

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA REDUCCIÓN DE LA CONGESTIÓN Y DE LA VULNERABILIDAD EN LA RED BÁSICA TRANSEUROPEA (TEN-T), EN LOS ACCESOS A LOS ELEMENTOS Y NODOS DEL CORREDOR ATLÁNTICO EN BILBAO Y EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BIZKAIA: MALLADO DE LA RED MEDIANTE LA CONEXIÓN BI-637 CON A-8, VSM/E-70 Y BI-628 ENTRE MÁRGENES



Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

Control de firmas

Realizado	Revisado	Supervisor de la Disciplina	Supervisor General	Aprobado
Asier Angulo (SENER)	Jose Ramón Merino (SENER)	Carlos Briones (SENER)	Eduardo Rivero (SENER)	Eduardo Rivero (SENER)
Fecha y Firma	Fecha y Firma	Fecha y Firma	Fecha y Firma	Fecha y Firma
No precisa firma si está aprobado electrónicamente mediante ruta				

Información del Documento	
Código Documento	TSL-IT-DB-01-01-AN-00010
Revisión	00

Registro de cambios

Rev	Fecha	Autor	Sección afectada	Cambios
00	31/10/2022	(SENER)	Todas	Versión Inicial

ÍNDICE

1	ACRÓNIMOS	7	5.4.6 Cámaras fijas DAI - interior.....	31
2	INTRODUCCION	7	5.4.7 Equipos del centro de control.....	32
2.1	Características principales del túnel	7	5.5 Interconexión con otros sistemas.....	32
2.2	Decreto Foral de Seguridad de Túneles de Carreteras	7	6 SISTEMAS DE COMUNICACIONES	33
2.3	Clasificación del túnel	8	6.1 Sistema de Postes SOS.....	33
2.4	Objetivo de las instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control.....	8	6.1.1 Funcionalidades	33
2.5	Objetivo del sistema de Gestión Centralizada.....	8	6.1.2 Arquitectura	34
3	NORMAS Y RECOMENDACIONES CONSIDERADAS.....	9	6.1.3 Equipamiento del sistema	34
4	SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁFICO	11	6.1.4 Interconexión con otros sistemas.....	36
4.1	Arquitectura	12	6.2 Sistema de Megafonía	36
4.2	Señalización dinámica	14	6.2.1 Funcionalidades	36
4.2.1	Paneles de mensajería variable (PMV).....	15	6.2.2 Arquitectura	37
4.2.2	Señal aspa-flecha (SAF)	17	6.2.3 Equipamiento del sistema	37
4.2.3	Señal de Control de Velocidad (CLV)	18	6.2.4 Interconexión con otros sistemas.....	39
4.2.4	Semáforos tipo RAV (SEM)	19	6.3 Radiocomunicaciones.....	39
4.2.5	Barreras Automáticas (BAR)	20	6.3.1 Funcionalidades	39
4.3	Control de gálibo	20	6.3.2 Arquitectura	40
4.4	Sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos.....	21	6.3.3 Equipamiento del sistema	41
4.5	Control ambiental	22	6.3.4 Sistema de captación de señales	41
4.6	Señal activa con Radar	23	6.3.5 Sistema de procesamiento y transmisión de señales al interior del túnel (Rack Maestro).....	42
4.7	Interconexión con otros sistemas	23	6.3.6 Sistema de amplificación y transmisión de señales en el interior del túnel (Rack Esclavo) 42	
5	SISTEMA CCTV Y DAI.....	24	6.3.7 Sistema de radiación de señales en el interior del túnel	42
5.1	Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)	25	6.3.8 Interconexión con otros sistemas.....	43
5.2	Sistema de Detección Automática de Incidentes (DAI)	25	7 SISTEMA DE CONTROL CENTRALIZADO, REDES Y CENTRO DE CONTROL	43
5.3	Arquitectura	26	7.1 Descripción funcional	43
5.3.1	Sistema CCTV	26	7.2 Arquitectura del Sistema de Control Centralizada	43
5.3.2	Sistema DAI	26	8 NIVEL 0 - NIVEL DE CAMPO	44
5.4	Equipamiento y ubicación de equipos.....	28	8.1 Aspectos generales del Nivel de Campo	44
5.4.1	Cámaras DOMO PTZ HD IP - Exterior	28	8.1.1 Señales a controlar por cada uno de los sistemas	44
5.4.2	Cámaras DOMO PTZ HD IP - Interior.....	28	8.1.2 Suministro de energía para los equipos de SVC	45
5.4.3	Cámaras DOMO PTZ HD IP - Salidas y Galerías de Evacuación	29	8.1.3 Sistema de control	45
5.4.4	Cámaras térmicas - Exterior.....	29	8.2 Sistema de Señalización de Tráfico	50
5.4.5	Cámaras térmicas - Interior	30	8.2.1 Elementos e integración de señales del sistema	50
			8.3 Sistema de Control de Gálibo	53
			8.3.1 Elementos del sistema	53

8.3.2 Integración señales	54
8.4 Sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos	54
8.4.1 Elementos del sistema	54
8.4.2 Integración señales	55
8.5 Sistema de Iluminación	55
8.5.1 Elementos del sistema	55
8.5.2 Integración señales	55
8.6 Sistema de ventilación	56
8.6.1 Elementos del sistema	56
8.6.2 Integración señales	56
8.7 Sistema de Energía	57
8.7.1 Elementos del sistema	57
8.7.2 Integración señales	57
8.8 CCTV y DAI	59
8.8.1 Elementos del sistema	59
8.8.2 Integración señales	59
8.9 Sistema de Extinción de incendios	59
8.9.1 Elementos del sistema	59
8.9.2 Integración señales	59
8.9.3 Extinción de incendios en locales técnicos	60
8.10 Sistema de Postes SOS	60
8.10.1 Elementos del sistema	60
8.10.2 Integración señales	61
8.11 Megafonía	61
8.11.1 Elementos del sistema	61
8.11.2 Integración señales	61
8.12 Radio	61
8.12.1 Elementos del sistema	61
8.12.2 Integración señales	62
8.13 Climatización en cuartos técnicos	62
8.13.1 Elementos del sistema	62
8.13.2 Integración señales	62
8.14 Galerías Emergencia	62
8.14.1 Elementos e integración de señales del sistema	62
8.15 Salidas de Evacuación	63
8.15.1 Elementos e integración de señales del sistema	63

9 NIVEL 1 - NIVEL DE CONTROL Y COMUNICACIONES	65
9.1 Introducción	65
9.1.1 Conectividad con Centro de Control	65
9.1.2 Descripción de la red IP	65
9.1.3 Justificación de Anchos de Banda y puertos	67
9.1.4 Contabilidad de Equipamiento de Red	67
9.1.5 Cableado utilizado para la red de comunicaciones	69
9.1.6 Modificaciones en nodos de red IP existentes de la DFB:	75
9.2 Red de Control	76
9.2.1 Descripción de la red Control	76
9.2.2 Sistemas de control	76
9.2.3 Arquitectura del sistema de control	76
9.2.4 Contabilidad de Equipamiento de Control	78
10 NIVEL 2 - NIVEL DE SUPERVISIÓN Y OPERACIÓN	80
10.1 Arquitectura de control de los sistemas de túnel	80
10.2 Aplicación de Gestión Centralizada	81
10.2.1 Escenario actual	81
10.2.2 Requerimientos funcionales	81
10.2.3 Sistema de señalización de tráfico	81
10.2.4 Sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos	82
10.2.5 Estaciones meteorológicas	82
10.2.6 Sistema de iluminación	82
10.2.7 Sistema de ventilación	83
10.2.8 Sistema de Energía	85
10.2.9 CCTV y DAI	85
10.2.10 Sistema de extinción de incendios	86
10.2.11 Sistema de Postes SOS	86
10.2.12 Megafonía	86
10.2.13 Radio	87
10.2.14 Sistema de control	87
10.3 Videograbadores	87
10.3.1 Escenario actual	87
10.3.2 Nuevo escenario	87
11 NIVEL 3 - NIVEL DE ORGANIZACIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL TÚNEL	88

FIGURAS

Figura 1: Clasificación de túneles en servicio atendiendo al nivel de servicio y longitud.....	8
Figura 2: Arquitectura del sistema de control centralizado.....	13
Figura 3: Modelos de armario a instalar	13
Figura 4: Criterios generales de conexionado equipos de tráfico	14
Figura 5: Señalización Accesos. Fuente DFST.....	14
Figura 6: Señalización Túnel Unidireccional. Fuente DFST (no se considera la señalización en sentido contrario al tráfico).....	15
Figura 7: PMV 2G+·3L12C Carretera Tipo Autovía.....	16
Figura 8: PMV Urbano (1G+·3L12C) Zona Getxo	16
Figura 9: PMV 2G+·3L12C Corredor de Ballonti.....	16
Figura 10: PMV 2G+·3L12C Carretera Tipo Autovía	17
Figura 11: Señales Aspa-Flecha (4 pictogramas)	17
Figura 12: Señales Aspa-Flecha (2 pictogramas)	17
Figura 13: Ejemplo de señales de Control de Velocidad (CLV).....	18
Figura 14: Esquema de un sistema de control de gálibo	20
Figura 15: Sensor de Variables Atmosféricas en Carreteras (SEVAC).....	23
Figura 16: Alineación y orientación de la señal activa de radar	23
Figura 17: Proceso y reacción en tiempo del sistema de Detección Automática de Incidentes	26
Figura 18: Poste SOS interior de túnel	34
Figura 19: Poste SOS exterior de túnel	34
Figura 20: Escala STI-PA.....	36
Figura 21: Esquema del sistema de retransmisión hacia cable Radiante.....	40
Figura 22: Esquema del sistema de radiocomunicaciones	40
Figura 23: Rack Maestro y Esclavo Radiocomunicaciones	41
Figura 24: Título pie de foto	44
Figura 25: Esquema de la ubicación de los locales técnicos	46
Figura 26: Planta local técnico 1 (LT1)	46
Figura 27: Dispositivos de control y comunicaciones local técnico 1 (LT1).....	47
Figura 28: Ubicación Racks Sala Comunicaciones local técnico 2 y 3 (LT2 -LT3)	47
Figura 29: Dispositivos de control y comunicaciones local técnico 2 y 3 (LT2 - LT3).....	47
Figura 30: Planta local técnico 4 (LT1)	48
Figura 31: Dispositivos de control y comunicaciones local técnico 4 (LT4).....	48
Figura 32: Señales Aspa-Flecha (4 pictogramas)	50
Figura 33: Señales Aspa-Flecha (2 pictogramas)	51
Figura 34: Ejemplo de señales de Control de Velocidad (CLV).....	51
Figura 35 : Esquemas de comunicaciones de Barreras.	53

