



**YERBA BUENA SAFE -Sistema Integrado de Gestión Inteligente de la Seguridad Vial**

**Bazán,Agostina; Gonzalez,Luana Antonella; Negro,Faustina; Uncos,Aldana**

[agostinalujanbazan20@gmail.com](mailto:agostinalujanbazan20@gmail.com)- [luanantonella249@gmail.com](mailto:luanantonella249@gmail.com)- [faunegro10@gmail.com](mailto:faunegro10@gmail.com)-

[aldanauncos99@gmail.com](mailto:aldanauncos99@gmail.com)-



---

## Índice

|                                        |           |
|----------------------------------------|-----------|
| <b>Resumen.....</b>                    | <b>3</b>  |
| <b>Introducción.....</b>               | <b>3</b>  |
| <b>Situación Problemática.....</b>     | <b>5</b>  |
| <b>Preguntas de Investigación.....</b> | <b>6</b>  |
| <b>Objetivo General.....</b>           | <b>6</b>  |
| <b>Objetivos Específicos.....</b>      | <b>7</b>  |
| <b>Marco Metodológico.....</b>         | <b>7</b>  |
| <b>Marco Teórico.....</b>              | <b>8</b>  |
| <b>Desarrollo del Trabajo.....</b>     | <b>12</b> |
| <b>Recomendaciones.....</b>            | <b>29</b> |
| <b>Conclusiones.....</b>               | <b>29</b> |
| <b>Referencias.....</b>                | <b>30</b> |
| <b>Apéndice.....</b>                   | <b>32</b> |



## Resumen

El municipio de Yerba Buena enfrenta una creciente complejidad en materia de seguridad vial debido al aumento de la cantidad de vehículos y la falta de integración tecnológica en sus sistemas de control. Actualmente, los registros de video vigilancia y datos de tránsito se gestionan de forma aislada, lo que limita la capacidad de análisis y respuesta ante situación de riesgo.

En este contexto, se propone YB-SAFE: Sistema Integrado de Gestión Inteligente de la Seguridad Vial, una solución basada en Inteligencia Artificial, Big Data, Cloud Computing e Internet de las Cosas, que permite transformar datos dispersos en información útil para la toma de decisiones municipales.

El sistema unifica fuentes de datos vehiculares, detecta comportamientos anómalos mediante minería de datos y genera alertas automáticas en tiempo real.

Los resultados evidencian que la implementación de tecnologías inteligentes puede reducir los tiempos de respuesta, mejorar la coordinación interinstitucional y fortalecer la seguridad urbana, posicionando a Yerba Buena como una ciudad más segura, conectada y sostenible.

**Palabras clave:** inteligencia artificial, Big data, internet de las cosas, vigilancia, seguridad vial, gestión pública.

## Introducción

El crecimiento sostenido de la población genera nuevos desafíos que antes no se consideraban relevantes en la toma de decisiones públicas. Factores que en otros tiempos pasaban desapercibidos, hoy adquieren un papel central en la planificación y el bienestar



ciudadano, especialmente en lo relacionado con la movilidad, la seguridad y la gestión del espacio urbano.

En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (2018) advierte que el incremento poblacional y vehicular sin una adecuada planificación urbana aumenta los riesgos viales y exige la implementación de estrategias tecnológicas y de control más eficientes.

En un contexto social y urbano en constante transformación, mantener el rumbo se convierte en un desafío permanente. Avanzar en entornos cambiantes implica hacerlo con una brújula en movimiento donde las decisiones deben ajustarse a los cambios del entorno, las demandas ciudadanas y la evolución tecnológica. Sólo los sistemas que logran interpretar el contexto y adaptarse con flexibilidad alcanzan un equilibrio sostenible a lo largo del tiempo.

En este contexto, la gestión municipal adquiere un papel central en la búsqueda del bienestar ciudadano. La seguridad vial se convierte en un componente esencial para garantizar una movilidad segura e inteligente, apoyada en herramientas tecnológicas que permitan anticipar riesgos y potenciar el uso de los recursos disponibles.

En este nuevo escenario, la Inteligencia Artificial se posiciona como una herramienta estratégica para afrontar los desafíos actuales, aportando capacidad de análisis, detección y respuesta ante situaciones que antes dependían exclusivamente de la intervención humana.

En este sentido, como destaca Pérez Ruffa et al. (2025), se vuelve indispensable adoptar una gestión más proactiva, automatizada y orientada a la toma de decisiones fundamentadas en datos, favoreciendo procesos institucionales más ágiles y sostenibles.



Este trabajo se centra en el municipio de Yerba Buena, una ciudad en constante crecimiento que enfrenta nuevos desafíos en materia de movilidad, seguridad y gestión urbana.

En los últimos años, el incremento poblacional y vehicular ha puesto en evidencia la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas que fortalezcan la capacidad de control, anticipación y respuesta de la gestión pública.

En respuesta a las nuevas demandas del entorno urbano, surge la propuesta de YB-SAFE, un Sistema de Gestión Inteligente de la Seguridad Vial orientada a fortalecer las capacidades municipales de planificación y respuesta, mediante el uso de tecnologías para los procesos de control, análisis y toma de decisiones.

### **Situación problemática**

Yerba Buena, en los últimos años, ha experimentado un crecimiento exponencial en materia de urbanización, tránsito vehicular y desarrollo tecnológico.

Según Tucumán a las 7 (2025), la ciudad experimentó un incremento poblacional del 36%, alcanzando más de 102.700 habitantes, y cada día circulan 7.000 bicicletas, 47.000 motos y más de 130.000 autos y camionetas por sus calles.

Estas cifras reflejan la presión creciente sobre la seguridad vial municipal y la necesidad de contar con sistemas de monitoreo y gestión más precisos, capaces de procesar datos en tiempo real y detectar patrones de riesgo que orienten la toma de decisiones preventivas. Lo que genera la necesidad de sistemas inteligentes que acompañen la evolución de la ciudad.

