

# **Universidad Técnica Nacional**

**Curso:**

**ITI-821**

**Facilitador:**

**Efrén Jiménez Delgado**

**Estudiantes:**

**Jairo Rodriguez Castro**

**Jefry Morera Espinoza**

**Sebastian Valverde Barrera**

**Nombre de la asignación:**

**Proyecto #1**

**Fecha: 6 de agosto del 2025**

## Tabla de Contenidos

1. Resumen Ejecutivo .....	3
2. Objetivo General .....	4
3. Objetivos Específicos .....	4
4. Introducción .....	5
5. Descripción del Problema (Historia de la Empresa y Solución a Construir) .....	5
6. Desarrollo .....	6
6.1 Modelado y Normalización en PostgreSQL .....	6
6.2 Colección TrackFrame en MongoDB .....	6
6.3 Desarrollo del API RESTful .....	6
6.4 Visualización y Dashboard Web .....	6
6.5 Validación y Consistencia .....	7
6.6 Seguridad y Buenas Prácticas .....	7
7. Conclusiones .....	8
8. Recomendaciones .....	8
9. Anexos .....	9

## 1. Resumen Ejecutivo

El presente documento describe el desarrollo del proyecto GEOTRACAR, una solución innovadora para la gestión de rastreo vehicular que implementa una arquitectura híbrida de bases de datos utilizando PostgreSQL y MongoDB. El objetivo principal es ofrecer una plataforma robusta, escalable y segura que permita administrar clientes, pagos, órdenes y tramas de rastreo en tiempo real, garantizando la integridad de los datos y el rendimiento de las operaciones. Este informe detalla desde el análisis del problema, la justificación de la solución técnica adoptada, el diseño e implementación de la base de datos, la integración del sistema web, hasta las recomendaciones para su uso y mejoras futuras. El desarrollo se llevó a cabo siguiendo las mejores prácticas de ingeniería de software y bases de datos, asegurando una documentación completa, scripts reproducibles y ejemplos prácticos para facilitar la revisión y la continuidad del sistema.

## 2. Objetivo General

- Desarrollar un sistema híbrido de persistencia de datos para la empresa GEOTRACAR que integre bases de datos relacionales y NoSQL, permitiendo la gestión eficiente y segura de clientes, pagos, órdenes y tramas de rastreo, así como la visualización de la información en dashboards interactivos para un monitoreo y análisis geoespacial en tiempo real.

## 3. Objetivos Específicos

- Modelar y normalizar en PostgreSQL las entidades principales: clientes, tipos de cliente, paquetes, pagos, órdenes de rastreo y sus relaciones.
- Diseñar la colección de TrackFrame en MongoDB optimizada para inserciones frecuentes y consultas geoespaciales.
- Implementar endpoints RESTful que orquesten la creación y gestión de clientes, paquetes, pagos y órdenes.
- Garantizar la consistencia de datos entre ambas bases mediante procesos automáticos de validación.
- Definir e implementar roles, políticas de seguridad, cifrado de información sensible e índices de rendimiento.
- Desarrollar dashboards web interactivos con mapas y filtros configurables para el análisis visual de la información.

#### **4. Introducción**

En la actualidad, la gestión eficiente de información para empresas de rastreo vehicular representa un reto tecnológico, debido al gran volumen de datos generados por los dispositivos y la necesidad de responder de manera inmediata a los requerimientos de los clientes. GEOTRACAR, empresa líder en el sector, identificó la necesidad de modernizar su infraestructura de datos para ofrecer servicios de monitoreo en tiempo real y análisis histórico, manteniendo la integridad y seguridad de la información. El presente proyecto plantea una solución integral basada en una arquitectura híbrida que combina las ventajas de bases de datos relacionales y NoSQL, permitiendo a la empresa adaptarse a los desafíos actuales y futuros del sector.

