
APPLICATION FORM IN³ PROJECTS

DEVELOP AN INNOVATIVE NEW BUSINESS

THE TEAM

► **Name(s) of project leader(s):**

Barreto

► **First name(s):**

Hernán Marcos

► **Position(s):**

Especialista en CBTC – Modernización L1 del Metro de la CDMX

► **Please introduce yourself in a few lines:**

Especialista en señalización ferroviaria con 17 años de trayectoria y 30 años en desarrollo de software de tiempo real. Durante dos años en la Base Antártica Belgrano 2 desarrollé sistemas de telemetría para las disciplinas científicas Riometría, Geomagnetismo e Ionosondeo. En el ámbito ferroviario, me especializo en ingeniería inversa y optimización de sistemas propietarios: he creado herramientas de monitoreo para ATP Alstom (Subte BA) y decodificadores de 'caja negra' para ATSD (CRSC) y CBTC (Siemens). Incorporé el uso de redes neuronales para mejorar el posicionamiento de sistemas Automatic Train Stop (Nippon Signal). Mis desarrollos han sido presentados en seminarios de Seguridad Operacional de ALAF y reconocidos por la Junta de Seguridad del Transporte (JST) y la UTN como vectores de innovación tecnológica. Actualmente aplico esta experiencia como responsable de CBTC en la modernización de la L1 del Metro de CDMX.

► **If this is a team project, please detail here what unites you:**

Si bien la postulación es individual, el proyecto se fundamenta en la unión directa de mis dos áreas de experiencia: la Señalización Ferroviaria y el Desarrollo de Software de Tiempo Real. Esta combinación me permite identificar los problemas de seguridad operativa en la infraestructura y tener la capacidad técnica para programar la solución, asegurando que el desarrollo cumpla estrictamente con las necesidades reales del sector desde el primer día.

THE PROJECT

► What name would you give your project?

STAC (Spatio-Temporal Awareness Core)

► Describe your project (in about 5 lines):

STAC es un núcleo de Edge AI que transforma cámaras estándar en sensores de conciencia espaciotemporal. Supera la visión artificial convencional al reconstruir escena 3D, identificar semánticamente objetos y mantener persistencia temporal con predicción de trayectorias. Su primera aplicación, CAPS (**Collision Alert and Prediction System**), previene accidentes en cruces y andenes mediante seguridad predictiva. STAC es un core transversal que habilita además, Gemelos Digitales vivos, Telepresencia Holográfica y Supervisión Automática de Obras

► How does your project enable the development of a new business within Ingérop?

STAC expande la propuesta de valor de Ingérop, evolucionando nuestro rol estratégico, a proveedores de **soluciones tecnológicas propietarias (IP)**. Este proyecto habilita un modelo de negocio escalable basado en el licenciamiento de software (SaaS), la oferta de productos de alta tecnología llave en mano y Edge AI, que potencia nuestros grandes contratos de infraestructura, así como nuevas oportunidades de negocio. Nos permite monetizar la operación continua y la seguridad de los activos en mercados clave (Transporte, Construcción 4.0, Gemelos Digitales), posicionando al Grupo como un actor de vanguardia 'High-Tech' con soberanía tecnológica propia.

► How is your project innovative and unique?

STAC permite transformar una cámara convencional en un sistema con **Conciencia Espaciotemporal**, transformando un flujo de video 2D plano en un entorno 3D métrico, semántico y vivo.

Su unicidad tecnológica reside en la fusión de tres capacidades cognitivas en un solo núcleo:

1. **Comprensión Volumétrica y Semántica:** A diferencia de la visión artificial clásica que solo detecta recuadros en una imagen, STAC reconstruye la geometría real del entorno y entiende qué es cada objeto y qué lugar físico ocupa.
2. **Persistencia Temporal (Permanencia de Objeto):** El sistema posee memoria espacial; es capaz de seguir rastreando la trayectoria de objetos y personas incluso cuando desaparecen momentáneamente detrás de obstáculos (oclusión), algo imposible para los sensores actuales.
3. **Predicción de Comportamiento:** Al comprender la dinámica espacial y temporal, STAC calcula trayectorias futuras con base en modelos físicos y patrones de movimiento.

► How could your project fit in with Ingérop's activities and services?