Actualmente, la Municipalidad de Yerba Buena utiliza un sistema de video vigilancia provisto por un tercero, que realiza la lectura automática de patentes. Las cámaras instaladas en el municipio operan bajo un sistema tradicional: registran y almacenan videos que luego

deben ser revisados manualmente. Sus rutinas y parámetros de detección son definidos por el proveedor.

Como resultado, el proceso de toma de decisiones depende actualmente más de la observación humana y procedimientos rutinarios que del aprovechamiento sistemático de los datos registrados por las cámaras. Esta situación limita la eficiencia operativa y reduce la capacidad de anticipación del municipio frente a incidentes o comportamientos vehiculares de riesgo.

El Centro de Monitoreo Municipal dispone de cámaras OCR/LPR y registros digitales, pero la información se gestiona de forma aislada.

El municipio utiliza registros locales y planillas internas para organizar la información. Esta dispersión de datos y procesos genera una brecha tecnológica en la gestión municipal: el municipio dispone de información valiosa, pero no logra transformarla en conocimiento útil para la toma de decisiones.

### **Preguntas de Investigación**

1. ¿Cómo mejorar la gestión municipal de la seguridad vial en Yerba Buena?
2. ¿Cuál es la situación actual de la gestión municipal en materia de vigilancia?
3. ¿Cómo el análisis de datos y la inteligencia artificial mejoran la detección y prevención de riesgos?
4. ¿Qué recaudos éticos, legales y técnicos deben considerarse al integrar este tipo de Sistemas?

### **Objetivo General**

Proponer la implementación de un Sistema de Gestión Inteligente de la Seguridad Vial como herramienta de apoyo para el municipio de Yerba Buena.



### **Objetivos Específicos**

1. Identificar los objetivos de negocio y describir la gestión municipal actual en materia de vigilancia.
2. Evaluar cómo el uso de datos y la inteligencia artificial complementan la gestión
3. Plantear lineamientos éticos, legales y técnicos para la implementación responsable del sistema

### **Marco Metodológico**

El presente trabajo se enmarca en un enfoque cualitativo destinado a explorar el papel de las tecnologías emergentes en la gestión y fortalecimiento de la seguridad vial en Yerba Buena. El propósito central es proponer un Sistema de Gestión Inteligente de la Seguridad Vial como herramienta de apoyo a la toma de decisiones para el municipio de Yerba Buena. Basado en la integración de Big Data, Inteligencia Artificial, Cloud Computing e Internet de las Cosas.

La investigación adopta un alcance exploratorio porque aborda un fenómeno innovador y poco desarrollado en la gestión pública local: la aplicación de tecnologías inteligentes para la seguridad ciudadana.

A su vez, es descriptivo, ya que detalla las características, procesos y limitaciones del sistema municipal actual, permitiendo comprender su dinámica y fundamentar la propuesta tecnológica.

En cuanto al diseño metodológico, se opta por un estudio de caso (Sampieri, 2018) centrado en la Municipalidad de Yerba Buena y su actual infraestructura de monitoreo urbano.

Asimismo, la investigación incorpora elementos del diseño de investigación-acción, en tanto no se limita a describir la situación actual de la gestión municipal, sino que propone una solución práctica orientada a mejorar la eficacia y eficiencia en los procesos de seguridad vial.



Las técnicas de recolección de información utilizadas incluyen la observación directa del funcionamiento del sistema de monitoreo urbano y la entrevista exploratoria no estructurada al Ingeniero en Sistemas de la municipalidad.

## **Marco Teórico**

### **1. DEFINICIÓN GENERAL DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

De acuerdo con Laudon (2016), un sistema de información puede entenderse como un conjunto de recursos tecnológicos, humanos y organizacionales que interactúan para recolectar y procesar datos, transformándolos en información útil para la toma de decisiones y el control dentro de una organización.

### **2. PIRÁMIDE DIKW (Dato–Información–Conocimiento–Sabiduría)**

El modelo DIKW describe el proceso mediante el cual los datos se transforman progresivamente en conocimiento y decisiones útiles.

De acuerdo con Ackoff (1989), los datos representan hechos o valores aislados sin contexto; cuando se procesan y organizan, se convierten en información, que describe una situación o fenómeno.

A partir de la interpretación y la experiencia, esa información se convierte en conocimiento, y finalmente en sabiduría cuando se utiliza de forma estratégica para la toma de decisiones.

### **3. CLOUD COMPUTING**

La computación en la nube se define como un modelo tecnológico que permite el acceso remoto, bajo demanda y a través de Internet, a recursos compartidos de procesamiento, almacenamiento y aplicaciones.



De acuerdo con Beltrán Pardo y Sevillano Jaén (2013), este paradigma ofrece la posibilidad de utilizar servicios informáticos sin necesidad de disponer físicamente de la infraestructura, adoptando un esquema de pago por uso.

El modelo promueve la elasticidad, la alta disponibilidad y la reducción de costos operativos, constituyéndose en una alternativa eficiente frente a las soluciones tradicionales locales.

Según Joyanes Aguilar (2015), la computación en la nube se estructura en tres modelos de servicio principales:

- Infraestructura como Servicio (IaaS), que proporciona recursos básicos de cómputo y almacenamiento;
- Plataforma como Servicio (PaaS), que ofrece entornos para el desarrollo y ejecución de aplicaciones; y
- Software como Servicio (SaaS), que permite el acceso directo a aplicaciones finales a través de la web.

Asimismo, se distinguen distintos modelos de despliegue: la nube pública, administrada por un proveedor externo; la nube privada, gestionada internamente por la organización; y la nube híbrida, que combina características de ambas para equilibrar control, seguridad y eficiencia económica.

