

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS
VICERECTORÍA ACADÉMICA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
CARRERA EN COMERCIO INTERNACIONAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN COMERCIO INTERNACIONAL

Título de la investigación:

Importación de Nuro R2 para las empresas distribuidoras de consumo masivo dentro de la
GGAM durante el primer semestre del 2025

Nombre del estudiante:

Fabio Andrés Calvo Campos

Tutor:

Antonhy Arias Alvarado

Sede Barrio Aranjuez,

Noviembre, 2025

Tabla de Contenido

| | |
|---|----|
| Resumen Ejecutivo | 11 |
| CAPITULO I: PROBLEMA..... | 12 |
| Justificación | 13 |
| Objetivos | 15 |
| Objetivo General | 15 |
| Objetivos Específicos..... | 15 |
| Antecedentes | 15 |
| Antecedentes Internacionales..... | 15 |
| Antecedentes Nacionales | 19 |
| Proyecciones | 23 |
| CAPITULO II: MARCO TEORICO | 24 |
| Comercio Internacional..... | 24 |
| Comercio Internacional uso de nuevas tecnologías | 25 |
| Entidades que regulan e intervienen en el comercio internacional de Costa Rica..... | 26 |
| Carga peligrosa | 27 |
| Clasificación IMO..... | 27 |
| Clase 1. Explosivos. | 28 |
| Clase 2. Gases. | 29 |
| Clase 3. Líquidos inflamables. | 30 |
| Clase 4. Sólidos inflamables. | 30 |
| Clase 5. Comburentes y peróxidos orgánicos. | 31 |
| Clase 6. Tóxicos. | 32 |
| Clase 7. Material Radioactivo. | 33 |
| CLASE 8. Corrosivos. | 35 |

| | |
|--|----|
| Clase 9. Objetos peligrosos diversos..... | 35 |
| Grupos de embalaje..... | 36 |
| Inteligencia Artificial | 37 |
| Origen y Evolución | 38 |
| Áreas de la Inteligencia Artificial | 39 |
| Características de la inteligencia artificial | 41 |
| Importancia de la aplicación de la inteligencia artificial | 41 |
| Aplicaciones prácticas para el comercio internacional | 42 |
| Aduanas..... | 42 |
| Importación y exportación. | 42 |
| Cadena de suministro..... | 43 |
| Asesorías y asistente virtual..... | 43 |
| Otras aplicaciones. | 43 |
| Clasificación por función | 43 |
| Clasificación por capacidad | 44 |
| Vehículos Autónomos | 45 |
| Antecedentes e historia de los vehículos autónomos | 45 |
| Importación de vehículos autónomos..... | 47 |
| Características de los vehículos autónomos..... | 48 |
| Ventajas de los vehículos autónomos..... | 48 |
| Desventajas de los vehículos autónomos | 49 |
| Componentes principales de los vehículos autónomos..... | 50 |
| Sensores y cámaras. | 50 |
| Sistemas de procesamiento y software..... | 50 |
| Sistemas de navegación y posicionamiento..... | 51 |

| | |
|---|----|
| Sistemas de comunicación. | 51 |
| Sistemas mecánicos y de control..... | 52 |
| Proceso de fabricación de los vehículos autónomos | 52 |
| Diseño y desarrollo inicial. | 52 |
| Fabricación de la estructura y piezas. | 53 |
| Integración de sensores y sistemas electrónicos. | 53 |
| Desarrollo y carga de software..... | 53 |
| Ensamble final y pruebas físicas. | 54 |
| Actualización y mejora continua..... | 54 |
| Características y aplicaciones | 54 |
| Aplicaciones de los vehículos autónomos..... | 56 |
| Movilidad urbana y transporte compartido. | 56 |
| Logística y transporte de mercancías. | 56 |
| Personas con movilidad reducida..... | 56 |
| Turismo y experiencias personalizadas..... | 56 |
| Aplicaciones industriales y agrícolas..... | 57 |
| Respuesta a emergencias..... | 57 |
| Importación..... | 58 |
| Tipo de régimen de importación | 59 |
| Clasificación arancelaria | 59 |
| Costos de importación..... | 59 |
| Nuro R2 Vehículo Eléctrico Autónomo | 60 |
| Negociación..... | 61 |
| Proceso de importación en Costa Rica..... | 62 |
| Documentación requerida en la importación | 62 |

| | |
|---|----|
| Clasificación arancelaria | 63 |
| Clasificación técnica especial | 64 |
| Tratamiento arancelario en Costa Rica | 65 |
| Costos de importación..... | 65 |
| Estados Unidos – Limón, Costa Rica..... | 65 |
| China - Caldera, Costa Rica..... | 66 |
| Corea del Sur - Caldera Costa Rica..... | 66 |
| Marco legal | 67 |
| Registro de Importación..... | 68 |
| Registro Procomer..... | 69 |
| Tratados de Libre Comercio..... | 69 |
| Ventajas y desventajas del Nuro R2 en la logística de distribución..... | 70 |
| Estudio de mercado en la GAM para vehículos de distribución..... | 70 |
| CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO | 72 |
| Enfoque Cualitativo | 72 |
| Diseño | 73 |
| Estudio de Caso..... | 73 |
| Población y Muestra..... | 74 |
| Tipos de muestra cualitativa..... | 76 |
| Unidades de Análisis..... | 78 |
| Instrumento | 81 |
| Entrevista..... | 81 |
| Proceso para la Recolección de Datos | 81 |
| Fuentes de Información..... | 82 |
| Fuentes primarias..... | 82 |

| | |
|--|----|
| Fuentes secundarias..... | 82 |
| CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS..... | 83 |
| Unidad de análisis 1: Requisitos..... | 84 |
| Categoría 1: Documento..... | 84 |
| Descripción..... | 84 |
| Análisis..... | 85 |
| Categoría 2: Importación..... | 86 |
| Descripción..... | 86 |
| Análisis..... | 87 |
| Categoría 3: Normativa..... | 88 |
| Descripción..... | 88 |
| Categoría 4: Logística..... | 90 |
| Descripción..... | 90 |
| Análisis..... | 91 |
| Unidad de análisis 2: Costo..... | 92 |
| Categoría 1: Inversión..... | 92 |
| Descripción..... | 92 |
| Análisis..... | 93 |
| Categoría 2: Beneficio..... | 94 |
| Descripción..... | 94 |
| Análisis..... | 95 |
| Categoría 3: Recurso..... | 96 |
| Descripción..... | 96 |
| Análisis..... | 97 |
| Categoría 4: Gasto..... | 98 |

| | |
|--|-----|
| Descripción. | 98 |
| Análisis..... | 99 |
| Unidad de análisis 3: Ventajas y Desventajas | 100 |
| Categoría 1: Distribución..... | 100 |
| Descripción. | 100 |
| Análisis..... | 101 |
| Categoría 2: Riesgo..... | 102 |
| Descripción. | 102 |
| Análisis..... | 103 |
| Categoría 3: Experiencia..... | 103 |
| Descripción. | 103 |
| Análisis..... | 105 |
| Categoría 4: Tecnología | 105 |
| Descripción. | 105 |
| Análisis..... | 107 |
| Interpretación de los Datos | 107 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 109 |
| Conclusiones..... | 109 |
| Recomendaciones..... | 110 |
| CAPITULO VI: PROPUESTA | 113 |
| Introducción | 113 |
| Objetivo General..... | 113 |
| Objetivos Específicos..... | 114 |
| Propuesta..... | 114 |
| Factibilidad..... | 114 |

| | |
|---|-----|
| Factibilidad Técnica | 114 |
| Factibilidad Operativa..... | 115 |
| Factibilidad Económica..... | 115 |
| Estructura, Requisitos y Elementos..... | 116 |
| Estructura de la Plataforma | 116 |
| Requisitos del Sistema. | 117 |
| Elementos clave del asistente virtual. | 117 |
| Recursos | 118 |
| Recursos Humanos..... | 118 |
| Recursos Tecnológicos..... | 118 |
| Recursos Financieros. | 119 |
| Cronograma de Desarrollo y Aplicación..... | 120 |
| Sistema de Evaluación del Éxito de la Plataforma..... | 120 |
| Referencias Bibliográficas | 123 |
| Anexos | 127 |
| Anexo A: Formulario de Entrevista | 127 |

Ilustraciones

| | |
|---|-----|
| Ilustración 1 Etiqueta para Mercancía peligrosa Clase 1. Explosivos. | 28 |
| Ilustración 2 Etiqueta para Mercancía peligrosa Clase 2. Gases. | 29 |
| Ilustración 3 Etiqueta para Mercancía peligrosa Clase 3. Gases. | 30 |
| Ilustración 4 Etiqueta para Mercancía peligrosa Clase 4. Sólidos inflamables. | 31 |
| Ilustración 5 Etiquetas de Mercancía Peligrosa Clase 6. Tóxicos. | 32 |
| Ilustración 6 Etiqueta Mercancía Peligrosa Clase 6. Tóxicos. | 33 |
| Ilustración 7 Etiqueta Mercancía Peligrosa Clase 7. Material Radioactivo..... | 34 |
| Ilustración 8 Etiqueta Mercancía Peligrosa Clase 8. Corrosivos..... | 35 |
| Ilustración 9 Etiqueta Mercancía Peligrosa Clase 9. Objetos peligrosos diversos. | 36 |
| Ilustración 10 Proyecto VaMoRs Mercedes van - Ernst Dickmanns' | 45 |
| Ilustración 11 Vehículo Autónomo Moderno de Google..... | 46 |
| Ilustración 12 Cabina de un Vehículo Autónomo Tesla | 46 |
| Ilustración 13 NuroR2..... | 61 |
| Ilustración 14 Web Asistente Virtual..... | 122 |

Tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1 Matriz Foda Vehículo Autónomo | 57 |
| Tabla 2 Matriz Pestel Vehículo Autónomo..... | 58 |
| Tabla 3 Muestras de la Investigación | 77 |
| Tabla 4 Cuadro de Variables..... | 80 |
| Tabla 5 Unidades y categorías de análisis..... | 83 |
| Tabla 6 Cronograma Agente Aduanero Virtual | 120 |

Resumen Ejecutivo

Esta investigación analiza la viabilidad del proceso de importación del vehículo autónomo de reparto Nuro R2 para pequeñas y medianas empresas distribuidoras de consumo masivo en la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica durante el primer semestre de 2025. El estudio identifica que, si bien la tecnología promete revolucionar la logística de última milla mediante ganancias en eficiencia, reducción de costos operativos y beneficios ambientales, su implementación se ve severamente limitada por una serie de barreras estructurales.

Los principales hallazgos revelan que el marco regulatorio costarricense actual es el obstáculo más significativo, ya que no existe una normativa específica que permita la circulación, homologación y aseguramiento de vehículos autónomos. Adicionalmente, el proceso de importación se caracteriza por su complejidad, derivada de la falta de una clasificación arancelaria definida, la ausencia de certificados específicos y la carencia de precedentes, lo que genera incertidumbre y riesgos financieros para los potenciales inversionistas.

Frente a este escenario, la investigación propone como solución innovadora el desarrollo e implementación de una plataforma web con un asistente virtual inteligente especializado en comercio internacional. Esta herramienta busca centralizar información, guiar a los usuarios en los trámites y reducir los errores y tiempos asociados a la importación de tecnologías emergentes como el Nuro R2.

Se concluye que, aunque técnicamente viable y con un retorno de inversión prometedor a largo plazo, la importación del Nuro R2 requiere de una acción coordinada entre el sector público y privado para modernizar la normativa, adaptar la infraestructura y desarrollar las capacidades técnicas necesarias para aprovechar esta oportunidad de modernización logística.

CAPÍTULO I: PROBLEMA

Las empresas distribuidoras minoristas de productos de consumo masivo en la Gran Área Metropolitana están enfrentando cada día mayores complicaciones en su operación logística. El caos vehicular, los precios elevados del transporte y la presión por realizar entregas cada vez más rápidas están afectando seriamente su capacidad para mantenerse competitivas. La mayoría sigue trabajando con métodos anticuados camiones y vehículos tradicionales que ya no son suficientes para satisfacer la demanda actual.

Esto no solo hace que sus gastos de operación se disparen, sino que además les impide crecer y expandirse. Al no contar con opciones modernas, quedan en una clara desventaja frente a las grandes empresas del sector logístico. Es urgente entonces buscar alternativas tecnológicas que les permitan modernizar su sistema de distribución. Con ello, el Nuro R2 aparece como una posible respuesta a estos problemas. Este vehículo autónomo creado específicamente para el transporte de mercancía promete mayor eficiencia y ahorros significativos con el tiempo.

Pero traerlo a Costa Rica no será sencillo, puesto que hay obstáculos legales por superar, desafíos técnicos que resolver y consideraciones económicas que analizar. Los pequeños empresarios no tienen claro si la importación de esta tecnología está realmente a su alcance financiero. Tampoco saben cómo funcionaría en las carreteras costarricenses o cuáles permisos necesitarían. Sin datos precisos, es imposible tomar decisiones acertadas sobre su implementación. Uno de los mayores problemas es que Costa Rica todavía no tiene regulaciones específicas para este tipo de vehículos autónomos.

No hay normas definidas sobre cómo deben circular o cuáles trámites se requieren para importarlos. Los empresarios no pueden calcular con certeza cuánto tiempo ni dinero les tomaría todo el proceso. Al no existir casos anteriores que sirvan como referencia, todo son incógnitas. Esta situación hace que, aunque la tecnología sea prometedora, muchos prefieran seguir como están antes de arriesgarse a lo desconocido, aunque sus métodos actuales sean menos eficaces. El inicio del 2025 se presenta como un momento crucial para dar el salto tecnológico.

Si las pequeñas distribuidoras actúan rápido, podrían adelantarse a sus competidores al implementar soluciones como el Nuro R2. Pero para aprovechar esta oportunidad, necesitan entender cómo funciona todo el proceso de importación. Desde conseguir los presupuestos iniciales hasta cumplir con todos los requisitos de aduana y, finalmente, adaptar los vehículos a las calles, cada paso es determinante para que el proyecto funcione. Si no se hace un estudio detallado, podrían cometer errores de cálculo graves o encontrarse con sorpresas inesperadas que harían fracasar la iniciativa.

No debe ignorarse el componente ecológico. Al funcionar con electricidad, el Nuro R2 se ajusta a los objetivos globales de reducción de emisiones contaminantes, aspecto especialmente significativo en el contexto costarricense. La adopción de este tipo de tecnología permitiría una mejora en la eficiencia logística y contribuiría a proyectar una imagen favorable en términos de responsabilidad ambiental. Antes de su implementación, corresponde analizar diversos aspectos técnicos, fiscales y operativos que podrían influir en la viabilidad del proyecto.

El presente estudio analiza el tema "Importación de Nuro R2 para las empresas distribuidoras de consumo masivo de pequeña escala dentro de la GAM durante el primer semestre del 2025", planteando en la pregunta de investigación: "¿Cuál es el proceso de importación de Nuro R2 para las empresas distribuidoras de consumo masivo de pequeña escala dentro de la GAM durante el primer semestre del 2025?".

Justificación

El primer momento clave que valida esta investigación es la urgente necesidad de modernización en las empresas distribuidoras. En un mercado donde la velocidad y la eficiencia definen el éxito empresarial, quedarse atrás tecnológicamente puede significar perder clientes o incluso cerrar operaciones. El vehículo autónomo Nuro R2 ofrece una alternativa tangible, pero sin un mapa claro de importación, su adopción será lenta o nula. Este estudio busca romper esa barrera de desinformación.

Por ello, resulta indispensable contar con datos técnicos y jurídicos precisos que orienten a las empresas en sus decisiones de inversión. La investigación pretende servir como guía práctica y estratégica para quienes buscan implementar soluciones logísticas de vanguardia sin enfrentarse a obstáculos innecesarios. Esta etapa, entonces, no solo plantea un problema, sino que propone el inicio de una solución estructurada.

El segundo momento es la ventana de oportunidad en 2025. Con cambios regulatorios y económicos previstos para dicho año, las empresas que actúen con anticipación podrían posicionarse como líderes en innovación logística. Este análisis no solo describe trámites, sino que identifica el momento óptimo para ejecutarlos maximizando el retorno de la inversión. Sin esta temporalidad, el esfuerzo podría resultar en costos innecesarios.

Aprovechar esta coyuntura requiere preparación y visión estratégica, ya que los beneficios no solo dependen del cumplimiento normativo, sino también del momento exacto en que se decida actuar. De esta manera, la investigación ofrece a los tomadores de decisiones una herramienta anticipada que facilita la planificación y reduce la improvisación. Así, el 2025 no se plantea como una fecha lejana sino como una meta que ya exige acción desde el presente.

El tercer momento es el impacto socioambiental. Costa Rica promueve activamente tecnologías limpias y el Nuro R2 encaja en ese compromiso. Al demostrar que su importación es viable, este estudio incentiva una transición hacia logística sostenible beneficiando tanto a las empresas como a la comunidad. La investigación, por tanto, trasciende lo operativo y se convierte en un aporte estratégico para el desarrollo local.

La integración de vehículos autónomos no contaminantes en la cadena logística también responde al llamado global por una economía más verde e inclusiva. Las soluciones propuestas no buscan únicamente eficiencia operativa, sino también un equilibrio entre crecimiento económico y responsabilidad ambiental. Esta visión integral fortalece la imagen corporativa de quienes apuesten por la innovación sustentable y posiciona al país como referente regional en la implementación de tecnologías limpias. Por lo tanto, la viabilidad del Nuro R2 representa no solo una mejora logística, sino un avance social y ecológico.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el proceso de importación de Nuro R2 para las empresas distribuidoras de consumo masivo de pequeña escala dentro de la GAM durante el primer semestre del 2025.

Objetivos Específicos

- Estudiar los requisitos de la importación de Nuro R2 para la adquisición en empresas dentro de la GAM.
- Determinar los costos de la importación para las empresas que requieren el vehículo Nuro R2.
- Explicar las ventajas y desventajas del uso del vehículo para la reducción de costos en las empresas que lo importen.
- Proponer un agente virtual que colabore con la asistencia de requisitos y permisos dentro de Costa Rica generando fácil acceso a los contribuyentes.

Antecedentes

Antecedentes Internacionales

La primera tesis internacional consultada es la de Londoño (2023) con el tema “Vehículos Autónomos Retos de su Implementación”, la cual realizó para la Universidad Externado de Colombia, para optar por el grado de Maestría en Derecho Informático y de las Nuevas Tecnologías.

De esta investigación se desprende el siguiente Objetivo General: Evidenciar los retos que trae la implementación de los carros o coches autónomos, denotando la importancia que esta tecnología tiene en el avance de la humanidad y los siguientes Objetivos Específicos:

- Examinar los fundamentos tecnológicos, sociales y jurídicos que influyen en la automatización y masificación de los vehículos autónomos en el tráfico urbano.
- Identificar los retos jurídicos y éticos de la implementación de vehículos autónomos, considerando la regulación de la movilidad y la resolución de siniestros.

La metodología que se emplea es cualitativa, ya que utiliza instrumentos como el análisis documental y entrevistas a expertos. A través de estos métodos, se busca comprender los retos y regulaciones que afectan la implementación de los vehículos autónomos.

Se obtiene la siguiente conclusión la regulación y el marco jurídico son factores clave en la masificación de los vehículos autónomos. Para abordar este problema, se recomienda una mayor colaboración entre el sector tecnológico y los legisladores para diseñar políticas adaptadas a los avances en inteligencia artificial y movilidad.

La segunda tesis internacional consultada es de Bujedo (2019) con el tema “Vehículos Autónomos”, la cual realizó para la Universidad de Valladolid para optar por el grado de Ingeniería Eléctrica.

La metodología que se emplea es cualitativa, utilizando técnicas como el análisis documental y entrevistas a expertos en movilidad y tecnología.

Se obtiene la siguiente conclusión: la conducción autónoma representa un avance significativo en movilidad, pero su implementación requiere un marco normativo sólido y adaptación social. Para ello, se recomienda una mayor colaboración entre el sector tecnológico y los legisladores, así como el desarrollo de estrategias para facilitar la aceptación de los usuarios.

La tercera tesis internacional consultada es de Borraz (2020) con el tema “Desarrollo e Implementación de un vehículo Autónomo Cloud Incubator Car”, la cual realizó para la Universidad Politécnica de Cartagena, para optar por el grado de Doctorado en Tecnologías Industriales.

De esta investigación se depende el siguiente Objetivo General: Estudio, diseño y desarrollo de una plataforma de investigación para aplicaciones de conducción autónoma, basada en un vehículo eléctrico comercial (*Renault Twizy*), que proporcione un sistema de control robusto y escalable, permitiendo una rápida implementación y prueba de algoritmos conducentes a la conducción autónoma, y que pueda ser utilizada por estudiantes de máster y doctorado en sus trabajos de tesis, y los siguientes Objetivos Específicos:

- Realizar una revisión bibliográfica exhaustiva sobre vehículos autónomos y sistemas de percepción.
- Diseñar, fabricar y montar elementos mecánicos para automatizar los controles principales de conducción (volante, freno, acelerador y sentido de marcha).
- Estudiar, seleccionar, adquirir y montar sistemas de percepción para sensorizar el vehículo autónomo y lograr un posicionamiento preciso.
- Desarrollar aplicaciones, software y algoritmos para la toma de decisiones, planificación global y local de rutas.

El estudio se basa en una metodología cualitativa, complementada con herramientas técnicas clave como el análisis exhaustivo de sensores y sistemas de percepción, el diseño y simulación de algoritmos de control y planificación, y la realización de pruebas tanto en entornos reales como simulados. Estos instrumentos permiten validar el rendimiento del vehículo autónomo, asegurando la eficacia y robustez de la plataforma desarrollada.

Se esta investigación se obtiene la siguiente conclusión: se destaca que la plataforma desarrollada sobre el *Renault Twizy* resulta efectiva para la investigación en conducción autónoma, gracias a su diseño modular y capacidad de integración con sensores avanzados. Particularmente, el algoritmo de detección de peatones demostrando una alta precisión en condiciones reales, reforzando su aporte a la seguridad vial.

Como recomendación, se propone optimizar los algoritmos de planificación y percepción, incorporar técnicas de inteligencia artificial para mejorar la toma de decisiones en situaciones complejas, y ampliar las pruebas a entornos urbanos dinámicos que permitan validar la escalabilidad del sistema en escenarios más desafiantes.

La cuarta tesis consultada es de Mesa (2022) con el tema “Marco para la Implementación de los Vehículos Autónomos para pasajeros en las ciudades y áreas Metropolitanas de Colombia”, para optar el grado de Maestría en Ingeniería y Transporte.

De esta investigación se depende el siguiente Objetivo General: Proponer un marco para la implementación de los vehículos autónomos para pasajeros en las ciudades y áreas metropolitanas de Colombia y los siguientes Objetivos Específicos:

- Realizar una revisión internacional del estado actual de la tecnología relacionado con los Vehículos Autónomos para pasajeros.
- Revisar los marcos normativos internacionales relacionados con el uso de vehículos autónomos de pasajeros y modo terrestre.
- Identificar las oportunidades de introducción de los AV en el contexto colombiano.
- Identificar las bases para el marco político requeridos para el ingreso y masificación de los VA terrestres de pasajeros en Colombia.

La metodología que se emplea es cualitativa, utilizando revisión documental de experiencias internacionales, estudios de normativas vigentes en distintos países y análisis de percepciones de aceptación por parte de los consumidores y autoridades. Se busca así estructurar un plan viable para la incorporación de esta tecnología en el país.

El estudio concluye que Colombia enfrenta importantes desafíos para la implementación de vehículos autónomos, entre ellos la infraestructura vial deficiente, la necesidad de ajustes normativos y la generación de confianza entre los usuarios. Para superar estos obstáculos, se recomienda actualizar la normativa de transporte para incluir disposiciones específicas sobre estos vehículos, invertir en infraestructura tecnológica y vial que garantice su operación segura, desarrollar pruebas piloto en espacios controlados, como campus universitarios o zonas turísticas, y llevar a cabo campañas de sensibilización que fomenten la aceptación de esta tecnología.

Antecedentes Nacionales

La primera tesis nacional consultada es de Esquivel (2022) con el tema “Consideraciones Logísticas para la Importación Marítima de Mercancías Peligrosas, bajo la modalidad de contenedor completo desde la República Popular de China hacia Costa Rica en el primer semestre del año 2022”, la cual realizó para la Universidad Internacional de las Américas, para optar por el grado de Licenciatura en Comercio Internacional.