Figura 36 : Esquema de comunicaciones de Gálibo.	54
Figura 37 : Esquema de comunicaciones de sistema de aforo.	54
Figura 38: Esquema de integración de sistema de aforo.....	55
Figura 39 : Algoritmo de regulación de alumbrado.	55
Figura 40: Esquema de equipos del sistema de ventilación	56
Figura 41 : Esquemas de cableado de poste SOS exterior.	61
Figura 42: Esquema del sistema de radiocomunicaciones con integración de mensajes de emergencia.....	62
Figura 43: Esquema de la señalización en las salidas a las galerías de evacuación.....	63
Figura 44: Esquema de la señalización en las salidas a las galerías de evacuación.....	64
Figura 45: Esquema y Topología de la red de comunicaciones.....	66
Figura 46: Derivaciones de la fibra (T-BAL)	70
Figura 47: Derivaciones de la fibra (T-ART).....	73
Figura 48: Topología de la red de Control.....	77
Figura 49 : Arquitectura centro de control MKZ.....	80

TABLAS

Tabla 1: Acrónimos.....	7
Tabla 2: Equipamiento de gestión de tráfico especificado en el DFST	12
Tabla 3: Propuesta de conexionado de los diferentes equipos de campo para la gestión de tráfico.	14
Tabla 4: Tipología de información a mostrar en los PMV	15
Tabla 5: Tiempo de reconocimiento carácter en función de altura carácter y velocidad 80 Km/h.....	15
Tabla 6: Tiempo de reconocimiento carácter en función de altura carácter y velocidad 50 Km/h.....	16
Tabla 7: Equipamiento de CCTV y DAI túnel subfluvial de Lamiako.....	25
Tabla 8: Equipamiento de comunicaciones especificado en el DFST	33
Tabla 9: Ubicación UPD sentido Artaza	49
Tabla 10: Ubicación UPD sentido Ballonti	49
Tabla 11: Ubicación UPD exteriores Boca Ballonti	49
Tabla 12: Ubicación UPD exteriores Boca Artaza	49
Tabla 13: PMV 2G+3L12C en pórtico visitable	50
Tabla 14: PMV 1G+3L12C Urbano en banderola	50
Tabla 15: PMV 2G+3L12C en soporte tipo U.....	50
Tabla 16: PMV 1G+3L12C A/A interiores.....	50
Tabla 17: SAF 4 pictogramas	50
Tabla 18: SAF 2 pictogramas	51
Tabla 19: CLV	52
Tabla 20: SEM	53

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

Tabla 21: BAR 53

Tabla 22: Señal radar indicadora de velocidad 53

Tabla 23: Galibo y Señales Ocultas..... 54

Tabla 24: Espiras, Detectores y ETD 55

Tabla 25:Necesidades de ancho de banda CCTV en anillo de túnel 67

Tabla 26: Necesidades de ancho de banda Totales enanillo de acceso 67

Tabla 27: Ubicación de los nodos de la red de comunicaciones multiservicio IP de Túnel 69

Tabla 28: Señales y Tarjetas E/D Tipo 1..... 78

Tabla 29: Señales y Tarjetas E/D Tipo 2..... 78

Tabla 30: Señales y Tarjetas E/D Tipo 3..... 78

Tabla 31: Señales y Tarjetas E/D Local Técnico 79

Tabla 32: Listado PLC y UPS 79

Tabla 33: Necesidades de almacenamiento grabaciones CCTV 88

1 ACRÓNIMOS

Con el objetivo de facilitar la comprensión del documento, a continuación, se incluye una tabla con una lista de las siglas y acrónimos utilizadas en el documento y su significado:

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
AARR	Análisis de Riesgo
CCTV	Circuito cerrado de televisión
DAI	Detección Automática de Incidentes
DFB	Diputación Foral de Bizkaia
DFST	Decreto Foral de Seguridad en Túneles
HCM	Highway Capacity Manual
HVAC	Heating, Ventilation & Air Conditioning (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado)
IMD	Intensidad Media Diaria
IR	Índice de Riesgo
IT	Instrucción Técnica de Seguridad y Explotación de Túneles de Carretera de Bizkaia
MARTBI	Metodología de Análisis de Riesgo en Túneles de la Red de Carreteras de Bizkaia
MMPP	Mercancías Peligrosas
PCI	Protección Contra Incendios
PMV	Panel de Mensajería Variable
PLC	Programmable Logic Controllers (Controlador Lógico Programable)
PIARC	Asociación Mundial de la Carretera
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (Control Supervisor y Adquisición de Datos)
UPD	Unidad de Periferia Distribuida
RGZ	Ramal Getxo-Zugatzarte
RLA	Ramal La Avanzada
RUK	Ramal Uribe Kosta
Artaza E	Exterior del túnel dirección Artaza
Ballonti E	Exterior del túnel dirección Ballonti

Tabla 1: Acrónimos

2 INTRODUCCION

El propósito del presente documento es describir los Sistemas de Seguridad, Vigilancia y Control con que se dotará al Túnel subfluvial de Lamiako. También se describe el Sistema de Gestión Centralizada, así como las integraciones necesarias para comunicarse y controlar no solo los equipos de seguridad, vigilancia y control, sino también los de equipos de energía, iluminación, ventilación, HVAC y PCI.

Los túneles carreteros son puntos de la red viaria que presentan una menor incidentalidad que el resto de las carreteras, sin embargo, las condiciones particulares que presentan hacen que las consecuencias de cualquier incidente que ocurra en su interior puedan tener una repercusión muy superior a la que tendría en una carretera a cielo abierto. Debido a ello, los túneles carreteros están dotados de una mayor cantidad de equipos de Seguridad, Vigilancia y Control.

2.1 Características principales del túnel

Las características principales del túnel subfluvial de Lamiako son:

- Longitud: 3.200 m.
- Tráfico unidireccional
- Dos (2) tubos con dos carriles de circulación cada uno
- Las entradas y salidas en la zona de Getxo - Leioa son unidireccionales de un carril
- Existen bifurcaciones en el interior del túnel y zonas de tres carriles en ellas
- Doce (12) galerías de interconexión entre tubos que sirven de galería de evacuación y dos (2) galerías de evacuación al exterior en la zona de Getxo - Leioa. Tres (3) de las galerías de interconexión entre tubos permiten el paso de vehículos, mientras que el resto son exclusivamente para peatones.
- Túnel de carácter urbano.

2.2 Decreto Foral de Seguridad de Túneles de Carreteras

La Diputación Foral de Bizkaia elaboró una Norma Foral de Seguridad de Túneles de Carreteras y, posteriormente, se aprobó el Decreto Foral 135/2006, de 23 de agosto, sobre Seguridad de Túneles en Carreteras, en adelante DFST, como una norma de seguridad de túneles, para la explotación y con instrucciones técnicas para el diseño seguro de los túneles dentro del Territorio Histórico de Bizkaia.

El DFST define con precisión las disposiciones y especificaciones de carácter técnico referentes a las Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control para el túnel subfluvial Lamiako.

El presente documento sigue las disposiciones y especificaciones técnicas que se recogen en el DFST, verificando, aunque no sea de obligado cumplimiento, que se cumple con las disposiciones recogidas en la Directiva Europea 2004/54/CE y el Real Decreto Español 635/2006.

Las soluciones planteadas parten de las bases establecidas en el DFST, con el criterio fundamental de la seguridad de las personas, previniendo las situaciones de riesgo que puedan poner en peligro la vida humana, el medio ambiente o la infraestructura del túnel, y proporcionando los requisitos necesarios para mitigar las posibles consecuencias de una situación de riesgo, permitiendo que las personas involucradas puedan ponerse a salvo a sí mismas y que los usuarios de la carretera puedan intervenir inmediatamente, asegurando una acción eficaz por parte de los servicios de emergencia, protegiendo el medio ambiente y limitando los daños materiales.

2.3 Clasificación del túnel

El DFST clasifica los túneles en tres tipos: I, II y III en función de los siguientes parámetros:

- Longitud del túnel
- El volumen de tráfico soportado o que se prevé que soporte el túnel, incluyendo la probabilidad y frecuencia de congestión de tráfico dentro del túnel
- Sentido de la circulación por tubo, único o doble
- Otros factores de riesgo relevantes: pendiente del túnel, trazado, existencia de incorporaciones o salidas cerca de sus bocas, etc

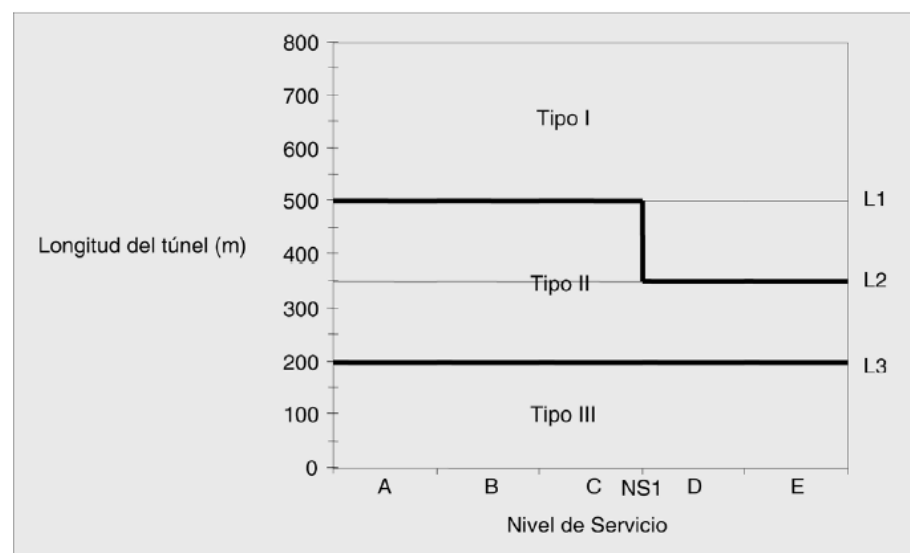


Figura 1: Clasificación de túneles en servicio atendiendo al nivel de servicio y longitud

El túnel subfluvial de Lamiako, al tener una longitud superior a 500 m es un túnel Tipo I según el DFST. Esta clasificación es la más exigente en cuanto a sistemas e instalaciones de las que debe disponer el túnel.

