribución de medicamentos mediante drones vs ambulancias en los centros de atención médica estatales en la zona norte de Lima.

Figura 4

Resultados estadísticos de simulación



Dicho análisis se realizó durante un período de un año, con siete repeticiones, evaluando diferentes configuraciones de ambulancias y drones, llevando a cabo las operaciones de distribución, monitoreando los resultados y evaluando los impactos en los tiempos de atención y los costos de entrega por cada unidad en uso.

Tabla 3

Costos de funcionamiento por unidad

Ítem	Descripción	Ambulancia	Dron
1.	Depreciación	0,247 cts./km	0,013 cts./km
2.	Combustible	10,04 cts./km	1,75 cts./km
3.	Mantenimiento	37,30 cts./km	7,05 cts./km
4.	Permisos	4,21 cts./km	4,21 cts./km
	Total	51,80 cts./km	13,02 cts./km

Finalmente, se realizaron los ajustes necesarios para optimizar el funcionamiento del sistema implementado para su mejor aprovechamiento.

Restricciones y limitaciones: Para la realización de la presente investigación, se tuvo que realizar la simulación de tiempo de recorrido terrestre (Ambulancia) y recorrido aéreo (Dron) de forma virtual debido a la escasez de recursos para efectuarlo a modo piloto en forma real.

NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Agradecimiento a Dios, a nuestras familias, a nuestro asesor, docentes, amigos y a las personas que han sido parte de nuestra trayectoria académica por su inquebrantable apoyo, guía y contribución en nuestro crecimiento personal y profesional.

REFERENCIAS

- ADAC. (2022). Mercedes Benz Sprinter familiar techo alto largo 3.5t 311 CDI 7G-TRONIC PLUS (06/16 – 05/18). <https://bit.ly/3grqcEY>
- Alibaba. (s.f.). Huixinghai Technology (Tianjin) Co., Ltd. <https://foxtechuav.en.alibaba.com>
- Arena Simulator Software. (s.f.). Arena V16.1 Electronic Download. <https://info.arenasimulation.com/v16-esd-0>
- Baillargeat, C., Duguay, D., Picquot, F., & Saglio, J. (2022). Verkesinformationen Peru, 2022. <https://bit.ly/3L44e5Z>
- Barmpounakis, E., Vlahogianni, E., & Golias, J. (2016). Unmanned Aerial Aircraft Systems for transportation engineering: Current practice and future challenges. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 5(3), 111-122. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijst.2017.02.001>
- Bauer J., Moormann D., Strametz R., & Groneberg D.A. (2021). Development of unmanned aerial vehicle (UAV) networks delivering early defibrillation for out-of-hospital cardiac arrests (OHCA) in areas lacking timely access to emergency medical services (EMS) in Germany: a comparative economic study. *BMJ Open*, 11(1), 1-7. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-043791>
- Baumgarten, M. C., Röper, J., Hahnenkamp, K., & Thies, K. (2022). Drones delivering automated external defibrillators—Integrating unmanned aerial systems into the chain of survival: A simulation study in rural Germany. *Resuscitation*, 172, 139-145. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.12.025>
- Cast, N. (2021). How much does it cost to own and fly a drone? <https://www.remoteflyer.com/how-much-does-it-cost-to-own-and-fly-a-drone/>
- Chauhan, D., Unnikrishnan, A., & Figliozzi, M. (2019). Maximum coverage capacitated facility location problem with range constrained drones. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 99, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.12.001>
- Choi, D., Hong, K., Shin, S., Lee, C., Kim, T., Cho, Y., Song K., Ro, Y., Park, J. & Kim, K. (2021). Effect of topography and weather on delivery of automatic electrical defibrillator by drone for out-of-hospital cardiac arrest. *Scientific Reports*, 11(1), 1-9. <https://www.nature.com/articles/s41598-021-03648-3>
- Contraloría General de la República. (2016). La mitad de posts médicas no cuentan con personal de salud mínimo para atender pacientes. Nota de Prensa N° 90 -2016-CG/COM.
- De Silvestri, S., Pagliarani, M., Tomasello, F., Trojaniello, D., & Sanna, A. (2022). Design of a Service for Hospital Internal Transport of Urgent Pharmaceuticals via Drones. *Drones*, 6(3), 1-24. <https://doi.org/10.3390/drones6030070>
- Dirección Regional de Salud del Callao [DIRESA]. (2019). Análisis de Situación de Salud Región Callao. Gobierno Regional del Callao.
- Dirección Regional de Salud del Callao [DIRESA]. (2023a). Cartera de servicios centro de salud Manuel Bonilla establecimiento de salud categoría i - 3. Gobierno Regional del Callao. <https://www.diresacallao.gob.pe/wdiresa/documentos/servicios/bonilla.pdf>

- Dirección Regional de Salud del Callao [DIRESA]. (2023b). Cartera de servicios Centro de Salud Altamar establecimiento de salud categoría i - 3. Gobierno Regional del Callao. <https://www.diresacallao.gob.pe/wdiresa/documentos/servicios/altamar.pdf>
- Dirección Regional de Salud del Callao [DIRESA]. (2023c). Cartera de servicios Centro de Salud La Punta establecimiento de salud categoría i - 3. Gobierno Regional del Callao. https://www.diresacallao.gob.pe/wdiresa/documentos/servicios/La_Punta.pdf
- Dirección Regional de Salud del Callao [DIRESA]. (2023d). Cartera de servicios Centro de Salud Hijos del Almirante Grau establecimiento de salud categoría i - 3. Gobierno Regional del Callao. https://www.diresacallao.gob.pe/wdiresa/documentos/servicios/hijos_grau.pdf
- Dirección Regional de Salud del Callao [DIRESA]. (2023e). Cartera de servicios Centro de Salud Mi Perú establecimiento de salud categoría i - 3. Gobierno Regional del Callao. https://www.diresacallao.gob.pe/wdiresa/documentos/servicios/mi_peru.pdf
- DJI GEO. (s.f.). Fly Safe Geo Zone Map. <https://www.dji.com/flysafe/geo-map>
- Environmental Expert. (2022). Microdrones - Model md4-3000 - Heavy Lifting Drone. <https://bit.ly/3m69Y6T>
- Gestión. (21 de junio de 2018). Sube precio de alquiler en Los Olivos pero sigue siendo el más económico en Lima. <https://bit.ly/3V31oIV>
- Google. (s.f.a). Indicaciones de Google Maps para conducir desde Hospital Víctor Ramos Guardia, Huaraz, Perú, a Cajamarquilla, Perú. <https://bit.ly/3tZGokg>
- Google. (s.f.b). Medición en línea recta de Google Earth desde Víctor Ramos Guardia Hospital Huaraz, Perú, a Posta Medica Cajamarquilla, Perú. <https://bit.ly/3bkLQaZ>
- Guabloche, J., & Gutiérrez, A. P. (2019). Crecimiento de la población peruana y estructura demográfica. Banco Central de Reserva Peruana.
- Hiebert, B., Nouvet, E., Jeyabalan, V., & Donelle, L. (2020). The application of drones in healthcare and health-related services in North America: A scoping review. *Drones*, 4(3), 1-17. <https://doi.org/10.3390/drones4030030>
- Homeland Security Technology. (2022) Microdrones MD4-1 000 Unmanned Aerial Vehicle. <https://bit.ly/3AFnOIO>
- IDC APD Drones. (2023) ¿Qué es un dron y para qué sirve? <https://acortar.link/BTg4iH>
- Jeyabalan, V., Nouvet, E., Meier P., & Donelle, L. (2020). Context-Specific Challenges, Opportunities, and Ethics of Drones for Healthcare Delivery in the Eyes of Program Managers and Field Staff: A Multi-Site Qualitative Study. *Drones*, 4(3), 1-20. <https://doi.org/10.3390/drones4030044>
- Johannessen, K. A. (2022). A Conceptual Approach to Time Savings and Cost Competitiveness Assessments for Drone Transport of Biologic Samples with Unmanned Aerial Systems (Drones). *Drones*, 6(3), 1-25. <https://doi.org/10.3390/drones6030062>
- Johnson, A. M., Cunningham, C. J., Arnold, E., Rosamond, W. D., & Zégre-Hemsey J. K. (2021). Impact of Using Drones in Emergency Medicine: What Does the Future Hold? *Emergency Medicine*, 13, 487–49. <https://doi.org/10.2147/OAEM.S247020>
- Lima 2019 Juegos Panamericanos y Panamericanos. (s.f.). Base Aérea Las Palmas. <https://www.lima2019.pe/sedes/base-aerea-las-palmas>
- Lima Airport Partners. (s.f.). Preguntas Frecuentes. <https://lima-airport.com>
- Lin, M., Chen, Y., Han, R., & Chen, Y. (2022). Discrete Optimization on Truck-Drone Collaborative Transportation System for Delivering Medical Resources. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 1-13. <http://dx.doi.org/10.1155/2022/1811288>

- Lockhart, A., While, A., Marvin, S., Kovacic, M., Odendaal, N., & Alexander, C. (2021). Making space for drones: The contested reregulation of airspace in Tanzania and Rwanda. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 46(4), 850-865. <http://dx.doi.org/10.1111/tran.12448>
- Maheswari R., Ganesan, R., & Venusamy, K. (2020). MeDrone- A Smart Drone to Distribute Drugs to Avoid Human Intervention and Social Distancing to Defeat COVID-19 Pandemic for Indian Hospital. *ICACSE*, 1-12.
- Microdrones GmbH. (2022). Especificaciones del Dron MD4-3000. <https://bit.ly/3V0ftR1>
- Microdrones. (s.f.). Extreme LiDAR-Datenerfassung, mit der Fähigkeit, vertikale Merkmale durch ein breiteres Blickfeld zu erfassen. <https://www.microdrones.com/de/integrated-systems/microdrones-experten-drohnen-serie/mdlidar3000/>
- Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables. (2015). Comisión Multisectorial, Áncash, Estadísticas de PAM. <https://www.mimp.gob.pe/adultomayor/regiones/Ancash2.html>
- Ministerio de Salud de Perú [MINSA]. (14 de marzo de 2022a). Población estimada por edades simples y grupos de edad, según departamento, provincia y distrito. https://www.minsa.gob.pe/reunis/data/poblacion_estimada.asp
- Ministerio de Salud de Perú [MINSA]. (2 de octubre de 2022b). Estadística Poblacional. <https://bit.ly/3m8Ssil>
- Ministerio de Sanidad, Política e Igualdad. (2015). Ficha Técnica - Atropina. https://cima.aemps.es/cima/pdfs/es/ft/27535/27535_ft.pdf
- Mobile.de. (2022). Especificaciones técnicas de Mercedes Sprinter W906. <https://www.mobile.de/auto/mercedes/sprinter/2006/van/modell/daten-fakten>
- Municipalidad de Miraflores. (21 de abril de 2022). Escuadrón de drones se suma a la tecnología de punta en Seguridad Ciudadana de Miraflores. <https://bit.ly/3KGjMyI>
- Municipalidad de San Borja. (9 de abril de 2020). Municipalidad de San Borja realiza vigilancia con drones para garantizar cumplimiento del aislamiento social. <https://bit.ly/3hUFsDR>
- Murphy M. (3 de abril de 2018). Blood drive: This might be the fastest delivery drone in the world. <https://bit.ly/3Z0oeMN>
- Nimilan V., Manohar G., Sudha R., & Stanley P. (2019). Drone-Aid: An Aerial Medical Assistance. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 8(11S), 1288-1292.
- Notiviajeros (2019). Conoce cuáles son los 26 aeropuertos del Perú, 2019. <https://bit.ly/3RQ7cgk>
- Nyaaba, A., & Ayamga, M. (2021). Intricacies of medical drones in healthcare delivery: Implications for Africa. *Technology in Society*, 66, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101624>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2022). Maternal Health 2017. https://www.who.int/health-topics/maternal-health#tab=tab_1
- Osinermin. (1992). Resolución de la Comisión de Tarifas Eléctricas No. 002-92 P/CTE. <https://www.osinermin.gob.pe/Resoluciones/1992/02-1992.html>
- Plataforma Digital Única del Estado Peruano. (2023, 5 de noviembre). Comunicado respecto a Servicios y categorías del primer nivel de atención de salud. <https://www.gob.pe/16728-servicios-y-categorias-del-primer-nivel-de-atencion-de-salud>
- Precision Capture. (2022). Microdrones Md4- 3000. <https://www.precisioncapture.com/product-category/brand/microdrones/>
- Process Street. (2022). Lista de Verificación de Mantenimiento de Rutina de Drones. <https://www.process.st/checklist/routine-drone-maintenance-checklist/>