Con esta investigación se desprende el siguiente Objetivo General: Examinar las consideraciones logísticas para la importación marítima de mercancías peligrosa, bajo la modalidad de contenedor completo, desde la República Popular de China hacia Costa Rica, en el I semestre del año 2022, y los siguiente Objetivos Específicos:

- Describir la clasificación de mercancías peligrosas, según los lineamientos de la Organización Marítima Internacional.
- Explicar las regulaciones documentarias del transporte marítimo bajo modalidad de contenedor completo de mercancías peligrosas.

- Investigar los tipos de embalaje y rotulación necesaria para realizar las importaciones de mercancías peligrosas desde China hasta Costa Rica.
- Desarrollar una estrategia logística que permita a los importadores costarricenses el ingreso de cargas peligrosas de China, en equipos completos.

La metodología que se emplea es cualitativa, mediante el uso de los siguientes instrumentos: entrevistas y cuestionarios, se procura encontrar respuesta al problema de investigación.

La investigación concluye que, para una importación marítima exitosa de mercancías peligrosas desde China a Costa Rica, es crucial que los importadores dominen las clasificaciones, regulaciones documentarias, y los requisitos de embalaje y rotulación. En consecuencia, se recomienda capacitar a los importadores en la normativa y los procedimientos específicos, fortalecer la comunicación entre todas las partes involucradas, e implementar guías prácticas que detallen cada paso del proceso, incluyendo ejemplos de documentación y embalaje. Estas medidas son fundamentales para minimizar errores, retrasos y riesgos inherentes al transporte de este tipo de mercancías.

La segunda tesis nacional consulta es de Solís (2022) con el tema “Diseño del Sistema de Localización para Vehículos Aéreos no Tripulados Desarrollados por Intel Labs”, la cual realizó para el Instituto Tecnológico de Costa Rica, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica.

De esta investigación se desprende el siguiente Objetivo General: Diseñar un sistema de localización avanzada para vehículos aéreos no tripulados desplegados en situaciones de riesgo, desarrollados por Intel Labs, y los siguientes Objetivos Específicos:

- Diagnosticar el desempeño del sistema de localización actualmente operante.
- Establecer la arquitectura para la recolección autónoma de datos geoespaciales por parte de la aeronave.

- Confeccionar un sistema basado en software para el procesamiento de señales y estimación de la posición del vehículo aéreo.
- Verificar el desempeño del sistema de localización diseñado, mediante la generación de pruebas dinámicas de simulación robótica.

La metodología empleada se centra en el diseño y desarrollo de un sistema de localización. Esto se logra usando instrumentos como planos detallados, así como la hoja de datos con características mecánicas y la disposición de sus cámaras. Estos elementos instrumentales son cruciales para el diseño físico y la integración de los componentes, procurando encontrar respuesta al problema de investigación relacionado con la localización de vehículos aéreos no tripulados.

Se obtiene la siguiente conclusión, dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que el sistema diseñado cumple con los requisitos para la localización de los vehículos aéreos no tripulados desarrollados. Para lo anterior, se recomienda considerar la optimización de los materiales y procesos de manufactura para futuras iteraciones del cobertor, así como explorar la integración con otros sensores para mejorar la robustez y precisión del sistema de localización en entornos más complejos y desafiantes.

La tercera tesis consultada es de Netzer (2022), con el tema “Estudio de prefactibilidad técnico financiero para la sustitución de vehículos de combustión interna por vehículos eléctricos en el Tecnológico de Costa Rica, Campus Cartago”, la cual realizó para el Instituto Tecnológico de Costa Rica, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

La metodología que se emplea es cuantitativa. Esto se logra mediante el uso de los siguientes instrumentos: análisis de datos técnicos de vehículos, recolección de información sobre costos de adquisición, operación y mantenimiento, incluyendo consumo de combustible y electricidad, precios del mercado y vida útil de los componentes, así como la aplicación de herramientas de evaluación económica y financiera. Con esta información se procura encontrar respuesta al problema de investigación sobre la viabilidad de la sustitución de vehículos en el campus.

Se obtiene la siguiente conclusión respondiendo al estudio de la investigación, cuando el autor indica que la sustitución de vehículos de combustión interna por eléctricos en el Campus Cartago es factible y financieramente viable a largo plazo, presentando beneficios económicos y ambientales significativos pese a una mayor inversión inicial. Para lo anterior se recomienda establecer un plan de transición gradual, buscar fuentes de financiamiento o incentivos para la adquisición de vehículos eléctricos, e implementar una infraestructura de carga adecuada dentro del campus para facilitar la adopción de esta tecnología.

La cuarta tesis nacional consultada es la Smith (2023) con el tema “Desarrollo de Automatización Robótica de Procesos (RPA) a través de Inteligencia Artificial para mejoras en los procesos aduaneros de importación de té en Costa Rica para el periodo de 2023-2026”, la cual realizó para la Universidad Internacional de las Américas, para optar por el grado de Licenciatura en Comercio Internacional.

La metodología empleada es de tipo cualitativa y exploratoria, con un enfoque en el análisis de la aplicación de tecnologías de automatización en los procesos aduaneros. Esto se logra con estos instrumentos: entrevistas a expertos y cuestionarios dirigidos a profesionales aduaneros y logísticos, que incluyen preguntas sobre los desafíos actuales en los procesos de importación de té, la percepción sobre la RPA e IA, las capacidades del personal y las limitaciones para implementar estas tecnologías

Se obtiene la siguiente conclusión dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que la implementación de la Automatización Robótica de Procesos (RPA) y la Inteligencia Artificial (IA) en los procesos aduaneros de importación de té en Costa Rica tiene un gran potencial para optimizar la eficiencia, reducir costos y minimizar errores, aunque existen desafíos significativos relacionados con el conocimiento del personal, la infraestructura tecnológica y la resistencia al cambio por parte de los actores involucrados.

Para lo anterior se recomienda invertir en la capacitación del personal aduanero y de las empresas importadoras en el uso y gestión de tecnologías RPA e IA, fortalecer la infraestructura tecnológica existente en las instituciones y empresas, y promover una cultura de innovación.

Proyecciones

- Se proyecta realizar una investigación documental y normativa en fuentes oficiales para recopilar los requerimientos técnicos, aduaneros y legales asociados con la importación de los vehículos autónomos. Con esta información, se podrá construir un panorama claro y actualizado que facilite la toma de decisiones.
- Se realiza un análisis integral de costos para nacionalizar vehículos en Costa Rica, considerando aranceles, impuestos, logística, seguros y trámites aduaneros. La información, obtenida de fuentes especializadas, permitirá a las empresas proyectar presupuestos realistas para incorporar esta tecnología en sus operaciones.
- Se compararán vehículos autónomos como el Nuro R2 con métodos logísticos tradicionales, evaluando costos, eficiencia y posibles barreras para su implementación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Comercio Internacional

El comercio internacional representa el intercambio de bienes y servicios entre países, convirtiéndose en una de las actividades económicas más importantes para el crecimiento de las naciones. Este proceso permite que los países accedan a productos que no pueden fabricar localmente, ya sea por falta de recursos naturales, tecnología o conocimientos especializados. Gracias a estas relaciones comerciales, es posible satisfacer mejor las necesidades de la población y diversificar la oferta disponible en los mercados internos.

Además, fomenta la creación de empleo en sectores vinculados a la exportación e importación, como la logística, el transporte y la comercialización. Así, el comercio internacional se convierte en un motor clave para el desarrollo económico y la mejora de la calidad de vida. Por medio del comercio internacional, los países pueden especializarse en la producción de aquellos bienes o servicios. Al respecto Pareja (2025) los define como “productos o actividades que se crean o realizan para satisfacer las necesidades y deseos de las personas, los bienes son objetos físicos, mientras que los servicios son tareas que alguien realiza para otra persona”. (párr.1).

Asimismo, permite que las empresas locales se enfrenten a nuevos retos y estándares de calidad exigidos en mercados externos, promoviendo la innovación y el perfeccionamiento de sus procesos. Con ello, no solo se beneficia la competitividad de las empresas, sino que también se fortalece la economía nacional en su conjunto. En este contexto, la apertura comercial se convierte en una herramienta estratégica para alcanzar mayores niveles de crecimiento.

El comercio exterior impulsa el intercambio de conocimientos y tecnologías, favoreciendo la innovación y la adaptación cultural. Este flujo constante fortalece sociedades más abiertas y conectadas, clave para el desarrollo global. No obstante, enfrenta desafíos como barreras arancelarias, regulaciones, variaciones cambiarias y tensiones geopolíticas, además del impacto ambiental asociado al transporte y la producción.

Comercio Internacional y el Uso de Nuevas Tecnologías

El comercio internacional se encuentra en un proceso de transformación gracias a la incorporación de nuevas tecnologías que facilitan y optimizan sus operaciones. La digitalización de documentos, el uso de plataformas electrónicas para gestionar trámites aduaneros y la implementación de sistemas avanzados de rastreo permiten reducir tiempos y costos en las transacciones.

A esto se suma la llegada de la logística autónoma, que utiliza vehículos inteligentes como el Nuro R2 para realizar entregas locales de forma más rápida y segura. Estas innovaciones no solo agilizan el movimiento de mercancías, sino que aumentan la transparencia y la eficiencia en cada etapa del proceso comercial. Por otro lado, la integración de la inteligencia artificial y el análisis de datos está revolucionando la forma en que las empresas toman decisiones en el comercio internacional.

Gracias a estas herramientas, es posible anticipar cambios en la demanda, identificar nuevas oportunidades de mercado y optimizar rutas logísticas con mayor precisión. La utilización de vehículos autónomos como el Nuro R2 permite automatizar entregas urbanas, reducir la dependencia de operadores humanos y minimizar errores logísticos. Así, tanto grandes empresas como pequeñas y medianas pueden competir en mercados globales con operaciones más ágiles y eficientes.

La tecnología aplicada a la logística promueve la sostenibilidad ambiental. Vehículos eléctricos autónomos como el Nuro R2 reducen la huella de carbono, mientras que sistemas inteligentes optimizan rutas y recursos. Estas innovaciones permiten a las empresas cumplir con estándares internacionales y mejorar su reputación ante consumidores conscientes, posicionando la logística autónoma como motor de modernización responsable en el comercio global.

Entidades que Regulan e Intervienen en el Comercio Internacional de Costa Rica

En Costa Rica, el comercio internacional está regulado y supervisado por diversas entidades que trabajan de manera coordinada para garantizar que las importaciones y exportaciones se realicen de forma segura, ordenada y conforme a la ley. Cada una cumple funciones específicas que abarcan desde la parte legal y tributaria hasta la promoción de productos en mercados extranjeros. Estas instituciones permiten que el país participe en el comercio mundial y se exponen a continuación:

- **Ministerio de Comercio Exterior (COMEX)**, responsable de formular y coordinar la política comercial del país. Entre sus funciones está negociar tratados de libre comercio, dar seguimiento a acuerdos internacionales y promover la competitividad de las exportaciones costarricenses. Además, asesora a los sectores productivos para aprovechar mejor las oportunidades que ofrecen estos tratados.
- **Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (Procomer)**, que se encarga de facilitar y promover las exportaciones nacionales. PROCOMER apoya a empresas locales mediante capacitaciones, estudios de mercado y ferias internacionales. También ofrece plataformas tecnológicas para simplificar trámites aduaneros y acercar a los productores nacionales con compradores de todo el mundo.
- **Dirección General de Aduanas**, que forma parte del **Ministerio de Hacienda**, juega un papel esencial. Se encarga de aplicar las leyes de comercio exterior, recaudar impuestos sobre mercancías que ingresan o salen del país y supervisar que las operaciones cumplan con las normativas establecidas. Además, vela por la seguridad nacional evitando el ingreso de productos prohibidos o peligrosos.

Carga Peligrosa

Las mercancías peligrosas o mercancías IMO (*International Maritime Organization*) son aquellas que, por sus propiedades y características, representan un riesgo para la seguridad y la salud de las personas. Las mercancías peligrosas son clasificadas en nueve categorías diferentes, según sus características y grado de peligrosidad. Cabe destacar que el orden de numeración de las clases no se relaciona con la magnitud de riesgo, por lo tanto, podría resultar igual o más peligrosa una mercancía de clase 1 (explosivos) que una de clase 7 (radioactivos), ya que su peligro depende directamente de factores técnicos y/o químicos.

Clasificación IMO

Para que un contenedor pueda transportar mercancía considerada como peligrosa según la normativa IMO (Organización Marítima Internacional), este debe portar etiquetas visibles y resistentes en sus cuatro costados. Dichas etiquetas deben indicar claramente la clase de riesgo y el número de identificación IMO correspondiente. Esta clasificación es esencial para alertar a los operadores, autoridades y servicios de emergencia sobre el tipo de sustancia contenida. Además, garantiza el cumplimiento de las normativas internacionales de seguridad en el transporte marítimo.

La ONU ha establecido un sistema global para clasificar y transportar mercancías peligrosas, base de múltiples reglamentos internacionales. Estas se dividen en nueve clases según sus propiedades físicas y riesgos, y pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas. Cada sustancia se somete a pruebas para identificar sus peligros, tras lo cual se le asigna un número ONU, un nombre de envío y, si aplica, un grupo de embalaje. Esta información es obligatoria en la documentación de transporte para garantizar seguridad y trazabilidad. El listado es el siguiente:

Clase 1. Explosivos

Dentro de esta clasificación podemos encontrar diversos tipos de mercancía, en función al riesgo de explosión en masa, proyección o incendio que provoquen. Algunos ejemplos de explosivos pueden ser: bombas, cohetes, detonadores, fuegos artificiales, municiones, bengalas, etc. Se dividen en:

- **División 1.1.** Objetos con riesgo de explosión de toda la masa.
- **División 1.2.** Representan riesgo de proyección, pero no de explosión de toda la masa.
- **División 1.3.** Representan riesgo de incendio y pueden producir efectos de onda de choque.

La etiqueta de estas 3 primeras se representa con el símbolo de una bomba explotando (en color negro sobre fondo naranja) y un número 1 en el ángulo inferior.

- **División 1.4.** Estos no representan un riesgo considerable.
- **División 1.5.** Poco sensibles que implican riesgo de explosión en masa.
- **División 1.6.** Son extremadamente poco sensibles y no representan riesgo de explosión en toda la masa.

Las etiquetas deberán contener el número de la ‘división’ en color negro sobre fondo naranja. También debe contener el número 1 en el ángulo inferior de la etiqueta.

Ilustración 1

Etiqueta para Mercancía peligrosa Clase 1. Explosivos.



Nota: Tiba, 2025.

Clase 2. Gases

Los gases de esta clase pueden encontrarse en forma licuada, comprimida o refrigerada, lo que influye en su manejo y riesgos. Según sus características, se agrupan en cuatro tipos: asfixiantes, que pueden desplazar el oxígeno del ambiente; comburentes, que favorecen la combustión; inflamables, que reaccionan fácilmente al calor; y tóxicos, que pueden afectar la salud. Dependiendo de su comportamiento, se clasifican en tres divisiones:

- **División 2.1:** Incluye gases inflamables como el etano, butano o propileno. Tienen la capacidad de arder si se exponen a una fuente de calor. Se identifican con una etiqueta roja, que muestra una llama y el número 2 en la parte inferior.
- **División 2.2:** Reúne gases que no son inflamables ni tóxicos, como el oxígeno o el helio. Aun así, representan peligro porque pueden desplazar el oxígeno y causar asfixia. Su etiqueta es de fondo verde con el ícono de una botella de gas y el número 2.
- **División 2.3:** Engloba gases tóxicos, como el cloro, cuya inhalación puede ser peligrosa o incluso mortal. Algunos también pueden ser inflamables, corrosivos o comburentes. La etiqueta que los identifica lleva una calavera sobre fondo blanco y también muestra el número 2.

Ilustración 2

Etiqueta para Mercancía peligrosa Clase 2. Gases.



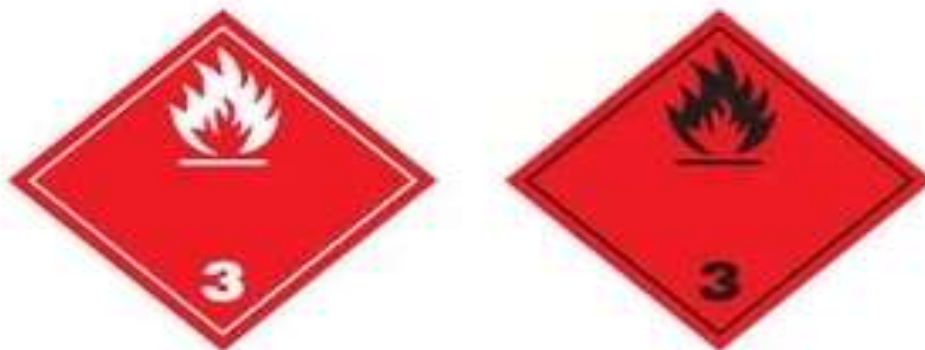
Nota: Tiba, 2025.

Clase 3. Líquidos Inflamables

Esta categoría incluye tanto líquidos que arden con facilidad como aquellos explosivos que presentan baja sensibilidad al impacto o al calor. Entre los ejemplos más comunes se encuentran el aguarrás, la gasolina, diversos tipos de pinturas y barnices. Para identificarlos correctamente, se utiliza una etiqueta con el ícono de una llama, en blanco o negro, sobre un fondo rojo intenso, similar a la empleada en la clase de gases inflamables 2.1. La diferencia clave es el número 3, ubicado en la parte inferior de la etiqueta, que distingue a esta clase.

Ilustración 3

Etiqueta para Mercancía peligrosa Clase 3. Gases.



Nota: Tiba, 2025.

Clase 4. Sólidos Inflamables

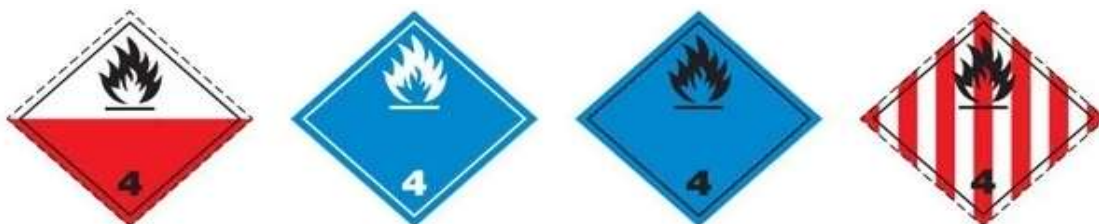
Según sus características químicas y el comportamiento frente a ciertos factores, estas sustancias se agrupan en tres divisiones específicas:

- **División 4.1:** Materias sólidas con alta inflamabilidad, algunas autorreactivas o consideradas explosivas pero tratadas para reducir su peligrosidad. Pueden reaccionar sin necesidad de una fuente externa de ignición. Se identifican mediante una etiqueta que muestra una llama negra sobre fondo blanco con siete franjas rojas verticales y el número 4 en la parte inferior.

- **División 4.2:** Sustancias que pueden incendiarse de manera espontánea, ya sea al calentarse, al contacto con el aire o durante su transporte. Ejemplos comunes son el carbón, virutas de metales ferrosos y algodón húmedo. La etiqueta distintiva presenta una llama negra sobre fondo blanco en la parte superior y rojo en la inferior, junto con el número 4.
- **División 4.3:** Compuestos que, al entrar en contacto con el agua, generan gases inflamables. Dentro de esta división se encuentran materiales como sodio, potasio y carburo. Se reconocen por una etiqueta azul con una llama en blanco o negro, acompañada del número 4 en el ángulo inferior.

Ilustración 4

Etiqueta para Mercancía peligrosa Clase 4. Sólidos inflamables.



Nota: Tiba, 2025.

Clase 5. Comburentes y Peróxidos Orgánicos

La Clase 5 reúne sustancias que, si bien no son necesariamente combustibles por sí mismas, pueden generar o intensificar procesos de combustión en otros materiales. Este grupo se divide en dos categorías: los comburentes y los peróxidos orgánicos. Su manipulación requiere precauciones especiales, ya que pueden representar riesgos graves en caso de fuga, mezcla o exposición a calor. Son frecuentes en industrias químicas, agrícolas o de transporte especializado. Por este motivo, su identificación clara y manejo controlado son esenciales para garantizar la seguridad en su almacenamiento y traslado. Se dividen en:

- **División 5.1:** Incluye sustancias líquidas o sólidas que, aunque no arden por sí solas, pueden acelerar o intensificar la combustión de otros materiales, lo que aumenta el riesgo de incendio. Un ejemplo común es el nitrato de amonio. Para su identificación, se utiliza una etiqueta de fondo amarillo con una llama sobre un círculo negro, acompañada del número 5.1 en la parte inferior.
- **División 5.2:** Agrupa los peróxidos orgánicos, compuestos derivados del peróxido de hidrógeno que presentan una alta reactividad. Debido a su peligrosidad, su transporte está sujeto a limitaciones estrictas en cuanto a la cantidad permitida por unidad de carga. Su etiqueta consiste en una llama blanca o negra sobre un fondo bicolor: rojo en la mitad superior y amarillo en la inferior, junto con el número 5.2.

Ilustración 5

Etiquetas de Mercancía Peligrosa Clase 6. Tóxicos.



Nota: Tiba, 2025.

Clase 6. Tóxicos

La Clase 6 engloba sustancias que representan un riesgo para la salud humana debido a su toxicidad. Estas pueden causar efectos adversos graves por inhalación, ingestión o contacto con la piel, incluso en pequeñas cantidades. Se dividen en dos categorías principales: materiales tóxicos y materiales infecciosos. Su manipulación requiere medidas estrictas de protección personal y control ambiental para evitar exposiciones accidentales. Se exponen a continuación:

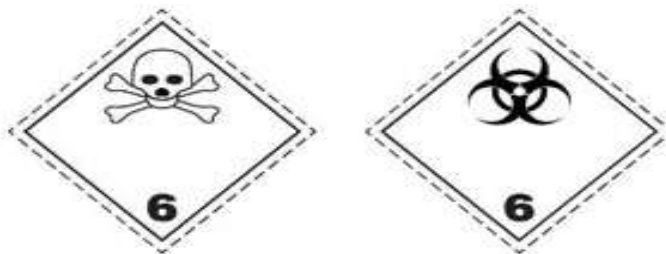
- **División 6.1:** Se refiere a sustancias que representan un alto riesgo para la salud humana, ya que pueden causar efectos graves o incluso la muerte si se inhalan, absorben por la piel o se ingieren. Entre los compuestos más comunes se encuentran el metanol y el cloruro de metileno. Estas sustancias deben identificarse con una etiqueta blanca con tibias cruzadas

en color negro, acompañada por el número 6 en la parte inferior, siguiendo el mismo diseño que la etiqueta de gases tóxicos de la división 2.3.

- **División 6.2:** Agrupa a aquellas sustancias que contienen microorganismos capaces de provocar enfermedades en personas o animales. Incluye materiales como muestras de diagnóstico, sangre, fluidos corporales, cultivos de laboratorio y componentes destinados a la fabricación de vacunas. Su etiqueta distintiva incorpora un símbolo formado por tres medias lunas negras superpuestas sobre un círculo, todo sobre fondo blanco, con el número 6 en la parte inferior. En la mitad inferior puede incluir leyendas como “Sustancias Infecciosas” o indicaciones de emergencia frente a derrames o fugas.

Ilustración 6

Etiqueta Mercancía Peligrosa Clase 6. Tóxicos.



Nota: Tiba, 2025.