2.4 Objetivo de las instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

Aunque los incidentes que se producen en el interior de túneles son bastante menos frecuentes a los que se producen a cielo abierto, las consecuencias de los mismos pueden tener una mayor repercusión e importancia. Con el objetivo de reducir las consecuencias de los incidentes, los túneles se dotan de mayor cantidad de instalaciones de seguridad, vigilancia y control buscando una detección temprana de los incidentes, disponer de una mayor cantidad de datos para poder evaluarlos y disponer de efectores que permitan informar y ayudar a vehículos y conductores a conocer el estado del túnel y las acciones óptimas a realizar en caso de incidente.

Los principales objetivos de las instalaciones en el túnel subfluvial de Lamiako son:

- Prevenir situaciones de riesgo que puedan poner en peligro las vidas humanas, el medioambiente y la infraestructura de obra civil e instalaciones del túnel.
- Mitigar las posibles consecuencias de una situación de riesgo, proporcionando los requisitos ideales para:
 - Permitir que las personas involucradas en la situación de riesgo puedan ponerse a salvo ellas mismas
 - Permitir que los usuarios de la carretera puedan intervenir inmediatamente, a fin de evitar males mayores

- Asegurar una acción eficaz por parte de los servicios de emergencia
- Proteger el medioambiente
- Limitar daños materiales

Las instalaciones que se proyectan en el túnel subfluvial de Lamiako son las siguientes:

- Sistema de Gestión de Tráfico
 - Señalización Dinámica
 - Control de Gálibo
 - Sistema de Detección, Clasificación y Conteo de vehículos
 - Control ambiental.
- Sistema CCTV y DAI
 - Sistema de Vídeo en Circuito Cerrado (CCTV)
 - Sistema Detección Automática de Incidentes (DAI)
- Sistemas de Comunicaciones
 - Postes SOS
 - Megafonía
 - Radiocomunicaciones

2.5 Objetivo del sistema de Gestión Centralizada

Las soluciones planteadas parten de las bases establecidas en el DFST, con el criterio fundamental de la seguridad de las personas, previniendo las situaciones de riesgo que puedan poner en peligro la vida humana, el medio ambiente o la infraestructura del túnel, y proporcionando los requisitos necesarios para mitigar las posibles consecuencias de una situación de riesgo, permitiendo que las personas involucradas puedan ponerse a salvo a sí mismas y que los usuarios de la carretera puedan intervenir inmediatamente, asegurando una acción eficaz por parte de los servicios de emergencia, protegiendo el medio ambiente y limitando los daños materiales.

El Sistema de Gestión Centralizada, tendrá los siguientes objetivos fundamentales:

- Permitir el control remoto desde el Centro de Control MKZ de Malmasín de todas las instalaciones del túnel.
- Implantar un sistema robusto y fiable, que garantice un funcionamiento correcto de todo el conjunto incluso en situaciones degradadas o con presencia de fallos.
- Detección de situaciones de emergencia en el túnel y actuación sobre el equipamiento para mitigar la emergencia.

El sistema de control centralizado adquiere los datos e información de los equipos instalados en campo, procesa la información generando las órdenes adecuadas según los algoritmos de control implementados y los transmite a los elementos de campo del sistema.

3 NORMAS Y RECOMENDACIONES CONSIDERADAS

A continuación, se indica la normativa y recomendaciones que se han aplicado en el diseño del túnel y que deben aplicarse en su construcción.

- Decreto Foral 135/2006, de 23 de agosto, sobre Seguridad de Túneles de Carreteras, que constituye la referencia obligada para el planeamiento, proyecto, construcción y puesta en servicio de todos los túneles en el Territorio Histórico de Bizkaia.
- Decreto Foral 91/2012, Instrucciones Técnicas de Seguridad en Túneles para el Diseño Seguro. VI. Sistemas de Seguridad, Vigilancia y Control. (Pendiente de aprobación la revisión).

Aunque no son de estricto cumplimiento, también se considerará la siguiente normativa:

- Directiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre requisitos mínimos de seguridad para túneles de la red transeuropea de carreteras.
- Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
- Instrucción 8.1-IC de febrero de 2014, de Señalización Vertical.

A continuación, se indica la normativa aplicable a cada uno los sistemas de Seguridad, Vigilancia y Control, y a la Gestión Centralizada.

Normativa general de protección y ensayos

- UNE-EN 60529:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
- UNE-EN 60068:2000 Ensayos ambientales
- UNE-EN 50200:2016 Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia
- UNE-EN 50362:2003 Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de energía y transmisión de datos de gran diámetro, sin protección, para uso en circuitos de emergencia
- UNE-EN 60332:2009 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-10: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Equipos.

Normativa de señalización

- UNE 135314:2017 Señalización vertical. Perfiles de acero galvanizado empleados como postes de sustentación de señales, carteles laterales y paneles direccionales. Elementos móviles de sustentación. Tortillería. Características y métodos de ensayo.

Normativa de señalización luminosa

- UNE-EN 485-3:2003 Aluminio y aleaciones de aluminio. Chapas, Bandas y Planchas. Tolerancias dimensionales y de forma de productos laminados en caliente
- UNE-EN 12352:2007 Equipamiento de regulación del tráfico. Dispositivos luminosos de advertencia de peligro y balizamiento
- UNE-EN 12368:2015 Equipos de control de tráfico. Cabezas de semáforo
- UNE-EN 12675:2018 Semáforos. Requisitos funcionales de seguridad
- UNE-EN 12966 Señales verticales para carreteras. Señales de tráfico de mensaje variable
- UNE-EN 50293 Sistemas de señalización del tráfico por carretera. Compatibilidad electromagnética.
- UNE-EN 60249-2-10 Materiales base para circuitos impresos

- UNE 199021-3:2011 Equipamiento para la gestión del tráfico. Reguladores de tráfico. Parte 3: Características eléctricas.
- UNE 199021-1:2011 Equipamiento para la gestión del tráfico. Reguladores de tráfico. Parte 1: Características funcionales.
- UNE 199021-2:2011 Equipamiento para la gestión del tráfico. Reguladores de tráfico. Parte 2: Métodos de prueba.
- UNE 135401 Equipamiento para la señalización vial. Reguladores de tráfico
- UNE 135-401-4:2003 IN Protocolo de comunicaciones. Tipo M
- UNE 135-401-5:2003 IN Protocolo de comunicaciones. Tipo V
- UNE 135-401-6:2003 Compatibilidad electromagnética

Normativa del sistema de CCTV

- UNE-EN 62676-3:2015 Sistemas de videovigilancia para utilización en aplicaciones de seguridad. Parte 3: Interfaces analógicas y digitales de video
- UNE-EN 62676-1-1:2015 Sistemas de videovigilancia para utilización en aplicaciones de seguridad. Parte 1-1: Requisitos del sistema. Generalidades.
- UNE-EN 62676-4:2015 Sistemas de videovigilancia para utilización en aplicaciones de seguridad. Parte 4: Directrices de aplicación

Normativa del sistema de Postes SOS

- UNE 135701 Equipamiento para Señalización Vial. Sistemas de ayuda y transmisión de datos mediante Postes SOS
- UNE 135701-1:2004 Requisitos generales
- UNE 135701-2:2006 Elementos, funciones y características técnicas del poste
- UNE 135701-4:2007 Transmisión por fibra óptica. Especificación funcional y características técnicas

Normativa del sistema de radiocomunicaciones

- Normativa Europea de equipos de comunicaciones ETSI EN 303 035-1
- Medidas de atenuación del cable radiante de acuerdo a la recomendación IEC
- ETSI EN 300674-1:2004 Electromagnetic compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Road Transport and Traffic Telematics (RTTT); Dedicated Short Range Communication (DSRC) transmission equipment (500kbit/s / 250kbit/s) operating in the 5,8 GHz Industrial, Scientific and Medical (ISM) band; Part 1: General characteristics and test methods for Road Side Units (RSU) and On-Board Units (OBU).
- ETSI EN 300674-2-1:2004 Electromagnetic compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Road Transport and Traffic Telematics (RTTT); Dedicated Short Range Communication (DSRC) transmission equipment (500kbit/s / 250 kbit/s) operating in the 5,8 GHz Industrial, Scientific and Medical (ISM) band; Part 2: Harmonized EN under article 3.2 of the R&TTE Directive; Sub-part 1: Requirements for the Road Side Units (RSU).
- ETSI EN 300674-2-2:2004 Electromagnetic compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Road Transport and Traffic Telematics (RTTT); Dedicated Short Range Communication (DSRC) transmission equipment (500 Kbit/s / 250 Kbit/s) operating in the 5,8 GHz Industrial, Scientific and Medical (ISM) band; Part 2: Harmonized EN under article 3.2 of the R&TTE Directive; Sub-part 2: Requirements for the On Board Units (OBU).
- ETSI EN 301489-1 V1.7.1 (2006-07): Electromagnetic compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Electro-Magnetic Compatibility (EMC) standard for Radio Equipment and services; Part 1: Common technical requirements.