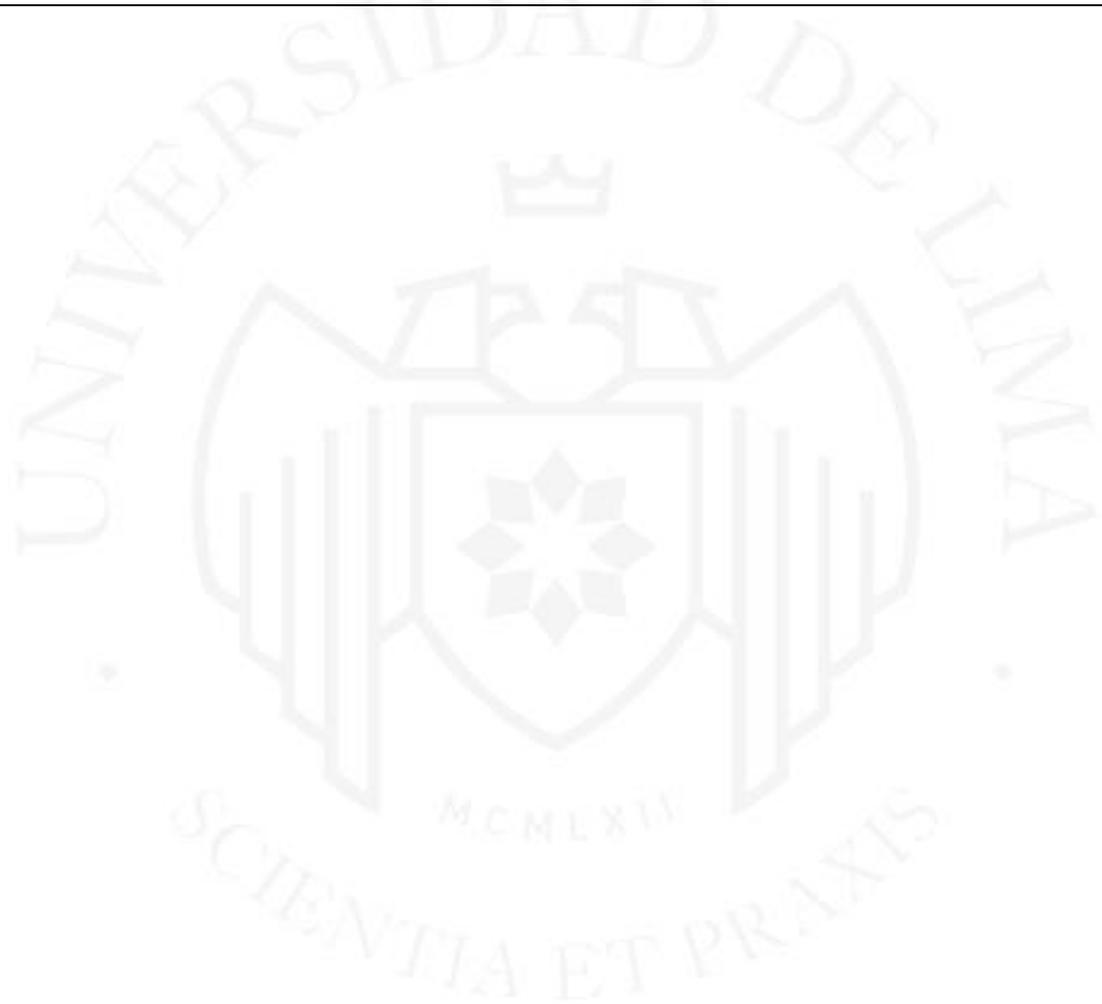
- Razi, M., Daud, Z., Asus, Z., Mazali, I., Ardani, M., & Hamid, M. (2021). A Review of Internal Resistance and Temperature Relationship, State of Health and Thermal Runaway for Lithium-Ion Battery Beyond Normal Operating Condition. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 88(2), 123-132. <https://doi.org/10.37934/arfmts.88.2.123132>
- Repsol. (2022). Lista de Precios de Combustibles. <https://portalperu.repsol.com/WebRelapa/ReportePrecioLima.html>
- Resolución Ministerial N° 1010-2002-SA/DM del 14 de junio de 2002. Comisión Nivel Central para la implementación y actuación de las Normas del SISMED.
- Resolución Ministerial N° 1753-2002-SA/DM del 6 de noviembre de 2002. Aprueba Directiva del Sistema Integrado de Suministro de Medicamentos e Insumos Médico-Quirúrgicos - SISMED.
- Sächsische SZ DE. (2017). Nuevos vehículos para el servicio de salvamento. <https://bit.ly/3J4emwh>
- Saga Falabella. (s.f.). Otros Accesorios Deportivos. Recuperado el 4 de julio de 2022, de <https://bit.ly/3nGgTRH>
- Salaverry, O., & Cárdenas, D. (2009). Health Care Sector Establishments. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 26(2), 264-67. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v26n2/a23v26n2>
- Schierbeck, S., Hollenberg, J., Nord, A., Svensson, L., Nordberg, P., Ringh, M., Forsberg, S., Lundgren, P., Axelsson, C., & Claesson, A. (2022). Automated external defibrillators delivered by drones to patients with suspected out-of-hospital cardiac arrest. *European Heart Journal*, 43(15), 1478-1487. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab498>
- Sigari, C., & Biberthaler, P. (2021). Medical drones: Disruptive technology makes the future happen. *Unfallchirurg*, 124(12), 974-976. <https://doi.org/10.1007/s00113-021-01095-3>