Clase 7. Material Radioactivo

Esta categoría abarca sustancias con radionucleidos, elementos capaces de emitir radiación ionizante. Algunos ejemplos frecuentes son el uranio, el plutonio o el torio, utilizados en aplicaciones médicas, industriales o energéticas. Estos materiales requieren una manipulación extremadamente cuidadosa, ya que su exposición puede causar daños a la salud o al medio ambiente. Para su transporte seguro, deben identificarse con etiquetas específicas que advierten sobre su peligrosidad y que permiten a los operadores tomar las precauciones necesarias. Se dividen en:

- **Categoría I:** Se aplica a bultos cuya radiación superficial no supera los 0.5 milirem por hora, o a contenedores que no contengan materiales clasificados en categorías superiores. La etiqueta correspondiente debe tener fondo blanco con un símbolo de trébol negro, seguido de la palabra “Radioactivo”, una barra vertical roja, la información sobre contenido, cantidad y actividad, y el número 7 en la parte inferior.
- **Categoría II:** Corresponde a bultos con niveles de radiación en la superficie superiores a 0.5 milirem/h pero que no excedan los 50 milirem/h. El índice de transporte no debe ser mayor a 1.0. También se utiliza esta categoría para contenedores que cumplan con ese índice y no transporten bultos visibles de categoría III.
- **Categoría III:** Está destinada a bultos cuya radiación en la superficie puede alcanzar hasta 200 milirem/h, o a contenedores cuyo índice de transporte sea como máximo 1.0 y que lleven bultos visibles de esta categoría.
- **Categoría IV:** Designada para materiales fisionables, su etiqueta presenta fondo blanco y la palabra “FISIONABLE” en negro en la parte superior. En la parte inferior se incluye un recuadro con la frase “Índice Cuidado Crítico” y el número 7 como elemento identificador.

Las etiquetas de las categorías II y III deben mostrar fondo amarillo en la parte superior, blanco en la parte inferior, el símbolo de trébol negro, la leyenda “Radioactivo” seguida de dos o tres barras verticales según corresponda, los datos sobre contenido y actividad, un recuadro con el texto “Índice de transporte” y el número 7 en el ángulo inferior.

Ilustración 7

Etiqueta Mercancía Peligrosa Clase 7. Material Radioactivo



Nota: Tiba, 2025.

Clase 8. Corrosivos

Estas sustancias son de efecto destructivo al contacto, es decir, dañan el tejido de la piel. Algunas sustancias pueden ser: ácido sulfúrico o hipoclorito sódico. Su etiqueta debe tener un símbolo con dos tubos de ensayo vertiendo líquido sobre una mano y un metal, el fondo superior debe ser color blanco y el fondo inferior negro con el número 8.

Ilustración 8

Etiqueta Mercancía Peligrosa Clase 8. Corrosivos



Nota: Tiba, 2025.

Clase 9. Objetos Peligrosos Diversos

Estos suponen algún tipo de peligro no contemplado en los anteriores, como puede ser el caso de dioxinas, pilas de litio, hielo seco, etc. Su etiqueta debe ser de color blanco con siete franjas verticales negras en la mitad superior, y el número 9 subrayado en la esquina inferior. Las sustancias y objetos peligrosos varios presentan una serie de peligros no relacionados durante su transporte que abarcan a dos o más Clases. Incluye sustancias peligrosas para el medio ambiente de la Clase 9, pero también todas las demás clases excepto el material radiactivo de la Clase 7. Los tipos de mercancías peligrosas de clase 9 son:

- Sustancias que, por inhalación en forma de polvo fino, pueden poner en peligro la salud
- Sustancias y objetos que, en caso de incendio, pueden formar dioxinas
- Sustancias que desprenden vapores inflamables
- Baterías de litio
- Dispositivos de salvamento

- Sustancias peligrosas para el medio ambiente
- Sustancia peligrosa para el medio ambiente, sólida, N.O.S
- Sustancia peligrosa para el medio ambiente, líquida, N.O.S
- Microorganismos y organismos genéticamente modificados
- Sustancias transportadas a temperatura elevada
- Líquido
- Sólido

Grupos de Embalaje

Aunque las sustancias peligrosas de Clase 9 no se dividen en subcategorías adicionales, las autoridades han establecido grupos de embalaje para clasificar el grado de peligrosidad de las sustancias y objetos diversos que pertenecen a esta clase. Esta clasificación facilita la adopción de medidas adecuadas de seguridad durante el transporte y almacenamiento. Además, permite a los operadores logísticos y a los organismos de control tomar decisiones más precisas para minimizar riesgos.

- **Grupo de Embalaje II** corresponde a aquellas sustancias que presentan una peligrosidad media.
- **Grupo de Embalaje III** incluye sustancias con una peligrosidad baja.

Ilustración 9

Etiqueta Mercancía Peligrosa Clase 9. Objetos peligrosos diversos.



Nota: Tiba, 2025.

Inteligencia Artificial

El término “artificial” hace referencia a un área de la informática centrada en el diseño de sistemas y programas capaces de ejecutar tareas que, tradicionalmente, requieren habilidades cognitivas humanas. En este contexto, la llamada inteligencia artificial (IA), conocida también como AI por sus siglas en inglés, engloba un conjunto de tecnologías que buscan complementar o potenciar las capacidades del ser humano, especialmente en la toma de decisiones y resolución de problemas.

Este tipo de tecnología utiliza el poder de cómputo de las máquinas para emular procesos mentales complejos, como analizar información, aprender patrones y responder de forma adaptativa. A lo largo del tiempo, distintas definiciones han surgido en torno al concepto de IA. Una de ellas, atribuida al investigador John McCarthy y citada por Slezak (2020), la describe como una disciplina que combina ciencia y técnica para construir programas capaces de comportarse de forma inteligente.

Dentro de este campo, se encuentran áreas como el aprendizaje automático (*machine learning*) y el aprendizaje profundo (*deep learning*), que utilizan algoritmos diseñados para generar sistemas capaces de clasificar, predecir o tomar decisiones en función de los datos que reciben. Estas tecnologías son clave en diversas aplicaciones, como el reconocimiento de imágenes, el análisis del lenguaje o la automatización de procesos.

No obstante, el uso de la inteligencia artificial conlleva también retos significativos. Entre ellos, se encuentran el manejo ético de la información, la protección de la privacidad, la seguridad digital, el impacto en el empleo y la equidad en los procesos automatizados. Por ello, a medida que su implementación crece, también se hace indispensable abordar con responsabilidad los principios que guían su desarrollo y uso.

Origen y Evolución

La historia de la inteligencia artificial nació de la curiosidad humana por comprender y recrear el pensamiento. En los años cincuenta, surgieron las primeras ideas formales gracias a científicos que soñaban con máquinas capaces de razonar. Entre ellos destacó Alan Turing, quien propuso preguntas profundas sobre si una máquina podría pensar como una persona. Este momento marcó el inicio de un camino que mezclaba ciencia, filosofía y el deseo de imitar la mente humana. Se trataba de un tiempo lleno de entusiasmo, pero también de grandes retos técnicos.

Con el paso de los años, la inteligencia artificial fue creciendo gracias a avances en computación y matemáticas. En la década de los sesenta, aparecieron los primeros programas que resolvían problemas básicos y jugaban ajedrez. Aunque estos sistemas estaban lejos de ser inteligentes como un ser humano, demostraron que era posible automatizar tareas complejas. La idea de crear máquinas pensantes empezó a ganar fuerza en la sociedad y la academia, despertando el interés de más investigadores.

Durante los setenta y ochenta, la inteligencia artificial vivió altibajos conocidos como “inviernos de la IA”. En esos periodos, las expectativas superaban lo que realmente se podía lograr, lo que llevó a una disminución del apoyo financiero. Sin embargo, este tiempo también sirvió para reflexionar y replantear métodos de trabajo. Se entendió que imitar el pensamiento humano no era sencillo y que se necesitaba un enfoque más realista. Gracias a esta pausa, la disciplina tomó nuevas direcciones.

En los noventa, la inteligencia artificial renació con nuevas ideas y herramientas como las redes neuronales. Estas técnicas buscaban parecerse al funcionamiento del cerebro, aprendiendo de datos en lugar de seguir reglas fijas. Este cambio abrió la puerta a aplicaciones más prácticas, como el reconocimiento de voz y la visión por computadora. Poco a poco, la inteligencia artificial comenzó a hacerse presente en la vida diaria sin que las personas siempre se dieran cuenta. Su avance se volvió más silencioso, pero constante.

Ya en el siglo XXI, el crecimiento de internet y la gran cantidad de datos transformaron por completo el desarrollo de la inteligencia artificial. Gracias a la llamada *big data* y a la potencia de los nuevos procesadores, las máquinas aprendieron a identificar patrones complejos. Esto permitió el logro de muchos avances tecnológicos. Se demostró que la inteligencia artificial no solo podía imitar, sino también complementar el trabajo humano. Según Carazo (2024), la *big data* es “un conjunto tan grande de datos que superan la capacidad de las aplicaciones informáticas tradicionales para tratar con ellos en un tiempo razonable”. (párr.1).

Actualmente, la inteligencia artificial sigue evolucionando con rapidez y generando debates sobre su papel en la sociedad. Se reconoce que puede ayudar a resolver grandes problemas, pero también plantea preguntas éticas importantes. La historia de la inteligencia artificial muestra cómo la curiosidad, el conocimiento y la colaboración han permitido soñar con máquinas que piensan. Es una historia que aún no termina y que seguirá escribiéndose mientras la humanidad busque entenderse a sí misma a través de la tecnología.

Áreas de la Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial se ha dividido en varias áreas para poder estudiar y desarrollar mejor sus aplicaciones. Una de ellas es el aprendizaje automático, que enseña a las máquinas a reconocer patrones y tomar decisiones a partir de datos. Gracias a esta rama, hoy existen programas que pueden predecir tendencias o detectar errores casi sin intervención humana. Se basa en la idea de que las máquinas no necesitan reglas fijas, sino que pueden mejorar con la experiencia. Es un área que crece cada día gracias a la gran cantidad de información disponible.

Otra área muy importante es la visión por computadora, que permite a las máquinas interpretar imágenes y videos. Gracias a esta tecnología, se han creado sistemas que reconocen rostros, leen matrículas de autos o ayudan a diagnosticar enfermedades mediante radiografías. Esta rama busca que las computadoras vean el mundo de manera parecida a como lo hacen las personas. Aunque parece algo cotidiano hoy, ha sido fruto de años de investigación y pruebas. Es un ejemplo claro de cómo la inteligencia artificial acerca las máquinas a la vida real.

El procesamiento del lenguaje natural es otra rama esencial, centrada en lograr que las máquinas entiendan y generen lenguaje humano. Este avance hizo posible la existencia de asistentes virtuales que responden preguntas o traducen textos en segundos. Se trata de enseñar a las computadoras a reconocer palabras, tonos y significados, algo que para los seres humanos es natural, pero para las máquinas es muy complejo. Este campo sigue creciendo, buscando que las interacciones con la tecnología sean más naturales. Con cada avance, se reduce la distancia entre personas y máquinas.

La robótica también forma parte del gran universo de la inteligencia artificial. Aquí se combinan sensores, algoritmos y aprendizaje para que los robots puedan realizar tareas físicas de manera autónoma. Existen robots que limpian casas, trabajan en fábricas o exploran lugares peligrosos. La meta es que puedan adaptarse a distintas situaciones, tomando decisiones por sí mismos cuando surgen imprevistos. Este campo muestra cómo la inteligencia artificial puede dar cuerpo a las ideas, haciendo que las máquinas interactúen con el mundo físico.

Estas áreas están dedicadas a la planificación y la toma de decisiones, donde las máquinas calculan diferentes escenarios para escoger el mejor camino. Este tipo de inteligencia se aplica en juegos, en la gestión de rutas para el transporte y hasta en programas que ayudan a las empresas a tomar decisiones estratégicas. Se busca que las máquinas no solo sigan instrucciones, sino que piensen en las consecuencias de sus actos. Así, se convierten en aliadas que ayudan a resolver problemas complejos y a aprovechar mejor los recursos.

En conjunto, estas áreas demuestran que la inteligencia artificial no es un solo invento, sino una suma de disciplinas que buscan dar sentido y utilidad a las máquinas. Cada una aporta algo diferente, pero todas comparten el objetivo de ayudar a las personas y hacer la vida más sencilla. A medida que avanzan, surgen nuevas preguntas sobre sus límites y responsabilidades. Es un campo vivo que sigue transformándose junto a las necesidades y sueños de la humanidad.

Características de la Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial presenta varias características que la hacen única dentro del mundo de la tecnología. Una de ellas es su capacidad para aprender de la experiencia, ajustando su comportamiento a partir de datos previos. Gracias a esta cualidad, las máquinas pueden mejorar con el tiempo y ofrecer resultados más precisos. También destaca su rapidez para procesar grandes cantidades de información que serían imposibles de analizar por una persona, esta velocidad permite que las soluciones lleguen casi en tiempo real, algo vital en la actualidad.

Otra característica importante de la inteligencia artificial es su flexibilidad para adaptarse a diferentes contextos y tareas. Un mismo algoritmo puede entrenarse para reconocer rostros, analizar documentos o predecir tendencias. Esta adaptabilidad convierte a la inteligencia artificial en una herramienta útil para distintas industrias y necesidades. Además, se caracteriza por trabajar de manera continua, sin interrupciones ni cansancio. Esto permite mantener operativos sistemas complejos las veinticuatro horas del día.

La inteligencia artificial muestra capacidad para detectar patrones ocultos que no se perciben. Gracias a ello, puede encontrar relaciones entre datos que pasan desapercibidas para las personas. Esta habilidad es esencial en campos como la salud, la logística o las finanzas, donde cada detalle puede marcar una diferencia importante. En conjunto, estas características hacen que la inteligencia artificial sea vista como una de las innovaciones más prometedoras de este siglo.

Importancia de la Aplicación de la Inteligencia Artificial

La aplicación de la inteligencia artificial ha transformado sectores completos y ha mejorado la calidad de vida de millones de personas. Su importancia radica en la forma en que permite automatizar procesos, reducir errores y tomar decisiones más informadas. Esto no solo ayuda a las empresas a ahorrar tiempo y recursos, sino que también facilita el acceso a servicios más rápidos y precisos. La inteligencia artificial se ha convertido en una aliada estratégica para resolver problemas complejos.

En el ámbito económico, su relevancia se observa en la optimización de procesos productivos y logísticos. Al analizar datos históricos, la inteligencia artificial puede prever demandas y ajustar inventarios de manera eficiente. Esto evita pérdidas económicas y reduce el desperdicio de recursos.

A nivel social, la inteligencia artificial contribuye a mejorar la salud, la educación y la seguridad. Existen sistemas capaces de detectar enfermedades en etapas tempranas o identificar riesgos en infraestructuras críticas. También se emplea para personalizar el aprendizaje de los estudiantes, haciendo que la educación sea más inclusiva. En este sentido, su importancia va más allá de los negocios, pues impacta directamente en el bienestar de las personas.

Aplicaciones Prácticas para el Comercio Internacional

Aduanas

En el área de aduanas, la inteligencia artificial facilita la clasificación de productos, reduciendo los tiempos de revisión. Sistemas inteligentes pueden analizar documentos, verificar datos y detectar posibles irregularidades casi de inmediato. Esto agiliza los procesos de importación y exportación, disminuyendo las filas y mejorando la transparencia. Gracias a ello, se incrementa la seguridad en las fronteras sin frenar el comercio. Las autoridades aduaneras pueden así centrarse en casos que realmente requieren intervención humana.

Importación y Exportación

En los procesos de importación y exportación, la inteligencia artificial ayuda a calcular aranceles y prever costos logísticos con mayor precisión. También permite identificar rutas más rápidas o seguras, considerando factores como el clima o el tráfico marítimo. Esto hace posible que las empresas entreguen sus productos a tiempo y reduzcan gastos innecesarios. Además, la inteligencia artificial puede analizar mercados extranjeros para descubrir nuevas oportunidades de negocio. Con estos datos, las empresas pueden tomar decisiones más informadas y estratégicas.

Cadena de Suministro

La cadena de suministro se beneficia enormemente del uso de la inteligencia artificial. Gracias al análisis de datos en tiempo real, es posible anticipar retrasos, ajustar rutas de transporte y optimizar el uso de inventarios. También se pueden predecir picos de demanda para que la producción se ajuste antes de que ocurran. De este modo, las empresas logran un mejor equilibrio entre costos y tiempos de entrega. Todo esto contribuye a una mayor satisfacción del cliente final.

Asesorías y Asistente Virtual

Otra aplicación práctica es el uso de asistentes virtuales que ofrecen asesorías sobre procesos de comercio internacional. Estos asistentes pueden responder preguntas frecuentes, guiar en el llenado de documentos y hasta dar recomendaciones sobre mejores prácticas. Gracias a la inteligencia artificial, la asesoría se vuelve más accesible y rápida, sin necesidad de esperar horas para recibir ayuda.

Otras Aplicaciones

Además de las áreas anteriores, la inteligencia artificial se usa para monitorear mercados, predecir cambios en las tasas de cambio y gestionar riesgos financieros. Puede identificar oportunidades de nuevos proveedores o detectar posibles fraudes en transacciones internacionales. En conjunto, estas aplicaciones fortalecen la competitividad de las empresas y contribuyen a que el comercio internacional sea más dinámico, seguro y eficiente.

Clasificación por Función

Según su función, la inteligencia artificial se clasifica principalmente en sistemas reactivos, de memoria limitada, de teoría de la mente y de autoconciencia. Los sistemas reactivos solo responden a estímulos presentes sin recordar eventos pasados. Un ejemplo es una máquina de ajedrez que analiza jugadas solo en el momento. Estos sistemas son rápidos, pero no pueden aprender ni prever consecuencias.

Los sistemas de memoria limitada pueden recordar datos recientes y usarlos para mejorar decisiones futuras. Son comunes en aplicaciones como asistentes virtuales que aprenden de preguntas anteriores. Gracias a esta capacidad, pueden ofrecer respuestas más personalizadas. Aunque no tienen una memoria completa como un ser humano, logran adaptarse mejor a los usuarios.

Los sistemas de teoría de la mente, aún en desarrollo, buscan comprender emociones y pensamientos de las personas. Su meta es interactuar de manera más natural, entendiendo intenciones y sentimientos. Por último, la inteligencia artificial de autoconciencia, aún teórica, podría tener conciencia propia. Esto permitiría a las máquinas no solo aprender, sino también tener objetivos propios y entenderse a sí mismas.

Clasificación por Capacidad

Por su capacidad, la inteligencia artificial se clasifica en IA débil, IA general e IA superinteligente. La IA débil está diseñada para tareas específicas, como traducir textos o recomendar productos. No entiende el mundo más allá de su función. Es la más usada actualmente y ha demostrado ser muy útil en diferentes industrias.

La inteligencia artificial general busca imitar el pensamiento humano en todas sus dimensiones. Tendría la capacidad de aprender, razonar, resolver problemas y hasta tener creatividad. Este tipo de inteligencia aún está en investigación y plantea grandes retos técnicos y éticos. Se considera que, de lograrse, cambiaría radicalmente la relación entre personas y máquinas.

La inteligencia artificial podría resolver problemas complejos con rapidez y proponer soluciones innovadoras. Aunque solo es una idea, genera debates sobre su impacto en la sociedad y el control que las personas tendrían sobre ella. En conjunto, estas clasificaciones ayudan a entender mejor el presente y el futuro de la inteligencia artificial.

Vehículos Autónomos

Antecedentes e Historia de los Vehículos Autónomos

El deseo de construir vehículos capaces de moverse sin conductor existe desde hace décadas. A mediados del siglo XX, surgieron las primeras ideas gracias a los avances en electrónica y mecánica. Experimentos iniciales, como los coches guiados por cables o señales desde la carretera, mostraron que era posible soñar con esta tecnología. Sin embargo, la falta de computadoras potentes limitaba su desarrollo real. Fue un periodo más de imaginación que de aplicación.

Durante los años ochenta y noventa, universidades y empresas empezaron a crear prototipos más complejos. Proyectos como el vehículo Vamors en Alemania demostraron que era posible combinar sensores y software para conducir de forma parcial. Aun así, estas pruebas se realizaban en entornos controlados y con apoyo constante de ingenieros. La idea de un coche totalmente autónomo seguía siendo lejana.

Ilustración 10

Proyecto VaMoRs Mercedes van - Ernst Dickmanns'



Nota: Sánchez (2015).

Vehículos Autónomos de la Década de los 2020-2030

Con la llegada del siglo XXI, la inteligencia artificial y los sensores avanzados transformaron el panorama. Empresas como Google, Tesla y otras empezaron a desarrollar autos que podían circular en carreteras reales. Gracias a los sistemas de visión artificial, radares y aprendizaje automático, los vehículos aprendieron a reconocer peatones, semáforos y obstáculos. Así nació la nueva generación de vehículos autónomos que hoy sigue creciendo.

Ilustración 11

Vehículo Autónomo Moderno de Google



Nota: Inacio-Das-Couves-Zinhass (2020)

Ilustración 12

Cabina de un Vehículo Autónomo Tesla



Nota: Soto (2022).

Actualmente, los vehículos autónomos representan una de las innovaciones más prometedoras del sector transporte. Aunque aún no son totalmente independientes, muchos modelos actuales ofrecen funciones como frenado automático, cambio de carril y estacionamiento asistido. Estos avances acercan cada vez más la posibilidad de ver coches sin conductor en ciudades y carreteras.

Grandes empresas tecnológicas y fabricantes de autos compiten por liderar este mercado emergente. Se desarrollan pruebas piloto en ciudades inteligentes donde circulan taxis autónomos y buses sin chofer. Al mismo tiempo, gobiernos y organismos internacionales trabajan en leyes y normativas para garantizar la seguridad. En la actualidad, más que un sueño futurista, los vehículos autónomos son una realidad en fase de expansión.

El interés por estos autos no solo viene de la comodidad que ofrecen, sino también del potencial para reducir accidentes y mejorar la movilidad urbana. Se espera que, en unos años, circulen millones de unidades autónomas que transformen por completo el transporte. Este cambio requiere nuevas infraestructuras, actualizaciones tecnológicas y adaptación cultural. Sin embargo, los beneficios potenciales hacen que valga la pena el esfuerzo.

Importación de Vehículos Autónomos

La importación de vehículos autónomos implica retos y oportunidades para los países que desean adoptarlos. Debido a que gran parte de esta tecnología se fabrica en países como Estados Unidos, Japón y Corea del Sur, muchos países dependen de la importación para acceder a los modelos más avanzados. Esto exige adaptar leyes de tránsito y certificaciones de seguridad para permitir su circulación.

Otro aspecto clave en la importación es el alto costo inicial, ya que estos vehículos incluyen sensores, cámaras y sistemas de inteligencia artificial que encarecen el precio. Sin embargo, conforme la tecnología se masifica, se espera que los precios bajen y sea más accesible para empresas y particulares. Al mismo tiempo, surgen oportunidades para empresas locales que pueden ofrecer mantenimiento o adaptación de estos autos.

La importación también debe considerar la infraestructura del país, como carreteras bien señalizadas y conectividad. En muchos casos, los importadores colaboran con el Gobierno y empresas tecnológicas para asegurar que los vehículos funcionen correctamente. Así, la importación de vehículos autónomos no se trata de traerlos físicamente, sino de prepararse para integrarlos a un sistema de transporte más amplio.

Características de los Vehículos Autónomos

Los vehículos autónomos destacan por contar con sensores avanzados que permiten reconocer el entorno en tiempo real. Incorporan cámaras, radares y sensores *lidar* que detectan obstáculos, peatones y señales de tráfico. Gracias a la inteligencia artificial, estos datos se procesan de inmediato para tomar decisiones sobre frenar, acelerar o cambiar de dirección.

Otra característica importante es su capacidad para comunicarse con otros autos y con la infraestructura urbana. Esto se conoce como vehículo a todo (V2X, por sus siglas en inglés), y permite compartir información sobre el tráfico o peligros en la vía. Así, se mejora la seguridad y la fluidez del tránsito.

Además, los vehículos autónomos suelen contar con sistemas de navegación muy precisos basados en GPS avanzado. Esto permite calcular rutas eficientes, prever atascos y optimizar los recorridos. También están diseñados para actualizarse mediante software, incorporando mejoras sin necesidad de ir a un taller.

Ventajas de los Vehículos Autónomos

- Una de las principales ventajas de los vehículos autónomos es la reducción de accidentes de tránsito causados por errores humanos. Al eliminar factores como cansancio, distracciones o imprudencias, se espera que las carreteras sean mucho más seguras. Esta mejora puede salvar miles de vidas cada año.

- También representan una gran oportunidad para personas con movilidad reducida o que no pueden conducir por edad o salud. Gracias a estos autos, podrían desplazarse de manera más independiente. Además, los vehículos autónomos prometen optimizar el tráfico, reducir atascos y mejorar la calidad del aire al evitar acelerones y frenazos innecesarios.
- Otra ventaja es el ahorro de tiempo, pues el conductor puede dedicar el trayecto a otras actividades como trabajar o descansar. En el ámbito empresarial, permiten transportar mercancías de forma más eficiente y predecible. En conjunto, estas ventajas muestran por qué los vehículos autónomos son vistos como una tecnología clave para el futuro del transporte.