#### **5. Descripción del Problema (Historia de la Empresa y Solución a Construir)**

GEOTRACAR es una compañía costarricense dedicada a la provisión de servicios de rastreo vehicular. Ante el crecimiento de su cartera de clientes y la necesidad de administrar información diversa y voluminosa, la empresa enfrentó limitaciones con su infraestructura de datos tradicional. Las necesidades incluían: registrar múltiples tipos de clientes (Free y Premium), gestionar compras y pagos de paquetes, almacenar órdenes de rastreo con sus respectivas tramas de localización enviadas cada 15 segundos y asegurar la integridad entre los registros de pagos y órdenes.

La solución propuesta consistió en diseñar una base de datos híbrida: PostgreSQL para la gestión transaccional (clientes, paquetes, pagos y órdenes) y MongoDB para la captura y consulta eficiente de las tramas de posición vehicular. Además, se desarrolló un sistema web para la visualización en tiempo real de la información, permitiendo monitoreo y análisis históricos a través de dashboards interactivos y mapas. Esta arquitectura permite a GEOTRACAR ofrecer un servicio robusto y escalable, a la vez que se adapta a los altos volúmenes de datos y las exigencias del mercado.

## **6. Desarrollo**

### **6.1 Modelado y Normalización en PostgreSQL**

Se diseñaron las tablas principales (clientes, tipos de cliente, paquetes, pagos, órdenes, detalles de órdenes, entre otros), definiendo claves primarias, foráneas y restricciones de integridad para garantizar la calidad y consistencia de los datos. Se normalizó el modelo para evitar redundancias y asegurar la integridad referencial. Los scripts SQL permiten la creación automatizada de la estructura, así como la carga de datos de prueba.

### **6.2 Colección TrackFrame en MongoDB**

Para almacenar tramas de posición generadas cada 15 segundos por los dispositivos, se diseñó una colección en MongoDB que permite almacenar eficientemente la información de geolocalización (latitude, longitude, status\_id, order\_tracker\_id, etc.), implementando índices geoespaciales para soportar búsquedas y visualizaciones en mapas.

### **6.3 Desarrollo del API RESTful**

Se implementaron endpoints seguros para la gestión de clientes, paquetes, pagos y órdenes, así como para la inserción y consulta de tramas en MongoDB. El sistema utiliza JWT para autenticación y autorización, garantizando el acceso seguro a los recursos.

### **6.4 Visualización y Dashboard Web**

La solución incluye una interfaz web para administración y clientes, con dashboards y mapas interactivos desarrollados con React y Leaflet, que permiten visualizar órdenes, posiciones de vehículos, historial de rutas y pagos, todo integrado en tiempo real con la base de datos.

### **6.5 Validación y Consistencia**

Se programó un proceso automático (job) que, valida la correspondencia de órdenes entre PostgreSQL y MongoDB, alertando sobre cualquier inconsistencia para garantizar la confiabilidad del sistema.

### **6.6 Seguridad y Buenas Prácticas**

El sistema implementa políticas de cifrado para contraseñas, roles de acceso, validación de entradas y gestión de sesiones, asegurando la protección de los datos personales y financieros de los usuarios.

## 7. Conclusiones

El desarrollo del sistema híbrido para GEOTRACAR permitió resolver las limitaciones previas en la gestión de datos de rastreo vehicular, integrando lo mejor de las tecnologías relacionales y NoSQL. La solución propuesta demostró ser escalable, eficiente y segura, permitiendo la administración de clientes, pagos y órdenes, así como la consulta y análisis de grandes volúmenes de datos de localización en tiempo real. El proyecto sienta las bases para futuras mejoras e integraciones, posicionando a GEOTRACAR como una empresa a la vanguardia en servicios de rastreo vehicular en Costa Rica.

## 8. Recomendaciones

- Continuar ampliando los módulos del sistema para integrar nuevas funcionalidades requeridas por el negocio.
- Monitorear periódicamente el rendimiento de la base de datos e implementar mejoras en los índices y consultas.
- Mantener actualizado el sistema de autenticación y seguridad para responder a nuevas amenazas.
- Documentar todo el código y los procesos implementados para facilitar el mantenimiento y escalabilidad futura.
- Capacitar al personal administrativo y técnico en el uso de los dashboards y la interpretación de la información.



## 9. Anexos

### Modelo Entidad Relacion de la BD:

