

Presentación del patrocinador superior:

ALSTOM

Costo Total de Propiedad en la Industria Ferroviaria

38 Congreso Anual
Asamblea General de ALAMYS
16 al 20 de noviembre 2025 - Lima, Perú.



Costo Total de Propiedad (TCO) en la Industria Ferroviaria

38º Congreso anual
Asamblea General de ALAMYS
2025 - Lima, Perú

ALSTOM

Xavier Boisgontier

Director de Desarrollo de Negocios – América Latina



- Ingeniero eléctrico, miembro de Alstom desde 1998, con una destacada trayectoria internacional.
- A lo largo de su carrera, Xavier ha ocupado diversas posiciones de relevancia, entre las que destacan:
 - Director de Desarrollo de Negocios para la actividad de Servicios, incluyendo Operaciones y Mantenimiento, en Canadá y EE.UU
 - Director General para África Austral.
 - Director General para el Norte de América Latina, incluyendo Perú.
- Su experiencia multicultural se ha enriquecido al residir y trabajar en países como Francia, Canadá, Tailandia, Chile, España, México y Sudáfrica, lo que le ha permitido desarrollar una visión global y comprender los mercados internacionales.
- En Perú, Xavier ha participado en proyectos emblemáticos, como la Línea 1 del Metro de Lima.



Agenda

1. Alstom

Portafolio de Soluciones

Presencia de Alstom en América Latina

Principales proyectos de Alstom en América Latina

2. TCO: ¿por qué?

3. TCO: ¿cómo lograr el mejor beneficio?

4. Casos de Éxito

1 – Dinamarca | IC5

2 – Singapur | Circle Line Metro

3 – Chile | Corredor Rancagua

4 – Inglaterra | Elizabeth Line

5. TCO & Innovación

6. Conclusiones

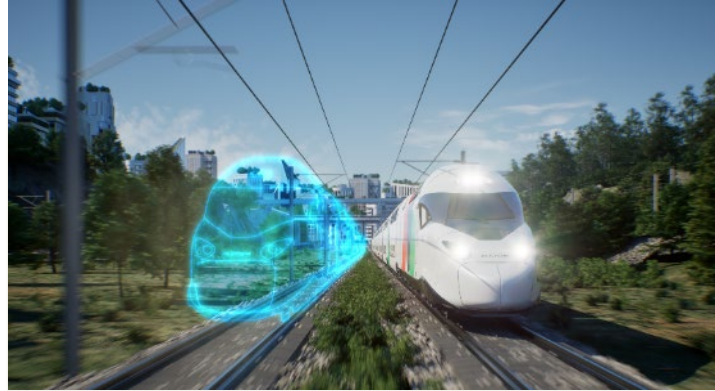
01

El Grupo Alstom

Alstom ofrece una cartera completa de productos para atender mejor a sus clientes



- Material rodante urbano (tranvías, people mover, monorraíl, metros)
- Material rodante interurbano (cercanías, regionales, alta velocidad)
- Locomotoras
- Componentes



- Señalización (interurbana, urbana, mercancías y minería, servicios)
- Sistemas llave en mano, infraestructura y telecomunicaciones
- Soluciones digitales (incluyendo IA y ciberseguridad)



- Soluciones de mantenimiento ferroviario
- Repuestos, reparaciones y revisión de componentes
- Rehabilitación y modernización
- Operaciones y mantenimiento

Estamos allí donde hay necesidades de movilidad

+86.000
empleados

184
nacionalidades

+223
centros de trabajo

63
países

+24.000
ingenieros

+150.000
vehículos en
servicio comercial



Al 31 de marzo de 2025

Alstom en América Latina

+6.000

empleados

2

Plantas de fabricación
de material rodante

+6.000 km

de señalización

>35 sitios

incluyendo **25**
talleres

9

países

+8.000

Coches producidos

Principales proyectos de Alstom en América Latina

Metro de São Paulo Línea 6



Tren Maya



Metro de Panama Lineas 1 y 2



Metro de Santiago Línea 7



Metro de Lima Línea 1



SBASE



Metro de Guadalajara Línea 3



Metro de Santo Domingo Líneas 1 y 2



02

TCO – ¿por qué?