#### **4. BIG DATA**

El término Big Data alude al tratamiento de grandes volúmenes de datos que, por su tamaño, complejidad y velocidad de generación, exceden la capacidad de las herramientas tradicionales de gestión de información.



De acuerdo con Joyanes Aguilar (2013), esta tecnología permite capturar, almacenar, procesar y analizar datos masivos con el fin de extraer conocimiento útil para la toma de decisiones.

Las características distintivas del Big Data se resumen en las llamadas “5 V”: volumen, velocidad, variedad, veracidad y valor, que describen la magnitud de los datos, la rapidez con que se generan, su diversidad de formatos, la necesidad de asegurar su fiabilidad y la capacidad de generar valor a partir de ellos.

Según Solana y Roca (2015), el Big Data no constituye únicamente una herramienta tecnológica, sino un enfoque estratégico que transforma los datos en activos organizacionales, facilitando la detección de patrones, correlaciones y tendencias.

## **5. INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Según Flores Galea (2024), la inteligencia artificial se clasifica en tres grandes enfoques: descriptiva, predictiva y generativa.

La IA predictiva se orienta a anticipar comportamientos o eventos futuros a partir del análisis de datos históricos, mediante modelos de aprendizaje supervisado y técnicas estadísticas.

La IA descriptiva busca identificar patrones y relaciones dentro de grandes volúmenes de información, permitiendo una comprensión más profunda de la realidad observada.

Finalmente, la IA generativa constituye un salto cualitativo, ya que es capaz de crear contenido original, texto, imágenes, simulaciones o estrategias, a partir del entrenamiento con grandes conjuntos de datos mediante redes neuronales profundas.

## **6. MACHINE LEARNING**



El aprendizaje automático (Machine Learning) es una rama de la Inteligencia Artificial que permite a los sistemas aprender de los datos y mejorar su desempeño sin requerir programación explícita.

De acuerdo con Agrawal, Gans y Goldfarb (2019), su principal aporte consiste en la capacidad de generar predicciones más precisas mediante la identificación de patrones y relaciones en grandes volúmenes de información.

Según Joyanes Aguilar (2013), este enfoque utiliza modelos matemáticos y estadísticos que, a través de la experiencia, potencian los resultados y reducen los márgenes de error.

Entre sus principales tipos de aprendizaje se distinguen el supervisado, basado en ejemplos previamente etiquetados; el no supervisado, que descubre estructuras ocultas en los datos; y el por refuerzo, que aprende mediante retroalimentación y resultados obtenidos.

## **7. INTERNET DE LAS COSAS**

La Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) se define como la red que conecta objetos físicos como sensores, cámaras, vehículos o dispositivos electrónicos a Internet, permitiendo que recopilen, procesen y compartan datos sin intervención humana directa.

De acuerdo con Joyanes Aguilar (2021), el IoT constituye una evolución de los sistemas de información tradicionales, ya que integra el mundo físico con el digital mediante dispositivos inteligentes que comunican su estado y entorno en tiempo real.

Esta tecnología permite la automatización de procesos, la toma de decisiones basada en datos y la gestión eficiente de recursos en ámbitos como la industria, la salud, la logística y la gestión urbana.



## **Desarrollo del trabajo**

Este trabajo surge como una respuesta a la problemática actual en la gestión de la seguridad vial en el municipio de Yerba Buena.

En este contexto, dicha Municipalidad se enfrenta al desafío de modernizar su sistema de monitoreo y control del acceso de vehículos, con el objetivo de fortalecer la seguridad vial y prevenir situaciones de riesgo dentro del municipio. Para ello, se propone integrar herramientas tecnológicas que transformen los datos dispersos en información útil para la toma de decisiones, incrementando la eficacia y respuesta ante eventos vehiculares y mejorando la eficiencia mediante el aprovechamiento de la infraestructura existente y la incorporación de servicios en la nube.

A continuación, se detallan los principales beneficios que se buscan alcanzar para la mejora y eficiencia en la gestión municipal de seguridad vehicular:

### **1. Respuesta más rápida de las fuerzas de seguridad**

Entre la detección de un evento y la intervención de las fuerzas de seguridad pueden transcurrir varios minutos, ya que todo depende de que un operador advierta visualmente la situación y la comunique. Por lo tanto, contar con una respuesta más rápida e inmediata por parte de las fuerzas de seguridad se convierte en una necesidad prioritaria, ya que permitiría actuar en el momento exacto del suceso y evitar que el hecho escale o se pierda evidencia crítica.

### **2. Detección automática de comportamientos sospechosos**

Actualmente, el sistema municipal de seguridad actúa de forma reactiva, interviniendo sólo cuando el operador advierte un evento en las pantallas del monitoreo.

Para mejorar esta situación, llevar a cabo una prevención proactiva, se convierte en el eje prioritario para anticipar comportamientos de riesgo.



### **3. Mayor cobertura operativa con el mismo personal**

Actualmente, cada operador debe vigilar múltiples cámaras al mismo tiempo, lo que limita la cobertura y aumenta el margen de error. Para mejorar esta situación, automatizar el análisis de imágenes permitiría que los operadores se enfoquen solo en las alertas relevantes, ampliando la cobertura sin aumentar el personal y manteniendo la precisión del control.

### **5. Coordinación interinstitucional en tiempo real**

Actualmente, la comunicación entre la Municipalidad, la Policía y la Gendarmería es manual y dependiente de llamadas o avisos informales, lo que retrasa las acciones conjuntas.

Permitir compartir la información entre instituciones al instante, coordinando respuestas inmediatas y documentadas ante cada evento facilitaría la gestión.

### **6. Uso inteligente de la infraestructura existente**

Actualmente, el municipio cuenta con cámaras y red de fibra óptica, pero la capacidad de procesamiento es limitada y genera altos costos de mantenimiento.

Para mejorar esta situación, el proyecto propone aprovechar la infraestructura disponible y optimizar su despliegue, ubicando las cámaras en puntos estratégicos y accesos clave del municipio. Complementariamente, la incorporación de una nube híbrida.