STAC se integra nativamente en las líneas de negocio de Ingérop como una **capa tecnológica de alto valor**, enriqueciendo nuestra experiencia en ingeniería con capacidades digitales avanzadas:

- **Transporte y Movilidad:** Complementa nuestra oferta de movilidad y transporte, permitiendo evolucionar sistemas hacia la **seguridad predictiva**.
- **Construction 4.0:** Permite automatizar la supervisión de obra mediante la comparación volumétrica '**As-Built vs. BIM**', facilitando la detección temprana de desvíos de ejecución y optimizando el control de avance.
- **Industria y Energía:** Habilita servicios de '**Tele-Expertise**' y Gemelos Digitales vivos, permitiendo a nuestros expertos auditar instalaciones de forma remota mediante telepresencia.
- **Smart Cities:** Provee una herramienta de gestión de flujos urbanos con privacidad total, alineada con las nuevas demandas de planificación sostenible.

► **In your opinion, what would your project bring to Ingérop?**

Este proyecto aporta a Ingérop tres activos estratégicos fundamentales impulsados por la tecnología STAC:

1. **Soberanía Tecnológica:** Al desarrollar un núcleo propio, nos aseguramos de que el *know-how* crítico y la Propiedad Intelectual de la IA permanezcan dentro del Grupo, permitiendo crear productos y servicios de tecnología altamente adaptados en cada implementación.
2. **Diferenciación Competitiva:** Nos posiciona en la vanguardia de la 'Inteligencia Espacial', ofreciendo capacidades únicas de seguridad predictiva nativa que las soluciones estándar del mercado no poseen.
3. **Eficiencia y Rentabilidad:** La capacidad de STAC para funcionar con hardware estándar reduce drásticamente los costos de implementación y digitalización, permitiendo ofrecer servicios de monitoreo continuo usando infraestructura existente.

How do you assess the feasibility of your project? What could be the main obstacles?

STAC ya ha superado la fase de investigación. Actualmente cuento con un **prototipo funcional** corriendo en hardware de consumo, donde hemos logrado la integración exitosa de los tres motores complejos (Reconstrucción, Semántica y Rastreo). Ya validamos que la arquitectura de fusión produce resultados consistentes y escalables en un entorno prototipo.

Principales Obstáculos:

1. **Optimización Extrema:** El paso del prototipo al producto real requiere reducir drásticamente el consumo de recursos computacionales (VRAM) para garantizar inferencia en tiempo real y baja latencia.
2. **Integración de Hardware:** Adaptar el software para correr eficientemente en arquitecturas embebidas específicas (como NVIDIA Jetson) sin perder precisión.

Mitigación: Nuestra arquitectura modular permite una validación progresiva mediante despliegue en 'Shadow Mode'. Esto nos permite calibrar la precisión y optimizar el rendimiento en escenarios reales de forma segura antes del despliegue activo.

THE POTENTIAL OF THE PROJECT

► Who are the potential customers?

- Operadores de Transporte y Movilidad: Administradores de infraestructura ferroviaria y metros que necesitan evolucionar sus sistemas de seguridad pasiva a sistemas de seguridad activa y predictiva para reducir la siniestralidad en cruces y andenes, sin la inversión masiva de recablear toda la línea.
- Grandes Contratistas y Desarrolladores: Empresas constructoras que buscan automatizar el control de calidad. STAC les ofrece una auditoría volumétrica continua ("BIM vs. Realidad") para detectar desvíos de ejecución tempranos, reduciendo costos de retrabajo y penalizaciones por plazos.
- Gestores de Infraestructura Crítica (Energía, Nuclear, Oil & Gas): Propietarios de activos en zonas peligrosas o remotas que requieren mantenimiento experto. STAC habilita la Telepresencia Holográfica, permitiendo que sus especialistas auditen instalaciones complejas de forma inmersiva y segura sin desplazarse físicamente.
- Smart Cities y Planificación Urbana: Municipios que requieren gestión inteligente de flujos peatonales y vehiculares. Gracias a la privacidad nativa de STAC (anonimización en el Edge), pueden obtener métricas detalladas de comportamiento urbano garantizando el anonimato total del ciudadano.

► What needs of these customers does your project meet?

STAC da respuesta a necesidades operativas críticas en cuatro verticales clave, habilitando capacidades que hoy requieren integración compleja:

- **Transporte y Movilidad (Seguridad Predictiva):** Satisface la demanda de pasar de una seguridad pasiva a una activa. STAC entrega a los operadores la capacidad de **anticipar accidentes** en cruces y vías mediante la predicción de trayectorias, protegiendo vidas y asegurando la continuidad del servicio.
- **Construcción e Infraestructura (Certidumbre de Ejecución):** Resuelve la necesidad de control de calidad continuo y automatizado. Permite a las constructoras auditar la realidad física frente al modelo digital (BIM) de forma constante, garantizando la detección temprana de desvíos para evitar retrabajos costosos.
- **Industria y Energía (Ubicuidad Experta):** Cubre la necesidad de intervención especializada inmediata en zonas remotas o peligrosas. Habilita la **telepresencia inmersiva**, permitiendo que los expertos auditen y asistan en maniobras críticas sin desplazarse físicamente, reduciendo riesgos y huella de carbono.