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- ETSI EN 301 489-3 V1.4.1 (2002-08) Electro-Magnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 3: Specific conditions for Short-Range Devices (SRD) operating on frequencies between 9 kHz and 40 GHz

Normativa del sistema de megafonía

- UNE-EN 60849 “Sistemas electroacústicos para servicios de emergencia”.
- UNE-EN 54-4:2010 y UNE 23007 “Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 4: sistema de alimentación”.
- UNE-EN 54-16:2010 Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 16: Control de la alarma por voz y equipos indicadores
- UNE-EN 54-24:2010 Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 24. Componentes de los sistemas de alarma por voz. Altavoces.
- Normas UNE 23007 “Sistemas de detección y alarma de incendios”
- Normas UNE-EN 60268-16:2011 “Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 16: Evaluación objetiva de la inteligibilidad del habla mediante el índice de transmisión del habla. (Ratificada por AENOR en noviembre de 2011)”

Normativa de sensores de variables atmosféricas de carreteras

- UNE-EN ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso
- UNE 199071-1:2014 Equipamiento para la gestión del tráfico. Sensores de variables medioambientales en carretera. Sensores de variables atmosféricas en carretera. Parte 1: Características funcionales.
- UNE 199071-3:2014 Equipamiento para la gestión del tráfico. Sensores de variables medioambientales en carretera. Sensores de variables atmosféricas en carretera. Parte 3: Equipamiento.
- UNE 199071-5:2014 Equipamiento para la gestión del tráfico. Sensores de variables medioambientales en carretera. Sensores de variables atmosféricas en carretera. Parte 5: Conservación y mantenimiento.
- UNE 199071-2:2014 Equipamiento para la gestión del tráfico. Sensores de variables medioambientales en carretera. Sensores de variables atmosféricas en carretera. Parte 2: Protocolo aplicativo.
- UNE 199071-4:2014 Equipamiento para la gestión del tráfico. Sensores de variables medioambientales en carretera. Sensores de variables atmosféricas en carretera. Parte 4: Métodos de prueba

Normativa del sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos

- UNE 135421 Equipamiento para la señalización vial. Estaciones de toma de datos
- UNE 135421-1 Requisitos eléctricos y de seguridad
- UNE 135421-3 Requisitos funcionales y protocolos aplicativos
- UNE 135421-4 Métodos de prueba y ensayo

Normativa sistema de gestión centralizada

- UNE 135411 Equipamiento para la señalización vial. Estaciones remotas:
- UNE 135411-1 Características eléctricas
- UNE 135411-2 Compatibilidad electromagnética
- UNE 135411-3 Características funcionales
- UNE 135411-4 Armario de estaciones remotas
- UNE 135411-5 Protocolo de servicios

- UNE 135431 IN. Equipamiento para Señalización Vial. Redes de transporte para los Sistemas de Gestión de Accesos
- UNE 135460 Equipamiento para la señalización vial. Centros de gestión de tráfico
- UNE 135460-1-1 Gestión de servicios de estaciones remotas. Servicios de comunicaciones y de configuración
- UNE 135460-1-2 Gestión de servicios de estaciones remotas. Servicio de tiempo real. Servicio de datos históricos
- UNE 135460-3-1 Funcionalidades de gestión y control del tráfico. Mecanismo para señalización multicentro.

Normativa de cableado

Las normas fundamentales de aplicación en cuanto a cableado son:

- UNE-EN 50288-2-1:2013 Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales. Parte 2-1: Especificación intermedia para cables apantallados aplicables hasta 100 MHz. Cables para instalaciones horizontales y verticales en edificios.
- UNE-EN 50288-2-2:2001 Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales. Parte 2-2: Especificación intermedia para cables apantallados aplicables hasta 100 MHz - Cables para instalaciones en el área de trabajo y cables para conexionado
- UNE-EN 50173-2:2018 Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico
- UNE-EN50174-1: 2011. Instalación del cableado. Parte 1: Especificación y aseguramiento de la calidad.
- UNE-EN50174-2: 2011. Instalación del cableado. Parte 2: Métodos y Planificación de la instalación en el interior de los edificios.
- UNE-EN50174-3: 2013. Instalación del cableado. Parte 3: Métodos y Planificación de la instalación en el exterior de los edificios.
- ISO/IEC 11801: 2017. Generic cabling for customer premises
- Normas UNE 21123 “Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV”
- Normas UNE-EN 60228 “Conductores de cables aislados”
- Normas UNE-EN 60793 “Fibra óptica”
- Normas UNE-EN 60794 “Cables de fibra óptica”
- Normas UNE-EN 60228 “Conductores de cables aislados
- Normas CEI 60502 “Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas de 1 kV (Um=1,2kV) a 30kV (Um=36kV)”

Normativa en desarrollo

Hay un conjunto de documentos que están en proceso de discusión y revisión en el grupo de trabajo CNT 135, Equipamiento para la Señalización Vial, de AENOR y que deben ser tenidos en consideración:

- UNE 135460-1-1:2006 Equipamiento para la señalización vial. Centros de gestión de tráfico. Parte 1-1: Gestión de servicios de estaciones remotas. Servicios de comunicaciones y de configuración.
- UNE 135460-3-1:2006 Equipamiento para la señalización vial. Centros de gestión de tráfico. Parte 3-1: Funcionalidades de gestión y control del tráfico. Mecanismo para señalización multicentro.
- UNE 135460-1-2:2006 Equipamiento para la señalización vial. Centros de gestión de tráfico. Parte 1-2: Gestión de servicios de estaciones remotas. Servicio de tiempo real. Servicio de datos históricos.
- UNE 135701-1:2004 EX Equipamiento para la señalización vial. Sistemas de ayuda y transmisión de datos mediante postes S.O.S. Parte 1: Requisitos generales.

- UNE 135701-2:2006 Equipamiento para la señalización vial. Sistemas de ayuda y transmisión de datos mediante postes S.O.S. Parte 2: Elementos, funciones y características técnicas del poste.
- UNE 135701-4:2007 Equipamiento para la señalización vial. Sistemas de ayuda y transmisión de datos mediante postes S.O.S. Parte 4: Transmisión por fibra óptica. Especificación funcional y características técnicas.

4 SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁFICO

El sistema de gestión de tráfico abarca un conjunto de instalaciones específicas, cuyos objetivos son:

- Asegurar unas condiciones operativas seguras para los conductores, pasajeros, servicios de emergencia y servicios de conservación, minimizando los efectos adversos de accidentes, condiciones meteorológicas y ambientales adversas, obstrucciones en la vía, firme deslizante, etc.
- Mantener la capacidad operativa de la carretera mediante la prevención de situaciones de congestión.
- Minimización del impacto de la congestión y mejora de la fluidez y de los tiempos de recorrido.
- Informar adecuadamente a los usuarios que circulan por el túnel de los aspectos necesarios para garantizar la máxima seguridad en la circulación.
- Conocer en todo momento el estado de tráfico en el túnel y en la carretera.
- Informar de situaciones de riesgo o emergencia.
- Dar instrucciones sobre las acciones a llevar a cabo y evitar el acceso a los túneles de vehículos que presenten un gálibo excesivo.
- Proveer medios de ayuda a usuarios que han sufrido algún problema (accidente, avería, confusión, etc.).

El DFST especifica un conjunto de instalaciones mínimas dentro de ámbito de gestión del tráfico según las características de los túneles, estos son los siguientes:

- Señalización dinámica
- Control de gálibo
- Detección, clasificación y contaje de vehículos
- Control ambiental. Sensor de Variables Atmosféricas de Carreteras

Según los criterios de diseño definidos por el DFST, el túnel subfluvial de Lamiako, al ser de Tipo I, debe disponer de todos los sistemas nombrados con anterioridad.

A continuación, se incluye una tabla que resume los criterios de diseño estipulados en el DFST para este tipo de instalación; y que se basa en la Arquitectura tipo 2:

SISTEMA	EQUIPAMIENTO
Señalización Dinámica	Al tratarse de un túnel unidireccional y velocidad máxima permitida de la vía dónde se encuentra el túnel inferior a 100 km/h se implantará la Arquitectura 2 descrita en el DFST. Se debe instalar <u>en las bocas de acceso al túnel</u>: - Sección de señales de aspa-flecha por carril. Las señales de aspa-flecha de dintel podrán representar cuatro aspectos (aspa, flecha, flecha ámbar oblicua izquierda y derecha) cuando existan 2 carriles en esa boca. - Pese a no estar recogido en el DFST, el estado del arte y la línea de trabajo de la actualización de las Instrucciones Técnicas del DF 91/2012 aconsejan instalar semáforo RAV y señal limitadora de velocidad en el dintel de la boca de entrada por carril. - Conjunto de barreras automáticas con semáforos doble rojo en cada una de ellas y alarma acústica, a una distancia inferior a 200 metros de la boca de entrada y antes del paso entre calzadas en caso de existir. Si la carretera es de doble calzada y dispone de un paso entre calzadas (comunicación entre ambas) a una distancia inferior a 200 metros de la boca de entrada se han de situar las barreras antes del paso entre calzadas para facilitar el acceso de los vehículos de emergencia en caso de cierre de uno de los tubos

SISTEMA	EQUIPAMIENTO
	del túnel. Si el túnel tiene un único tubo, no dispone de paso entre calzadas o la separación de éste con la boca de entrada es superior a los 200 metros la barrera se debe separar de la boca una distancia no inferior a 50 metros. La barrera deberá cubrir todo el ancho de la calzada, si no es posible con una barrera se instalarán dos, una en cada lateral de la calzada. Para que las barreras no supongan un peligro para los conductores en caso de que se encuentren bajadas y que los automóviles impacten con ellas, el brazo de la barrera debe ser construido en material ligero y deformable, las barreras deben tener un movimiento horizontal, aconsejándose que sean degondables. - Sección de semáforos rojo-ámbar-verde a 100 metros de la barrera automática. Se aconseja instalar dos espiras después de esta sección para automatizar la gestión de colas en caso de cierre del túnel. - Sección de panel de mensaje variable formado por 2 gráficos y 3 líneas de 12 caracteres. El panel se debe ubicar antes del último desvío. Los paneles de mensaje variable cubrirán tanto las carreteras principales como las incorporaciones o ramales siempre antes de la incorporación al túnel. Los paneles deberán ser instalados sobre pórtico visitable, si no fuese posible se instalará sobre banderola visitable tipo «L invertida». - El túnel no se ha diseñado para soportar tráfico bidireccional por lo que no se van a instalar de secciones de señal de aspa-flecha en las bocas de salida en sentido contrario al habitual del tráfico. <i>Las particularidades de los accesos al túnel subfluvial de Lamiako se traducirán en un incumplimiento parcial de estas especificaciones que se irán describiendo en cada apartado.</i> Se debe instalar <u>en el interior del túnel</u>: - Las Señales de afección de carril o Aspa - Flecha se instalarán con una interdistancia de entre 300 y 400 m, con distribución uniforme de las secciones a lo largo del túnel. En la selección de la interdistancia se tendrá en cuenta la conveniencia de que una sección de señalización sea vista desde la sección anterior. - Las Señales de Control de Límite de Velocidad se instalarán con una interdistancia de entre 300 y 400 m, con distribución uniforme de las secciones a lo largo del túnel y coincidiendo con las secciones de afección de carril. - Los Paneles de Mensaje Variable se instalarán con una interdistancia no superior a 800 metros y deberán contar con 1 gráfico y 2 líneas de 12 caracteres como mínimo. Además, se deben instalar cuatro focos ámbar intermitente en sus esquinas. - El túnel no se ha diseñado para soportar tráfico bidireccional por lo que no se van a instalar de secciones de señal de aspa-flecha en sentido contrario al habitual del tráfico.
Control de Gálibo	El sistema de control de gálibo debe incluir: - Señal de preaviso, señal fija que indique el gálibo del túnel (5 m) y la obligación de desviarse en caso de superarlo. - A 150 metros, pórtico de control de gálibo de acero de 6 metros con un detector electrónico situado a una altura de 5,00 metros, además de incluir la detección mecánica de altura. Este pórtico irá acompañado de un equipo detector de vehículos formado por un sensor por carril y un detector por cada sensor. - A 200 metros de la detección del gálibo se situará la señal oculta de exceso de altura en el lado derecho según el sentido de la circulación. En caso de que la ubicación lo