Para alcanzar estos beneficios, resulta necesario incorporar una solución tecnológica integral que permita transformar los datos en información útil y las alertas en acciones concretas.

En este sentido, el sistema YB-SAFE se presenta como la propuesta estratégica que da respuesta a las limitaciones actuales del sistema municipal.

Para alcanzar esos beneficios, el municipio necesita empezar por conocer, clasificar y aprovechar los datos que ya posee y los nuevos.

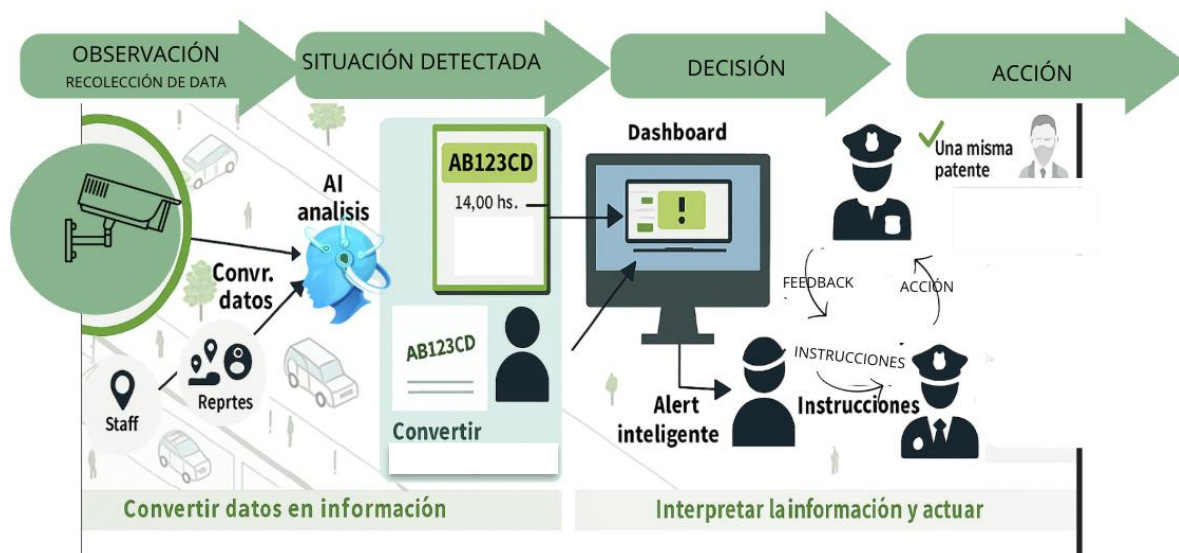
| Dato observado                                                                                                                  | Fuente de datos (según tipología Big Data) | Estructura del dato |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|
| Lecturas de patentes actuales (cámaras OCR/LPR del CIMM en zonas de alta circulación)                                           | Dispositivos y sensores                    | Estructurados       |
| Reportes manuales del personal de tránsito y seguridad vial                                                                     | Datos generados por humanos                | Semiestructurados   |
| Listados municipales de vehículos con infracciones o antecedentes                                                               | Transacciones y registros digitales        | Estructurados       |
| Mapa actual de ubicación de cámaras y puntos de monitoreo                                                                       | Transacciones y registros digitales        | Estructurados       |
| Nuevas cámaras OCR/LPR en accesos secundarios y perímetro urbano (propuesta YB-SAFE)                                            | Dispositivos y sensores                    | Estructurados       |
| Integración con bases provinciales/nacionales de vehículos                                                                      | Transacciones y registros digitales        | Estructurados       |
| Mapas de calor y patrones de movilidad generados por IA                                                                         | Datos generados por máquinas / algoritmos  | No estructurados    |
| Geolocalización dinámica y alertas automáticas en tiempo real                                                                   | Dispositivos y sensores IoT                | Semiestructurados   |
| Lecturas de reconocimiento facial en conductores (propuesta YB-SAFE para casos en que la patente no pueda ser identificada)     | Dispositivos y sensores                    | No estructurados    |
| Registros de antecedentes judiciales o causas vinculadas a vehículos y conductores (integración propuesta con bases judiciales) | Transacciones y registros digitales        | Estructurados       |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En consecuencia, los datos actuales pueden considerarse “en bruto” ya que todavía no han sido organizados ni transformados en información aprovechable.

Esto refuerza la necesidad de avanzar hacia un modelo de gestión inteligente que unifique y analice la información en tiempo real.

Pensar el proyecto YB SAFE desde una perspectiva escalable fue clave desde el inicio. Por eso, se evaluaron distintos escenarios futuros, como el posible aumento en la cantidad de cámaras instaladas en el territorio, el tráfico de datos que estas generarán en tiempo real, y los requerimientos asociados al almacenamiento y procesamiento de imágenes para su posterior análisis predictivo.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El siguiente esquema representa el funcionamiento general del sistema propuesto, desde la recolección de datos hasta la acción operativa municipal:



1. **Observación (captura de datos):** cámaras LPR, sensores y reportes del personal registran información en tiempo real sobre el tránsito vehicular.
2. **Detección de situación (análisis):** la inteligencia artificial analiza los datos y detecta comportamientos o accesos irregulares.
3. **Toma de decisiones (panel de control):** el sistema emite alertas automáticas en el tablero municipal, priorizando eventos de riesgo.
4. **Acción (operaciones):** el personal municipal y las fuerzas de seguridad actúan en base a las alertas recibidas, retroalimentando al sistema para mejorar su precisión.

La Municipalidad de Yerba Buena cuenta actualmente con una infraestructura on-premise de servidores y red de fibra óptica lo que le permite dentro de sus capacidades y recursos disponibles afrontar los desafíos de seguridad. Sin embargo, esa estructura en el mediano y largo plazo será un limitante a tener en cuenta.