Desventajas de los Vehículos Autónomos

- A pesar de sus beneficios, los vehículos autónomos presentan desafíos importantes. El primero es su alto costo, que los hace inaccesibles para gran parte de la población. Además, todavía existen dudas sobre su comportamiento en situaciones imprevistas, como condiciones climáticas extremas o fallos técnicos.
- Otro problema es la ciberseguridad, pues al estar conectados a internet, podrían ser vulnerables a ataques informáticos. También surge el debate sobre la responsabilidad en caso de accidentes: ¿debe responder el fabricante, el propietario o el programador? Estos dilemas legales aún están en discusión.
- La llegada de vehículos autónomos podría afectar a millones de personas que trabajan como conductores. Esto plantea un reto social que exige medidas para capacitar y recolocar a quienes pierdan sus empleos. Así, aunque la tecnología promete grandes cambios, también obliga a reflexionar sobre sus consecuencias.

Componentes Principales de los Vehículos Autónomos

Los vehículos autónomos combinan distintos tipos de tecnología para poder circular sin necesidad de un conductor humano. Cada componente cumple una función específica, pero todos trabajan de manera coordinada para que el vehículo vea, piense y actúe frente a las situaciones que se presentan en la carretera. Estos sistemas son el resultado de años de investigación, desarrollo y pruebas para alcanzar un nivel de seguridad y confiabilidad aceptable.

Sensores y Cámaras

Uno de los componentes más importantes son los sensores, que permiten al vehículo percibir el entorno. Incluyen radares para medir distancias y detectar objetos, cámaras para identificar señales de tráfico, peatones o luces de semáforos, y sensores *lidar* que crean mapas tridimensionales del espacio alrededor del auto. Estos dispositivos actúan como los “ojos” del vehículo, recolectando información del exterior en tiempo real.

Además, los sensores ultrasónicos suelen emplearse para maniobras a baja velocidad, como estacionarse o evitar golpear objetos cercanos. La combinación de diferentes tipos de sensores permite que el auto tenga una visión más completa y precisa. Esta información es vital para que el vehículo pueda tomar decisiones correctas en situaciones diversas, como lluvia, neblina o zonas con poca visibilidad.

Sistemas de Procesamiento y Software

Toda la información que recogen los sensores necesita ser interpretada rápidamente, por eso los vehículos autónomos cuentan con potentes procesadores y sistemas de inteligencia artificial. Este cerebro analiza datos en milisegundos, identifica peligros y decide la acción más segura: frenar, acelerar o cambiar de carril. Gracias a algoritmos de aprendizaje automático, el vehículo puede mejorar su rendimiento con el tiempo.

El software no solo interpreta datos, también integra mapas digitales de alta precisión y recibe actualizaciones para adaptarse a nuevas situaciones de tráfico. Estos sistemas son diseñados para funcionar incluso ante fallos parciales, asegurando que el auto mantenga el control. Sin este pensamiento digital, los sensores por sí solos no tendrían sentido práctico.

Sistemas de Navegación y Posicionamiento

Para que el vehículo autónomo sepa dónde está y hacia dónde ir, necesita sistemas de navegación GPS avanzados. Estos no se limitan a indicar una dirección, sino que trabajan junto a mapas detallados que incluyen carriles, señales y restricciones de velocidad. Gracias a esto, el vehículo puede planificar rutas eficientes y adaptarse a desvíos o atascos.

Los sistemas de posicionamiento suelen combinar GPS con otras tecnologías como sensores inerciales y odometría, que permiten conocer la ubicación incluso cuando la señal satelital falla, como en túneles o zonas urbanas con edificios altos. Esta precisión es fundamental para la seguridad, ya que un error de ubicación de pocos metros podría provocar accidentes.

Sistemas de Comunicación

Los vehículos autónomos cuentan también con sistemas de comunicación conocidos como V2X (vehículo a todo), que permiten enviar y recibir datos entre autos, semáforos y centros de control de tráfico. Gracias a esta tecnología, el vehículo puede anticipar peligros, conocer la situación del tráfico más adelante y coordinar maniobras con otros autos. Esta capacidad de comunicarse en tiempo real hace que el auto no actúe de manera aislada, sino como parte de un ecosistema de movilidad más inteligente. Así se logra reducir el riesgo de colisiones y mejorar el flujo del tráfico, sobre todo en zonas urbanas muy transitadas.

Sistemas Mecánicos y de Control

Finalmente, los vehículos autónomos necesitan sistemas mecánicos que ejecuten las decisiones del software. Estos incluyen frenos automáticos, dirección asistida y control del acelerador. Aunque parezcan similares a los de un auto tradicional, están diseñados para ser manejados tanto por el conductor humano como por el sistema autónomo.

Los actuadores y motores eléctricos que controlan estas funciones permiten movimientos suaves y seguros. Su precisión es clave, ya que deben responder de inmediato ante una orden de frenar o esquivar un obstáculo. En conjunto, estos sistemas convierten las decisiones digitales en acciones físicas que mantienen el vehículo en movimiento y seguro.

Proceso de Fabricación de los Vehículos Autónomos

El proceso de fabricación de un vehículo autónomo combina tecnología avanzada, diseño de precisión y ensayos constantes para garantizar la seguridad y el buen funcionamiento. No se trata solo de construir un automóvil tradicional, sino de integrar sistemas electrónicos, inteligencia artificial y sensores que actúan como los sentidos y el cerebro del vehículo. Cada etapa es fundamental para que el auto pueda circular de forma segura y fiable.

Diseño y Desarrollo Inicial

Todo comienza en la etapa de diseño, donde ingenieros y diseñadores crean modelos digitales que incluyen no solo la apariencia externa, sino también la ubicación exacta de sensores, cámaras y procesadores. Este diseño debe equilibrar estética, aerodinámica y funcionalidad. Se planifica cómo colocar el hardware sin afectar el rendimiento ni la visibilidad del vehículo.

Durante esta fase, se crean simulaciones para probar cómo reaccionaría el auto ante diferentes condiciones de tráfico y clima. También se definen los materiales más adecuados para la carrocería y componentes, buscando resistencia y peso ligero. Este trabajo inicial puede durar meses o incluso años, pues es clave para que el resto del proceso avance sin problemas.

Fabricación de la Estructura y Piezas

Una vez que el diseño está aprobado, se fabrican las piezas principales del vehículo, como el chasis, la carrocería y los elementos mecánicos del motor o la dirección. Muchas partes se producen mediante procesos industriales avanzados, como moldeado de aluminio, estampado de acero o impresión 3D para componentes específicos.

En paralelo, se construyen los elementos electrónicos que diferencian a un vehículo autónomo: placas de circuitos, sensores *lidar*, cámaras de alta resolución y procesadores. Cada pieza debe cumplir estándares de calidad muy exigentes, ya que cualquier fallo podría afectar la seguridad. Por eso, se someten a pruebas de resistencia, vibración y temperaturas extremas.

Integración de Sensores y Sistemas Electrónicos

Después de fabricar la carrocería y los componentes electrónicos, se pasa a la etapa de integración. Aquí se instalan sensores, cámaras, radares y el sistema *lidar* que permite al vehículo ver el entorno. También se conectan los procesadores que actúan como el cerebro del sistema, donde se ejecutan los algoritmos de inteligencia artificial. Esta etapa requiere precisión milimétrica, pues los sensores deben colocarse en lugares exactos para que no tengan ángulos muertos. Además, se realiza un cableado interno que conecta todos los dispositivos y permite que trabajen juntos. Es una de las fases más complejas, ya que se combinan ingeniería mecánica, eléctrica y de software.

Desarrollo y Carga de Software

En paralelo, equipos de programadores desarrollan el software que hará posible que el vehículo autónomo interprete datos y tome decisiones. Este software incluye algoritmos de aprendizaje automático, sistemas de navegación y control de movimientos. También se diseñan aplicaciones para actualizar funciones o diagnosticar fallos a distancia. Antes de instalar el software en los autos reales, se hacen simulaciones virtuales para identificar errores y mejorar el rendimiento.

Ensamble Final y Pruebas Físicas

Luego de instalar sensores y software, se completa el ensamblaje del vehículo con elementos como asientos, ventanas y acabados interiores. El auto se somete a controles de calidad para asegurarse de que cada pieza esté en su lugar. Después, pasa a una de las etapas más importantes: las pruebas físicas en entornos reales y circuitos cerrados. Estas pruebas sirven para comprobar cómo el auto responde a peatones, señales de tráfico y obstáculos inesperados. También se evalúan situaciones extremas, como lluvia intensa, niebla o carreteras resbaladizas. Si el vehículo detecta fallos, se ajustan sensores o se actualiza el software antes de salir al mercado.

Actualización y Mejora Continua

El proceso no termina cuando el auto llega al comprador. Gracias a la tecnología, muchos vehículos autónomos siguen recibiendo mejoras mediante actualizaciones remotas de software. Estas actualizaciones pueden corregir errores, mejorar la precisión de los sensores o añadir nuevas funciones de conducción. Así, la fabricación de un vehículo autónomo no es un acto único, sino un ciclo continuo de diseño, prueba, fabricación y actualización. Este enfoque permite que los autos mejoren con el tiempo y se adapten a nuevas necesidades y regulaciones. En conjunto, es un proceso complejo que une innovación, tecnología y seguridad.

Características y Aplicaciones

Los vehículos autónomos pueden percibir su entorno gracias a una combinación de sensores, cámaras y radares. Este sentido artificial les permite reconocer peatones, señales de tráfico, otros autos y hasta condiciones del clima. Gracias a esta tecnología, pueden reaccionar rápidamente ante cualquier situación que ocurra en la vía. Es como si el auto tuviera sus propios ojos y oídos para estar siempre atento.

Otra característica destacada es el uso de sistemas de inteligencia artificial que analizan toda la información recogida. Estos sistemas funcionan como el cerebro del vehículo, ayudándole a tomar decisiones como frenar, girar o acelerar. Con el tiempo, estos algoritmos aprenden de la experiencia, mejorando su rendimiento y anticipándose a peligros que antes no reconocían. Esta capacidad de aprendizaje continuo los hace cada vez más seguros y eficientes.

Además, los autos autónomos integran avanzados sistemas de navegación GPS combinados con mapas digitales de alta precisión. Así, pueden planificar rutas óptimas, evitar atascos o reaccionar ante desvíos. También destacan por su conectividad, ya que pueden intercambiar información con otros autos e infraestructuras, lo que permite prever accidentes y coordinar movimientos. Este nivel de comunicación transforma cada auto en parte de un sistema más grande e inteligente.

Otra característica importante es su diseño pensado para actualizarse con el tiempo. Gracias a las actualizaciones de software, pueden añadir funciones nuevas o mejorar las ya existentes sin necesidad de ir a un taller. Esto hace que un vehículo autónomo se mantenga siempre al día con los avances tecnológicos y las nuevas normativas. Así, no solo es una máquina que circula, sino un sistema en constante evolución.

La mayoría de estos autos está equipada para actuar de forma mixta: pueden ser manejados de manera manual o funcionar en modo autónomo. Esto ofrece flexibilidad al conductor, permitiendo usar la conducción automática en carretera o tráfico pesado, y retomar el control en situaciones más complejas. En conjunto, estas características convierten al vehículo autónomo en una de las mayores innovaciones del transporte moderno.

Aplicaciones de los Vehículos Autónomos

Movilidad Urbana y Transporte Compartido

Una de las aplicaciones más visibles de los vehículos autónomos es en el transporte de personas dentro de las ciudades. Empresas de tecnología y automoción han desarrollado taxis sin conductor que ya circulan en pruebas por algunas zonas urbanas. Este modelo busca reducir la cantidad de autos particulares, disminuir el tráfico y ofrecer un transporte más económico y accesible. Así, las ciudades pueden volverse más limpias y ordenadas.

Logística y Transporte de Mercancías

Otra aplicación clave se da en el transporte de mercancías y paquetería. Los vehículos autónomos pueden recorrer largas distancias sin necesidad de un conductor que descansa, haciendo más eficientes las rutas y reduciendo los costos. En almacenes y centros logísticos, pequeños robots autónomos trasladan productos entre estanterías y zonas de carga.

Personas con Movilidad Reducida.

Los vehículos autónomos también representan una gran oportunidad para mejorar la calidad de vida de personas con movilidad reducida o que no pueden conducir por edad o discapacidad. Gracias a ellos, estas personas pueden desplazarse de forma independiente, sin depender de familiares o servicios especiales.

Turismo y Experiencias Personalizadas

Otra aplicación interesante es en el sector del turismo. Se han creado vehículos autónomos que realizan rutas guiadas, explicando a los pasajeros datos históricos y curiosidades de las ciudades que visitan. Esto transforma la manera de conocer nuevos lugares, haciendo la experiencia más interactiva y personalizada. Incluso se pueden programar recorridos según los intereses del turista.

Aplicaciones Industriales y Agrícolas

En el ámbito industrial y agrícola, los vehículos autónomos ayudan a transportar materiales pesados dentro de fábricas o cosechar cultivos de manera automática. Tractores y máquinas guiadas por inteligencia artificial pueden seguir rutas programadas, optimizando tiempo y recursos. Esto permite que los trabajadores se concentren en tareas más especializadas y menos repetitivas.

Respuesta a Emergencias

Finalmente, los vehículos autónomos se están probando en situaciones de emergencia, como ambulancias o vehículos de rescate que pueden llegar más rápido a zonas de difícil acceso. Al reducir el riesgo de error humano y optimizar las rutas, podrían salvar vidas en momentos críticos.

Tabla 1

Matriz Foda Vehículo Autónomo

| Fortalezas | Oportunidades |
|--|---|
| Reducción de accidentes por error humano | Nuevos mercados en ciudades inteligentes |
| Mayor comodidad y tiempo libre para usuarios | Creación de servicios de transporte autónomo |
| Optimización del tráfico y ahorro de combustible | Integración con energías limpias y sostenibles |
| Debilidades | Amenazas |
| Alto costo de producción e importación | Regulaciones estrictas o diferentes en cada país |
| Dependencia de tecnología avanzada y datos | Riesgos de ciberataques y problemas de privacidad |
| Desafíos en clima extremo o vías mal señalizadas | Rechazo social por miedo a fallos tecnológicos |

Nota: Elaboración Propia, (2025).

Tabla 2 Matriz*Pestel Vehículo Autónomo*

| Factor | Aspecto clave |
|---------------|---|
| Político | Normas de tráfico, permisos de circulación, tratados de importación |
| Económico | Alto costo inicial, reducción de empleos tradicionales, inversión en infraestructura |
| Social | Aceptación cultural, confianza en la tecnología, impacto en la movilidad urbana |
| Tecnológico | Avances en IA, sensores y conectividad, necesidad de actualizaciones constantes |
| Ecológico | Menor consumo de combustible y reducción de emisiones, integración con autos eléctricos |
| Legal | Regulación de accidentes, protección de datos y ciberseguridad, patentes y licencias |

Nota: Elaboración Propia, (2025).

Importación

La importación consiste en traer bienes o servicios del extranjero para que ingresen legalmente a un país, para venderlos, transformarlos o consumirlos localmente. Es un proceso esencial para la economía, ya que permite a empresas y consumidores acceder a productos que no se fabrican localmente o que pueden conseguirse a mejores precios o calidad. Para que la importación sea exitosa, debe seguir un conjunto de pasos formales definidos por la ley.

Importar no solo implica trasladar físicamente un producto, sino cumplir con regulaciones que aseguren que la mercancía cumpla con estándares de calidad, seguridad y requisitos fiscales del país receptor. Esto incluye el pago de impuestos, derechos arancelarios y trámites que garanticen la correcta clasificación de las mercancías.

La importación de un vehículo autónomo como el Nuro R2 representa un paso importante para modernizar la cadena logística en Costa Rica. Este tipo de proyecto busca que empresas de consumo masivo, que distribuyen productos de alta rotación, puedan reducir costos, optimizar entregas urbanas y mejorar su competitividad. Sin embargo, traer al país un vehículo de estas

características requiere cumplir con una serie de trámites técnicos, legales y aduaneros que garantizan la seguridad y la conformidad con la normativa costarricense.

Tipo de Régimen de Importación

Las empresas que importan el Nuro R2 pueden acogerse a diferentes regímenes aduaneros, según el objetivo y la duración de la estadía del vehículo en el país, a saber:

- **Importación definitiva:** El vehículo ingresa al país para uso permanente. Se paga el arancel completo, IVA e impuestos correspondientes.

Para empresas de logística que operan exclusivamente dentro de la GAM, la importación definitiva suele ser la más frecuente, ya que permite utilizar el vehículo a largo plazo sin restricciones.

Clasificación Arancelaria

La clasificación arancelaria consiste en asignar un código numérico a cada mercancía importada, según el Sistema Armonizado, para determinar impuestos y requisitos de ingreso. Este proceso, realizado por expertos, se basa en las características técnicas del producto, ya que incluso pequeñas variaciones pueden afectar el arancel aplicable. Además, permite acceder a beneficios de tratados comerciales, impactando directamente el costo final. Para validar la clasificación, se requiere documentación detallada como fichas técnicas o muestras, y en caso de duda, se puede solicitar una consulta previa a la autoridad aduanera.

Costos de Importación

Importar productos conlleva múltiples costos que deben calcularse con precisión para asegurar la rentabilidad. Entre ellos destacan el valor de compra al proveedor, el transporte internacional según medio y distancia, y el seguro de carga, recomendable para evitar pérdidas. También se incluyen gastos aduaneros como aranceles e impuestos, que varían según la

clasificación del producto y tratados comerciales vigentes. A nivel local, se suman costos de traslado, almacenamiento y manipulación. Una estimación detallada permite fijar precios competitivos y tomar decisiones informadas

Nuro R2 Vehículo Eléctrico Autónomo

El Nuro R2 es un vehículo eléctrico autónomo diseñado específicamente para la distribución de mercancías en entornos urbanos. Cuenta con dimensiones compactas que le permiten moverse eficientemente en calles congestionadas, ideal para entregas de último kilómetro. Su capacidad de carga ronda los 350 kilogramos, lo que lo hace apto para transportar productos de consumo masivo como alimentos, bebidas o paquetes pequeños.

Una de sus principales innovaciones es su sistema de conducción autónoma de nivel 4, que reduce la necesidad de un operador humano en la mayoría de las situaciones. Esto no solo disminuye costos laborales, sino que también minimiza errores humanos en la logística. Además, su propulsión eléctrica contribuye a la sostenibilidad ambiental, al eliminar emisiones directas de CO₂ y reducir la contaminación acústica en zonas urbanas.

Sin embargo, su implementación requiere evaluar aspectos como la autonomía de sus baterías, que alcanza aproximadamente 160 kilómetros por carga, y la disponibilidad de infraestructura de recarga en la GAM. También es importante considerar su adaptabilidad a las condiciones climáticas y viales de Costa Rica, ya que la lluvia y el estado de las calles podrían afectar su desempeño.

El Nuro R2 utiliza baterías de litio, clasificadas como carga peligrosa bajo la normativa internacional (UN3480). Esto implica requisitos adicionales en su transporte y almacenamiento, ya que estas baterías representan riesgo de incendio o explosión si no se manipulan correctamente. Para su importación, es obligatorio contar con la Hoja de Seguridad (MSDS) y garantizar que el embalaje cumpla con la norma UN38.3.

En el transporte marítimo o aéreo, las baterías deben ser declaradas mercancía peligrosa, lo que puede incrementar los costos logísticos. Además, las navieras y aerolíneas suelen aplicar restricciones adicionales, como prohibiciones en ciertas rutas o la necesidad de contenedores especiales. En Costa Rica, la recepción de este tipo de carga también está regulada por el Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente.

Una vez en el país, las empresas deben seguir protocolos de almacenamiento seguro, preferiblemente en áreas ventiladas y lejos de fuentes de calor. También es recomendable capacitar al personal en manejo de emergencias relacionadas con baterías de litio. Estas consideraciones, aunque aumentan la complejidad de la importación, son esenciales para evitar accidentes y cumplir con la ley.

Ilustración 13

NuroR2



Nota: Nuro. (2025)

Negociación

La negociación en el proceso de importación es crucial para definir precios, cantidades, plazos, condiciones de pago y responsabilidades. Requiere investigar proveedores para asegurar calidad y cumplimiento, lo que reduce riesgos y facilita decisiones seguras. Es esencial acordar el Incoterm adecuado, ya que determina responsabilidades y costos logísticos entre comprador y

vendedor. También deben establecerse requisitos de calidad, penalizaciones por incumplimientos, condiciones de embalaje y fechas clave, todo respaldado por un contrato claro. La comunicación continua con el proveedor, mediante herramientas digitales, fortalece la relación comercial, que debe basarse en confianza, transparencia y respeto para lograr un intercambio exitoso y sostenible.

Proceso de Importación en Costa Rica

La importación del Nuro R2 en Costa Rica está sujeta a una serie de requisitos legales y aduaneros establecidos por las autoridades competentes. En primer lugar, las empresas importadoras deben estar registradas en el Ministerio de Hacienda y contar con un declarante de aduanas autorizado. Además, es necesario presentar documentos como la factura comercial, el certificado de origen y el documento de transporte, que respalden la legalidad de la operación.

Otro aspecto crucial es la homologación del vehículo ante el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), ya que, al ser un modelo autónomo, debe cumplir con normativas de seguridad vial específicas. Este trámite puede requerir pruebas técnicas y ajustes para garantizar que el vehículo opere dentro de los estándares nacionales. También se debe considerar el pago de impuestos de importación, cuyo monto varía según la clasificación arancelaria asignada.

Documentación Requerida en la Importación

El proceso de importación exige preparar y presentar ante la aduana y otras instituciones la siguiente documentación:

- Factura comercial emitida por el fabricante o proveedor en el exterior.
- Conocimiento de embarque (*Bill of Lading*) o guía aérea, según corresponda.
- Declaración Única Aduanera (DUA).
- Certificado de origen, que puede servir para aplicar a beneficios arancelarios bajo tratados de libre comercio.
- Ficha técnica del vehículo, incluyendo detalles del sistema autónomo.
- Documentos de homologación del fabricante.

- Póliza de seguro internacional de transporte.
- Documentación adicional requerida por MOPT o MEIC, según la clasificación del vehículo.

Trámites

- Cotización y compra internacional: Contactar al fabricante, confirmar características técnicas y condiciones de venta.
- Contratación de agente aduanero: Un experto que guíe el proceso y prepare la Declaración Única Aduanera.
- Envío y transporte internacional: Por barco o avión hasta Puerto Caldera en Puntarenas o el Aeropuerto Juan Santamaría.
- Nacionalización: Pago de impuestos, revisión física en aduanas y presentación de documentos.
- Homologación técnica ante MOPT: Presentación del vehículo para verificación técnica.
- Inscripción en el Registro Nacional y obtención de placas.
- Pago del marchamo (derecho de circulación) y contratación del seguro obligatorio.
- Prueba piloto y capacitación interna: Capacitar al personal sobre el uso y funcionamiento del vehículo autónomo.

Clasificación Arancelaria

En el comercio internacional, toda mercancía que se importa o exporta debe clasificarse según el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías, más conocido como Sistema Armonizado (SA). Este sistema mundialmente aceptado facilita identificar de forma exacta el tipo de producto, determinar el arancel correspondiente y aplicar normativas o tratados comerciales.

En el caso específico de vehículos eléctricos como el Nuro R2 que no usan motor de combustión interna, la partida arancelaria más utilizada a nivel internacional y también en Costa Rica, suele encontrarse bajo el capítulo 87 del Sistema Armonizado, que agrupa vehículos automóviles, tractores, ciclos y demás vehículos terrestres.

Dentro de este capítulo, la subpartida de interés para vehículos eléctricos es:

- 8704 – Vehículos automóviles para transporte de mercancías.

Y más específicamente:

- 8704.60.00.00.10 – Los demás, únicamente con propulsión con motor eléctrico.

Este código aplica para automóviles diseñados principalmente para transportar personas, totalmente eléctricos, sin motor a combustión adicional. En el caso de vehículos diseñados específicamente para reparto de mercancías o de uso comercial (como podría ser el Nuro R2, que es un robot autónomo de reparto, no diseñado para transportar personas), la clasificación puede variar y requiere análisis más detallado.