- Sing Yee Hii, M., Courtney, P., & Royal, P.G. (2019). An Evaluation of the Delivery of Medicines Using Drones. *Drones*, 3(3), 1-20. <https://doi.org/10.3390/drones3030052>
- Statistisches Bundesamt (Destatis). (2022). Entwicklung der Gesundheitsausgaben in Deutschland (nominal). <https://bit.ly/2VyibSW>
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder. (2022). Fläche und Bevölkerung nach Ländern. <https://bit.ly/3qsUnNt>
- Statistische Ämter. (2023). Statistische Ämter des Bundes und der Länder. <https://bit.ly/3Su5xi2>
- Talaie T., Niederhaus S., Villalongas E., & Scalea J. (2020). Innovating organ delivery to improve access to care: surgeon perspectives on the current system and future use of unmanned aircrafts. *BMJ Innov*, 7, 157–163. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjinnov-2020-000439>
- TomTom International BV. (2022). Lima traffic. <https://www.tomtom.com/traffic-index/lima-traffic/>
- UmilesGroup. (2023). Baterías para drones. <https://umilesgroup.com/baterias-para-drones/>
- Versus. (2022). Country comparison: Malaysia vs Peru. <https://bit.ly/3Lun30v>
- Vidal Vadecum Spain. (3 de diciembre de 2010). Mecanismo de Acción Paracetamol. <https://www.vademecum.es/principios-activos-paracetamol-n02be01>
- Wang, N., Christen, M., Hunt, M., & Biller-Andorno, N. (2022). Supporting value sensitivity in the humanitarian use of drones through an ethics assessment framework. *International Review of the Red Cross*, 104(914), 1397-1428. <http://dx.doi.org/10.1017/S1816383121000989>
- WKO. (2022). Preguntas frecuentes sobre cancelación de gastos de vehículos motorizados. WKO.
- Work Smarter. (2022). Home. <https://www.linkedin.com/pulse/work-smarter-harder-2022-carson-tate>
- Yakushiji F., Yakushiji K., Murata M., Hiroi N., Takeda K., & Fujita H. (2020). The Quality of Blood is not Affected by Drone Transport: An Evidential Study of the Unmanned Aerial Vehicle Conveyance of Transfusion Material in Japan. *Drones*, 4(1), 1-7.