Por este motivo, la propuesta no reemplaza la infraestructura existente, sino que la integra dentro de una arquitectura de nube híbrida, en la cual los servidores municipales funcionan como nube privada, destinada a almacenar los datos mientras que la nube pública se utiliza para el procesamiento masivo y el almacenamiento temporal de información no crítica.

Este modelo aprovecha los recursos disponibles sin comprometer la continuidad del servicio.

Entre las principales características del modelo cloud aplicadas al sistema se destacan:

- 1. Autoservicio bajo demanda:** los operadores municipales pueden revisar registros o acceder al panel de control del sistema en cualquier momento, sin depender de intermediarios técnicos.



**2.** Acceso amplio de red: la información almacenada en la nube puede ser consultada desde diferentes dispositivos

**3.** Elasticidad rápida: durante eventos con mayor tránsito o emergencias, el sistema puede ampliar su capacidad de procesamiento temporalmente.

**4.** Servicio medido: el municipio paga únicamente por la capacidad y el almacenamiento efectivamente utilizados, reduciendo los costos operativos.

Por lo tanto, en la nube privada se alojan todos los datos que requieren altos niveles de protección y control:

- lecturas individuales de patentes obtenidas por las cámaras OCR/LPR,
- coincidencias con listas negras,
- reportes internos del Centro de Monitoreo,
- registros históricos de circulación de vehículos.

Por su parte, la nube pública se utiliza para almacenar los datos anonimizados o consolidados, como

- promedios de circulación por accesos,
- reportes analíticos
- métricas generales de desempeño del sistema.

La elección de este modelo híbrido se justifica además por su escalabilidad, ya que permite que la plataforma crezca progresivamente sin necesidad de grandes inversiones en infraestructura local. De este modo, el sistema puede adaptarse a un volumen creciente de



datos, incorporar nuevos sensores o cámaras, y ampliar su capacidad analítica sin perder eficiencia ni seguridad.

En el diseño de la arquitectura tecnológica de YB-SAFE, la elección de una Plataforma como Servicio (PaaS) dentro del modelo de nube híbrida responde a la necesidad de contar con un entorno analítico inteligente capaz de ejecutar procesos de Inteligencia Artificial (IA) y aprendizaje automático (Machine Learning) en tiempo real y a gran escala.

El modelo PaaS proporciona una capa de infraestructura avanzada que no sólo ofrece almacenamiento y capacidad de cómputo (como lo haría una solución IaaS), sino que además integra herramientas, entornos de desarrollo y servicios de análisis pre configurados. Esto permite que la municipalidad pueda implementar modelos de IA sin requerir la instalación, mantenimiento o configuración de servidores complejos, optimizando así los recursos técnicos y humanos.

En PaaS el municipio accede a una plataforma completa de análisis que facilita el procesamiento de datos, la detección de patrones y la generación de reportes inteligentes. Esta elección resulta esencial para el funcionamiento de YB-SAFE, ya que el sistema requiere una plataforma analítica capaz de procesar grandes volúmenes de información provenientes de cámaras OCR/LPR y sensores distribuidos.

Una vez que recolectados los datos provenientes ya sea de los dispositivos físicos como de registros municipalidad existentes, los datos se concentran en un Data Lake, que funciona como un repositorio amplio donde se almacenan los registros en su formato original. Este entorno permite conservar la totalidad de la información bruta para su posterior procesamiento.

Posteriormente, la información depurada y organizada se traslada al Data Warehouse, un entorno estructurado que agrupa los datos por categorías y facilita el análisis mediante



herramientas de Inteligencia Artificial. En esta etapa, los datos ya son procesables y se utilizan para generar indicadores, patrones de movilidad y reportes estratégicos.

Durante este recorrido, la información también transita entre sistemas, lo que se conoce como Data in Transit. Estos son los datos que se encuentran circulando, por ejemplo, entre las cámaras OCR/LPR y los servidores municipales, o entre la nube privada y la pública, y que requieren mecanismos de cifrado, seguridad y autenticación para evitar accesos no autorizados.

Este flujo garantiza que los datos pasen de un estado bruto y disperso a un estado estructurado, seguro y analizable, asegurando que YB-SAFE transforme la información en conocimiento útil para la gestión inteligente de la seguridad vial.

Esa capacidad de analizar millones de datos en muy poco tiempo para luego transformarlo en información útil es lo que caracteriza a YB SAFE.

En esta última etapa interviene la minería de datos, que constituye el paso siguiente dentro del proceso analítico.

A continuación, a modo de ejemplificación se describe su funcionamiento en YB SAFE.

### **1. Minería por clasificación**

Esta técnica permite que el sistema clasifique automáticamente las lecturas de patentes según su nivel de riesgo, a partir de criterios aprendidos por la Inteligencia Artificial.

El modelo se entrena con ejemplos de vehículos registrados en listas negras, con antecedentes o comportamientos inusuales. De esta manera, cada nueva lectura se clasifica en tres categorías:

- **Normal:** sin coincidencias de riesgo.
- **Sospechoso:** comportamiento irregular o inusual.
- **Prioritario:** coincidencia con alerta judicial o registro negativo.



Esta técnica es central en YB-SAFE, ya que permite detectar y priorizar casos en tiempo real, mejorando la capacidad de respuesta del Centro de Monitoreo.

## **2. Detección de anomalías**

En YB-SAFE, esta técnica permite descubrir vehículos con trayectorias o frecuencias de paso fuera de lo común.

- Por ejemplo, el sistema puede detectar que un vehículo con registro en otra provincia ingresa varias veces en una misma noche por distintos accesos, marcando el evento como anómalo y generando una alerta temprana

Esta técnica fortalece la prevención y el control proactivo, ya que permite anticipar situaciones de riesgo antes de que se produzcan incidentes.