Clasificación Técnica Especial

Cuando se trata de vehículos autónomos que tienen funciones especiales (como reparto sin conductor o robots de entrega), la Dirección General de Aduanas de Costa Rica suele solicitar al importador un dictamen de clasificación arancelaria para definir si corresponde la partida de autos eléctricos (8703.80) o, en algunos casos, partidas diferentes como:

- 8704.40 – Vehículos automóviles eléctricos para transporte de mercancías.
- 8479.89 – Máquinas y aparatos mecánicos con funciones específicas no expresados ni comprendidos en otra parte.

Este dictamen se solicita presentando al Departamento de Clasificación Arancelaria de la Dirección General de Aduanas toda la información técnica (ficha técnica, manual del fabricante, fotos, videos y explicaciones del uso real).

Tratamiento Arancelario en Costa Rica

Costa Rica, mediante leyes de incentivo, ha establecido exoneraciones o reducciones de aranceles para vehículos eléctricos y sus repuestos, como parte de políticas para promover la movilidad limpia. Por ejemplo, la Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico (Ley 9518) contempla beneficios fiscales para vehículos eléctricos nuevos, siempre que cumplan ciertas condiciones técnicas y de valor.

Esto significa que, si el Nuro R2 califica como vehículo eléctrico bajo esta ley, podría beneficiarse de:

- Reducción o exoneración del impuesto selectivo de consumo.
- Reducción del IVA sobre el valor CIF, dependiendo del valor declarado.
- Exoneración parcial o total del arancel aduanero.

Costos de Importación

Estados Unidos – Limón, Costa Rica

FOB (precio en puerto de origen): Para un vehículo autónomo del tipo Nuro R2 fabricado en EE. UU., el valor FOB ronda entre USD 38 000 y 42 000 por unidad. Este precio incluye fabricación, pruebas técnicas, documentación y entrega en el puerto de salida (por ejemplo, Puerto de Miami). Se incluye, además:

- **Flete marítimo:** El transporte marítimo desde EE.UU. a Costa Rica tiene un costo aproximado de USD 900 a 1,200 por contenedor LCL (carga consolidada) o alrededor de USD 2,500–3,000 por contenedor completo de 20 pies (FCL), dependiendo del volumen.
- **Seguro internacional** (0,3–0,5% del valor FOB): Entre USD 120 y 200 por unidad.

- **CIF (FOB + flete + seguro):** El costo total aproximado CIF para importar desde EE. UU. por unidad estaría alrededor de USD 39,000 a 43,500.

China - Caldera, Costa Rica

FOB (precio en puerto de origen): Fabricantes chinos ofrecen vehículos de reparto autónomos o similares al Nuro R2 con precios FOB que oscilan entre USD 24 000 y 28 000 por unidad, gracias a menores costos de mano de obra y producción. Se incluye, además:

- **Flete marítimo:** El transporte desde puertos chinos como Shenzhen o Shanghai es más largo (aprox. De 28 a 32 días). Su costo suele rondar los USD 1300 a 1800 por contenedor LCL o USD 3000–3500 por contenedor de 20 pies.
- **Seguro internacional (0,3–0,5% del FOB):** Entre USD 80 y 140 por unidad.
- **CIF (Costo + flete + seguro):** El costo total CIF estimado sería de USD 25 500 a 30 000 por unidad.

Corea del Sur - Caldera Costa Rica

FOB (precio en puerto de origen): Empresas surcoreanas pueden ofrecer vehículos autónomos de calidad intermedia por USD 30 000 a 35 000 por unidad, incluyendo equipamiento y pruebas. Se incluye, además:

- **Flete marítimo:** Desde Busan o Incheon, el costo aproximado es similar al de China: entre USD 1200 a 1600 por LCL o USD 3000 a 3400 por contenedor de 20 pies.
- **Seguro internacional:** Ronda los USD 100 a 175 por unidad.
- **CIF (Costo+ flete + seguro):** El costo total CIF se ubicaría entre USD 31,500–36,800 por unidad.

Marco Legal

El proceso puede verse influenciado por la naturaleza innovadora del Nuro R2, ya que las regulaciones costarricenses aún están en desarrollo para vehículos autónomos. Esto podría generar retrasos o requisitos adicionales, por lo que se recomienda asesoría especializada. Por último, el despacho aduanero debe gestionarse a través del sistema TICA, plataforma digital que agiliza los trámites, pero requiere conocimiento técnico para su correcto uso.

La importación del Nuro R2 está regulada por diversas leyes y decretos costarricenses. Entre ellas destacan:

- **Ley General de Aduanas (N.º 7557):** Regula todos los procedimientos de importación, exportación y tránsito aduanero.
- **Reglamento a la Ley de Tránsito (N.º 9078):** Contempla requisitos para la homologación de vehículos especiales o no tradicionales.
- **Ley de Promoción de la Competencia y Defensa Efectiva del Consumidor (N.º 7472):** Relacionada con estándares de calidad.
- **Normas técnicas del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (Inteco)** que puedan aplicar a vehículos eléctricos o autónomos.

A esto se suma la obligación de cumplir con requisitos del Ministerio de Hacienda, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), la Dirección General de Aduanas, el Servicio Nacional de Aduanas, el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) y posibles permisos sanitarios o ambientales dependiendo del uso previsto.

Homologación y Permisos Técnicos

El Nuro R2, al ser un vehículo autónomo y de diseño especial, necesita pasar por un proceso de homologación para circular legalmente en vías públicas de Costa Rica. Esto incluye:

- Certificar que cumple con normas de seguridad vial.
- Presentar fichas técnicas del fabricante.
- Incluir resultados de pruebas de seguridad y documentos que validen el funcionamiento de los sistemas autónomos.

La homologación la realiza el MOPT, a través de su Departamento de Homologación de Vehículos. En algunos casos, pueden solicitar pruebas adicionales o adaptaciones técnicas para cumplir con la normativa local.

Registro de Importación

El proceso suele realizarse ante la Dirección General de Aduanas y exige que la empresa esté inscrita previamente en el Registro Único Tributario (RUT) de la Dirección General de Tributación del Ministerio de Hacienda. También se requiere contar con la cédula jurídica vigente, estar al día en el pago de impuestos y presentar información básica como dirección, tipo de actividad y datos de contacto de los representantes legales.

Una vez aprobada la solicitud, la empresa obtiene un número de importador que debe incluir en todas sus declaraciones aduaneras. Esto facilita el seguimiento, la trazabilidad de las operaciones y la correcta aplicación de los aranceles y beneficios fiscales cuando corresponda. En la práctica, este registro representa el paso inicial para cualquier empresa que desea participar activamente en el comercio internacional costarricense.

Registro Procomer

El Registro Único de Importadores y Exportadores de Procomer permite que la empresa acceda a plataformas tecnológicas como Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE), que centraliza y digitaliza los trámites necesarios para importar productos. Este registro es obligatorio para tramitar permisos, certificaciones o solicitudes ante diferentes entidades públicas que participan en el proceso de importación.

El procedimiento incluye llenar un formulario oficial, presentar documentos legales (cédula jurídica, personería, constancia de estar al día con la CCSS) y, en algunos casos, demostrar la relación directa con la mercancía a importar. El estar registrado ante Procomer no solo facilita los trámites, sino que permite acceder a capacitaciones, estudios de mercado y otros servicios estratégicos que ofrece la institución.

Tratados de Libre Comercio

Costa Rica cuenta con tratados comerciales clave que pueden facilitar la importación del Nuro R2, especialmente el CAFTA-DR con EE. UU., el TLC con China y el TLC con Corea del Sur. Estos acuerdos ofrecen beneficios arancelarios si el vehículo y sus componentes cumplen con las reglas de origen, aunque el uso de partes de terceros países, como baterías de litio, puede limitar dichos beneficios. Cada tratado tiene condiciones específicas que deben analizarse cuidadosamente, incluyendo exclusiones tecnológicas y requisitos técnicos para la homologación.

Un reto común en estos procesos es la documentación probatoria de origen, que debe ser precisa para evitar demoras. Las empresas importadoras deben apoyarse en asesores aduaneros para garantizar el cumplimiento normativo y aprovechar los beneficios de cada TLC. Además, factores como cambios geopolíticos o ajustes en las políticas comerciales pueden afectar la viabilidad futura de importar bajo estos acuerdos, por lo que se requiere una planificación estratégica constante

Ventajas y Desventajas del Nuro R2 en la Logística de Distribución

Entre las principales ventajas del Nuro R2 destacan su capacidad para reducir costos operativos a mediano y largo plazo. Al ser eléctrico, elimina gastos en combustible y requiere menos mantenimiento que un vehículo tradicional. Su autonomía también permite optimizar rutas de distribución, especialmente en zonas urbanas donde la congestión vehicular incrementa los tiempos de entrega.

Otra ventaja es su contribución a la sostenibilidad, alineada con las políticas ambientales de Costa Rica y las preferencias de consumidores conscientes. Empresas que adopten esta tecnología podrían mejorar su imagen corporativa y acceder a incentivos fiscales verdes. Además, su diseño compacto le permite llegar a áreas con restricciones vehiculares, donde camiones o furgones no pueden ingresar.

Sin embargo, su alto costo inicial y la dependencia de infraestructura de recarga representan barreras importantes. Muchas empresas de pequeña escala podrían no contar con el capital necesario para adquirirlo, a menos que existan programas de financiamiento o leasing especializado. También se debe considerar la posible resistencia de trabajadores que podrían ver esta tecnología como una amenaza a sus empleos.

Estudio de Mercado en la GAM para Vehículos de Distribución

El mercado de distribución urbana en la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica presenta condiciones favorables para la adopción de vehículos eléctricos y autónomos. La GAM concentra aproximadamente el 50 % de la población nacional y gran parte de la actividad económica y comercial del país. Este entorno urbano denso genera una demanda constante de transporte para entregas de última milla, especialmente en sectores como alimentos, productos farmacéuticos y bienes de consumo masivo.

El crecimiento del comercio electrónico ha impulsado un aumento en la necesidad de entregas rápidas, flexibles y eficientes. Este fenómeno ha motivado a empresas nacionales y multinacionales a buscar alternativas tecnológicas que reduzcan costos y mejoren la calidad del servicio. En este contexto, los vehículos eléctricos de distribución y particularmente los vehículos autónomos se visualizan como una opción estratégica para optimizar las operaciones logísticas en la ciudad, reduciendo tiempos de entrega y gastos operativos.

La infraestructura vial de la Gran Área Metropolitana (GAM), aunque extensa, enfrenta desafíos como la congestión en horas pico, lo que favorece el uso de vehículos eléctricos autónomos por su capacidad de operar en horarios flexibles. La creciente red de estaciones de carga, impulsada por iniciativas públicas y privadas, refuerza la viabilidad técnica de estos sistemas. Además, las empresas de consumo masivo muestran alto interés en adoptar esta tecnología, especialmente en distribución de alimentos, bebidas y productos de limpieza. La última milla representa hasta un 30 % de sus costos logísticos, y el uso de vehículos autónomos permite reducir significativamente ese gasto al minimizar el consumo de combustibles fósiles y la dependencia de conductores.

La percepción del consumidor hacia tecnologías de entrega autónoma muestra una tendencia positiva, especialmente en sectores sensibles como alimentación y farmacia, donde se valoran la puntualidad, la trazabilidad y la calidad del producto. Los vehículos autónomos, equipados con sensores y sistemas de monitoreo, responden eficazmente a estas expectativas, fortaleciendo su aceptación en el mercado.

Por otro lado, el marco legal costarricense favorece la movilidad eléctrica mediante incentivos fiscales, pero aún carece de una normativa específica para vehículos autónomos. Este vacío representa una oportunidad estratégica para impulsar proyectos piloto mediante alianzas público-privadas, que validen su seguridad y eficiencia, y contribuyan a construir una regulación adaptada a las nuevas dinámicas tecnológicas del país.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo expone los elementos clave del proceso de investigación, detallando la metodología a emplear. Describe el tipo de investigación, los sujetos de estudio y las fuentes de información. También se explican los métodos para recolectar datos y el análisis de estos. Además, se delimitan los alcances y limitaciones del estudio. En conjunto, este capítulo sirve como guía para entender la base metodológica del trabajo.

Enfoque Cualitativo

La investigación cualitativa es empleada en las ciencias empíricas para estudiar cualidades, relaciones y significados presentes en una determinada situación o problema. Este enfoque se centra en aspectos no cuantificables, mediante la recopilación y análisis de datos no numéricos como opiniones, emociones o experiencias vividas. De acuerdo con lo mencionado Hernández y Mendoza (2023, p.8), “la investigación cualitativa estudia: (...) fenómenos de manera sistémica”, partiendo de la observación directa y el análisis simultáneo de hechos y estudios previos, para así generar teorías consistentes con la realidad observada.

La presente investigación se desarrolla bajo una metodología con enfoque cualitativo orientado a analizar las condiciones logísticas relacionadas con el proceso de importación del vehículo autónomo Nuro R2. El estudio se dirige a las empresas distribuidoras de consumo masivo de pequeña escala ubicadas en la GAM. A través de este análisis, se pretende comprender cómo los distintos actores involucrados interpretan y enfrentan esta innovación tecnológica emergente dentro de sus cadenas logísticas.

Como objetivo primordial es recopilar y analizar las percepciones, conocimientos y experiencias de los participantes con respecto a los beneficios y desafíos de incorporar vehículos autónomos al sistema de distribución. Este proceso requiere convertir interrogantes significativos en variables interpretables que orienten la construcción de conclusiones sólidas. Así, la investigación aspira a ofrecer un aporte conceptual y práctico que promueva nuevas formas de comprender el impacto de la inteligencia artificial en la logística nacional.

Diseño

El término “diseño metodológico” se refiere al plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento. (p.153). Este diseño abarca decisiones y pasos metodológicos que se toman para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. Incluye la selección de técnicas de recolección de datos, así como la definición de la muestra o grupo de participantes a investigar.

Estudio de Caso

Los estudios de caso son considerados por algunos autores como una clase de diseños, a la par de los experimentales, no experimentales y cualitativos (Bartlett y Vavrus, 2022; Hancock, Algozzine y Lim, 2021; Mertens, 2020; Creswell, 2013, y Aaltio y Heilmann, 2009), mientras que otros los ubican como una clase de diseño experimental (León y Montero, 2003) o un diseño cualitativo. (Creswell y Creswell, 2020). También han sido concebidos como un asunto de muestreo o un método. (Runeson, Host, Rainer y Regnell, 2012).

Los estudios de caso son todo lo anterior. (Yin, 2018; Blatter, 2008; Hammersley, 2003). Poseen sus propios procedimientos y clases de diseños. Se pueden definir como “estudios que al utilizar los procesos de investigación cuantitativa, cualitativa o mixta analizan profundamente una unidad holística para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y apoyar el desarrollo de teoría”. (párr.1).

Al ser un asunto novedoso, permite obtener información directamente de experiencias y situaciones reales de tipo legislativo y regulatorio. Además, facilita ampliar el análisis sobre las limitaciones y ventajas que podrían enfrentar las pequeñas empresas distribuidoras de productos de consumo masivo interesadas en importar el vehículo autónomo Nuro R2. Este diseño resulta ideal porque posibilita un análisis profundo y detallado del proceso específico de importación, considerando los desafíos técnicos, fiscales y operativos que podrían incidir en la viabilidad del proyecto.

Población y Muestra

Población

Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023), considera que la población es: “Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”. (p.202). La población del presente trabajo de investigación corresponde a las empresas distribuidoras de consumo masivo de pequeña escala ubicadas en el sector de la Gran Área Metropolitana durante el primer semestre del año 2025.

Como parte de esta población, se incluiría a las entidades comerciales que, por sus características y volumen de operación, podrían estar interesadas en el proceso de importación del vehículo autónomo Nuro R2. Estas empresas deberán estar activas y operar en el área geográfica mencionada y en el tiempo determinado para formar parte del análisis propuesto. Según Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023), se debe tomar en cuenta lo siguiente a la hora de elegir una población:

Una deficiencia que se presenta en algunos trabajos de investigación es que no describen lo suficiente las características de la población o consideran que la muestra la representa de manera automática. Por ello, es preferible establecer tales características con claridad, para delimitar cuáles serán los parámetros muestrales. (p.203).

Como unidad de muestreo se toman en cuenta empresas distribuidoras de consumo masivo de pequeña escala dentro de la GAM

Muestra

Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023) mencionan que una muestra es: “En la ruta cualitativa, es el grupo de personas, eventos, sucesos, comunidades, etc., sobre el cual se habrán de recolectar los datos, sin que necesariamente sea estadísticamente representativo del universo o población que se estudia”. (p. 448). Se puede decir que, en este caso, corresponde a un subconjunto seleccionado de las empresas distribuidoras de consumo masivo de pequeña escala de la Gran Área Metropolitana, que participarán en el estudio sobre el proceso de importación de Nuro R2 durante el primer semestre del 2025.

Muestra Cualitativa

Se utilizará la muestra cualitativa en el presente estudio, ya que se busca conocer el proceso de importación del Nuro R2 para las empresas distribuidoras de consumo masivo de pequeña escala dentro de la Gran Área Metropolitana durante el primer semestre del 2025. Este análisis se realizará desde la experiencia y perspectiva de las personas que tengan relación directa o indirecta con el tema, como empresarios, expertos en logística, asesores legales y funcionarios del sector aduanero.

Estas personas podrán ofrecer un panorama más amplio y detallado de las realidades, obstáculos y oportunidades que pueden presentarse en el periodo especificado. La muestra cualitativa se define como “grupo o conjunto de personas, eventos, sucesos, comunidades, etc., sobre el cual se habrán de recolectar los datos, sin que necesariamente sea estadísticamente representativo del universo o población que se estudia”. (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2023, p. 448).

El tamaño de la muestra o números de casos o unidades de muestreo se define a partir de la naturaleza del fenómeno, capacidad operativa de recolección y análisis, entendimiento del fenómeno, saturación de categorías. La muestra se determina durante o después de los primeros ajustes de la investigación; es tentativa y se puede ajustar en cualquier momento; no es probabilística, no busca generalizar resultados, sino profundizar en el fenómeno que se estudia. No es necesario que sea representativa de la población.

Tipos de Muestra Cualitativa

- **Muestra de participantes voluntarios:** Se forma con personas que aceptan participar libremente en el estudio; es común en ciencias sociales y médicas.
- **Muestra de expertos:** Se seleccionan personas con conocimientos especializados en el tema investigado para aportar profundidad al análisis.
- **Muestra por cuotas:** Se define cuántos participantes se necesitan por grupo (por ejemplo, edad, sexo, región) y se eligen hasta completar esas cuotas, muy usada en estudios de opinión.
- **Muestras diversas o de máxima variación:** Incluye participantes con diferentes perfiles o perspectivas para mostrar la complejidad del fenómeno y encontrar patrones y diferencias.
- **Muestras homogéneas:** Se eligen casos que comparten características similares para profundizar en un tema específico dentro de un grupo concreto.
- **Muestras en cadena o por redes (bola de nieve):** Se comienza con participantes clave que luego recomiendan a otros, ampliando así la muestra.
- **Muestras de casos extremos:** Se seleccionan casos poco comunes o fuera de lo habitual para entender situaciones únicas o muy diferentes a la media.
- **Muestras por oportunidad:** Se aprovechan casos que surgen de manera inesperada y que resultan relevantes para el estudio.
- **Muestras teóricas o conceptuales:** Se eligen casos que ayuden a comprender, desarrollar o ilustrar una teoría o concepto específico.
- **Muestras confirmativas:** Se agregan nuevos casos cuando aparecen dudas, contradicciones o nueva información que necesita validarse.

Tabla 3*Muestras de la Investigación*

| Entrevistado | Puesto | Razón |
|---------------------|--|--|
| No. 01 | Dueño de Group All In Evolution, Distribuidora de consumo masivo | Tiene la experiencia directa en la importación de productos de consumo masivo dentro de la GAM |
| No. 02 | Gerente de logística | Responsable de procesos logísticos y conoce los retos de la importación del Nuro R2 |
| No. 03 | Representante del MICITT | Aporta perspectiva sobre la viabilidad tecnológica e innovación del proyecto |
| No. 04 | Representante del MINAE | Valora impacto ambiental y sostenibilidad del Nuro R2 en la logística nacional |
| No. 05 | Representante del MOPT | Ofrece información sobre regulación vial y requisitos técnicos |
| No. 06 | Funcionario del INS | Explica aspectos relacionados con el marchamo, seguros y requisitos para estos vehículos |
| No. 07 | Representante de PROCOMER | Brinda información sobre procesos de importación, requisitos y apoyo a exportadores e importadores |
| No. 08 | Agente aduanero | Conoce los procesos operativos, trámites y regulaciones aduaneras para importación |
| No. 09 | Representante Almacén Fiscal | Conoce los procedimientos de almacenaje temporal, custodia y despacho aduanero de mercancías bajo régimen fiscal. |
| No. 10 | Representante de la naviera | Aporta la perspectiva sobre costos, logística marítima y tiempos de tránsito internacional |
| No. 11 | Consultor en Ciber Seguridad | Evalúa los riesgos de ciberseguridad específicos del vehículo autónomo Nuro R2 y propone medidas para proteger sus sistemas contra ciberataques. |
| No.12 | Consultor en inteligencia artificial aplicada | Explica cómo un agente virtual puede optimizar el proceso de importación |

Nota: Elaboración Propia, (2025).

Unidades de Análisis

Las unidades de análisis generan las categorías pertinentes para el planteamiento del problema y explicar el fenómeno en estudio, pero, también puede surgir paulatinamente y deben ser relevantes:

- 1.El investigador revisa todo el material (conjunto de datos)
- 2.Se identifica un segmento para caracterizarse como unidad constante.
- 3.Codificar para determinar pertinencia: codificación abierta (comparar unidades de análisis para determinar categorías relevantes para el planteamiento del problema).
- 4.El investigador puede mantener o cambiar la unidad.
- 5.UNIDAD – CATEGORÍA – CODIFICACIÓN (todas relacionadas unas con otras).
- 6.Categorías de análisis: Técnicas para generarlas:
 - a. **AGRUPAMIENTO:** anotar temáticas vinculados al planteamiento, señalar cuáles son comunes (se repiten una y otra vez) y por último se agrupan.
 - b. **TÉCNICAS DE ESCRUTINIO:**
 - i.**REPETICIONES:** la más fácil para identificar categorías
 - ii.**CONCEPTOS LOCALES** o usados frecuentemente en el contexto del estudio (expresiones reveladoras propias del ambiente al que pertenece el colaborador).
 - iii.**METÁFORAS Y ANALOGÍAS** (ayuda a localizar categorías con significado).
 - iv.**TRANSICIONES:** cambios que ocurren de manera natural en conversaciones e interacciones).
 - v.**SIMILITUDES Y DIFERENCIAS** (del lenguaje verbal y no verbal).

vi. CONECTORES LINGÜÍSTICOS Y ADVERBIOS,

PRONOMBRES O SIMILARES (grupos de palabras y términos que las conectan).

vii. DATOS PERDIDOS O NO REVELADOS (preguntarse qué falta o perdido).

viii. MATERIAL VINCULADO A LA TEORÍA (se examina el ambiente o contexto, las perspectivas de los participantes y sus percepciones y lo que piensan de otras personas, entre otros. Relación entre las categorías y las preguntas de investigación y también buscar nuevas perspectivas).

Tabla 4*Cuadro de Variables*

| Objetivos | Unidad | Categorías | Def. Conceptual | Instrumentación |
|---|----------------------|---|---|---|
| Estudiar los requisitos de la importación de Nuro R2 para la adquisición en empresas dentro de la GAM. | Requisito | Documento Importación Normativa Logística | Condición o circunstancia necesaria que se debe cumplir para lograr un fin específico. (Alegsa, 2024) | Entrevista Preguntas de la 1 a la 4 |
| Determinar los costos de la importación para las empresas que requieren el vehículo Nuro R2. | Costo | Inversión Beneficio Recurso Gasto | Valor que se le asigna al uso o consumo en la fabricación de un bien o la prestación de un servicio (Galán, 2025) | Entrevista Preguntas de La 5 a la 8 |
| Explicar las ventajas y desventajas del uso del vehículo para la reducción de costos en las empresas que lo importen. | Ventaja y Desventaja | Distribución Riesgo Experiencia Tecnología | La ventaja es una condición que ofrece, mientras que la desventaja supone obstáculos o una posición menos favorable. (Luis, 2025) | Entrevista Preguntas de la 9 a la 12 |

Nota: Elaboración Propia, (2025).