Costo total de propiedad (TCO)

- El costo de adquisición suele ser el criterio principal para seleccionar material rodante, equipos o sistemas.
- Sin embargo, los costos operativos y de ciclo de vida son el gasto más significativo al poseer y operar equipos.
- En un periodo de 30 años de explotación, se debe considerar temas adicionales:
 - ✓ Obsolescencia
 - ✓ Disponibilidad de piezas a largo plazo
 - ✓ Actualizaciones tecnológicas y de software
- Los clientes consideran cada vez más el costo total de propiedad (TCO) y el valor a largo plazo antes de invertir



La adopción de un enfoque de TCO conduce a ahorros de costos, inversiones claramente definidas y eficiencia operativa

03

TCO: ¿ cómo lograr el mejor beneficio?

TCO: ¿ cómo lograr el mejor beneficio?

- “Costo total de propiedad”: costo total de adquisición + operación + mantenimiento de los activos durante todo su ciclo de vida
- Conduce a: ahorros de costos, inversiones "informadas" y eficiencia operativa.
- Se pueden considerar los siguientes elementos:

- Costo de adquisición
- Costo de mantenimiento (preventivo, correctivo, gran revisiones)
- Consumo de energía
- Obsolescencia
- Impacto en patio y talleres
- Impacto en la infraestructura
- Costo al final del ciclo de vida (“disposal”)

TCO

Costo de ciclo de vida (LCC)



- Costo del ciclo de vida (LCC) a través del Valor Actual Neto (VAN)
- Incluyendo la sensibilidad a los precios de la energía, la inflación y la obsolescencia tecnológica

TCO: ¿ cómo lograr el mejor costo-beneficio?

- Clientes que ya siguen este enfoque incluyen los metros de Londres, Sídney, París, Berlín, Santiago
- Algunos de ellos han adaptado su matriz de evaluación, por ejemplo:



XX% Precio de adquisición o valor actual neto



XX% Criterios técnicos



XX% Mantenibilidad



XX% Consumo de energía



XX% Disponibilidad

	Criteria 1 	Criteria 2 	Criteria 3 	Criteria 4 	Criteria 5 
Supplier 1					
Supplier 2					
Supplier 3					
Supplier 4					
Supplier 5					

El enfoque de TCO debe reflejarse en la matriz de evaluación

TCO: ¿ cómo lograr el mejor costo-beneficio?

- Optimización de los costos de adquisición: los fabricantes se centran en la estandarización y las especificaciones funcionales basadas en el desempeño
- Optimización del Costo de Ciclo de Vida: los proveedores ofrecen una amplia cartera de servicios con el objetivo garantizar un alto nivel de confiabilidad, un cronograma robusto y un presupuesto preciso
- Servicios de mantenimiento: desde el suministro de repuestos hasta la gestión completa de la flota
- Compromiso en cuanto a confiabilidad y disponibilidad: acceso a las últimas tecnologías
- Transferencia de riesgos hacia el proveedor de Material Rodante



TCO: ¿ cómo lograr el mejor costo-beneficio?

Alstom | Creación de Valor



Diseño modular: sustitución de componentes más fácil a lo largo del tiempo, mantenimiento simplificado



Eficiencia energética: recuperación de energía HESOP (subestaciones reversibles), diseños de trenes ligeros con reducción de energía de tracción de hasta en un 15-20%



Servicios de mantenimiento a largo plazo, TSSSA con garantías de desempeño



Mantenimiento predictivo (IA) HealthHub: detección de fallas antes de que ocurran, disminución de la cantidad de fallas en línea

Beneficios para los Clientes

Transparencia: certeza presupuestaria

Ahorro de costos: mantenimiento optimizado y ahorro de energía

Sostenibilidad

Mayor confiabilidad y disponibilidad

Eficiencia operativa

Prolongación de la vida útil de los activos

04

Casos de Éxito

Dinamarca | DSB IC5 y el Modelo TCO

- Cliente: Danske Statsbaner (DSB)
- Alcance: 100 trenes regionales + 70 opciones
- Contrato adjudicado en 2021
- **Modelo TCO a 30 años**
 - Suministro: base + opciones + simuladores
 - Mantenimiento completo incluyendo revisión de media vida: tarifa mensual + tarifa por kilometraje
 - Diseño de taller e instalación de equipos
 - Consumo de energía en kWh / año: operación comercial, fuera de operación comercial, HVAC
 - Deterioro de la vía
- **Requisitos: 97% de disponibilidad**
- Criterios de evaluación
 - Calidad 60%: experiencia del pasajero 30%, producto 30%, proyecto 20%, plan de mantenimiento 20%
 - **TCO 40%:** MR 40%, mantenimiento 40%, energía 15%, impacto en la vía 5%