## **3. Minería por asociación**

De forma complementaria, YB-SAFE puede utilizar minería por asociación para encontrar relaciones recurrentes entre horarios, accesos y tipos de vehículos.

- Por ejemplo, el sistema puede detectar que vehículos de gran porte circulan con mayor frecuencia por accesos secundarios en horarios nocturnos, coincidiendo con ciertas denuncias, y generar alertas automáticas cuando se repiten esas condiciones.

De esta manera, los resultados de la minería de datos se integran en el panel de control municipal para planificar operativos, reasignar patrullas y tomar decisiones basadas en evidencia.

Asimismo, los patrones descubiertos retroalimentan los algoritmos de aprendizaje automático, haciendo que el sistema mejore su capacidad predictiva con cada nuevo dato analizado.



Los resultados del análisis de Big Data y minería de datos son aprovechados por la Inteligencia Artificial, que aprende de los patrones detectados para anticipar situaciones de riesgo y asistir en la toma de decisiones.

YB-SAFE combina distintos **niveles de inteligencia artificial**:

1. En una primera instancia, la IA actúa en tiempo real, detectando vehículos y generando alertas inmediatas en los accesos municipales.
2. Paralelamente, integra un componente predictivo, que analiza la información histórica para anticipar comportamientos o patrones de circulación.
3. En etapas más avanzadas, el sistema evoluciona hacia una IA generativa, capaz de aprender del contexto, crear nuevos escenarios y ajustar sus modelos de decisión, mejorando progresivamente la gestión inteligente de la seguridad vial.

En YB-SAFE, la Visión Artificial constituye la primera etapa del análisis inteligente. A partir de las cámaras LPR/OCR se obtienen datos translúcidos: imágenes preliminares captadas por la cámara que todavía no fueron procesadas ni transformadas en información útil. Luego, los algoritmos de IA interpretan, detectan la patente y transforman en datos estructurado.

Por ejemplo:

**Registro LPR interpretado:** AB123CD – 13:18 hs – Av. Aconquija – Ingreso

Recién acá, una vez que se convierten los datos translúcidos en datos estructurados ese resultado pasa a la siguiente etapa del procesamiento inteligente: el aprendizaje automático (Machine Learning).



Esta integración entre Visión Artificial y Machine Learning constituye el núcleo tecnológico de YB-SAFE, permitiendo que la Municipalidad automatice la observación, reduzca el margen de error humano y tome decisiones basadas en evidencia visual procesada en tiempo real.

En particular, en YB-SAFE se aplican el aprendizaje supervisado.

### **1. Aprendizaje supervisado: entrenamiento con ejemplos reales**

La inteligencia artificial supervisada se incorpora en YB-SAFE a través del análisis de imágenes obtenidas por las cámaras lectoras de patentes (LPR/OCR).

En el enfoque supervisado, se trabaja con un conjunto de imágenes previamente etiquetadas, clasificadas como “**normales**”, “**sospechosas**” o “**prioritarias**”. A partir de esos ejemplos, el modelo aprende a identificar patrones visuales y contextuales que permitirán, posteriormente, clasificar nuevas lecturas sin necesidad de reglas programadas de forma manual.

- Se le presenta 5000 imágenes de patentes normales (etiquetadas como “normal”)
- 5000 imágenes de patentes adulteradas (etiquetadas como “sospechoso”)
- Y 5000 imágenes de patentes con pedido judicial (“prioritario”)

De esta forma, la IA aprende sola los patrones visuales que distinguen cada caso, tal como ocurre en los modelos de reconocimiento de imágenes.



Por otro lado, a partir de este aprendizaje continuo, la IA de YB-SAFE incorpora varias habilidades claves. En primer lugar, es una

1. IA contextual, ya que interpreta cada evento considerando su entorno: la hora, el acceso, la ubicación geográfica y el historial de circulación.
2. Memoriosa, ya que conserva registros históricos que le permiten aprender de la experiencia y mejorar la precisión de sus predicciones.

Gracias a ello, la incorporación de la Inteligencia Artificial (IA) en el sistema de video vigilancia municipal representa un avance significativo para la gestión de la seguridad en Yerba Buena.

Esta tecnología permite reducir el tiempo que el personal destina al monitoreo manual de las cámaras, haciendo más eficiente la utilización de los recursos humanos y permitiendo que se enfoquen en tareas de respuesta y planificación.

Además, la IA incrementa la rapidez y precisión en la toma de decisiones, mejorando la capacidad de reacción ante situaciones de riesgo o comportamientos inusuales detectados en tiempo real.

En otras palabras, actúa como el “cerebro analítico” del sistema: interpreta los datos, aprende de ellos y genera alertas predictivas que mejoran la eficiencia y la capacidad de respuesta del municipio.

Así mismo, el sistema mejora su desempeño sin necesidad de ser programados manualmente y evolucionar constantemente. Esto significa que el Sistema YB SAFE aprende de la experiencia: cada vez que una cámara detecta un vehículo, la IA compara la nueva información



con registros previos, ajustando sus modelos internos y reduciendo errores. Con el tiempo, este aprendizaje acumulativo hace que el sistema sea cada vez más preciso y reduciendo los costos de supervisión manual.

Esta capacidad de análisis se complementa con el valor que aportan los dispositivos físicos conectados, como las cámaras LPR o sensores de acceso como decisión a implementar en un futuro. En el contexto de YB-SAFE, su importancia no radica únicamente en la función técnica de capturar datos, sino en la información que generan y comparten dentro de la red, transformándose en la base sobre la cual la IA obtiene conocimiento útil para la toma de decisiones.

Estos equipos no operan de forma aislada, sino como parte de un sistema interconectado que, al integrar sus datos en la nube híbrida, produce conocimiento útil para la toma de decisiones.