SISTEMA	EQUIPAMIENTO
	permita, se podrá utilizar los paneles de mensaje variable del sistema de accesos al túnel en lugar de la señal oculta de gálibo. - A 150 metros de la señal oculta, si no es posible redireccionar los vehículos por un itinerario alternativo, se encontrará el área reservada para la detención del vehículo con gálibo excesivo. Se instalará un poste SOS para que el usuario pueda comunicarse con el Centro de Control. El diseño del túnel subfluvial de Lamiako busca instalar los controles de gálibo de forma que siempre sea posible redireccionar los vehículos, evitando de esta manera la necesidad de áreas de parada. - Las distancias entre los elementos del control de gálibo y entre éstos y la boca de los túneles se podrán adaptar en función de las características del entorno y a la geometría particular del trazado de la vía (visibilidad de la señalización en las inmediaciones, visibilidad de la entrada al túnel desde el sitio de parada, proximidad del último desvío...). <i>Las particularidades de los accesos al túnel subfluvial de Lamiako se traducirán en un incumplimiento parcial de estas especificaciones que se irán describiendo en cada apartado.</i>
Sistema de detección, clasificación y contaje de vehículos	Debe proporcionar cobertura mediante: - Se dotará a los túneles de una sección de detección en las proximidades de cada una de las bocas de entrada. Se aconseja que esta sección se encuentre entre la sección de semáforos RAV exteriores al túnel y la boca de entrada al mismo para automatizar la gestión de colas en caso de cierre del túnel. - Se dotará de una sección de detección tras la boca de salida del túnel. Se tendrá en consideración que sea situada al menos a 100 metros en el exterior del túnel con el objetivo de detectar colas que estén creciendo y progresando hacia el interior del túnel. - Se dotará de una sección de detectores entre galerías de evacuación de vehículos. - Se dotará con detectores a todos los ramales de acceso o salida y los carriles pertenecientes a bifurcaciones o confluencias de calzadas en el interior del túnel para la adquisición de los datos estadísticos.
Control ambiental	Instalación de un SEVAC en el túnel. Se propone instalar el SEVAC en la boca Ballonti porque la boca Getxo-Leioa esta cubierta con el SEVAC que instalará el Túnel de La Avanzada.

Tabla 2: Equipamiento de gestión de tráfico especificado en el DFST

Adicionalmente, y fuera del DFST, se propone incorporar un sistema de señal activa radar en alguna de las bocas de entrada como medida para alertar a vehículos con exceso de velocidad.

A continuación, se definen las actuaciones que se llevarán a cabo para cada uno de los sistemas de gestión de tráfico.

4.1 Arquitectura

El diseño global del sistema de gestión de tráfico se basa en una conexión a nivel de campo de todos los equipos, excepto aquellos con conectividad TCP/IP, a las Unidades Periférica Distribuidas (UPD) del sistema de Control Distribuido.

Siguiendo el esquema de arquitectura del sistema de control centralizado, dentro del sistema de gestión de tráfico se incluyen en este capítulo los elementos de los niveles 1 y parte del 2, correspondientes a nivel de campo y nivel de control y comunicaciones respectivamente. El nivel de supervisión correspondería exclusivamente al anejo de “Gestión centralizada, centro de control y red de comunicaciones”.

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

La arquitectura a nivel superior se describe con mayor detalle posteriormente en este documento.

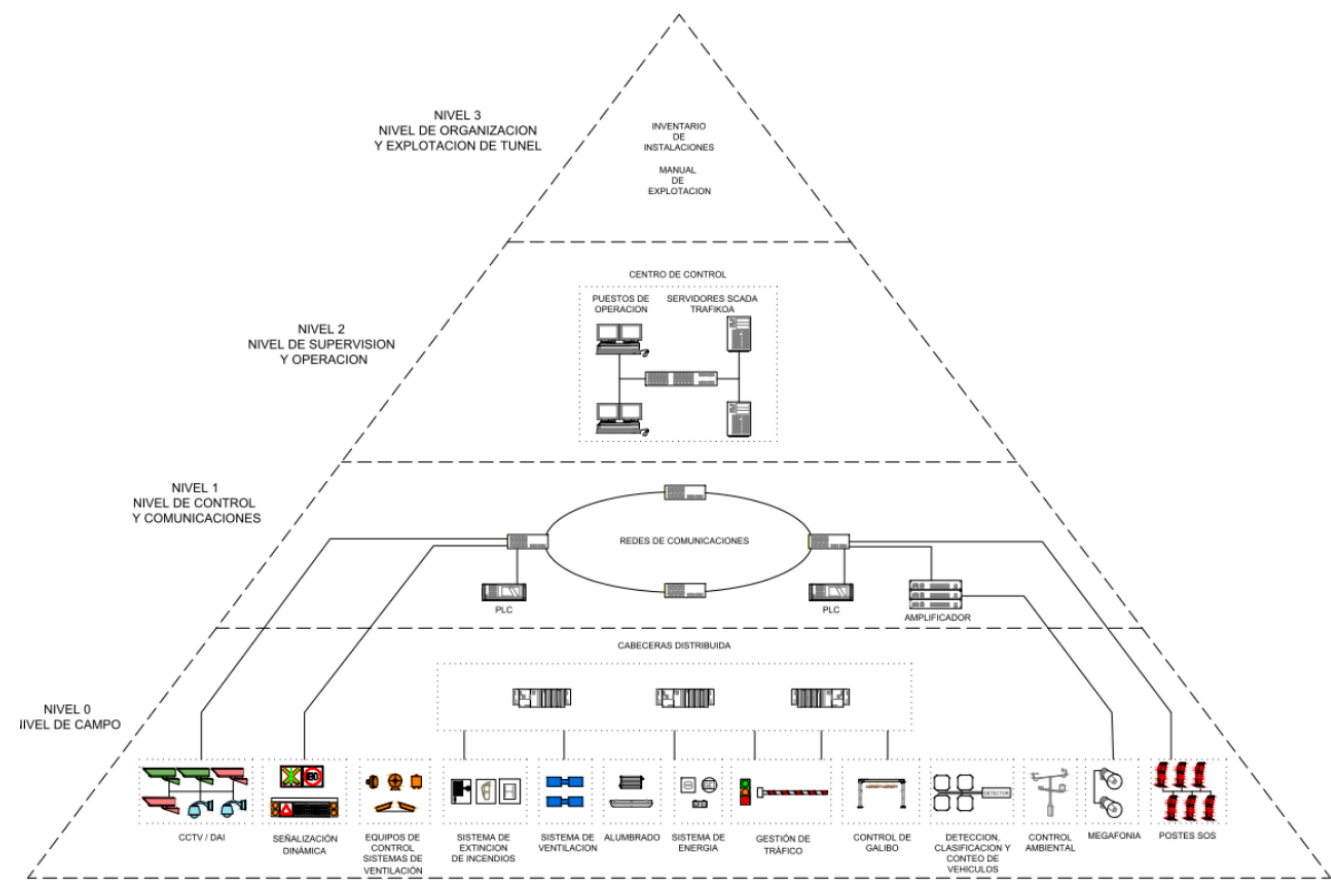


Figura 2: Arquitectura del sistema de control centralizado

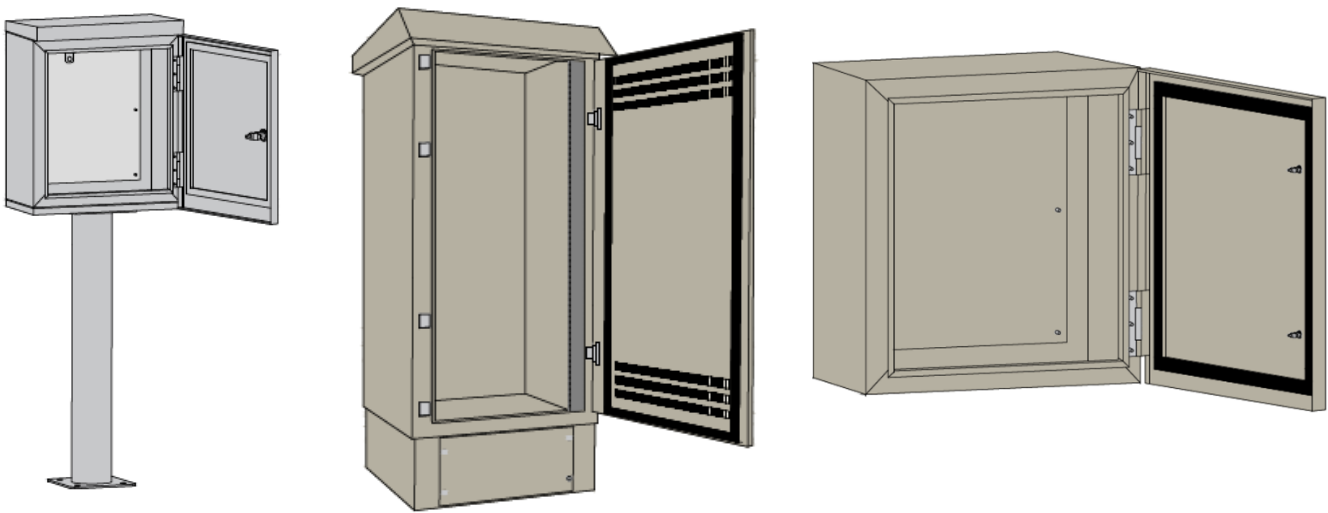
A continuación, se expone el diseño de arquitectura en cada nivel:

Nivel de campo

A nivel de campo, los equipos se instalarán en pista y dependiendo del equipo se conectará directamente al punto de concentración de comunicaciones más próximo o se gestionará en un primer paso en un armario en las proximidades del punto de instalación.