Singapur | Circle Line Metro

- Cliente: Land Transport Authority (LTA)
- Alcance: Llave en mano MR + CBTC GOA4 + 16 años de LTSS
- Primer contrato adjudicado en 2000, con varias extensiones
- **Modelo de TCO a largo plazo**
 - Diseño de alta capacidad: hasta 42.000 pphpd, diseño modular de trenes que simplifica el mantenimiento y las actualizaciones
 - Sistemas de tracción energéticamente eficientes que reducen los costos de energía a largo plazo
 - Automatización (GoA4) que reduce los costos operativos al minimizar la intervención humana
 - Incluye integración de sistemas, señalización y control automático de trenes, reduciendo costos de integración futuros
 - Compromiso con soporte de servicio a largo plazo y el desempeño garantizado
 - Estabilidad de tarifas: reducción de OPEX mediante automatización y el mantenimiento predictivo
- **Alta tasa de confiabilidad y disponibilidad del 99.8%**
- **Criterios de evaluación**
 - Gasto de capital más bajo y gasto de operación a largo plazo (declarado explícitamente).
 - Garantías de fiabilidad y seguridad, incluido el rendimiento de un sistema totalmente automatizado.
 - Entrega y puesta en marcha rápidas con niveles de rendimiento de servicio garantizados.



Chile | Corredor Rancagua Xpress

- Cliente: Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE)
- Alcance: trenes eléctricos de cercanías + hasta 30 años de mantenimiento completo
- Contrato adjudicado en octubre de 2012 (primer lote)
- **Modelo TCO a 30 años:**
 - Decisión multicriterio con principios de costo total de propiedad (TCO)
 - Costos del ciclo de vida estimados a través de la metodología del valor actual neto (VAN)
 - Eficiencia energética (los trenes X'Trapolis consumen ~25% menos energía)
 - Estrategia de mantenimiento (mantenimiento preventivo y correctivo con revisiones de mitad de vida, 30 años con opción de renovación)
- **Criterios de evaluación en dos pasos**
 - Cumple/No Cumple: Evaluación técnica (rendimiento del tren, seguridad, accesibilidad), metodología del proyecto, cronograma de entrega y confiabilidad
 - Evaluación económica basada en un criterio de TCO de 30 años con modelo de VAN, incluido el suministro de MR + mantenimiento completo de 30 años + compromiso sobre el consumo de energía



Inglaterra | Elizabeth Line

- Cliente: Transport for London (TfL)
- Alcance: 66 trenes + Taller + Mantenimiento Completo
- Contrato adjudicado en 2014
- **Modelo TCO a 32 años:**
 - Valor Actual Neto a 32 años: 3 años de EPC + 29 de O&M
 - Plazo de entrega del Material Rodante
 - Taller de última tecnología + Mantenimiento
 - Mantenimiento integral, incluyendo limpieza y modernización
- **Alta disponibilidad: 97%**