- **Smart Cities (Inteligencia Privada):** Responde al requerimiento de gestionar flujos urbanos y seguridad ciudadana respetando el anonimato. Gracias al procesamiento en el Edge, STAC entrega métricas de comportamiento precisas garantizando la **privacidad por diseño**, fundamental para el despliegue ético de tecnología en espacios públicos.

► **What could be the business model for your project?**

El proyecto propone un **Modelo de Plataforma Híbrida** que diversifica los ingresos de Ingérop, combinando la recurrencia del software (SaaS) con la alta rentabilidad de la consultoría especializada.

1. FLUJOS DE INGRESOS POR LICENCIAMIENTO:

- **Transporte (CAPS):** Licencia anual por kilómetro de vía o por cruce monitoreado. Incluye actualizaciones de los modelos predictivos de seguridad.
- **Construcción (BIM-Audit):** Suscripción mensual por obra activa. Permite al cliente subir videos ilimitados para recibir reportes automáticos de 'As-Built vs. BIM'.
- **Smart Cities (Urban-Flow):** Licencia para municipios por nodo de cámara. Provisión de métricas agregadas de movilidad (Data-as-a-Service) para planificación urbana sin violar GDPR.
- **Tele-Expertise (Holo-Connect):** Modelo 'Pay-per-use' o suscripción corporativa para empresas de Energía/Oil&Gas que necesiten soporte remoto holográfico para sus técnicos de campo.

2. FLUJOS DE INGRESOS POR SERVICIOS DE ALTO VALOR (Up-selling):

- **Integración de Sistemas Críticos:** Consultoría para conectar el núcleo STAC con los sistemas SCADA, o Centros de Control de Tráfico existentes.
- **Digitalización de Activos (Scan-to-BIM):** Servicio rápido de levantamiento de plantas industriales complejas usando cámaras estándar, entregando el modelo digital en tiempo récord.
- **Auditoría de Seguridad Vial:** Diagnósticos puntuales de cruces peligrosos utilizando la tecnología para generar mapas de calor de riesgo y proponer medidas correctivas de ingeniería civil.

3. MERCADO POTENCIAL Y CLIENTES OBJETIVO:

- **Operadores Ferroviarios y Metro:** Necesidad urgente de reducir siniestralidad y costos de seguros.
- **Grandes Constructoras y Desarrolladores:** Necesidad de controlar a subcontratistas y evitar retrabajos.
- **Municipios y Gobiernos:** Necesidad de herramientas de gestión ciudadana que respeten la privacidad (Privacidad por Diseño).
- **Industria Pesada (Nuclear, Minería):** Necesidad de reducir viajes de expertos y aumentar la seguridad laboral.

Este modelo transforma a Ingérop en un **Socio Tecnológico Integral**: diseñamos la infraestructura (Ingeniería), la aseguramos (STAC Safety) y la optimizamos (Gemelos Digitales)

► **What do you think the economic potential is?**

El potencial económico del proyecto es sólido y se fundamenta en la creación de un ecosistema de **ingresos recurrentes** que complementa nuestra actividad principal:

1. **Escalabilidad del Modelo de Negocio (SaaS):** Al empaquetar la tecnología STAC como un activo de software licenciable, generamos un flujo de ingresos continuo y acumulativo que no depende linealmente de la disponibilidad de recursos humanos, permitiendo un crecimiento orgánico sostenido.
2. **Baja Barrera de Adopción (Retrofitting):** La capacidad de STAC para operar sobre la infraestructura de video existente facilita una penetración rápida en el mercado. Al no exigir al cliente grandes inversiones iniciales en hardware dedicado, el ciclo de venta se acorta y el volumen de activos monitoreables aumenta significativamente.
3. **Valorización de la Cartera de Clientes:** Existe una oportunidad inmediata de *cross-selling* con nuestros clientes actuales de infraestructura y transporte. STAC actúa como un diferenciador clave que añade una capa de inteligencia digital a nuestros contratos marco, fidelizando al cliente y aumentando el ticket promedio de nuestros servicios

► **What would be the environmental and societal impacts of your project?**

Societal:

- **Protección de la Vida Humana:** Contribución directa a la visión "Cero Accidentes" mediante la predicción de riesgos. (ferroviaria y construcción).
- **Ética Digital y Privacidad:** Garantía de anonimato ciudadano y laboral mediante el procesamiento en el borde (Edge AI), asegurando el cumplimiento de GDPR y la protección de datos biométricos.