Para ello se proponen armarios de exteriores para alojar estos equipos:

- Armarios auxiliares exteriores. Serian armarios de pequeño formato (550mm x 450mm x 250mm) que se utilizarán para equipos de lógica local, equipos que deban estar cerca de otros elementos y dedicados a cada subsistema.
- Armarios concentradores de pista (APL) para exterior, se trataría de equipos de 1450 x 600 x 600mm, de 33RU en formato estándar tipo rack de 19". Estos equipos se utilizarían de forma compartida entre los sistemas de gestión de tráfico y el suministro de energía eléctrica.
- Armarios concentradores de pista (APL) para interior de túnel, se trata de equipos de 1200 x 1000 x 400. Estos equipos se utilizarían de forma compartida entre los sistemas de gestión de tráfico y el suministro de energía eléctrica.



Armario Auxiliar exterior

Armario APL exterior

Armario APL interior túnel

Figura 3: Modelos de armario a instalar

Los armarios se alimentarán de las instalaciones de energía previstas en el proyecto a excepción de aquellos APL situados en el exterior del túnel, lejos de las inmediaciones de las bocas, que se alimentarán de cuadros eléctricos existentes de la DFB (AFA) que cuelgan de a su vez de un CM o cuadro de mando de iluminación.

Será necesario equipar los armarios APL de exteriores no alimentados desde SAI de la instalación principal con su propio sistema SAI en el interior de cada uno de ellos para garantizar una autónoma mínima de 1h para todos los servicios del armario en caso de fallo de alimentación eléctrica de la acometida. Para este caso se valorará la conveniencia de que los armarios sean de un tamaño de 42U para poder albergar al SAI y las baterías necesarias.

La siguiente tabla muestra las bases del conexionado del equipamiento de tráfico:

Equipo	Conexión
PMV	TCP/IP hacia equipos de comunicaciones (SAT) de los armarios distribuidos de control de tráfico (APL).
SAF	TCP/IP hacia equipos de comunicaciones (SAT) de los armarios distribuidos de control de tráfico (APL).
CLV	TCP/IP hacia equipos de comunicaciones (SAT) de los armarios distribuidos de control de tráfico (APL).
SEM	Alimentación directa del disco RAV correspondiente desde las salidas controladas de tensión de la Unidad Periférica Distribuida (UPD). Inteligencia gestionada desde el sistema de PLC redundantes.
BAR	El cuerpo de la barrera incluirá la instalación de detectores, sensores y salidas controladas desde la barrera, y también la lógica de control. El microprocesador se conecta mediante entradas y salidas digitales hasta las UPD y éstas hacia equipos de comunicaciones (SAT) de los armarios distribuidos de control de tráfico (APL).
GAL	Armario auxiliar dedicado en campo para la instalación de detectores y sensores, conexionado de lazos inductivos y lógica de control.

Equipo	Conexión
	El microprocesador se conecta mediante TCP/IP hacia equipos de comunicaciones (SAT) de los armarios distribuidos de control de tráfico (APL).
ETD	Armario auxiliar dedicado en campo para la instalación de detectores, conexiónado de lazos inductivos y lógica de control. El microprocesador se conecta mediante TCP/IP hacia equipos de comunicaciones (SAT) de los armarios distribuidos de control de tráfico (APL).
SEVAC	Armario auxiliar dedicado en campo para la instalación de sensores ambientales y lógica de control. El equipo de control se conecta mediante TCP/IP hacia equipos de comunicaciones (SAT) de los armarios distribuidos de control de tráfico (APL).
SIV	Funcionamiento totalmente autónomo con lógica de control integrada en el mismo módulo de mensajería.

Tabla 3: Propuesta de conexionado de los diferentes equipos de campo para la gestión de tráfico.

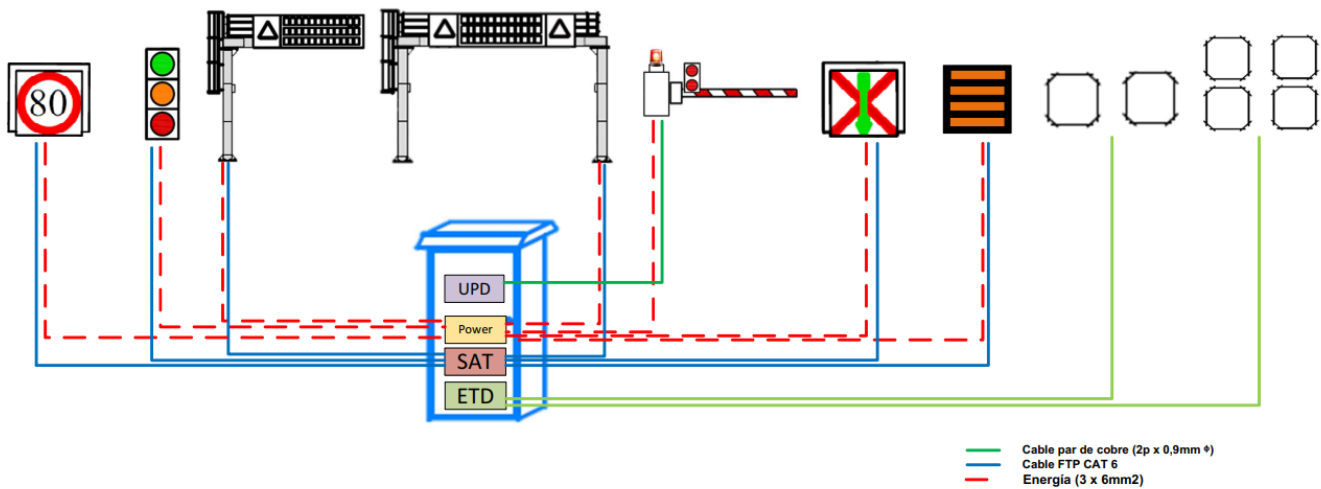


Figura 4: Criterios generales de conexionado equipos de tráfico

Nivel de control y comunicaciones

El nivel de control, se explica posteriormente en este documento, recogerá el estado y alarmas de los equipos de campo transmitiéndolos a niveles superiores y enviará ordenes provenientes de niveles superiores a los equipos de campo. Se realiza el control de los equipos mediante la recogida de señales en las UPD, y su gestión a mayor nivel con la arquitectura de PLC redundante. Estos equipos se encargarán de la lógica e inteligencia a nivel de túnel, según las programaciones y configuraciones realizadas en Centro de Control.

En cualquier caso, la gestión de la información a mostrar o acciones sobre los elementos de campo de este sistema será realizada de forma remota por los operarios del Centro de Control MKZ mediante la aplicación de gestión centralizada, que a su vez actuará sobre los equipos directamente cuando dispongan de conexión TCP/IP o bien sobre los PLC cuando este automatizado en ellos o el funcionamiento sea indirecto.

Nivel organizativo y de explotación

A nivel organizativo y de explotación la aplicación de gestión centralizada contará con funciones que permitan crear planes de señalización en respuesta a situaciones recurrentes. Estos planes de señalización podrán ser activados por iniciativa de los operadores o a propuesta del sistema mediante el gestor de planes en el que se integrarán los protocolos de actuación definidos en el Plan de Autoprotección.

4.2 Señalización dinámica

El subsistema de señalización dinámica dentro del sistema de gestión de tráfico estará basado en un sistema que permitirá gestionar la información emitida a los usuarios en función de las circunstancias particulares que en cada momento se den en el túnel subfluvial de Lamiako.

El sistema permitirá la realización de las siguientes funciones desde los puestos de operación del Centro de Control:

- Prohibir el acceso al túnel en caso de necesidad, es decir, realizar un cierre del túnel.
 - Gestionar el uso de los carriles de circulación.
 - Informar a los usuarios del estado del túnel y de situaciones de peligro, incluyendo medidas a adoptar para minimizar la afectación de incidencias.

Este subsistema estará formado por la siguiente tipología de equipos:

- Paneles de Mensaje Variable (PMV) exteriores antes de las bocas de entrada al túnel.
 - Paneles de Mensaje Variable (PMV) con Semáforos Ámbar/Ámbar incorporados en interior de túnel.
 - Señales de aspa-flecha (SAF) de cuatro aspectos en las bocas de los túneles con al menos 2 carriles y de dos aspectos en interior y en bocas del túnel de 1 carril.
 - Señales de control de velocidad (CLV) en el dintel de la boca de entrada y en interior de túnel por carril
 - Semáforo (SEM) Rojo/Ámbar/Verde (RAV) antes de las bocas de entrada y en el dintel de las mismas.
 - Barreras degondables (BAR) con semáforos doble rojo, alarma acústica y detector de presencia de vehículo antes de la entrada al túnel. La sirena advertirá a los conductores de la bajada y subida de la barrera.

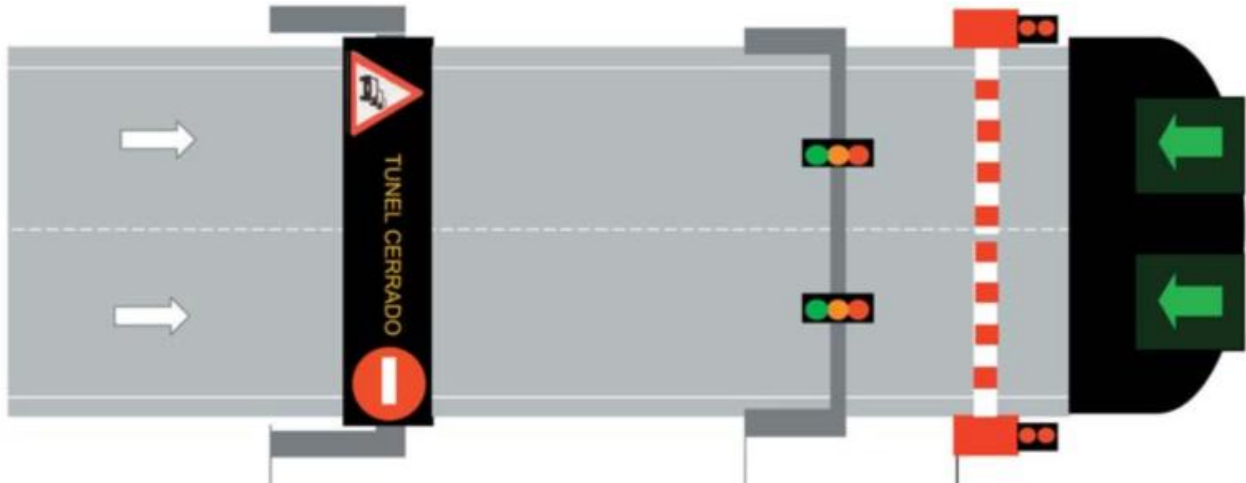


Figura 5: Señalización Accesos. Fuente DFST.