Funcionan como dispositivos inteligentes capaces de capturar y transmitir información en tiempo real para su procesamiento posterior con Inteligencia Artificial. De esa forma se transforman las cámaras aisladas en un ecosistema integrado de dispositivos conectados a Internet, utilizando comunicación M2M (Machine-to-Machine) por medio de fibra ópticas.

Para lograrlo, el sistema aplica un enfoque de Edge Computing, mediante el cual ciertos dispositivos como las cámaras lectoras de patentes (LPR) realizan procesamiento preliminar asistidos, como la lectura de caracteres (OCR), antes de enviar los datos a la nube. Esto permite reducir la latencia, el volumen de información transmitida y los costos operativos.

## **1. Dispositivos actualmente implementados**

El municipio dispone de una infraestructura inicial compuesta por:



- **Cámaras OCR/LPR:** registran patentes vehiculares y envían los datos al sistema central para su procesamiento y comparación con bases de control.
- **Cámaras con visión térmica o infrarroja:** amplían la capacidad de vigilancia nocturna y en condiciones de baja visibilidad.

## 2. Dispositivos que podrían incorporarse

Para potenciar el monitoreo YB-SAFE puede ampliarse con dispositivos IoT complementarios directamente relacionados con la **seguridad y el control vial**:

- **Balizas inteligentes conectadas:** se activan ante detección de circulación en contramano o ingreso no autorizado.
- **Sensores de proximidad o presencia:** identifican detenciones prolongadas o movimientos irregulares en accesos secundarios.
- **Etiquetas RFID o NFC en vehículos municipales:** permiten su reconocimiento automático y diferencian el tránsito institucional del general.
- **Cámaras con capacidad de reconocimiento facial**

Estos dispositivos refuerzan la capacidad del municipio para **controlar accesos, detectar anomalías y actuar preventivamente**

Los objetos conectados pueden desempeñar distintas funciones:

En la plataforma YB-SAFE, estos niveles se aplican del siguiente modo:

1. **Monitoreo:** las cámaras y sistemas conectados recopilan datos de circulación vehicular y del entorno urbano en tiempo real, permitiendo un seguimiento continuo de los



accesos al municipio.

2. **Control:** el sistema propuesto permite configurar parámetros automáticos (como zonas de alerta, horarios críticos o tipos de vehículo) que ajustan el comportamiento del sistema sin intervención manual.
3. **Optimización:** mediante el uso de algoritmos predictivos, el sistema mejora su rendimiento y prioriza el procesamiento de alertas relevantes, reduciendo falsos positivos y tiempos de respuesta.

En la etapa inicial o en una primera instancia YB-SAFE no incorpora nuevos sensores, sino que aprovecha los dispositivos ya instalados por la municipalidad (cámaras LPR/OCR, video vigilancia, red de fibra óptica).

El foco principal está en analizar la data existente, mejorar la interoperabilidad y desarrollar inteligencia predictiva sobre esa base.

En una segunda fase del proyecto, una vez optimizado el análisis de los datos actuales, se prevé la incorporación progresiva de nuevos dispositivos IoT (sensores ambientales, de tráfico o de flujo vehicular, cámaras con reconocimiento fácil). Como, por ejemplo, sensores de presencia y movimiento, permitiendo detectar patrones anómalos de circulación, como vehículos estacionados por tiempo prolongado en zonas restringidas o movimientos repetidos cerca de puntos sensibles.

Por ejemplo, hoy la cámara LPR únicamente registra la patente y la hora de paso de un vehículo, pero no evalúa si ese mismo vehículo repite su ingreso en horarios atípicos o si circula por accesos secundarios con frecuencia inusual.



En otras palabras, las cámaras dejan de ser valiosas solo por vigilancia para convertirse en generadores de datos sobre movilidad urbana. YB-SAFE se transforma de un sistema de control vehicular en una infraestructura de inteligencia urbana.

El valor de YB-SAFE aumenta cuando se integra con otros sistemas: bases policiales y judiciales para verificación automática de alertas, sistemas de municipios vecinos creando una red regional de trazabilidad vehicular, servicios de emergencia para respuesta coordinada, y APIs abiertas para que desarrolladores creen aplicaciones ciudadanas. La compatibilidad e integración con sistemas de terceros es estratégica para el éxito de YB-SAFE, adoptando un ecosistema abierto que maximiza el valor mediante colaboración.

Sin embargo, su implementación también exige considerar una serie de recaudos éticos, legales y técnicos que garanticen un uso responsable y seguro del sistema especialmente porque intervienen dimensiones sensibles como la seguridad pública, la vigilancia y la privacidad de las personas.

#### 1. Recaudos éticos:

- **Proporcionalidad y necesidad:** garantizar que la vigilancia no exceda los fines de seguridad pública.
- **Minimización de datos:** recolectar solo la información estrictamente indispensable.
- **Transparencia:** informar a la ciudadanía sobre el uso de tecnologías inteligentes en espacios públicos.
- **Prevención de sesgos algorítmicos:** supervisar que la IA no discrimine zonas, vehículos o comportamientos por patrones incorrectos.
- **Supervisión humana permanente:** toda alerta debe ser verificada por personal capacitado.



## 2. Recaudos legales

- Cumplimiento de la Ley 25.326 (Protección de Datos Personales) y demás normativas asociadas.
- Registro y custodia de bases de datos, especificando responsables y finalidades.
- Cifrado y resguardo de datos sensibles en todas las etapas del proceso.
- Trazabilidad y auditoría: registrar quién accede a los datos y con qué propósito.
- Protocolos de retención y eliminación: definir tiempos límite para conservar imágenes y lecturas.

## 3. Recaudos técnicos

- Capacitación del personal en uso adecuado del sistema, interpretación de alertas y manejo de datos sensibles.
- Cifrado en tránsito y en reposo, garantizando que la información no pueda ser interceptada o manipulada.
- Integración dentro de un ecosistema tecnológico seguro, que articule cámaras, servidores, redes y software bajo protocolos estandarizados.
- Validación continua del modelo supervisado, evitando errores, desactualización o sesgos emergentes.
- Respaldo y continuidad operativa, incluyendo copias seguras y mecanismos frente a fallas.