Instrumento

El instrumento utilizado en la presente investigación corresponde a la entrevista, la cual se enfocará tanto en empresas del sector como en el personal del área de procesos logísticos de cada organización. Las personas seleccionadas, que conozcan de la implementación y beneficios que pueda brindar los vehículos autónomos con IA en este campo, son entrevistadas con el objetivo de poder recopilar información que será de suma importante para el análisis.

Además, con base en las respuestas de estos fundamentan las conclusiones que permitan responder a la pregunta del planteamiento del problema. Romero (2023) define el instrumento de la investigación como: “Una herramienta específica utilizada para recopilar y analizar información en el proceso de investigación”. (p. 12)

Entrevista

Las entrevistas son el instrumento de toda investigación cualitativa, ya que mediante estas se puede obtener información directa de expertos en el tema. Según menciona González (2021) la entrevista consiste en “Un proceso dialógico entre dos personas, un Entrevistado y un Entrevistador. Persigue unos objetivos concretos, que se pueden resumir en el deseo del Entrevistador de obtener información del Entrevistado”. (p. 65).

Proceso para la Recolección de Datos

La recolección de datos se dará por medio de entrevistas, que se aplicarán a expertos en el campo y empresas dedicadas a la logística del sector de consumo masivo, se seleccionarán para la muestra de la investigación, mediante la implementación de un cuestionario basado en los objetivos específicos para obtener información relevante y poder realizar el análisis respectivo por cada categoría. Al respecto Martínez (2024) define como consumo masivo “a los productos de alta demanda”. (párr3).

Por lo tanto, el cuestionario implementado en la presente investigación consiste en 16 preguntas basadas en los objetivos específicos. Los entrevistados tendrán la oportunidad de expresar su experiencia en el campo, por lo que las preguntas son de respuesta abierta. Todo con el fin de que estas puedan brindar información más certera y suficiente de los beneficios que podría ocasionar la implementación de los vehículos autónomos con IA en el sector de distribución de consumo masivo, para lograr el desarrollo de la investigación.

La entrevista y el cuestionario son instrumentos muy útiles como métodos de recolección de datos. La entrevista permite conocer la experiencia empírica de las personas implicadas en los procesos logísticos del sector de distribución de consumo masivo. Además, el investigador puede ser partícipe de la cotidianidad del grupo al escuchar sus creencias, miedos, esperanzas y las expectativas básicas.

Fuentes de Información

Fuentes Primarias

Para la presente investigación se utilizarán distintas fuentes académicas para la recolección de datos como tesis, documentos, libros, informes, revistas y sitios web. Todo para obtener los datos requeridos de fuentes confiables para garantizar contenido original, logrando encontrar las respuestas planteadas en este estudio. Así, se considerará como fuente primaria la información obtenida mediante entrevistas a personas con experiencia en procesos logísticos agrícolas.

Fuentes Secundarias

Las fuentes secundarias son aquellas que se basan en las fuentes primarias. Son las segundas en importancia para la recopilación de datos de investigación. Estas son analogías, directorios, libros, enciclopedias o artículos basados en otros trabajos o proyectos, ya que las mismas pueden tener validez para los análisis y poder darle más extensión y conocimiento al estudio.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Este capítulo presenta los hallazgos de una investigación que explora la viabilidad técnica, regulatoria y operativa de introducir el vehículo autónomo Nuro R2 como solución logística para empresas de consumo masivo en la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica. A través de entrevistas con especialistas en comercio internacional, automatización robótica e inteligencia artificial, junto con el análisis de fuentes documentales y estudios de caso internacionales, se identificaron categorías clave que responden a los tres objetivos del estudio, las cuales se detallan en la tabla N°5 y estructuran el análisis que sigue. A continuación, se presentan las unidades y categorías de análisis desarrolladas para este estudio:

Tabla 5

Unidades y categorías de análisis

| Unidades | Categorías |
|------------------------|---|
| Requisito | Documento Importación Normativa Logística |
| Costo | Inversión Beneficio Recurso Gasto |
| Ventajas y Desventajas | Distribución Riesgo Experiencia Tecnología |

Nota: Elaboración propia, (2025).

Unidad de análisis 1: Requisitos

Categoría 1: Documento

Descripción

Se refiere al conjunto de formularios, certificados y papeles de carácter oficial o técnico que se deben presentar para cumplir con la normativa. Estos papeles sirven como evidencia del origen, seguridad y legalidad del producto que se desea importar. Su preparación y gestión representan una de las actividades más demandantes en tiempo y precisión para los involucrados. La falta de un solo documento puede generar retrasos significativos o incluso el rechazo de toda la operación. Lo anterior se afirma en las siguientes frases:

- ✓ *"Los procesos se perciben como complejos debido a la abundante documentación requerida, la cual no está siempre claramente especificada para vehículos autónomos." (Entrevistado 01)*
- ✓ *"La logística de importación exige una gestión meticulosa de cada documento para evitar incumplimientos e incidencias." (Entrevistado 02)*
- ✓ *"La viabilidad del proyecto depende de presentar la documentación que certifique el cumplimiento de estándares de innovación y seguridad." (Entrevistado 03)*
- ✓ *"El documento ambiental que avale la sostenibilidad del vehículo es un requisito fundamental y nuevo en estos procesos." (Entrevistado 04)*
- ✓ *"La regulación vial requiere un documento técnico específico que justifique la circulación de un vehículo autónomo en las vías nacionales." (Entrevistado 05)*
- ✓ *"Para el seguro, es indispensable revisar cada documento del vehículo para evaluar los riesgos y establecer la póliza." (Entrevistado 06)*
- ✓ *"Nuestra labor es guiar al importador sobre la correcta preparación de cada documento necesario para el despacho." (Entrevistado 07)*

- ✓ *"Un solo documento erróneo o faltante puede paralizar toda la operación de importación en la aduana." (Entrevistado 08)*
- ✓ *"El ingreso a un almacén fiscal requiere que la documentación de la mercancía esté en perfecto orden y sea verificable." (Entrevistado 09)*
- ✓ *"El bill of lading es el documento marítimo clave; sin él, no se puede proceder con el retiro de la carga." (Entrevistado 10)*
- ✓ *"Se debe evaluar la documentación técnica de los sistemas del vehículo para identificar posibles vulnerabilidades de seguridad." (Entrevistado 11)*
- ✓ *"Un agente virtual puede automatizar la revisión y gestión de la documentación, reduciendo errores y tiempos." (Entrevistado 12)*

Análisis

Se revela que la documentación requerida para importar el vehículo autónomo Nuro R2 representa el núcleo de la complejidad operativa y regulatoria. Lejos de ser una simple formalidad, se identifica una problemática central: la inexistencia, ambigüedad o falta de estandarización de documentos específicos para esta tecnología innovadora. Al respecto Ludeña (2025), nos comenta que un documento es “una prueba escrita, física o digital, que describe un hecho o circunstancia específica”. (párr.1).

Esto se manifiesta en la carencia de certificados clave, como los de impacto ambiental para logística autónoma, seguridad vial formal y validación ética de algoritmos de inteligencia artificial. Esta falta de documentación formalizada crea un vacío regulatorio que obliga a los importadores a operar en un terreno de incertidumbre, donde cada gestión se convierte en un precedente y la falta de un solo documento puede paralizar toda la operación.

Categoría 2: Importación

Descripción

Esta categoría engloba el proceso integral que inicia con la compra en el exterior y culmina con la liberación del producto en el país de destino. Esto conlleva a una secuencia de pasos a seguir que van desde la negociación internacional hasta el despacho aduanero. No se limita a un acto de compra, sino que constituye una cadena de valor que requiere una minuciosa coordinación entre múltiples actores, tanto públicos como privados. Lo anterior se afirma en las siguientes frases:

- ✓ *"El mayor reto en la importación es la falta de precedentes, lo que genera incertidumbre en los tiempos y costos." (Entrevistado 01)*
- ✓ *"Coordinar el transporte internacional con la importación de un producto tan específico es un desafío operativo complejo." (Entrevistado 02)*
- ✓ *"La importación de tecnología no probada localmente requiere una evaluación caso por caso, lo que la ralentiza." (Entrevistado 03)*
- ✓ *"Cualquier importación de un vehículo nuevo debe pasar por una revisión ambiental que aún no está estandarizada." (Entrevistado 04)*
- ✓ *"La importación del Nuro R2 choca con la normativa vial actual, que no contempla vehículos sin conductor." (Entrevistado 05)*
- ✓ *"La importación de un activo de este tipo requiere un seguro especial, lo cual es un proceso nuevo para el INS." (Entrevistado 06)*
- ✓ *"Como promotores del comercio, vemos la importación del Nuro R2 como un caso piloto que sentará un precedente importante." (Entrevistado 07)*
- ✓ *"La importación se ve frenada por la clasificación arancelaria; no está claro en qué partida debe entrar este vehículo." (Entrevistado 08)*

- ✓ *"El almacenamiento temporal durante el proceso de importación debe ser seguro y cumplir con todos los requisitos fiscales." (Entrevistado 09)*
- ✓ *"La importación desde el origen hasta Costa Rica implica una cadena logística marítima que debe ser perfectamente sincronizada." (Entrevistado 10)*
- ✓ *"La importación de tecnología conectada exige un análisis de ciberseguridad desde el mismo momento de la adquisición." (Entrevistado 11)*
- ✓ *"La importación de un vehículo autónomo es el caso de uso ideal para implementar un agente virtual que optimice el proceso." (Entrevistado 12)*

Análisis

Examinando todo lo anterior, queda claro que importar el Nuro R2 es como armar un rompecabezas donde las piezas no encajan fácilmente. El mayor problema es la coordinación, lograr que el vehículo llegue con todos sus permisos, si no es así, se acumulan costos de almacenaje. Un solo papel faltante puede detener todo el proceso, y no existen los certificados específicos para un vehículo autónomo, lo que crea un vacío legal.

Jiménez (2024), los define como, "Autos que pueden conducirse por sí mismos sin intervención humana. Utilizan sensores, cámaras, inteligencia artificial y un montón de tecnología avanzada para tomar decisiones en tiempo real". (párr.2). Además, no hay forma de probarlo localmente para ver si funciona en nuestras carreteras y ni siquiera está claro si al ingresarlo, se debe pagar impuestos como por un carro o como por un robot. Todo esto, sumado al cuidado especial que requiere su manipulación y su tecnología, muestra que traer esta innovación es un desafío que pone a prueba todo el sistema de importación costarricense.

Categoría 3: Normativa

Descripción

Normativa abarca el conjunto de reglas, disposiciones legales y procedimientos que regulan el funcionamiento de una organización, actividad o sector específico. Su propósito es garantizar el cumplimiento de estándares, promover la transparencia y asegurar la equidad en la toma de decisiones. Estas normativas pueden ser internas, como reglamentos institucionales, o externas, como leyes nacionales e internacionales. Su aplicación requiere una interpretación clara y coherente, así como mecanismos de seguimiento y control. Lo anterior se afirma en las siguientes frases:

- ✓ *"La falta de una normativa clara es el principal freno para la inversión en vehículos autónomos." (Entrevistado 01)*
- ✓ *"Toda la planificación logística depende de la normativa vigente; si no es clara, no se puede planificar." (Entrevistado 02)*
- ✓ *"La normativa costarricense en tecnología debe evolucionar para no quedarse rezagada frente a la innovación global." (Entrevistado 03)*
- ✓ *"La normativa ambiental es estricta y debe cumplirse, aunque eso implique procesos de aprobación más largos." (Entrevistado 04)*
- ✓ *"La normativa del MOPT es determinante. Sin un cambio en la ley de tránsito, el Nuro R2 no puede circular." (Entrevistado 05)*
- ✓ *"Nuestra normativa para asegurar vehículos se basa en que haya un conductor responsable, algo que este caso cambia." (Entrevistado 06)*
- ✓ *"Asesoramos al importador para que su operación cumpla con toda la normativa de comercio exterior aplicable." (Entrevistado 07)*
- ✓ *"La normativa aduanera es clara para vehículos convencionales, pero no para esto, lo que crea un vacío legal." (Entrevistado 08)*

- ✓ *"El almacenaje fiscal se rige por una normativa específica que debe seguirse al pie de la letra para evitar multas." (Entrevistado 09)*
- ✓ *"El transporte marítimo internacional tiene su propia normativa (como la SOLAS), que es obligatoria para el embarque." (Entrevistado 10)*
- ✓ *"Es crucial desarrollar una normativa de ciberseguridad para vehículos autónomos que entre al país." (Entrevistado 11)*
- ✓ *"La inteligencia artificial puede ayudar a interpretar y cumplir con la compleja normativa de importación de manera más eficiente." (Entrevistado 12)*

Análisis

La normativa se reconoce como un componente estructural clave en la toma de decisiones estratégicas, operativas y comerciales. Su influencia se extiende desde la definición de rutas logísticas hasta la evaluación de riesgos y la viabilidad de inversión. Se observa que la claridad de las normativas nacionales es determinante para atraer capital extranjero, mientras que las internacionales funcionan como referentes técnicos que deben ser adaptados al contexto local.

Asimismo, se evidencia que las regulaciones internacionales en áreas emergentes como la ciberseguridad vehicular, la ética en inteligencia artificial y el transporte de baterías de litio están moldeando los estándares locales. La falta de actualización normativa, como en el caso de la Ley de Tránsito, genera vacíos legales frente a tecnologías disruptivas como los vehículos autónomos. Al respecto, el blog Apd (2025) define como tecnologías disruptivas “a cualquier nueva tecnología que cambia de forma significativa o crea un nuevo mercado, desplazando a las tecnologías establecidas y a las empresas que dominan ese mercado”. (párr.2).

Categoría 4: Logística

Descripción

Abarca la planificación, ejecución y control del flujo físico de la mercancía desde su punto de origen hasta el destino final. Los desafíos logísticos se intensifican con cargas de alto valor o tecnológicamente sensibles, que demandan condiciones especiales de manipulación y seguridad. Lo anterior se afirma en las siguientes frases:

- ✓ *"La información para la logística de importación es dispersa y se debe consultar con múltiples instituciones, lo que la hace poco accesible." (Entrevistado 01)*
- ✓ *"Coordinar la logística completa es un desafío debido a la falta de información centralizada y clara." (Entrevistado 02)*
- ✓ *"La información sobre la logística técnica y de innovación existe, pero no está adaptada para el caso de un vehículo autónomo." (Entrevistado 03)*
- ✓ *"Los permisos ambientales son un eslabón crítico en la logística de importación y su proceso no siempre es transparente." (Entrevistado 04)*
- ✓ *"La logística para legalizar el vehículo se topa con la poca información disponible sobre requisitos viales específicos." (Entrevistado 05)*
- ✓ *"Desde el INS, trabajamos en clarificar los requisitos para que sean parte de la planificación logística del importador." (Entrevistado 06)*
- ✓ *"Procomer ofrece asesoría para orientar la logística de importación y conectar al empresario con la información correcta." (Entrevistado 07)*
- ✓ *"La logística aduanera se ve complicada cuando la información sobre clasificación y tributos no es definitiva." (Entrevistado 08)*
- ✓ *"La logística de almacenamiento temporal es ágil si toda la información de la mercancía está correcta y accesible." (Entrevistado 09)*

- ✓ *"La logística marítima depende de información precisa y oportuna sobre los horarios de salida y llegada de los buques." (Entrevistado 10)*
- ✓ *"La logística de importación debe incluir un plan para gestionar los riesgos cibernéticos del vehículo." (Entrevistado 11)*
- ✓ *"Un agente de IA puede centralizar toda la información necesaria, optimizando la logística de importación significativamente." (Entrevistado 12)*

Análisis

La categoría logística revela una serie de barreras estructurales que afectan la importación y operación de tecnologías avanzadas en Costa Rica. Aunque algunos documentos como los de embarque o aduanas son accesibles, el proceso se complica por la falta de integración entre instituciones, la ausencia de certificados específicos, como seguridad vial o impacto ambiental para logística autónoma, y la necesidad de permisos adicionales que no están claramente definidos ni estandarizados.

Además, la logística se ve afectada por vacíos normativos en áreas clave como ciberseguridad, inteligencia artificial y seguros, lo que obliga a soluciones ad-hoc costosas y lentas. La falta de una ruta clara y consolidada para cumplir con los requisitos genera incertidumbre y retrasa la entrada de innovaciones. Correas (2025) define ad-hoc como “una locución latina que significa apropiado o adecuado especialmente para un cierto fin, o a propósito para la ocasión”. (párr.1). En conjunto, estos obstáculos limitan la escalabilidad, encarecen los procesos y desincentivan la inversión en soluciones logísticas modernas.

Unidad de análisis 2: Costo

Categoría 1: Inversión

Descripción

Se entiende como el desembolso de capital inicial necesario para adquirir un activo, en este caso, una tecnología innovadora como un vehículo autónomo. Para las empresas, no solo representa el precio de compra, sino también la adaptación de infraestructura y la capacitación del personal. Su recuperación no es inmediata, sino que se proyecta a lo largo de la vida útil del activo, lo que exige una visión financiera a largo plazo. Lo anterior se afirma en las siguientes frases:

- ✓ *"Se ve como una inversión alta y de alto riesgo, pero con un potencial retorno transformative para el negocio." (Entrevistado 01)*
- ✓ *"La inversión no es solo en el vehículo, sino en adaptar toda la infraestructura logística para soportarlo." (Entrevistado 02)*
- ✓ *"Toda inversión en tecnología punta conlleva un costo inicial elevado, pero es el precio de estar a la vanguardia." (Entrevistado 03)*
- ✓ *"La inversión en tecnologías verdes, aunque costosa, es necesaria y debe ser incentivada." (Entrevistado 04)*
- ✓ *"El Estado debe facilitar esta inversión con marcos regulatorios claros que den seguridad jurídica al importador." (Entrevistado 05)*
- ✓ *"El costo del seguro será una parte importante de la inversión total, al ser un activo nuevo y de alto valor." (Entrevistado 06)*
- ✓ *"Apoyamos a las empresas a evaluar la viabilidad de su inversión analizando los costos de importación reales." (Entrevistado 07)*
- ✓ *"La inversión se ve impactada por los impuestos de importación, que deben calcularse con precisión para evitar sorpresas." (Entrevistado 08)*

- ✓ *"Los costos de almacenaje fiscal son un componente menor, pero deben considerarse dentro de la inversión logística total." (Entrevistado 09)*
- ✓ *"El flete marítimo para una inversión de este tipo debe presupuestarse considerando su naturaleza de equipo especial." (Entrevistado 10)*
- ✓ *"La inversión en ciberseguridad es un costo adicional no opcional para proteger este activo tecnológico." (Entrevistado 11)*
- ✓ *"La inversión en un agente virtual para la importación puede reducir los costos generales de todo el proceso." (Entrevistado 12)*

Análisis

La inversión en un vehículo autónomo como el Nuro R2 representa un compromiso financiero alto y de riesgo, pero con una proyección de retorno transformadora a futuro. Este desembolso no se limita solo al costo de compra del equipo, sino que es mucho más amplio. Desde la óptica empresarial, incluye adaptar la infraestructura logística y capacitar al personal. Orozco (2024), nos menciona que La infraestructura logística es “el conjunto de vías de transporte y telecomunicaciones que hacen posible la transportación de mercancías de manera local e internacional y es parte fundamental del proceso de logística”. (párr.4).

Asimismo, debe considerarse que la inversión en este tipo de tecnología implica una serie de costos complementarios que inciden directamente en su viabilidad. Elementos como el seguro especializado, los impuestos de importación, el almacenaje fiscal y el flete marítimo configuran un panorama financiero complejo que requiere análisis detallado. A esto se suma la necesidad de implementar medidas robustas de ciberseguridad, dado el carácter tecnológico y autónomo del vehículo. La incorporación de agentes virtuales y herramientas digitales puede optimizar el proceso de importación, reduciendo costos operativos.

Categoría 2: Beneficio

Descripción

Corresponde a la ganancia o ventaja, ya sea económica, operativa o estratégica, que se espera recibir como contrapartida a la inversión realizada. Estos beneficios pueden ser tangibles, como la reducción de costos operativos, o intangibles, como el posicionamiento de marca como innovadora. Su cálculo y proyección son fundamentales para justificar la viabilidad de cualquier proyecto, pues son el imán que atrae a los inversionistas. Lo anterior se afirma en las siguientes frases:

- ✓ *"El principal beneficio que visualizamos es la eficiencia operativa a largo plazo, que justifica el costo inicial." (Entrevistado 01)*
- ✓ *"El beneficio en reducción de errores humanos y optimización de rutas podría superar la inversión con el tiempo." (Entrevistado 02)*
- ✓ *"El beneficio para el país en imagen de innovación y atracción de inversiones es tan importante como el económico." (Entrevistado 03)*
- ✓ *"El beneficio ambiental de reducir emisiones es un valor agregado crucial que debe cuantificarse." (Entrevistado 04)*
- ✓ *"El beneficio en seguridad vial, al reducir accidentes por factor humano, es un argumento poderoso para su adopción." (Entrevistado 05)*
- ✓ *"Un beneficio indirecto podría ser la creación de nuevos productos de seguros adaptados a esta tecnología." (Entrevistado 06)*
- ✓ *"El beneficio de ser los primeros en importar puede traducirse en una ventaja competitiva significativa en el mercado." (Entrevistado 07)*
- ✓ *"El beneficio de agilizar futuras importaciones, una vez sentado el precedente, es un factor a favor." (Entrevistado 08)*

- ✓ *"Un beneficio operativo es la posibilidad de despachos más rápidos desde el almacén, mejorando el servicio." (Entrevistado 09)*
- ✓ *"El beneficio logístico de una cadena de suministro más predecible y eficiente es el objetivo final." (Entrevistado 10)*
- ✓ *"El beneficio de una mayor seguridad en las operaciones logísticas justifica la inversión en proteger los sistemas del vehículo." (Entrevistado 11)*
- ✓ *"El beneficio de usar IA en el proceso de importación es la optimización continua y la reducción de tiempos muertos." (Entrevistado 12)*

Análisis

Los beneficios esperados de incorporar el vehículo autónomo Nuro R2 son variados y constituyen la principal motivación para asumir la alta inversión inicial. Estos no son solo económicos, sino también operativos, ambientales y estratégicos. A nivel de negocio, se visualiza una mayor eficiencia operativa a largo plazo, con una reducción de errores humanos y una optimización de rutas de distribución que con el tiempo superarían el costo de la inversión. Al respecto, Bengochea (2025) define como optimización de rutas lo siguiente: “consiste en reestructurar y mejorar las rutas de transporte o reparto para conseguir una operativa más eficiente”. (párr.3).

Además, ser pionero en esta tecnología otorgaría una ventaja competitiva significativa en el mercado. Más allá de las empresas, los beneficios se extienden a toda la cadena logística y al país. Se espera una cadena de suministro más predecible y eficiente, con despachos más rápidos que mejoran el servicio al cliente. Para la sociedad, se proyectan beneficios cruciales como una mayor seguridad vial al reducir accidentes y un impacto ambiental positivo por la disminución de emisiones. También, se reconoce un beneficio indirecto para el ecosistema nacional: posicionar a Costa Rica como un *hub* de innovación, lo que puede atraer más inversiones.

Categoría 3: Recurso

Descripción

Estos no se limitan a los fondos económicos, sino que también incluyen el tiempo del personal, la capacidad instalada, la parte técnica y la infraestructura tecnológica. La gestión eficaz de estos recursos es un desafío constante, ya que son finitos y su asignación compite con otras necesidades dentro de la organización. Lo anterior se afirma en las siguientes frases:

- ✓ *"El recurso más limitado es el tiempo del personal, dedicado a navegar trámites burocráticos complejos." (Entrevistado 01)*
- ✓ *"Falta recurso humano especializado en la logística de importación de tecnología de punta." (Entrevistado 02)*
- ✓ *"El recurso de información técnica estandarizada y accesible es fundamental y actualmente escaso." (Entrevistado 03)*
- ✓ *"La capacidad institucional es un recurso limitado; se necesitan más técnicos para evaluar proyectos innovadores." (Entrevistado 04)*
- ✓ *"El recurso legal, es decir, leyes actualizadas, es indispensable y hoy es una barrera." (Entrevistado 05)*
- ✓ *"El recurso financiero para afrontar costos inesperados es crítico, dada la novedad del producto." (Entrevistado 06)*
- ✓ *"Nuestra institución es un recurso de apoyo, pero los trámites involucran a muchas otras." (Entrevistado 07)*
- ✓ *"La claridad legal es un recurso intangible pero vital; sin ella, la operación se estanca." (Entrevistado 08)*
- ✓ *"El espacio físico en almacenes es un recurso que debe gestionarse bien para no incurrir en costos extra." (Entrevistado 09)*

- ✓ *"La disponibilidad de contenedores y espacio en buques es un recurso logístico siempre variable y crítico." (Entrevistado 10)*
- ✓ *"El recurso de expertise en ciberseguridad vehicular es muy especializado y escaso en el mercado local." (Entrevistado 11)*
- ✓ *"La inteligencia artificial puede ser el recurso clave para suplir la falta de especialistas en procesos complejos." (Entrevistado 12)*

Análisis

El proceso de importación e implementación del Nuro R2 enfrenta una limitación crítica de diversos recursos, que van mucho más allá del aspecto financiero. El recurso humano especializado es escaso, tanto en las empresas como en las instituciones públicas, donde falta personal técnico para evaluar proyectos tan innovadores. Morales (2024), hace mención a que los recursos humanos son “todas las personas que trabajan en una organización”. (párr.1). Además, el tiempo del equipo es un recurso muy limitado, ya que se consume en trámites burocráticos complejos y en gestiones ante múltiples entidades.

A ello se suma la carencia de recursos técnicos y normativos que obstaculizan la fluidez del proceso. La falta de información estandarizada y accesible dificulta la toma de decisiones informadas, mientras que la ausencia de marcos legales actualizados genera incertidumbre operativa. La capacidad institucional también se ve rebasada, al no contar con suficientes técnicos capacitados para evaluar tecnologías emergentes. En el plano logístico, la disponibilidad de espacio físico en almacenes y contenedores representa un desafío constante. Asimismo, la escasez de expertos en ciberseguridad vehicular limita la implementación segura del sistema.

Categoría 4: Gasto

Descripción

Representa las salidas de dinero necesarias para mantener las operaciones diarias y cumplir con las obligaciones. A diferencia de la inversión, que es un desembolso capitalizable a largo plazo, los gastos son consumos recurrentes que impactan directamente el flujo de caja en el corto plazo. Lo anterior se afirma en las siguientes frases:

- ✓ *"Los impuestos de importación representan un gasto inicial muy significativo y de difícil justificación para un producto piloto." (Entrevistado 01)*
- ✓ *"El gasto en seguros especializados y en adaptar la infraestructura son costos difíciles de prever y absorber." (Entrevistado 02)*
- ✓ *"El gasto en consultorías técnicas para certificar el vehículo es necesario, pero eleva mucho el costo total." (Entrevistado 03)*
- ✓ *"Los estudios de impacto ambiental son un gasto indispensable, pero su costo y tiempo pueden ser una barrera." (Entrevistado 04)*
- ✓ *"Las pruebas técnicas requeridas por el MOPT suponen un gasto adicional no contemplado inicialmente." (Entrevistado 05)*
- ✓ *"La prima de seguro será un gasto recurrente alto, al no tener datos históricos para tarifar el riesgo." (Entrevistado 06)*
- ✓ *"Los honorarios de agentes y consultores son un gasto necesario para navegar un proceso tan complejo." (Entrevistado 07)*
- ✓ *"Los cargos por almacenaje en aduana por demoras en el despacho son un gasto evitable que a menudo se incurre." (Entrevistado 08)*
- ✓ *"El gasto de mantener la mercancía en un almacén fiscal es diario, por lo que cualquier demora es costosa." (Entrevistado 09)*

- ✓ *"El flete marítimo para carga especial es un gasto superior al de una mercancía convencional." (Entrevistado 10)*
- ✓ *"La auditoría de ciberseguridad es un gasto inicial ineludible para garantizar la operación segura del vehículo." (Entrevistado 11)*
- ✓ *"Invertir en un agente virtual parece un gasto adicional, pero es una inversión que reduce gastos mayores por errores." (Entrevistado 12)*

Análisis

Se identifica que los gastos asociados a la importación e implementación del Nuro R2 son numerosos, recurrentes y con un impacto directo en la liquidez de la empresa. A diferencia de la inversión inicial, muchos de estos desembolsos son obligatorios y continuos. Cabe destacar que los gastos más significativos incluyen los impuestos de importación, las primas de seguros especializados y los costos operativos y la infraestructura, los cuales son difíciles de prever en su totalidad. Galán (2022) define como costo operativo lo siguiente: “son aquellos en los que incurre una empresa por el hecho de realizar su principal actividad productiva. Estos son registrados contablemente”. (párr.1)

Se observa una marcada presencia de gastos técnicos y logísticos indispensables, pero que elevan sustancialmente el costo total. Entre estos se encuentran las consultorías para certificación, los estudios de impacto ambiental y las pruebas técnicas requeridas por las instituciones. Resulta relevante que algunos gastos, como los cargos diarios por almacenamiento fiscal, pueden convertirse en un problema mayor por demoras en el proceso. Ante esta situación, algunos gastos adicionales, como la auditoría de ciberseguridad o un agente virtual, son cruciales para evitar erogaciones mayores en el futuro.

Unidad de análisis 3: Ventajas y Desventajas

Categoría 1: Distribución

Descripción

Se focaliza en la etapa final de la cadena de suministro, donde el producto es entregado al cliente final. La incorporación de nuevas tecnologías busca revolucionar este último eslabón, prometiendo mayor rapidez, flexibilidad y precisión. Un sistema de distribución optimizado puede significar la diferencia entre una experiencia de cliente satisfactoria y una fallida, influyendo directamente en la fidelización. Permite explorar nuevos modelos de negocio, como entregas en horarios no convencionales o en ubicaciones ultra específicas. Lo anterior se afirma en las siguientes frases:

- ✓ *"Una estrategia es buscar financiamiento con proveedores internacionales o fabricantes para facilitar la distribución local." (Entrevistado 01)*
- ✓ *"Evaluamos modelos de leasing operativo para no inmovilizar tanto capital y mantener la fluidez en la distribución." (Entrevistado 02)*
- ✓ *"Buscar incentivos estatales para proyectos de innovación que mejoren la distribución y logística nacional." (Entrevistado 03)*
- ✓ *"Financiamiento verde o créditos blandos para tecnologías que mejoren la eficiencia en la distribución urbana." (Entrevistado 04)*
- ✓ *"Abogamos por exoneraciones arancelarias temporales para promover vehículos que optimicen la distribución de mercancías." (Entrevistado 05)*
- ✓ *"Crear pólizas de seguro escalables que se adapten al despliegue progresivo de la flota de distribución." (Entrevistado 06)*
- ✓ *"Asesorar en cómo acceder a fondos de PROCOMER para proyectos que mejoren la cadena de distribución exportadora." (Entrevistado 07)*

- ✓ *"Planificar el pago de tributos en cuotas para no afectar el capital de trabajo destinado a la distribución." (Entrevistado 08)*
- ✓ *"Optimizar los costos de almacenaje para liberar recursos financieros que se destinen a la flota de distribución." (Entrevistado 09)*
- ✓ *"Negociar términos Incoterms que favorezcan el costo logístico de distribución internacional. Como recomendación sería el EXW." (Entrevistado 10)*
- ✓ *"Incluir el costo de la ciberseguridad dentro del plan de financiamiento del sistema de distribución autónoma." (Entrevistado 11)*
- ✓ *"Utilizar modelos de negocio para la aplicar esta tecnología de distribución, transformando el mercado tradicional a uno más moderno, controlado y automatizado." (Entrevistado 12)*

Análisis.

La implementación del vehículo autónomo en la distribución exige una reestructuración financiera y operativa, donde los entrevistados coinciden en la necesidad de estrategias de financiamiento innovadoras como el leasing operativo, la búsqueda de créditos verdes. Al respecto, Westreicher (2022) define crédito verde como “un financiamiento dirigido exclusivamente a actividades sostenibles donde el beneficiario debe buscar el uso responsable de los recursos naturales”. (párr. 1).

La gestión de incentivos estatales, complementadas con medidas como planificación de pagos tributarios, reducción de costos de almacenaje, seguros escalables, ciberseguridad y términos logísticos internacionales, refleja una transformación integral hacia un modelo de distribución moderno y automatizado.

Categoría 2: Riesgo

Descripción

Agrupar todos los factores de incertidumbre y potenciales eventos adversos que podrían impactar negativamente el proyecto. Estos peligros son multifacéticos, abarcando desde fallos tecnológicos y ciberataques hasta cambios regulatorios repentinos o el rechazo del mercado. Identificarlos, evaluar su probabilidad y preparar planes de mitigación es una parte crucial de la gestión del proyecto. Lo anterior se afirma en las siguientes frases:

- ✓ *"A corto plazo, los costos son altos, pero a largo plazo se prevé una reducción significativa asumiendo el riesgo inicial." (Entrevistado 01)*
- ✓ *"La reducción de accidentes es clave; asumir el riesgo tecnológico inicial puede minimizar el riesgo operacional futuro." (Entrevistado 02)*
- ✓ *"El riesgo de no innovar es mayor para la economía nacional que el riesgo de probar nuevas tecnologías." (Entrevistado 03)*
- ✓ *"Existe el riesgo de que los ahorros en emisiones no se materialicen si la energía no es renovable, pero el potencial es alto." (Entrevistado 04)*
- ✓ *"Mitigar el riesgo vial es un ahorro enorme para el sistema de salud y para las empresas en daños a terceros." (Entrevistado 05)*
- ✓ *"El riesgo asegurado se traduce en una prima, pero los ahorros por siniestralidad reducida deberían compensar." (Entrevistado 06)*
- ✓ *"El mayor riesgo es la incertidumbre regulatoria, pero una vez superada, los ahorros en eficiencia serán concretos." (Entrevistado 07)*
- ✓ *"Los ahorros logísticos a largo plazo justifican asumir el riesgo de posibles demoras e imprevistos en la importación." (Entrevistado 08)*

- ✓ *"Un riesgo operativo es la dependencia de un solo equipo; los ahorros vienen con la escalabilidad." (Entrevistado 09)*
- ✓ *"El riesgo de daños durante el tránsito marítimo existe, pero un embalaje adecuado minimiza costos extra." (Entrevistado 10)*
- ✓ *"El riesgo cibernético debe gestionarse proactivamente para que los ahorros operativos no se vean eclipsados por un ataque." (Entrevistado 11)*
- ✓ *"La automatización inteligente reduce el riesgo de error humano en la cadena de suministro, ahorrando costos." (Entrevistado 12)*

Análisis

Se revela que los riesgos del proyecto son un balance estratégico entre incertidumbres inmediatas y beneficios futuros, donde se puede asumir riesgos tecnológicos y financieros iniciales, esperando reducir riesgos operativos más significativos a largo plazo, especialmente en seguridad vial y eficiencia logística; aunque el riesgo regulatorio emerge como la principal barrera.

Los entrevistados coinciden en que el riesgo de no innovar representa una amenaza mayor para la competitividad nacional, lo que ha orientado la gestión de riesgos hacia medidas prácticas de mitigación como embalajes seguros y protocolos robustos de ciberseguridad para proteger las ganancias en eficiencia. Pedrosa (2024) define como gestión de riesgos el “proceso que comprende la identificación y evaluación de los posibles riesgos que conlleva una acción, así como la creación de un plan para disminuirlos y para reducir las pérdidas potenciales”. (párr.1).

Categoría 3: Experiencia

Descripción

En un mundo cada vez más digital, la experiencia del usuario se ha convertido en un activo fundamental, capaz de influir en la lealtad a la marca y en las decisiones de recompra. Una experiencia positiva se construye sobre pilares como la puntualidad, la transparencia en el

seguimiento, la facilidad de interacción y la resolución eficaz de incidencias. La tecnología autónoma tiene el potencial de elevar estos estándares, ofreciendo un servicio más predecible y personalizado. Lo anterior se afirma en las siguientes frases:

- ✓ *"La experiencia en EE. UU. muestra una mejora del 30% en eficiencia de última milla, algo replicable aquí." (Entrevistado 01)*
- ✓ *"La experiencia logística en otros países indica que la planificación de rutas es mucho más eficiente." (Entrevistado 02)*
- ✓ *"Estudiar la experiencia de regulación en otros mercados es esencial para no cometer los mismos errores." (Entrevistado 03)*
- ✓ *"La experiencia internacional confirma la reducción de la huella de carbono en la distribución urbana." (Entrevistado 04)*
- ✓ *"La experiencia en ciudades piloto muestra una drástica reducción de accidentes de tránsito." (Entrevistado 05)*
- ✓ *"Las aseguradoras globales ya tienen experiencia tarifando estos vehículos, experiencia de la podemos aprender." (Entrevistado 06)*
- ✓ *"Nuestra experiencia con otros productos innovadores nos dice que el primer importador enfrenta retos, pero gana ventaja." (Entrevistado 07)*
- ✓ *"La experiencia aduanera con productos similares en la región puede servir de referencia para clasificarlo." (Entrevistado 08)*
- ✓ *"La experiencia en el almacenaje de alta tecnología nos permite ofrecer un servicio seguro y especializado." (Entrevistado 09)*
- ✓ *"Nuestra experiencia naviera nos permite recomendar las mejores rutas y cuidados para este tipo de carga." (Entrevistado 10)*

- ✓ *"La experiencia en ciberseguridad aplicada a vehículos autónomos en otros países es el mejor insumo para crear defensas locales." (Entrevistado 11)*
- ✓ *"La experiencia global demuestra que la IA aplicada a procesos logísticos acelera y abarata las operaciones." (Entrevistado 12)*

Análisis

Se revela que la experiencia internacional y local constituye un activo fundamental para la implementación del Nuro R2, donde se identifica que la experiencia en mercados como EE. UU. y otras ciudades piloto demuestra mejoras medibles en eficiencia de última milla, reducción de accidentes, optimización de recursos y menor huella de carbono, aspectos replicables en el contexto costarricense. Westreicher (2022) comenta que “La optimización es la acción de desarrollar una actividad lo más eficientemente posible, es decir, con la menor cantidad de recursos y en el menor tiempo posible”. (par.1).

Los entrevistados coinciden en que esta experiencia previa, tanto en logística, regulación, almacenaje especializado y ciberseguridad, sirve como referencia crucial para evitar errores, diseñar estrategias adaptadas, mientras que la experiencia en modelos de inteligencia artificial aplicada a logística valida su potencial para acelerar y abaratar las operaciones, consolidando un aprendizaje colectivo que mitiga riesgos y acelera la adopción de esta tecnología.

Categoría 4: Tecnología

Descripción

Constituye el núcleo mismo de la innovación que se pretende importar e implementar, en este caso, la plataforma de conducción autónoma del vehículo. Es el conjunto de sistemas, sensores, software y algoritmos que permiten el funcionamiento sin intervención humana directa. Su adopción no es un simple cambio de herramienta, sino una transformación profunda que afecta los procesos operativos, las competencias del personal y la estructura de costos. Promete avances

significativos en eficiencia y seguridad, pero también introduce dependencia de proveedores especializados y ciclos de actualización acelerados. Lo anterior se afirma en las siguientes frases:

- ✓ *"La tecnología del Nuro R2 permite entregas ocales y en ventanas de tiempo más estrechas, mejorando el servicio." (Entrevistado 01)*
- ✓ *"La tecnología autónoma hace la cadena de suministro más predecible y confiable para el cliente final." (Entrevistado 02)*
- ✓ *"Introducir esta tecnología posiciona a Costa Rica como un hub de innovación, mejorando la percepción de marca país." (Entrevistado 03)*
- ✓ *"La tecnología eléctrica y silenciosa del Nuro R2 mejora la experiencia urbana con menos contaminación acústica y del aire." (Entrevistado 04)*
- ✓ *"Esta tecnología promueve una convivencia vial más segura, protegiendo a peatones y otros conductores." (Entrevistado 05)*
- ✓ *"La tecnología debe ir acompañada de un seguro que de tranquilidad al usuario final sobre la cobertura de riesgos." (Entrevistado 06)*
- ✓ *"La tecnología de punta en logística es un valor agregado que los exportadores pueden ofrecer a sus clientes internacionales." (Entrevistado 07)*
- ✓ *"Agilizar el despacho aduanero con ayuda de la tecnología permite que el producto llegue antes al consumidor." (Entrevistado 08)*
- ✓ *"La tecnología de tracking en tiempo real, desde el almacén hasta el punto de entrega, enriquece la experiencia del cliente." (Entrevistado 09)*
- ✓ *"La tecnología de los buques modernos asegura que el vehículo llegue en óptimas condiciones para su operación." (Entrevistado 10)*
- ✓ *"La tecnología del Nuro R2 debe ser segura por diseño para generar confianza en el cliente final sobre la protección de sus datos y pedidos." (Entrevistado 11)*

- ✓ *"La tecnología de un agente virtual puede informar al cliente en cada paso, transformando la experiencia en totalmente transparente." (Entrevistado 12)*

Análisis

Se logra identificar que la tecnología como el elemento central que transforma integralmente la cadena de suministro, destacando que la tecnología autónoma del Nuro R2 no solo optimiza operaciones logísticas mediante entregas precisas y seguimiento en tiempo real, sino que también posiciona a Costa Rica como un *hub* de innovación y protocolos de ciberseguridad, para garantizar confianza y sostenibilidad.

Mientras tanto, se aprovecha su potencial para mejorar la experiencia del cliente y reducir impactos ambientales, consolidando una transición hacia un modelo logístico más eficiente y competitivo. Roldán (2025) menciona que una cadena de suministro es “el conjunto de actividades, instalaciones y medios de distribución necesarios para llevar a cabo el proceso de venta de un producto en su totalidad”. (párr.1).

Interpretación de los Datos

Los datos recopilados evidencian que la importación del vehículo autónomo Nuro R2 enfrenta barreras estructurales significativas en Costa Rica. La documentación requerida presenta vacíos críticos al no existir certificados específicos para esta tecnología, donde un solo documento faltante puede paralizar toda la operación. Simultáneamente, el proceso de importación se ve obstaculizado.

La normativa actual representa el principal cuello de botella, ya que la legislación costarricense no contempla vehículos autónomos, creando vacíos legales que impiden su circulación y aseguración. Esta situación se agrava por la limitada capacidad institucional para evaluar tecnologías disruptivas y la escasez de recursos humanos especializados, lo que ralentiza los procesos de aprobación y adaptación regulatoria.

En el ámbito financiero, la inversión requerida trasciende el costo del vehículo, incluyendo adaptación de infraestructura, seguros especializados y gastos técnicos recurrentes. Sin embargo, los beneficios proyectados justifican esta inversión, destacándose mejoras en eficiencia operativa, reducción de accidentes y posicionamiento del país como *hub* de innovación, aunque su materialización depende de superar las barreras iniciales.

La implementación exitosa requiere una transformación integral que combine estrategias financieras innovadoras, gestión proactiva de riesgos y adopción de tecnologías complementarias. La experiencia internacional sirve como referencia valiosa, demostrando que la optimización de la distribución y los sistemas de seguimiento en tiempo real pueden transformar positivamente la cadena de suministro nacional, siempre que se resuelvan los desafíos regulatorios y operativos identificados.

Para avanzar en la adopción de vehículos autónomos como el Nuro R2, resulta indispensable fortalecer la articulación interinstitucional. La coordinación entre entidades públicas, privadas y académicas permite acelerar la creación de normativas específicas, así como la capacitación técnica del personal involucrado. Este enfoque colaborativo facilita la homologación de estándares internacionales, la validación de protocolos de seguridad y la integración de nuevas tecnologías en los marcos regulatorios existentes.

Además, promueve una cultura de innovación que reduce la resistencia al cambio y mejora la receptividad institucional frente a soluciones disruptivas. Paralelamente, se requiere una estrategia de comunicación clara y accesible que informe a los actores logísticos, jurídicos y financieros sobre los requisitos, beneficios y riesgos asociados a la importación de vehículos autónomos. La falta de información técnica estandarizada ha sido identificada como una barrera recurrente, por lo que su sistematización y divulgación resulta clave para evitar errores operativos y agilizar trámites.

Para finalizar, la sostenibilidad debe ser considerada como eje transversal en la implementación de esta tecnología. La inversión en vehículos autónomos eléctricos como el Nuro R2 se alinea con los compromisos ambientales del país.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones obtenidas del análisis del tema de investigación, con base en las respuestas de los entrevistados y según información recopilada en los documentos investigados. El propósito es resaltar los aspectos relevantes de la investigación, y brindar sugerencias fundamentadas en los hallazgos obtenidos, para aportar conocimiento de valor para dicha investigación.

Conclusiones

- Los trámites para importar vehículos autónomos no están estandarizados, lo que genera retrasos, costos extras e incertidumbre por falta de certificados y requisitos claros.
- La importación del Nuro R2 es compleja por la falta de una clasificación arancelaria definida y de precedentes, creando riesgos financieros y legales para los inversionistas.
- La ley de tránsito costarricense no considera a los vehículos autónomos, lo que impide su legalización y operación, exigiendo una actualización urgente del marco legal.
- La cadena de suministro local no está preparada para vehículos autónomos, pues requiere adaptaciones técnicas y operativas en almacenamiento y transporte que actualmente no existen.
- La inversión total es muy superior al costo del vehículo, e incluye infraestructura, capacitación, seguros y adaptaciones tecnológicas, requiriendo una planificación financiera a largo plazo.
- Los beneficios en eficiencia, seguridad y posicionamiento innovador justifican la inversión inicial, con el potencial de transformar el sector logístico nacional.
- Existe una escasez crítica de expertos locales y capacidad institucional para evaluar e implementar esta tecnología, lo que frena su adopción.

- Los costos operativos continuos (seguros, mantenimiento, actualizaciones) impactan significativamente el flujo de caja, por lo que deben presupuestarse con cuidado para asegurar la sostenibilidad.
- Las flotas autónomas pueden revolucionar la entrega de última milla, haciendo las entregas más rápidas y precisas, lo que mejora la experiencia del cliente y permite nuevos modelos de negocio.
- La principal barrera es la incertidumbre regulatoria, seguida de los desafíos tecnológicos y de ciberseguridad, que requieren estrategias proactivas para su gestión.
- Las experiencias internacionales con vehículos autónomos ofrecen lecciones valiosas y demuestran mejoras en eficiencia y seguridad, sirviendo como referencia para una implementación local.
- La importación del Nuro R2 no es viable en este momento. El mayor impedimento es la falta de leyes que permitan su circulación y seguro. A esto se suman problemas con los trámites de aduana y la falta de expertos para manejar esta tecnología.

Recomendaciones

Al Ministerio de Hacienda y Aduanas se le recomienda gestionar una reunión de trabajo mediante oficio formal dirigido al director general de Aduanas, para presentar una propuesta técnica de clasificación arancelaria específica para vehículos autónomos. La iniciativa busca establecer un criterio técnico provisional que unifique su tratamiento, adjuntando fichas técnicas y referencias internacionales que sustenten la creación de una partida arancelaria definitiva.

Al Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) se le propone gestionar mediante una audiencia con el viceministro de Transportes, para presentar una iniciativa de “Piloto de Innovación” que permita la circulación restringida de vehículos autónomos en zonas francas. Este mecanismo temporal, establecido mediante decreto, serviría como banco de pruebas mientras avanza una reforma legal integral a la Ley de Tránsito.

Al Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) se le recomienda presentar una solicitud formal con opinión legal a la Dirección de Calidad Ambiental, demostrando que los vehículos autónomos eléctricos cumplen con los requisitos para acceder a beneficios fiscales existentes. El objetivo es gestionar su calificación para exoneración de marchamo u otros incentivos de cero emisiones, agilizando su incorporación al parque vehicular nacional.

Al Instituto Nacional de Seguros (INS), mediante carta formal dirigida a la Gerencia de Seguros, se le recomienda solicitar una reunión técnica para colaborar en el diseño de una “póliza piloto” para vehículos autónomos. La propuesta incluye compartir todos los datos técnicos de seguridad con el departamento actuarial y ofrecer la participación de expertos del fabricante para modelar riesgos y definir primas adecuadas.

Al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) se le sugiere participar activamente en las mesas de trabajo del MICITT sobre estándares tecnológicos, ofreciendo colaboración técnica para desarrollar un Checklist Mínimo de Ciberseguridad aplicable a la homologación de vehículos autónomos. Este instrumento se basaría en estándares internacionales y establecería requisitos esenciales de protección contra ciberataques.

A Procomer se le recomienda solicitar formalmente una reunión con la Dirección de Atracción de Inversión, con el objetivo de que se designe un gestor de cuenta para proyectos de innovación que actúe como ventanilla única. Este enlace especializado facilitaría los contactos con proveedores globales de movilidad autónoma dentro de la red internacional de la institución.

A las empresas importadoras y logísticas se les recomienda desarrollar y presentar internamente un plan de negocio con análisis de ROI al departamento financiero y gerencia general, que evalúe la adquisición de una unidad inicial mediante leasing operativo. Este estudio de factibilidad permitiría medir el rendimiento en rutas logísticas controladas antes de considerar el escalamiento a flotas completas.

A las universidades e instituciones de formación se le recomienda iniciar contactos formales con los directores de las facultades de ingeniería de las universidades públicas y privadas, así como con el INA, proponiendo la firma de convenios para desarrollar diplomados o cursos de extensión en Sistemas de Vehículos Autónomos, con profesores invitados de la industria.

Al Colegio de Ingenieros y Agrimensores (CFIA), mediante moción formal presentada en Asamblea de Representantes o solicitud escrita a la Junta Directiva, se le recomienda proponer la creación de una Comisión de Movilidad Autónoma dentro del Colegio. Esta comisión elaboraría estándares de certificación y un código ético específico para profesionales en esta disciplina.

A las municipalidades se les recomienda identificar las tres municipalidades más innovadoras (como San José, Curridabat y Montes de Oca) y gestionar audiencias con sus respectivos alcaldes y concejos municipales. La propuesta concreta sería implementar un proyecto piloto de Señalización Digital V2X en una calle o zona industrial específica de cada cantón.

Al Consejo Nacional de Vialidad (Conavi), a través de oficio formal a la Unidad de Planificación y mediante participación en consultas públicas, se le recomienda proponer la inclusión sistemática de un Anexo de Movilidad Inteligente en los pliegos de licitación de nuevos proyectos viales. Este anexo establecería requisitos de compatibilidad con sensores IoT para vehículos autónomos en infraestructura nueva.

En cuanto al sector empresarial logístico, se le recomienda a las empresas líderes del sector logístico conformar un consorcio para desarrollar un proyecto demostrativo de última milla con vehículos autónomos, gestionando financiamiento parcial mediante fondos de innovación del MICITT o cooperación internacional. Este plan piloto permitiría validar los beneficios operativos en un entorno controlado y generar datos concretos para escalar el modelo.

Por último, se les sugiere a los futuros investigadores centrarse en un estudio con números y datos concretos que muestren los costos, ahorros y rutas de estos vehículos en Costa Rica, para demostrar su potencial real con cifras.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

Introducción

La globalización y el incremento del comercio internacional han generado una creciente complejidad en los procesos logísticos, aduaneros y regulatorios que las empresas deben enfrentar para realizar operaciones de importación y exportación. En Costa Rica, particularmente, los trámites ante las aduanas, el cumplimiento de tratados de libre comercio, y la navegación en sistemas como TICA representan desafíos significativos para los operadores de comercio exterior.

Esta propuesta surge como respuesta a la necesidad identificada de centralizar y simplificar el acceso a información especializada en comercio internacional, mediante el desarrollo de una plataforma web integrada con un asistente virtual inteligente. Dicha herramienta democratizará el conocimiento experto, proporcionando orientación precisa y personalizada en áreas críticas como logística, incoterms, aranceles, legislación aduanera costarricense y procedimientos operativos, tanto en origen como en destino.

La plataforma no solo servirá como un repositorio de información actualizada, sino como un sistema interactivo capaz de guiar a usuarios con distintos niveles de experiencia, los intrincados procesos del comercio global, reduciendo así errores, optimizando tiempos y contribuyendo a la competitividad de las empresas nacionales.

Objetivos

Objetivo General

Proponer el diseño, desarrollo e implementación de una plataforma web con un asistente virtual inteligente especializado en comercio internacional, que centralice y brinde asistencia integral, personalizada y actualizada en procesos de importación, exportación, logística y normativa aduanera, con foco en la legislación y sistemas de Costa Rica.

Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de factibilidad técnica, operativa y económica para el desarrollo e implementación de la plataforma web con asistente virtual.
- Diseñar y desarrollar la aplicación web con su asistente virtual, incluyendo su arquitectura de información, base de conocimiento y funcionalidades interactivas.
- Establecer los recursos humanos, tecnológicos y financieros necesarios para la ejecución y sostenibilidad del proyecto.
- Elaborar un cronograma de aplicación detallado que defina las fases, actividades e hitos del proyecto.
- Definir un sistema de evaluación para medir la usabilidad, eficacia e impacto de la plataforma en la resolución de consultas de los usuarios.

Propuesta

Factibilidad

Factibilidad Técnica

El desarrollo es viable utilizando tecnologías web estándar y de código abierto. Para el *frontend*, se utilizará JavaScript en combinación con librerías modernas para crear una interfaz de usuario dinámica y responsive. En el *backend*, se implementará la lógica del servidor y las APIs utilizando PHP. La base de datos será gestionada para almacenar tanto datos estructurados como la base de conocimiento.

El componente de asistente virtual se desarrollará basándose en modelos de Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) mediante el *framework* TensorFlow, el cual será entrenado con un corpus especializado en comercio internacional. Para el alojamiento, se optará por servicios en la nube que garanticen escalabilidad y alta disponibilidad. Finalmente, la plataforma será compatible y accesible desde cualquier navegador web moderno en dispositivos desktop, tablet y móvil, asegurando una amplia cobertura de acceso.

Factibilidad Operativa

La aceptación del proyecto está garantizada por la existencia de una necesidad palpable en el mercado, donde pequeñas y medianas empresas, emprendedores y estudiantes carecen de recursos para acceder a una consultoría especializada permanente. Para facilitar su adopción, la capacitación será un pilar fundamental, con una interfaz intuitiva que minimice la curva de aprendizaje, complementada con tutoriales interactivos y una sección de ayuda integrada.

Respecto al mantenimiento, se requerirá un equipo multidisciplinario dedicado a actualizar la base de conocimiento incluyendo normativas y aranceles y mantenimiento técnico de la plataforma, una necesidad manejable operativamente y crucial para la sostenibilidad a largo plazo.

Factibilidad Económica

- **Beneficios Tangibles:** El modelo de negocio, que combina un acceso inicial gratuito con un coste posterior de cincuenta dólares por consulta personalizada, genera beneficios tangibles inmediatos. Durante la fase gratuita, los usuarios eliminan sus costos de consultoría inicial, que suelen oscilar entre doscientos y quinientos dólares. Una vez implementado el pago, cada consulta de cincuenta dólares representa un ahorro de entre el 75% y el 90% frente a los honorarios de un consultor humano. Este coste predecible actúa como una eficiente póliza de seguro; una sola consulta puede evitar una multa media de 5000 dólares, lo que supone una relación costo-beneficio de 1:100 y, al prevenir retrasos aduaneros de dos a tres días, evita pérdidas por demoras que pueden superar los cuatrocientos-seiscientos dólares por operación.

- **Beneficios Intangibles:** Más allá del ahorro financiero directo, la plataforma ofrece ventajas estratégicas cruciales. Democratiza el acceso al comercio exterior al ofrecer un periodo gratuito que elimina el riesgo para emprendedores y pequeñas empresas, permitiéndoles validar sus operaciones sin inversión. Este modelo de pago por uso fortalece radicalmente su competitividad, ya que les permite acceder a conocimiento especializado de forma ágil y puntual, sin necesidad de costosos contratos retenidos, igualando las capacidades de empresas más grandes. Además, convierte un gasto impredecible en un coste fijo y panificable (50 USD/consulta), lo que mejora la gestión Estructura, Requisitos y Elementos.

Estructura de la Plataforma

La plataforma se organiza en módulos interconectados diseñados para ofrecer una experiencia integral y fluida. El núcleo central es un Módulo de Asistente Virtual (*Chatbot Inteligente*), que sirve como interfaz principal. Este asistente no solo comprende consultas en lenguaje natural, sino que también ofrece una navegación contextual y guiada para desglosar problemas complejos, derivando al usuario de manera inteligente hacia recursos específicos.

Este conocimiento se aloja en una Base de Conocimiento Centralizada, una biblioteca digital organizada temáticamente (Incoterms, Aranceles, Tratados de Libre Comercio) que contiene contenido en diversos formatos como textos, infografías, flujogramas y videos explicativos, todo ello accesible a través de un potente buscador semántico. Para complementar la teoría, la plataforma incluye un Módulo de Herramientas y Simuladores, el cual cuenta con calculadoras de costos de importación y exportación, simuladores de aranceles e impuestos y una guía interactiva para el llenado de documentos críticos como la DUA.

Finalmente, un Módulo de Usuario y Personalización permite gestionar perfiles, guardar el historial de consultas, marcar favoritos y configurar alertas personalizadas sobre cambios normativos, cerrando así el ciclo de una experiencia totalmente adaptada a las necesidades del usuario.

Requisitos del Sistema

Los requisitos del sistema se categorizan en funcionales y no funcionales para garantizar que la plataforma cumpla su propósito de manera eficaz y robusta. Entre los Requisitos Funcionales clave se exige que el sistema sea capaz de responder preguntas técnicas sobre logística, incoterms y aranceles; guiar al usuario en los procesos de importación y exportación; proporcionar información actualizada y precisa sobre el marco legal aduanero Ley General de Aduanas, CAUCA, Recauca.

Por otro lado, los Requisitos No Funcionales definen la calidad del servicio, estableciendo que la plataforma debe poseer una usabilidad excelente con una interfaz intuitiva, un rendimiento que garantice tiempos de respuesta del asistente inferiores a tres segundos, una alta disponibilidad del 99.5% del tiempo y rigurosos protocolos de seguridad para la protección de los datos del usuario y el cifrado de todas las comunicaciones mediante HTTPS.

Elementos Clave del Asistente Virtual

La efectividad del asistente virtual se sustenta en tres elementos tecnológicos fundamentales. En primer lugar, una Base de Conocimiento Especializada que actúa como su cerebro, constituida por un corpus de datos entrenarle y actualizable que abarca todas las áreas del comercio exterior, desde derecho marítimo hasta la operativa del Sistema TICA. En segundo lugar, un Motor de Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) que le otorga la capacidad de comprender la intención detrás de la consulta del usuario y extraer entidades clave como el nombre de un producto o un país de destino.

Para manejar procesos complejos, el asistente se apoya en Árboles de Diálogo, que son flujos conversacionales predefinidos que lo guían en procedimientos multi paso de manera estructurada. Por último, un Sistema de Aprendizaje continuo permite que el asistente refine sus respuestas con el tiempo, aprendiendo de nuevas consultas y siendo retroalimentado tanto por los usuarios como por los administradores, lo que asegura una mejora constante en su precisión y utilidad.

Recursos

Recursos Humanos

El éxito del proyecto depende de un equipo multidisciplinario cohesionado. La dirección y coordinación general estará a cargo de un Project Manager, quien supervisará los plazos, el presupuesto y la alineación con los objetivos del negocio. Para garantizar la precisión y fiabilidad del contenido central, se requerirán dos Especialistas en Comercio Internacional y Derecho Aduanero, responsables de construir, curar y validar la extensa base de conocimiento, asegurando que toda la información sobre normativas, aranceles y procedimientos sea técnica y legalmente correcta.

La implementación técnica recaerá en un equipo de dos a tres Desarrolladores *Full-Stack*, que se encargarán de crear tanto el *frontend* como el *backend* de la plataforma. La experiencia de usuario será diseñada por un Diseñador UX/UI, cuya labor será crear una interfaz intuitiva, accesible y visualmente atractiva que facilite la navegación y el aprendizaje. El componente de inteligencia artificial será gestionado por un Especialista en IA/NLP, quien diseñará, entrenará y optimizará los modelos de lenguaje natural que dotan de inteligencia al asistente virtual.

Recursos Tecnológicos

La plataforma se sustentará sobre una infraestructura tecnológica robusta y escalable. Su columna vertebral serán los servidores en la nube (*Cloud*) para el alojamiento de aplicaciones y bases de datos, lo que proporcionará la flexibilidad necesaria para adaptarse a la demanda variable de los usuarios. Dependiendo de la estrategia de desarrollo, se podrán adquirir licencias de software empresarial para acelerar la implementación de componentes complejos como el motor de NLP, aunque también se valorará el uso de *frameworks* de código abierto.

La identidad digital de la plataforma estará asegurada mediante un dominio web profesional y un certificado SSL, este último fundamental para cifrar todas las comunicaciones y proteger la data sensible de los usuarios. Para el ciclo de desarrollo se utilizarán herramientas como: Control de Versiones como Git, como GitHub o GitLab, que facilitarán la colaboración del equipo y la gestión del código.

Recursos Financieros

La financiación del proyecto se divide en una inversión inicial para el desarrollo y unos costos operativos recurrentes para el mantenimiento. La inversión inicial, proyectada para un periodo de desarrollo de seis meses, estará dominada por el capítulo de salarios del equipo completo, que representa el mayor desembolso. A esto se suma el costo de la infraestructura *cloud*, que incluye servidores, almacenamiento y servicios de gestión, así como la adquisición de licencias de software y herramientas de desarrollo específicas.

Es prudente incluir una partida de contingencia del 15% del presupuesto inicial para cubrir imprevistos o ajustes de alcance durante esta fase crítica. Una vez lanzada la plataforma, los Costos Operativos Anuales tomarán el relevo. Estos incluirán los gastos recurrentes de hosting y servicios cloud, los salarios de un equipo de mantenimiento reducido (por ejemplo, un desarrollador y un especialista de contenido a tiempo parcial), la actualización continua del contenido legal y técnico para mantener su relevancia, y una partida esencial de marketing y difusión para atraer usuarios, consolidar la marca y asegurar la adopción y el crecimiento continuo de la plataforma en el mercado.

Cronograma de Desarrollo y Aplicación

Tabla 6 Cronograma

Agente Aduanero Virtual

| Fases | Actividades Principales | Duración | Hito Principal |
|---|---|-----------------|--|
| Análisis y Planificación | Definición detallada de requisitos. Estudio de factibilidad profundo. Plan de proyecto. | 1 mes | Documento de Especificación de Requisitos aprobado. |
| Diseño y Construcción de Base de Conocimiento | Diseño de Arquitectura de Información y UX/UI. Recolección, redacción y validación de todo el contenido técnico. Entrenamiento inicial del modelo de NLP. | 2 meses | Base de conocimiento completa y diseño de interfaz finalizado. |
| Desarrollo | Desarrollo del frontend y backend. Implementación del motor del asistente virtual. Integración de módulos y simuladores. | 2 meses | Versión Alfa funcional de la plataforma. |
| Pruebas y Ajustes | Pruebas de usabilidad con usuarios piloto. Pruebas de carga y seguridad. Ajustes basados en feedback. | 1 mes | Versión Beta estable y lista para lanzamiento. |
| Lanzamiento y Post-Lanzamiento | Lanzamiento oficial al público. Campaña de marketing. Monitorización continua y soporte. Plan de actualizaciones continuas. | Lanzamiento | Plataforma en línea y operativa. |

Nota: Elaboración Propia, (2025).

Sistema de Evaluación del Éxito de la Plataforma

El éxito de la plataforma se medirá a través de un sistema de evaluación mixto que combina datos duros con *feedback* cualitativo. Tras los primeros seis-doce meses de operación, se proyecta alcanzar las siguientes métricas como indicadores de un desempeño saludable y una tracción positiva en el mercado:

En el ámbito cuantitativo, se espera que el Asistente Virtual alcance una Precisión del 85% en sus respuestas, con una Tasa de Resolución del 75%, lo que demostraría su efectividad para solucionar problemas de forma autónoma. El *Engagement* de los Usuarios se materializará con una base de 5000 Usuarios Activos Mensuales, quienes realizarán un promedio de 3.5 consultas por usuario al mes. La viabilidad del modelo de negocio se confirmará con una Tasa de Conversión a Premium del 4% sobre la base de usuarios gratuitos. Técnicamente, el sistema debe mantener un Tiempo de Respuesta inferior a 2.5 segundos y una Tasa de Error por debajo del 1%.

En el ámbito cualitativo, se buscará una alta satisfacción del usuario, con una puntuación Net Promoter Score (NPS) objetivo de +35, que indicaría una base de usuarios promotores sólida. A través de Grupos Focales trimestrales, se obtendrá *feedback* profundo que guíe las mejoras en usabilidad. Adicionalmente, se recopilarán de quince a veinte Casos de Éxito documentados en el primer año, con testimonios que evidencien ahorros concretos para los usuarios.

Finalmente, la Evaluación de Impacto se centrará en correlacionar el uso de la plataforma con mejoras operativas en las empresas clientes. El objetivo es demostrar que los usuarios frecuentes logran una Reducción del 15% en sus Tiempos de Despacho Aduanero y una Disminución del 30% en Incidencias y Multas Aduaneras, validando el valor estratégico y el retorno de inversión que ofrece la plataforma.

Ilustración 14

Web Asistente Virtual



Nota: Elaboración Propia, (2025).

Referencias Bibliográficas

- Alegsa, L. (2024, April 2). *Significado de «requisito»* Definiciones-de.com.
<https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/requisito.php>
- Apd, R. (2025, May 21). *Tecnología disruptiva: qué es y ejemplos actuales e históricos*. APD España. <https://www.apd.es/tecnologia-disruptiva-ejemplos-actuales-historicos/>
- Bengochea, D. (2025, February 4). *Optimización de rutas: qué es y cómo lograrla (2025)*. Outvio. <https://outvio.com/es/blog/optimizacion-de-rutas/>
- Borraz, R. (2020). *Desarrollo e Implementación de un vehículo Autónomo Cloud Incubator Car* [Universidad Politécnica de Cartagena].
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=5385388>
- Bujedo, M. (2019). *Vehículos autónomos* [Universidad de Valladolid].
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37746/TFG-I-1220.pdf?sequence=1>
- Carazo, J. A. (2024, January 24). *Big data*. Economipedia.
<https://economipedia.com/definiciones/big-data.html>
- Correas, M., PhD. (2025, April 10). *Ad hoc | Significado y ejemplos*. Quillbot Blog.
<https://quillbot.com/es/blog/locuciones-latinas/ad-hoc-significado/?msockid=01fa63188e5d638e2f4576a68ff46233>
- Esquivel, M. (2022). *Consideraciones Logísticas para la Importación Marítima de Mercancías Peligrosas, bajo la Modalidad de Contenedor Completo, desde La República Popular de China hacia Costa Rica, en el I semestre del Año 2022* [Universidad Internacional de las Américas]. <http://repositorio.uia.ac.cr:8080/server/api/core/bitstreams/dd5eded1-f73c-4823-9af1-a5857c5c2fd4/content>

Hernández- Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P. (2023). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill Interamericana. <https://www.ebooks7-24.com:443/?il=31455>

Jiménez, H. (2024, September 30). *Vehículos Autónomos en Costa Rica: ¿Estamos Listos para el Futuro del Transporte?* Hans Jiménez. <https://hansjimenez.cr/vehiculos-autonomos-costarica/>

IBM - *¿Qué es un agente virtual?* (2024, 22 marzo). IBM. Recuperado 12 de julio de 2025, de <https://www.ibm.com/es-es/think/topics/virtual-agent>

Galán, J. S. (2022, November 24). *Costos operativos Qué es, definición y concepto*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/costos-operativos.html>

Galán, J. S. (2025, May 29). *¿Qué es el coste o costo? Cómo afectan a las empresas y sus tipos*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/coste-costo.html>

Londoño, L. M. (2023). *Vehículos Autónomos Retos de su Implementación* [Universidad Externado de Colombia]. <https://doi.org/10.57998/bdigital/handle.001.754>

Ludeña, J. A. (2025, June 2). *¿Qué es un documento y cuáles son sus tipos?* Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/documento.html>

Luis. (2025, July 10). *¿Qué es ventaja y desventaja en diferentes situaciones?* Administrar Proyectos. <https://administrarproyectos.com/que-es-ventaja-y-desventaja/>

Mesa, J. A. (2022). *Marco para la Implementación de Los Vehículos Autónomos para pasajeros en las ciudades y áreas Metropolitanas de Colombia* [Universidad Nacional De Colombia].

<https://Repositorio.Unal.Edu.Co/Bitstream/Handle/Unal/83199/19401388.2022.Pdf?Sequence=2&Isallowed=Y>

- Morales, F. C. (2024, July 14). *¿Qué son los Recursos Humanos? Historia, funciones y ejemplos*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/recursos-humanos-rrhh.html>
- Netzer, A. (2022). *Estudio de prefactibilidad técnico financiero para la sustitución de vehículos de combustión interna por vehículos eléctricos en el Tecnológico de Costa Rica, Campus Cartago*. [Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14269>
- Orozco, C. (2024, February 28). *Infraestructura logística ▷ Qué es, Ejemplos 2025*. Guía Del Empresario. <https://guiadelempresario.com/logistica/infraestructura-logistica/>
- Roldán, P. N. (2025, March 26). *Cadena de suministro: Qué es, tipos y ejemplos*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-suministro.html>
- Sánchez, C. (2015, April 30). *Ernst Dickmanns, el desconocido padre alemán de los coches inteligentes*. ElDiario.es. https://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/ernst-dickmanns-vehiculo-autonomo-inteligente_1_5858992.html
- Smith, S. (2022). *Desarrollo de Automatización Robótica de Procesos (RPA) a través de Inteligencia Artificial para mejoras en los procesos aduaneros de importación de té en Costa Rica para el periodo de 2023-2026* [Universidad Internacional de las Américas]. <http://repositorio.uia.ac.cr/items/4ff95318-a87f-4efb-907c-32ff726a76bb>
- Solís, M. (2022). *Diseño del sistema de localización para vehículos aéreos no tripulados desarrollados por Intel Labs* [Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/15237>
- Soto, J. L. (2022, February 4). *El peligro de los Tesla que se saltan el 'stop.'* El Motor. <https://motor.elpais.com/actualidad/el-peligro-de-los-tesla-que-se-saltan-el-stop/>

- Tiba. (2025, Feb 18). *Clasificación IMO -Cómo identificar una mercancía peligrosa* | TIBA. TIBA. <https://www.tibagroup.com/es/comercio-internacional/normativas/clasificacion-imo>
- Pareja, C. (2025, May 23). *Bienes y servicios - Qué son y cómo diferenciarlos*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/bienes-y-servicios.html>
- Westreicher, G. (2022, November 24). *Crédito verde - Definición, qué es y concepto* | *Economipedia*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/credito-verde.html>
- Westreicher, G. (2022, November 24). *Optimización Qué es, definición y concepto*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/optimizacion.html>

Anexos

Anexo A: Formulario de Entrevista

Objetivo 1: Estudiar los requisitos de la importación de Nuro R2 para la adquisición en empresas dentro de la GAM.

¿Cómo se perciben los procesos actuales para importar vehículos autónomos en Costa Rica desde la experiencia de las empresas distribuidoras?

¿Qué retos logísticos se han identificado al intentar cumplir con los requisitos para la importación del Nuro R2?

¿De qué manera influyen las normativas nacionales e internacionales en la toma de decisiones sobre este tipo de importaciones?

¿Qué tan accesible son los permisos, certificaciones y documentación relacionada con la importación del Nuro R2?

Objetivo 2: Determinar los costos de la importación para las empresas que requieren el vehículo Nuro R2.

¿Qué percepción tienen las empresas sobre los costos asociados a la importación de tecnología de vanguardia como el Nuro R2?

¿Cómo valoran los empresarios la relación costo-beneficio en la incorporación del vehículo autónomo en sus operaciones logísticas?

¿Qué elementos del proceso de importación se consideran los más costosos o complicados económicamente?

¿Qué estrategias financieras han explorado o considerarían las empresas para afrontar la inversión inicial que representa la adquisición del Nuro R2?

Objetivo 3: Explicar las ventajas y desventajas del uso del vehículo para la reducción de costos en las empresas que lo importen.

¿Cómo visualizan las empresas el impacto del Nuro R2 en la reducción de gastos operativos y logísticos a corto y largo plazo?

¿Qué beneficios concretos se han identificado en experiencias internacionales que podrían trasladarse al contexto costarricense?

¿Cuáles serían las principales preocupaciones o riesgos que visualizan las empresas al implementar este tipo de tecnología autónoma?

¿De qué forma se cree que el uso del Nuro R2 podría transformar la experiencia del cliente final dentro del proceso de distribución?