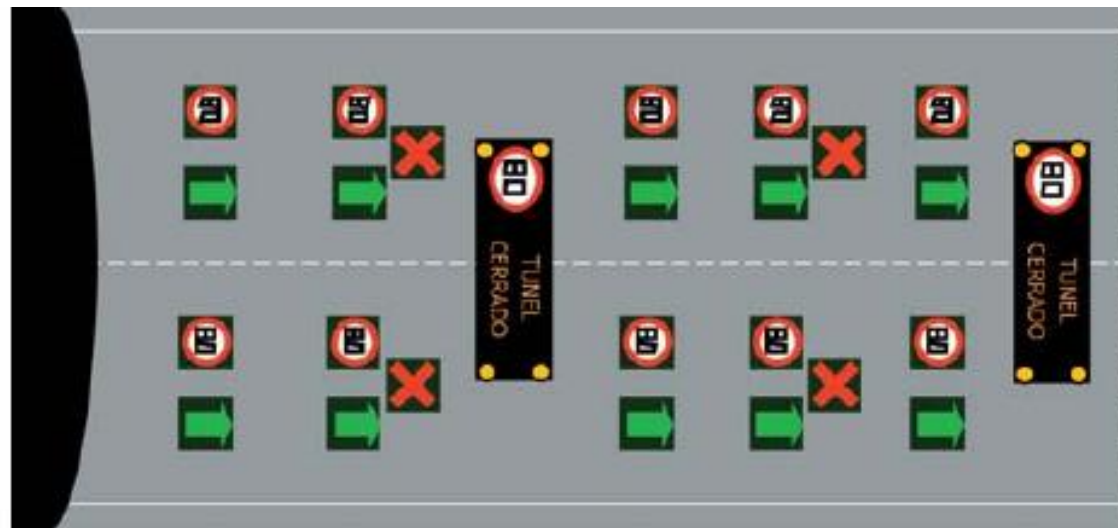


Figura 6: Señalización Túnel Unidireccional. Fuente DFST (no se considera la señalización en sentido contrario al tráfico)

4.2.1 Paneles de mensajería variable (PMV)

Los Paneles de Mensaje Variable (PMV) permiten la difusión de mensajes que señalarán las distintas incidencias y recomendaciones que condicionen el desarrollo del tráfico por el túnel.

Los mensajes a mostrar se gestionarán desde el Centro de Control bien ejecutados de forma manual por el operador mediante protocolos de actuación, bien .

La información que mostrar dependerá de si la situación de tráfico en el túnel o en sus proximidades es normal o ha habido alguna emergencia y será gestionada desde el Centro de Control bien de forma manual por el operador, o bien mediante las políticas de señalización recogidas en los protocolos de actuación.

Las causas que pueden aconsejar el uso de señalización dinámica, para informar del estado general de la vía y situaciones de peligro, son las siguientes:

- Causas producidas por los propios vehículos: incendios, accidentes, averías, retenciones y congestiones.
- Causas producidas por el incorrecto funcionamiento de otras instalaciones en el túnel: baja luminosidad, alta concentración de humos, etc.
- Situaciones en los accesos del túnel: lluvia, niebla, hielo, nieve
- Operaciones de Mantenimiento y conservación del túnel

La información que se presentará en los paneles de mensajería variable será la siguiente:

- Información de carácter general: obras, estado de la vía y de los túneles, y condiciones meteorológicas que afecten a la visibilidad y al deslizamiento.
- Información con datos que se obtendrán por el sistema de vigilancia y detección de incidentes: accidentes, retenciones, congestiones, cierre y carriles inutilizados, necesidad de cambio de carril, conveniencia u obligación de utilizar un carril, velocidad aconsejable de forma circunstancial, tiempos de recorrido, etc.
- Información con datos obtenidos fuera del túnel y que se presentará en los accesos a los mismos: desvíos aconsejables, estado de congestión en itinerarios alternativos o complementarios.
- Otros

La siguiente tabla recoge la tipología de información a mostrar:

SITUACIÓN NORMAL	EMERGENCIA
Estado del tráfico. Situaciones de congestión. Salidas a los diferentes enlaces para rutas alternativas. Prohibiciones, obligaciones, recomendaciones y avisos, tales como circular por determinados carriles por obras, salidas a enlaces cortados, desvíos u otros. Consejos de seguridad vial.	Localización, severidad y consecuencias de los incidentes. Afecciones al tráfico dentro y fuera del túnel, estado de las salidas a los enlaces. Posibles rutas alternativas.

Tabla 4: Tipología de información a mostrar en los PMV

Los paneles que se engloban en este documento serán de tecnología LED, se refieren a configuraciones formadas por zonas gráficas y alfanuméricas con varias líneas de caracteres. La primera se utilizará para mostrar pictogramas, mientras que la segunda para incluir textos cortos.

Para vía de velocidad máxima 80 Km/h la Norma EN12966 recomienda una altura de Fuente de mínimo 240mm, para que el tiempo de reconocimiento de un mensaje sea superior a 4 segundos, no obstante, con el objetivo de que normalizar los paneles respecto a otras instalaciones de Bizkaia, se utilizarán paneles con Fuente de altura de 320 mm en vías con velocidad máxima 80 Km/h:

Tabla N.5 – Ejemplos de tiempo de reconocimiento en función de la altura de carácter, velocidad y anchura de haz vertical

Rango de tamaño	Altura de carácter h [mm]	Distancia mínima de legibilidad d_{min} [m]	Tiempo posible de reconocimiento en segundos [s] a la velocidad [km/h], en función de la anchura de haz vertical						
			40	50	60	80	100	110	130
A	100	5	5,0	4,0					
B	160	15	7,3	5,8	4,9				
C	240	30	10,3	8,2	6,8	5,1	4,1		
D	320	45	13,2	10,6	8,8	6,6	5,3	4,8	4,1
E	400	60	16,2	13,0	10,8	8,1	6,5	5,9	5,0

Tabla 5: Tiempo de reconocimiento carácter en función de altura carácter y velocidad 80 Km/h

Para vías de velocidad máxima 50Km/h la Norma EN12966 recomienda una altura de Fuente de mínimo 160mm, para que el tiempo de reconocimiento de un mensaje sea superior a 4 segundos.

Tabla N.5 – Ejemplos de tiempo de reconocimiento en función de la altura de carácter, velocidad y anchura de haz vertical

Rango de tamaño	Altura de carácter h [mm]	Distancia mínima de legibilidad $d_{\min}$ [m]	Tiempo posible de reconocimiento en segundos [s] a la velocidad [km/h], en función de la anchura de haz vertical						
			40	50	60	80	100	110	130
A	100	5	5,0	4,0					
B	160	15	7,3	5,8	4,9				
C	240	30	10,3	8,2	6,8	5,1	4,1		
D	320	45	13,2	10,6	8,8	6,6	5,3	4,8	4,1
E	400	60	16,2	13,0	10,8	8,1	6,5	5,9	5,0

Tabla 6: Tiempo de reconocimiento carácter en función de altura carácter y velocidad 50 Km/h

Se utilizará este tamaño de carácter en vías con velocidad máxima menor de 50 Km/h.

Para el túnel subfluvial de Lamiako se consideran varias tipologías de panel en función de la vía y el entorno en el que van a estar instalados:

- Panel de mensajería variable exteriores (carretera tipo autovía): 2 zonas gráficas y 3 líneas de 12 caracteres (2G+3L12). Sobre pórtico visitable.
 - Zona gráfica: 2x 64x64 pixeles, P15
 - Zona texto alfanumérico: 3 líneas de 12 caracteres de 320x 220 mm
 - Medidas: 7.140 x 1900 x 260 mm

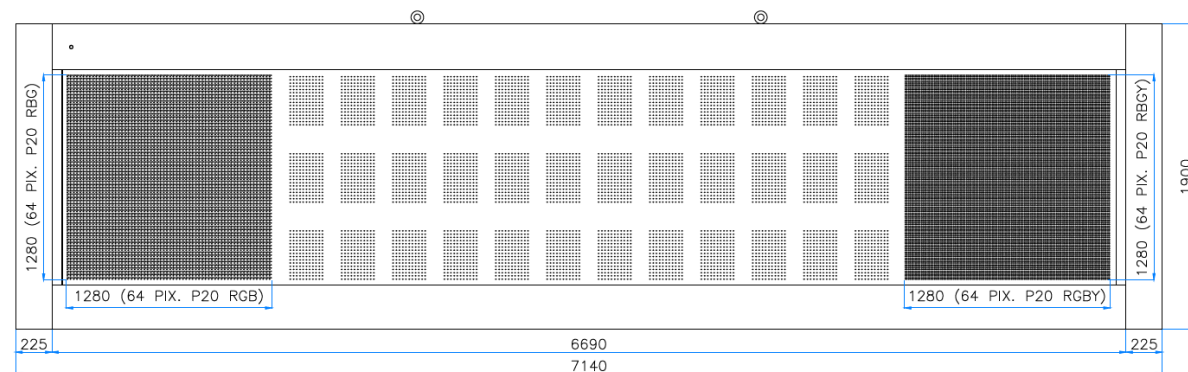


Figura 7: PMV 2G+3L12C Carretera Tipo Autovía

- Panel de mensajería variable exteriores (zona urbana Getxo): 1 zona gráfica y 3 líneas de 12 caracteres (1G+3L12). Sobre soporte en L invertida lateral no visitable.
 - Zona gráfica: 1x 48x48 pixeles
 - Zona texto alfanumérico: 3 líneas de 12 caracteres 160 x 110 mm
 - Medidas: 4.800 x 1.200 x 260 mm

