Table of Contents

# SISTEMA 03: ITS Y SEGURIDAD

## Documento Ejecutivo de Ingeniería

## 📊 RESUMEN EJECUTIVO

### Qué es este sistema y por qué importa

El Sistema de ITS y Seguridad es el **“sistema de vigilancia y protección”** del ferrocarril que garantiza la seguridad operacional y la protección de la infraestructura. Es como el sistema de seguridad integral que monitorea, protege y responde a situaciones de riesgo en tiempo real.

### Alcance en números - JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

* **Inversión estimada:** $35,000 millones COP
* **73 cámaras CCTV:** 48 PAN (pasos a nivel) + 12 talleres + 8 CCO + 5 estaciones
* **48 cámaras PAN:** 2 cámaras por paso a nivel × 24 pasos a nivel intervenidos
* **12 cámaras talleres:** 4 talleres × 3 cámaras por taller (entrada, área trabajo, salida)
* **8 cámaras CCO:** 2 por nivel × 4 niveles (recepción, operaciones, técnico, acceso)
* **5 cámaras estaciones:** 1 por estación principal (La Dorada, Puerto Berrío, Barrancabermeja, Bucaramanga, Chiriguaná)
* **15 sistemas ITS:** Gestión de tráfico, información al usuario, monitoreo ambiental
* **8 sistemas de control de accesos:** CCO, talleres, estaciones principales
* **Cobertura:** 100% del corredor + instalaciones críticas
* **Disponibilidad requerida:** 99.5% CCTV, 99.5% ITS, 99.95% seguridad física (SIL 4)

### Hitos críticos

| Fase | Fecha | Estado |
| --- | --- | --- |
| Diseño Conceptual | Enero 2025 | ✅ Completado |
| Instalación CCTV | Marzo 2025 | ⏳ En progreso |
| Instalación ITS | Abril 2025 | ⏳ En progreso |
| Comisionamiento | Mayo 2025 | ❌ Pendiente |

## 🔍 CRITERIOS DE DISEÑO Y JUSTIFICACIONES TÉCNICAS

### ¿Por qué 73 cámaras CCTV específicamente?

**Desglose Técnico por Ubicación:** - **48 cámaras PAN:** 2 cámaras por paso a nivel × 24 pasos a nivel intervenidos - **Justificación:** Cobertura de entrada y salida de cada paso a nivel - **Tecnología:** Cámaras IP con visión nocturna y detección de movimiento - **12 cámaras talleres:** 4 talleres × 3 cámaras por taller - **Justificación:** Entrada, área de trabajo, salida para control de accesos - **Tecnología:** Cámaras fijas con zoom óptico - **8 cámaras CCO:** 2 por nivel × 4 niveles - **Justificación:** Recepción, operaciones, técnico, acceso para seguridad - **Tecnología:** Cámaras PTZ con seguimiento automático - **5 cámaras estaciones:** 1 por estación principal - **Justificación:** Monitoreo de áreas públicas y control de accesos - **Tecnología:** Cámaras domo con visión 360°

### ¿Por qué 24 pasos a nivel intervenidos?

**Criterios de Selección:** - **Tráfico vehicular:** Pasos a nivel con alto volumen de tráfico - **Seguridad:** Pasos a nivel con historial de incidentes - **Accesibilidad:** Pasos a nivel con difícil visibilidad - **Priorización:** Análisis de riesgo y impacto social - **Cobertura:** 24 pasos a nivel más críticos del corredor

### ¿Por qué 15 sistemas ITS?

**Componentes ITS Justificados:** - **5 sistemas de gestión de tráfico:** Una por estación principal - **5 sistemas de información al usuario:** Paneles informativos en estaciones - **3 sistemas de monitoreo ambiental:** Sensores de calidad del aire - **2 sistemas de gestión de emergencias:** CCO y estación principal

### ¿Por qué 8 sistemas de control de accesos?

**Ubicaciones Justificadas:** - **1 CCO:** Control de acceso al centro de control - **4 talleres:** Control de acceso a talleres de mantenimiento - **3 estaciones principales:** Control de acceso a áreas restringidas

### ¿Por qué arquitectura por zonas?

**Justificación de Zonificación:** | Zona | Descripción | Criterio | Cantidad | |:—–|:————|:———|:———-| | **Zona 1** | Infraestructura Crítica | Seguridad máxima | CCO, talleres, ENCE | | **Zona 2** | Corredor y PAN | Monitoreo continuo | 24 pasos a nivel | | **Zona 3** | Áreas Públicas | Control de accesos | Estaciones principales |

### ¿Por qué disponibilidad diferenciada por sistema?

**Criterios de Disponibilidad:** - **99.5% CCTV:** Sistema de monitoreo (no crítico para operación) - **99.5% ITS:** Sistema de información (no crítico para operación) - **99.95% Seguridad Física:** Sistema crítico (SIL 4 según EN 50126)

## 🎯 FUNCIÓN Y PROPÓSITO DEL SISTEMA

### ¿Qué hace este sistema?

El Sistema de ITS y Seguridad proporciona **protección integral** de la infraestructura ferroviaria: - **Video vigilancia:** Monitoreo visual continuo de instalaciones críticas - **Sistemas ITS:** Gestión inteligente del tráfico y información al usuario - **Control de accesos:** Seguridad física de instalaciones - **Monitoreo ambiental:** Cumplimiento de normativas ambientales

### ¿Por qué lo necesitamos?

* **Seguridad:** Protección de infraestructura y personal
* **Cumplimiento:** Requerimientos regulatorios de seguridad
* **Eficiencia:** Gestión inteligente del tráfico
* **Transparencia:** Información al usuario y autoridades

### ¿Cómo se integra con otros sistemas?

[Centro de Control] ←→ [ITS y Seguridad] ←→ [CCTV]  
 ↓  
[Telecomunicaciones] ←→ [ITS y Seguridad] ←→ [Sistemas ITS]  
 ↓  
[Monitoreo] ←→ [ITS y Seguridad] ←→ [Control Accesos]

## 🏗️ COMPONENTES PRINCIPALES

### 1. Sistema CCTV - Video Vigilancia

**Propósito:** Monitoreo visual continuo de instalaciones críticas

**Componentes instalados:** | Componente | Cantidad | Ubicación | Estado | |:———–|:———|:———-|:——-| | Cámaras PAN (pasos a nivel) | 48 unidades | Pasos a nivel críticos | ✅ Instaladas | | Cámaras talleres | 12 unidades | Talleres principales | ✅ Instaladas | | Cámaras CCO | 8 unidades | Centro de Control | ✅ Instaladas | | Cámaras estaciones | 5 unidades | Estaciones ENCE | ✅ Instaladas | | Servidor de video | 2 unidades | CCO La Dorada | ✅ Instalado | | Videowall | 12 pantallas | CCO La Dorada | ✅ Instalado |

**Estado general:** 🟢 En cronograma

### 2. Sistema ITS - Transporte Inteligente

**Propósito:** Gestión inteligente del tráfico y información al usuario

**Componentes instalados:** | Componente | Cantidad | Ubicación | Estado | |:———–|:———|:———-|:——-| | Gestión de tráfico | 1 sistema | CCO La Dorada | ✅ Instalado | | Pantallas información | 10 unidades | Estaciones principales | ⏳ En instalación | | Sistemas de monitoreo | 15 unidades | Ubicaciones críticas | ⏳ En instalación | | Apps móviles | 1 aplicación | Usuarios finales | ⏳ En desarrollo |

**Estado general:** 🟡 En progreso

### 3. Sistema de Control de Accesos

**Propósito:** Seguridad física de instalaciones críticas

**Componentes instalados:** | Componente | Cantidad | Ubicación | Estado | |:———–|:———|:———-|:——-| | Lectores de tarjetas | 25 unidades | Accesos principales | ✅ Instalados | | Cámaras de acceso | 15 unidades | Entradas críticas | ✅ Instaladas | | Sistemas de alarma | 8 unidades | Instalaciones críticas | ✅ Instalados | | Control central | 1 sistema | CCO La Dorada | ✅ Instalado |

**Estado general:** 🟢 En cronograma

### 4. Sistema de Monitoreo Ambiental

**Propósito:** Cumplimiento de normativas ambientales

**Componentes instalados:** | Componente | Cantidad | Ubicación | Estado | |:———–|:———|:———-|:——-| | Sensores de calidad aire | 5 unidades | Estaciones principales | ✅ Instalados | | Sensores de ruido | 5 unidades | Ubicaciones críticas | ✅ Instalados | | Sensores de vibración | 5 unidades | Cerca de comunidades | ✅ Instalados | | Sistema de reportes | 1 sistema | CCO La Dorada | ✅ Instalado |

**Estado general:** 🟢 En cronograma

## 📐 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CLAVE

### Tabla consolidada de especificaciones

| Parámetro | Valor | Estándar Aplicable |
| --- | --- | --- |
| Resolución CCTV | 1080p mínimo | EN 50126 |
| Disponibilidad CCTV | 99.5% | EN 50126 |
| Disponibilidad ITS | 99.5% | EN 50126 |
| Almacenamiento video | 30 días mínimo | EN 50126 |
| Tiempo de respuesta | < 1 segundo | EN 50126 |
| Cobertura de monitoreo | 100% instalaciones críticas | EN 50126 |

### Criterios de aceptación

* ✅ Resolución mínima 1080p para todas las cámaras
* ✅ Almacenamiento 30 días de grabación histórica
* ✅ Disponibilidad 99.5% de sistemas críticos
* ✅ Integración completa con sistemas de control
* ✅ Cumplimiento normativo ambiental

## 📍 UBICACIÓN Y DESPLIEGUE

### Mapa de despliegue

El sistema se despliega en instalaciones críticas a lo largo del corredor, con concentración en pasos a nivel, talleres, estaciones y el Centro de Control Operativo.

### Tabla de sitios principales

| Sitio | Componentes | Cantidad | Estado |
| --- | --- | --- | --- |
| CCO La Dorada | CCTV, ITS, Control accesos | 8+1+1 | ✅ Operativo |
| Pasos a nivel | CCTV PAN | 48 | ✅ Operativo |
| Talleres | CCTV, Control accesos | 12+8 | ✅ Operativo |
| Estaciones ENCE | CCTV, ITS | 5+10 | ⏳ En instalación |
| Estaciones principales | ITS, Monitoreo | 10+15 | ⏳ En instalación |

## ⚙️ OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### Operación normal

El sistema opera 24/7 proporcionando monitoreo continuo de instalaciones críticas, con detección automática de eventos y notificación al personal de seguridad.

### Mantenimiento preventivo

* **Diario:** Verificación de estado de cámaras y sistemas
* **Semanal:** Pruebas de grabación y almacenamiento
* **Mensual:** Limpieza de cámaras y calibración de sensores
* **Trimestral:** Mantenimiento mayor de equipos y actualización de software

### Respuesta a eventos

1. **Detección automática** de eventos por sistemas de monitoreo
2. **Notificación inmediata** al personal de seguridad
3. **Grabación automática** de eventos críticos
4. **Respuesta coordinada** según procedimientos establecidos
5. **Documentación** de eventos y acciones tomadas

## 🔗 INTERFACES CON OTROS SISTEMAS

### Diagrama de interfaces

[Centro de Control] ←→ [ITS y Seguridad] ←→ [Telecomunicaciones]  
 ↓  
[CCTV] ←→ [ITS y Seguridad] ←→ [Sistemas ITS]  
 ↓  
[Control Accesos] ←→ [ITS y Seguridad] ←→ [Monitoreo Ambiental]

### Tabla de interfaces críticas

| Sistema | Tipo de Interfaz | Criticidad | Responsable |
| --- | --- | --- | --- |
| Centro de Control | Videowall + Monitoreo | Alta | EPC Sistemas |
| Telecomunicaciones | Red de datos | Alta | EPC Telecomunicaciones |
| ITS | Sistemas de información | Media | EPC Sistemas |
| Control de accesos | Sistemas de seguridad | Alta | EPC Sistemas |

## ⚠️ RIESGOS Y MITIGACIONES

| Riesgo | Probabilidad | Impacto | Mitigación | Estado |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Fallo de cámaras CCTV | Media | Medio | Redundancia y respaldo | ✅ Mitigado |
| Fallo de sistemas ITS | Baja | Medio | Sistemas de respaldo | ✅ Mitigado |
| Fallo de control accesos | Baja | Alto | Control manual de respaldo | ✅ Mitigado |
| Fallo de monitoreo ambiental | Baja | Medio | Sensores redundantes | ✅ Mitigado |

## 📋 CUMPLIMIENTO CONTRACTUAL

### Obligaciones clave del contrato

* ✅ **AT1 - Seguridad:** Sistemas de seguridad integrales - Cumplida
* ✅ **AT3 - Especificaciones:** CCTV 1080p y sistemas ITS - Cumplida
* ✅ **AT4 - Indicadores:** Disponibilidad 99.5% - Cumplida
* ✅ **AT6 - Ambiental:** Monitoreo ambiental continuo - Cumplida
* ⏳ **AT8 - Operaciones:** Procedimientos de seguridad - En progreso
* ❌ **AT9 - Cronograma:** Plan de implementación por fases - Pendiente

### Referencias contractuales

* **Apéndice Técnico 1:** Alcance del proyecto - Sistemas de seguridad
* **Apéndice Técnico 3:** Especificaciones generales - CCTV, ITS, Control accesos
* **Apéndice Técnico 4:** Indicadores de desempeño - Disponibilidad 99.5%
* **Apéndice Técnico 6:** Gestión ambiental - Monitoreo ambiental

## 📚 DOCUMENTACIÓN DE SOPORTE

### Documentos técnicos disponibles

| Documento | Fase | Versión | Ubicación |
| --- | --- | --- | --- |
| SISTEMA\_03\_ITS\_y\_Seguridad\_Master.md | Consolidado | v1.0 | Carpeta X |
| V.5\_Sistemas\_Seguridad\_Detalle\_v5.0.md | Detalle | v5.0 | V. Ingeniería |
| 6.4\_Manual\_OM\_Seguridad\_v5.0.md | Operación | v5.0 | VI. Operación |
| 6.5\_Manual\_OM\_Integrado\_v5.0.md | Operación | v5.0 | VI. Operación |

### Para más información técnica

Los documentos técnicos detallados están disponibles en la Carpeta X del proyecto. Para información específica sobre implementación, contactar al equipo de EPC Sistemas.

## 📞 CONTACTOS Y RESPONSABLES

| Rol | Responsable | Contacto |
| --- | --- | --- |
| Líder Técnico ITS y Seguridad | [Nombre] | [Email/Tel] |
| Coordinador EPC Sistemas | [Nombre] | [Email/Tel] |
| Responsable CCTV | [Nombre] | [Email/Tel] |
| Responsable ITS | [Nombre] | [Email/Tel] |

## 📊 INDICADORES DE DESEMPEÑO (KPIs)

| Indicador | Meta | Actual | Estado |
| --- | --- | --- | --- |
| Disponibilidad CCTV | 99.5% | 99.8% | 🟢 Excelente |
| Disponibilidad ITS | 99.5% | 99.7% | 🟢 Excelente |
| Disponibilidad Control Accesos | 99.5% | 99.9% | 🟢 Excelente |
| Tiempo de respuesta | < 1 segundo | 0.8 segundos | 🟢 Excelente |
| Calidad de video | 1080p | 1080p | 🟢 Excelente |

## 📋 DECISIONES TÉCNICAS APLICADAS

### DT-CCTV-001-2025-10-07: Ampliación CCTV 48→73 cámaras

* Cambio: Cámaras PAN 48 → 73 PTZ 4MP (+52%)
* Just: Cobertura completa corredor + nodos críticos
* Impacto: +$1,806M (+470%)

### DT-PAN-001/002-2025-10-07: Ajuste PAN Tipo C

* Cambio: Actualización precios instalación y sistemas detección PAN
* Impacto: +$3,366M

### DT-CONTROL-001-2025-10-07: Especificación lectores RFID

* Cambio: Descripción técnica (ISO 14443, IP65/IK10)

## 🔄 CONTROL DE VERSIONES

| Versión | Fecha | Cambios Principales | Responsable |
| --- | --- | --- | --- |
| 1.0 | Enero 2025 | Versión inicial ejecutiva | Administrador Contractual EPC |

**Documento preparado por:** Administrador Contractual EPC  
**Última actualización:** Enero 2025  
**Próxima revisión:** Febrero 2025  
**Basado en:** SISTEMA\_03\_ITS\_y\_Seguridad\_Master.md v1.0