<https://doi.org/10.3390/drones4010004>

Yakushiji K., Fujita H., Murata M., Hiroi N., Hamabe Y., & Yakushiji F. (2020). Short-Range Transportation Using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) during Disasters in Japan. *Drones*, 4(4), 1-8. <https://doi.org/10.3390/drones4040068>

Zailani, M., Azma, R., Aniza, I., Rahana, A., ismail, M., Shahnaz, I., Chan, K., Jamaludin, M., & Mahdy, Z. (2021). Drone versus ambulance for blood products transportation: an economic evaluation study. *BMC Health Services Research*, 21(1308), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-07321-3>.

Zipline. (2022). The Global Leader in Instant Logistics. <https://zipline.imagerelay.com/share/faa450f29f72414bb4b98ca339fff9cd>

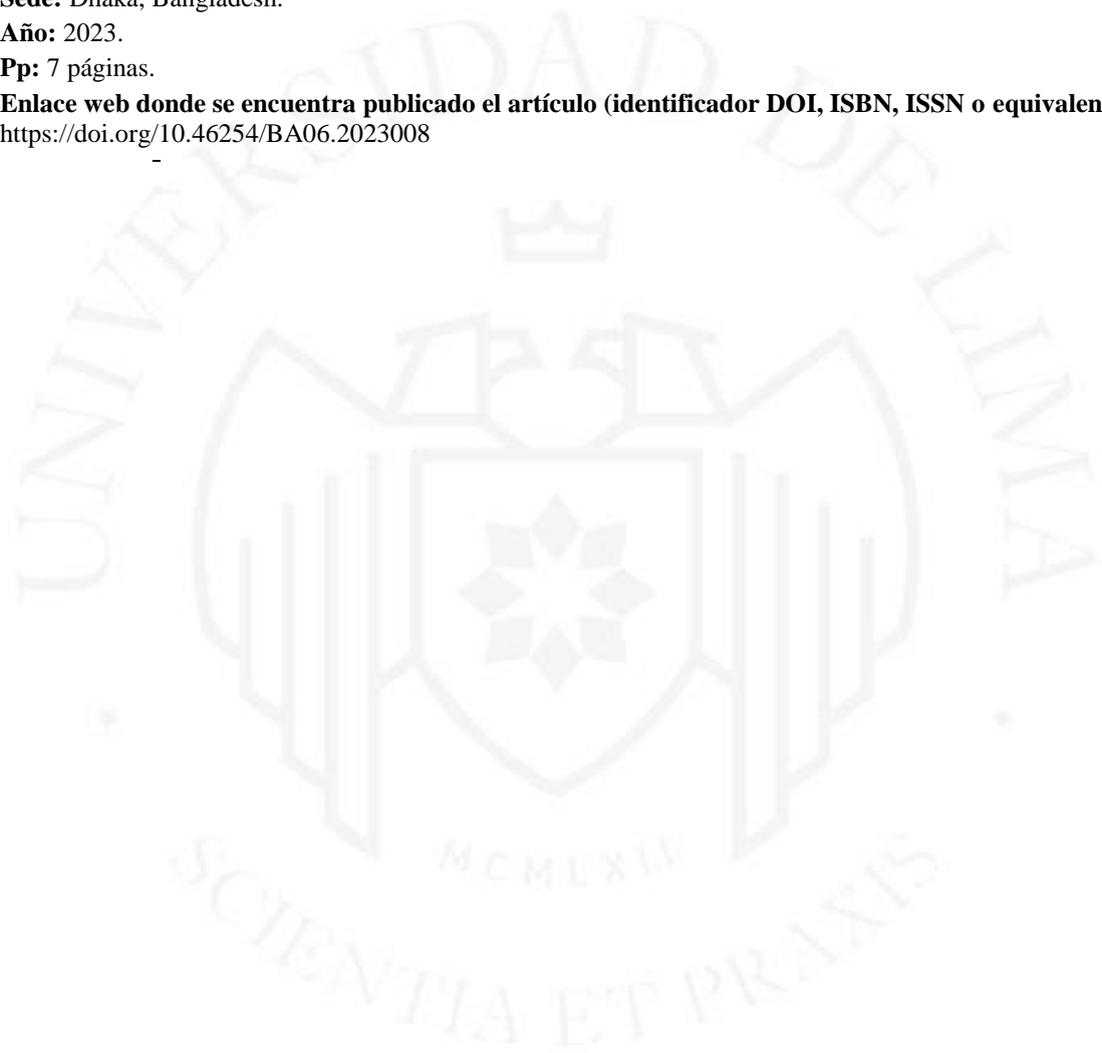


ANEXO. Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Drone Distribution Model for Emergency Medicine Distribution to Reduce Delivery Time and Costs: Case of the Peruvian Health Sector.
- **Autores:** David Kevin Jens Senador y Pavel Alexander Flores Caycho.
- **Co autor(es):** Carlos Augusto Lizárraga Portugal.

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** The 6th Bangladeshi International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM 2023).
- **Organizador:** IEOM Society International.
- **Sede:** Dhaka, Bangladesh.
- **Año:** 2023.
- **Pp:** 7 páginas.
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):**
<https://doi.org/10.46254/BA06.2023008>



DISTRIBUTION MODEL OF EMERGENCY MEDICINES BY DRONES TO REDUCE DELIVERY TIME AND COSTS: CASE OF THE HEALTH SECTOR IN PERU

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andrés Bello Trabajo del estudiante	1%
2	Submitted to Deakin University Trabajo del estudiante	1%
3	ouci.dntb.gov.ua Fuente de Internet	1%
4	Federico Lanzalonga, Michele Oppioli, Francesca Dal Mas, Silvana Secinaro. "Drones in Venice: Exploring business model applications for disruptive mobility and stakeholders' value proposition", Journal of Cleaner Production, 2023 Publicación	1%
5	www.app.minsa.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Pontificia Universidad Católica del Perú Trabajo del estudiante	1%