Environmental:

- **Descarbonización de la Experticia:** Reducción significativa de la huella de carbono al sustituir viajes internacionales de expertos por sesiones de Telepresencia Holográfica inmersiva.
- **Eficiencia de Recursos:** Minimización de desperdicios materiales en la construcción al detectar errores de ejecución tempranamente, evitando demoliciones y retrabajos costosos.

► **What are the stages of your project?**

La **Etapa Actual** se centra en la integración profunda de los motores de IA:

- **Fusión de Arquitecturas:** Estamos validando la interoperabilidad entre los módulos de segmentación de la escena, reconstrucción y posicionamiento 6D de los objetos, cuerpos y sus poses, a partir de una única imagen monocular RGB.
- **Pruebas de Funcionalidad:** El sistema ya logra generar reconstrucciones semánticas coherentes en entorno de laboratorio (offline), validando la viabilidad teórica de la fusión de datos.

Los **Próximos Pasos** dentro del programa IN3 (6 meses):

1. **Fase de Optimización y Tiempo Real (Meses 1-4):** Este es el desafío técnico principal. Migrar la arquitectura actual a un pipeline optimizado que permita la ejecución en tiempo real (reducción de latencia) sobre hardware Edge, resolviendo los cuellos de botella de memoria actuales.
2. **Fase de Prototipado en Campo (Meses 5-6):** Una vez logrado el tiempo real, desplegar el sistema en un entorno controlado (piloto interno) para calibrar la precisión de las métricas frente a la realidad física.

En Paralelo: Definición de la arquitectura de hardware final y análisis de patentes para proteger los algoritmos de fusión desarrollados

TO GO FURTHER...

- **What would you expect from the support program, both for yourself and for your project?**

Espero que el programa IN3 actúe como un **acelerador estratégico** para la industrialización de STAC, transformando el prototipo en un producto robusto y comercializable.

Para el Proyecto:

1. **Recursos de Ingeniería Edge:** Acceso a hardware de desarrollo industrial (como NVIDIA Jetson) para completar la migración de código y lograr la **optimización en tiempo real** (el desafío técnico más crítico).
2. **Protección de la Propiedad Intelectual (PI):** Asistencia legal para el análisis de patentabilidad de nuestros algoritmos de fusión de datos, asegurando que la tecnología STAC quede como un **activo estratégico** de Ingérop.
3. **Validación Operativa:** Facilidad de acceso a proyectos piloto para validar las métricas de precisión en campo real y bajo normativas correspondientes, completando la fase de 'Shadow Mode'.

A nivel personal:

1. **Transferencia de Know-How:** El apoyo logístico para trasladarme a la sede correspondiente de Ingérop, para llevar adelante el desarrollo del sistema, la transferencia de conocimiento y la creación productos basado en STAC.

2. **Validación Estratégica:** Apoyo de mentoría para validar la hoja de ruta comercial, priorizando las verticales de negocio (Transporte vs. Construcción) y definiendo la estrategia de precios de licenciamiento.

► **Who would be your ideal mentor within the Ingérop group?**

Mi mentor ideal sería un líder que posea la visión dual necesaria para este proyecto: un Director de la Unidad de Negocio de Transporte o de Infraestructura con visión estratégica de la próxima generación de seguridad, y un Director de Innovación o de Tecnología (CTO) que comprenda la arquitectura de sistemas complejos. Busco a alguien que pueda validar la estrategia comercial y, a la vez, el diseño de sistemas de alta complejidad.

► **Do you think you can find a sponsor within Ingérop?**

Sí. El patrocinio ideal sería dual:

1. **La Dirección de la Unidad de Negocio de Transporte:** Dada la aplicación principal de STAC en seguridad ferroviaria y mi rol actual, este sería el sponsor natural de la aplicación piloto (ej. **CAPS**).
2. **La Dirección de Innovación/Digital del Grupo:** Es fundamental para escalar STAC como plataforma transversal aplicable a las verticales de Construcción y Energía. Mi posición actual en proyectos de modernización de infraestructura facilita esta conexión estratégica con ambas direcciones.

► **Keywords to describe the project (please list words separated by semicolons).**

Inteligencia Espacial; Transporte Inteligente; Construcción 4.0; Rastreo 4D; Fusión 3D; Edge Computing; Seguridad Predictiva; Análisis Semántico; Gemelos Digitales; Telepresencia Inmersiva; Software as a Service; Visión Computacional

► **Do you have any visuals related to your project?**

See presentation in the appendix

► **External link(s) (LinkedIn, others...)**

*Ans **herewer**.*