La consideración de estos recaudos permite que la incorporación de IA en sistemas de vigilancia no solo mejore la eficiencia operativa, sino que también respete los derechos ciudadanos, fortalezca la confianza institucional y garantice un funcionamiento seguro y transparente.

### **Recomendaciones**

La implementación del sistema enfrentará obstáculos críticos que deben ser mitigados estratégicamente:

- **Fortalecer la capacitación y gestión del cambio organizacional:** La adopción de tecnologías inteligentes puede generar resistencia entre los agentes municipales debido a la percepción de reemplazo laboral. Se recomienda implementar un plan de capacitación continua que enfatice el rol complementario de la tecnología como herramienta de apoyo, no de sustitución.
- **Formalizar convenios interinstitucionales para el intercambio de datos:** Se recomienda establecer acuerdos con la Policía de la Provincia, el Poder Judicial y el Ministerio Público Fiscal, asegurando trazabilidad, confidencialidad y compatibilidad técnica en los formatos de datos.
- **Implementar un plan de escalabilidad tecnológica en fases para evitar costos excesivos:**
  - Integración de datos existentes (cámaras y registros actuales).
  - Automatización analítica con módulos de IA y Big Data.
  - Ampliación con IoT (nuevos sensores y dispositivos conectados).



- **Crear un protocolo de seguridad de la información y mantenimiento de datos:** Elaborar un reglamento interno de seguridad informática.

## Conclusiones

La investigación permitió demostrar que la incorporación de herramientas de inteligencia artificial y servicios en la nube puede fortalecer de manera significativa la gestión de la seguridad vial en el municipio de Yerba Buena.

A partir del diagnóstico del sistema actual, se propuso el diseño del Sistema Integrado de Gestión Inteligente de la Seguridad Vial (YB-SAFE), una solución que aprovecha la infraestructura existente y la complementa con tecnologías de análisis de datos, visión artificial y aprendizaje automático.

Este modelo ofrece al municipio una nueva forma de administrar la información proveniente de sus dispositivos de monitoreo, transformándola en conocimiento útil para la toma de decisiones operativas y estratégicas.

En síntesis, la propuesta contribuye a modernizar la gestión pública local, promoviendo un uso más eficiente de los recursos, una detección temprana de riesgos y una mejora sustancial en la coordinación entre las áreas de monitoreo y seguridad.

Asimismo, sienta las bases para futuras ampliaciones del sistema y aplicabilidad en otros ámbitos.

## Referencias

- Ackoff, R. L. (1989). *From data to wisdom. Journal of Applied Systems Analysis*, 16, 3–9.



- Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (2019). *Máquinas predictivas* (1.ª ed.). Editorial Reverté.
- Beltrán Pardo, M., & Sevillano Jaén, F. (2013). *Cloud Computing: Tecnología y negocio* (1.ª ed.). Ediciones Paraninfo.
- Diario Yerba Buena. (2025, 31 de octubre). *Yerba Buena, la ciudad con el crecimiento poblacional más alto del país impulsa la expansión del Gran Tucumán*. Diario Yerba Buena. <https://diarioyerbabuena.com.ar/2025/10/31/yerba-buena-la-ciudad-con-el-crecimiento-poblacional-mas-alto-del-pais-impulsa-la-expansion-del-gran-tucuman/>
- Flores Galea, A. L. (2024). *Avances recientes en inteligencia artificial generativa, predictiva y descriptiva*. Revista Digital de ACTA.
- Joyanes Aguilar, L. (2013). *Big Data: Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones* (1.ª ed.). Marcombo.
- Joyanes Aguilar, L. (2015). *Sistemas de información en la empresa* (1.ª ed.). Alfaomega Grupo Editor.
- Joyanes Aguilar, L. (2021). *Internet de las cosas* (1.ª ed.). Alfaomega Grupo Editor.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2016). *Sistemas de información gerencial* (13.ª ed.). Pearson Educación.
- Pérez Ruffa, A., Coll, A., & Pecoraro, S. (2025). *De la predicción a la creación: el impacto transformador de la IA en las organizaciones*. Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires. <https://cemiace.economicas.uba.ar/cegepyn/>
- Solana, A., & Roca, G. (2015). *Big Data para directivos* (1.ª ed.). Ediciones Urano.



- Tucumán a las 7. (2025, 31 de octubre). *Yerba Buena tiene el mayor crecimiento de población del país*. Recuperado de <https://tucumanalas7.com.ar/local/yerba-buena-tiene-el-mayor-crecimiento-de-poblacion-del-pais/>

## **Apéndice**

**Entrevista** al Ingeniero en Sistemas de la municipalidad

**Lugar:** en el centro de monitoreo de Yerba Buena, Tucumán

### **Objetivo:**

Relevar información sobre el funcionamiento actual del sistema de monitoreo vehicular y el uso de datos en la gestión municipal.

- 
1. ¿Qué tipo de datos se registran actualmente desde las cámaras del municipio?
  2. ¿Dónde se almacenan esos datos y quién tiene acceso a ellos?
  3. ¿Las cámaras cuentan con tecnología OCR o sistemas automáticos de lectura de patentes?
  4. ¿Cómo se gestionan las alertas o incidentes detectados?
  5. ¿Con qué frecuencia se revisan los registros o se extraen informes del sistema?



- 
6. ¿Qué limitaciones identifican en el sistema actual de monitoreo?
  7. ¿Qué tipo de mejoras tecnológicas considera necesarias para optimizar la gestión?
  8. ¿Cómo cree que el análisis de datos o la inteligencia artificial podrían mejorar el proceso actual?
  9. ¿Qué beneficios espera obtener el municipio con la incorporación de un sistema de gestión inteligente?