05

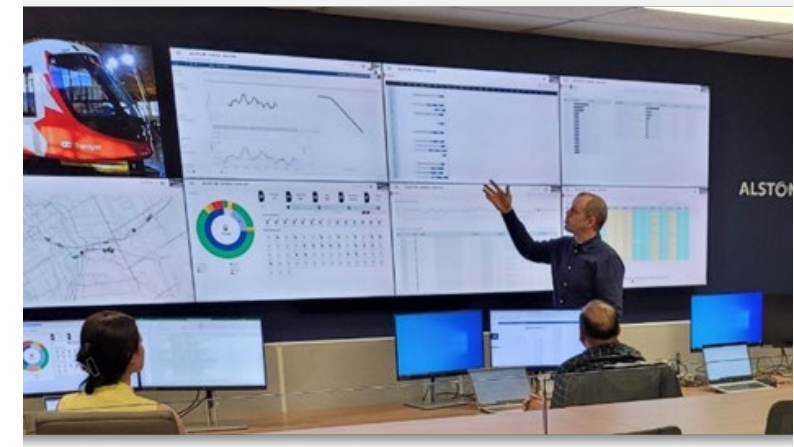
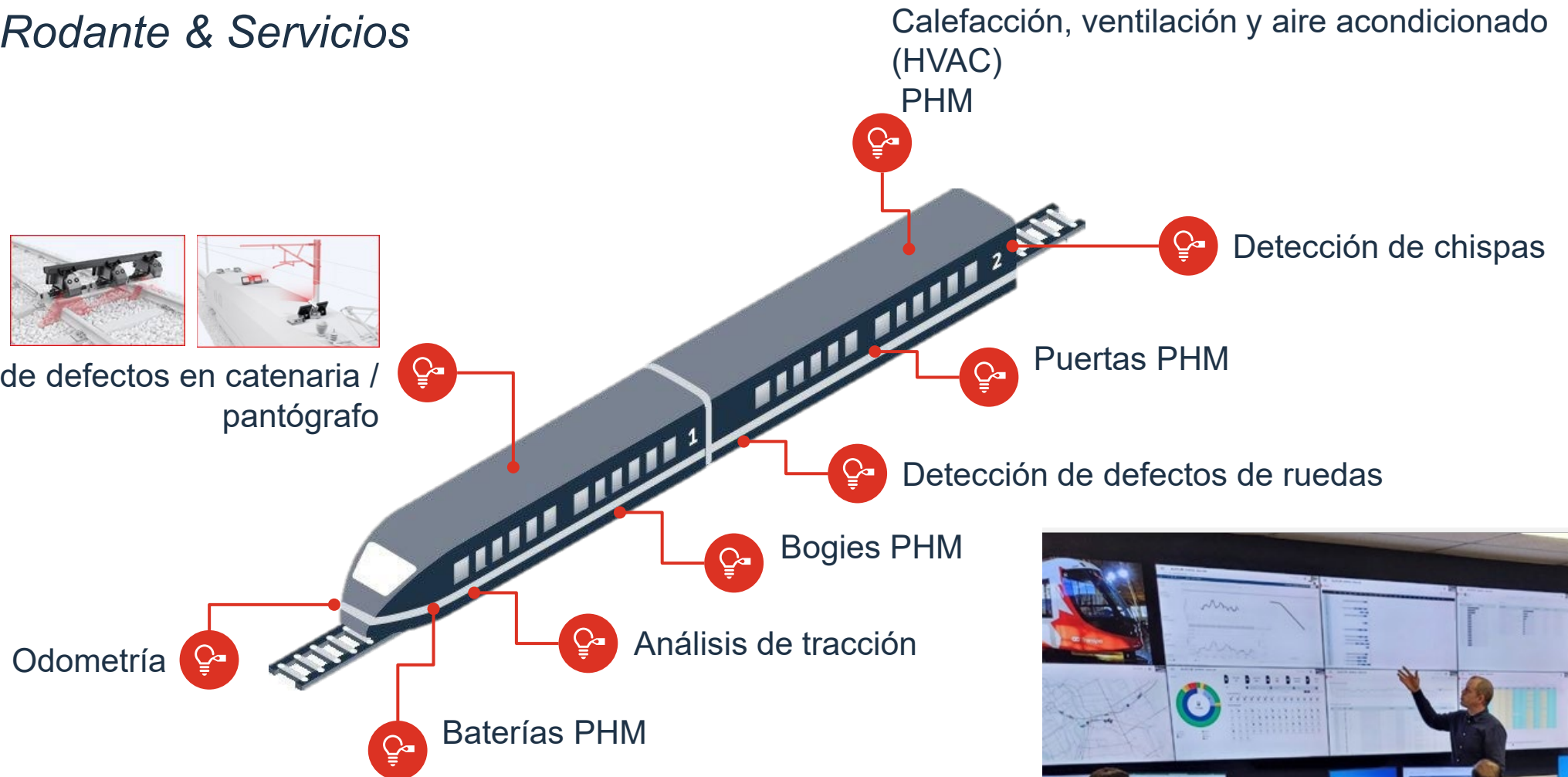
¿Cómo el TCO impulsa a los fabricantes a innovar de forma permanente?

Ciencia de datos e IA en Alstom

Material Rodante & Servicios



Detección de defectos en catenaria / pantógrafo



PHM = Prognostics & Health Management

Ciencia de datos e IA en Alstom

Señalización & Infraestructura



Análisis energético



IA para señalización de comunicación por radio

Gestión del estado de la máquina de llave

Diagnóstico y pronóstico de circuitos de seguimiento

Análisis de video:

- > Conteo de pasajeros
- > Aglomeración de andenes
- > Movilidad más saludable
- > Asistencia para discapacitados



Análisis de pasos a nivel



Gestión inteligente de flotas

Análisis de registros de señalización

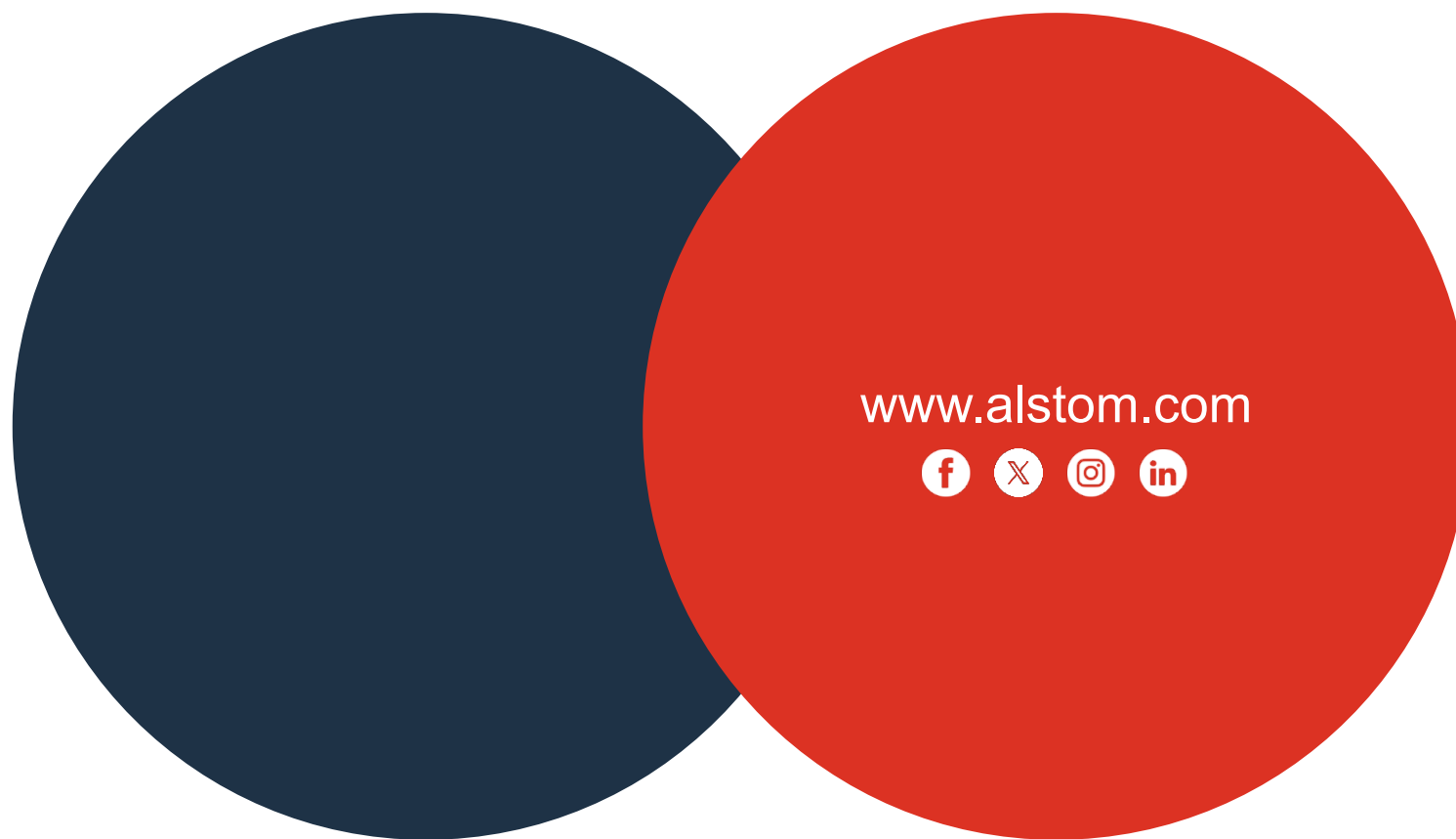
06

Conclusiones

Costo total de propiedad (TCO) | Beneficios

-  Transparencia
 - Visión completa de los costos del ciclo de vida desde el inicio
→ Menor riesgo de inversión, certeza presupuestaria
-  Ahorro de costos
 - Equilibrio óptimo entre costos de adquisición y de ciclo de vida
→ Mejor relación calidad-precio
-  Valor a largo plazo
 - Activos de alto valor: estabilidad y confiabilidad
-  Enfoque de ganar-ganar
 - Aplicar el enfoque TCO conduce a ahorros de costos, inversiones con menor riesgo y eficiencia operativa

¿Está su organización lista para maximizar el valor de sus activos con un enfoque TCO?



ALSTOM
• mobility by nature •