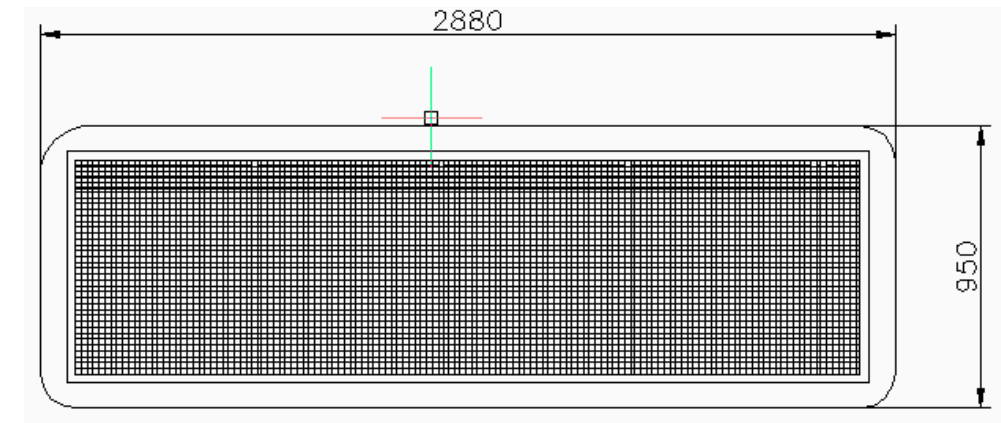


Figura 8: PMV Urbano (1G+3L12C) Zona Getxo

- Panel de mensajería variable exteriores (corredor de Ballonti): 2 zonas gráficas y 3 líneas de 12 caracteres (2G+3L12). Sobre soporte en U lateral no visitable
 - Zona gráfica: 2x 32x32 pixeles
 - Zona texto alfanumérico: 3 líneas de 12 caracteres 160 x 110 mm
 - Medidas: 2.200 x 1.600 x 260 mm

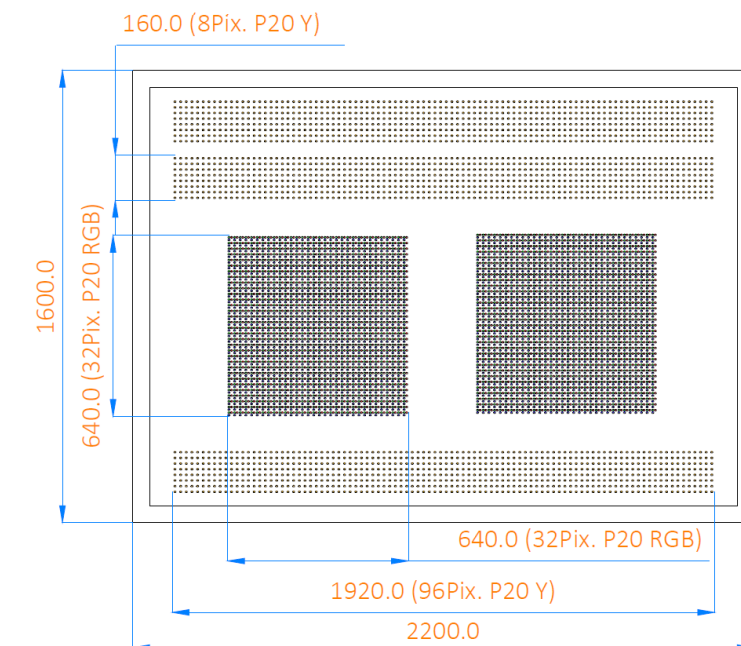


Figura 9: PMV 2G+3L12C Corredor de Ballonti

- Panel de mensajería variable interior con semáforos ambar/ambar: 1 zonas gráficas, 2 líneas de 12 caracteres y 2 semáforos AA (1G+2L12+4AA).
 - Zona gráfica: 1x 48x48 pixeles
 - Zona texto alfanumérico: 2 líneas de 12 caracteres de 320x 220 mm
 - Medidas: 5.500 x 1200 x 260 mm

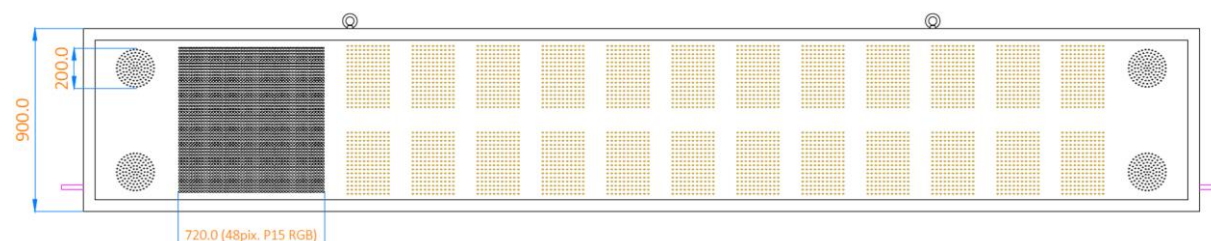


Figura 10: PMV 2G+3L12C Carretera Tipo Autovía

Ubicaciones

A continuación, se indica la propuesta realizada:

- Se ha previsto la instalación de PMV Exteriores (2G+3L12) en carretera tipo autovía en estructura de pórtico visitable de longitud variable en función del punto de instalación. También se ha previsto la reutilización del panel que prevé instalar el proyecto de La Avanzada en el corredor de Uribe Kosta sentido Artaza.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK	ESTRUCTURA
PMV-001E-A	Artaza	Artaza E	0,030	Pórtico visitable
PMV-001E-B	Ballonti	Ballonti E RLA	0,360	Pórtico visitable

- Adicionalmente se ha previsto la instalación de PMV Exterior Urbano (1G+3L12C) en soporte en L invertida en la zona urbana de Getxo, concretamente en la carretera Asua - La Avanzada desde Zugazarte hacia la rotonda superior de Artaza.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK	ESTRUCTURA
PMV-002E-B	Ballonti	Ballonti E RGZ	A 428m de la boca	L invertida

- Se ha previsto la instalación de PMV Exterior / Señal Oculta (2G+3L12) en el corredor del Ballonti y los accesos a la rotonda que permite acceder al túnel sentido Getxo - Leioa.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK	ESTRUCTURA
PMV-002E-A	Artaza	Sestao	0,380	Soporte U lateral no visitable
PMV-003E-A	Artaza	Rot. Ballonti	0,120	Soporte U lateral no visitable
PMV-004E-A	Artaza	Portugalete	0,200	Soporte U lateral no visitable

Los paneles tendrán el objeto prioritario de señalar la salida obligatoria de la carretera para los usuarios que superan el gálibo máximo establecido. Aunque la función principal corresponde a la anteriormente indicada, también serán utilizados para mostrar información de interés para los usuarios que quieran acceder al túnel.

4.2.2 Señal aspa-flecha (SAF)

Las señales led aspa-flecha (SAF) señalarán el estado de carril. Dentro del presente proyecto se considera el uso de dos tipos:

- SAF con 4 pictogramas:
 - Carril abierto: flecha verde
 - Carril cerrado: aspa roja
 - Desvío a carril colindante: flecha ámbar a derecha o izquierda con 45° de inclinación.



Figura 11: Señales Aspa-Flecha (4 pictogramas)

- SAF con 2 pictogramas:
 - Carril abierto: flecha verde
 - Carril cerrado: aspa roja



Figura 12: Señales Aspa-Flecha (2 pictogramas)

Ubicaciones

Se ha previsto la instalación de una sección de paneles aspa flecha en:

- los dinteles de la boca de entrada
- en interior del túnel, colocando un panel para cada carril. La interdistancia entre secciones estará entre 300 y 400 m con distribución uniforme de las secciones a lo largo del túnel. En la selección de la interdistancia se tendrá en cuenta que una sección de señalización sea vista desde la sección anterior.

No se prevé tráfico bidireccional dentro del subfluvial de Lamiako ni siquiera para operaciones especiales como situaciones incidentales graves o mantenimientos por lo que no se considera necesaria la instalación de señalización reversible (en sentido contrario al habitual del tráfico) ni en los portales, ni en el interior del túnel.

Las SAF que permiten presentar 4 aspectos se ubicarán en las bocas de entrada al túnel donde haya al menos dos carriles y las de 2 aspectos en el resto de las ubicaciones.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
SAF-001I-A	Artaza	Artaza I	0,443
SAF-002I-A	Artaza	Artaza I	0,443

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
SAF-003I-A	Artaza	Artaza I	0,693
SAF-004I-A	Artaza	Artaza I	0,693
SAF-005I-A	Artaza	Artaza I	1,093
SAF-006I-A	Artaza	Artaza I	1,093
SAF-007I-A	Artaza	Artaza I	1,476
SAF-008I-A	Artaza	Artaza I	1,476
SAF-009I-A	Artaza	Artaza I	1,835
SAF-010I-A	Artaza	Artaza I	1,835
SAF-011I-A	Artaza	Artaza I	2,228
SAF-012I-A	Artaza	Artaza I	2,228
SAF-013I-A	Artaza	Artaza I	2,624
SAF-014I-A	Artaza	Artaza I	2,624
SAF-015I-A	Artaza	Artaza I	2,969
SAF-016I-A	Artaza	Artaza I	2,969
SAF-017I-A	Artaza	Artaza I	3,281
SAF-018I-A	Artaza	Artaza I	3,281
SAF-019I-A	Artaza	Artaza I	3,565
SAF-020I-A	Artaza	Artaza I	3,565
SAF-021I-A	Artaza	Artaza I	3,565
SAF-022I-A	Artaza	Artaza RUK	3,753
SAF-023I-A	Artaza	Artaza RGZ	3,753
SAF-024I-A	Artaza	Artaza RLA	0,280
SAF-025I-A	Artaza	Artaza RGZ	0,169
SAF-026I-A	Artaza	Artaza RLA	0,454
SAF-027I-A	Artaza	Artaza RUK	0,360
SAF-001I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,177
SAF-002I-B	Ballonti	Ballonti RUK	0,100
SAF-003I-B	Ballonti	Ballonti RGZ	0,188
SAF-004I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,402
SAF-005I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,560
SAF-006I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,747
SAF-007I-B	Ballonti	Ballonti I	0,352
SAF-008I-B	Ballonti	Ballonti I	0,352
SAF-009I-B	Ballonti	Ballonti I	0,748
SAF-010I-B	Ballonti	Ballonti I	0,748
SAF-011I-B	Ballonti	Ballonti I	1,148

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
SAF-012I-B	Ballonti	Ballonti I	1,148
SAF-013I-B	Ballonti	Ballonti I	1,548
SAF-014I-B	Ballonti	Ballonti I	1,548
SAF-015I-B	Ballonti	Ballonti I	1,930
SAF-016I-B	Ballonti	Ballonti I	1,930
SAF-017I-B	Ballonti	Ballonti I	2,395
SAF-018I-B	Ballonti	Ballonti I	2,395
SAF-019I-B	Ballonti	Ballonti I	2,810
SAF-020I-B	Ballonti	Ballonti I	2,810
SAF-021I-B	Ballonti	Ballonti I	3,140
SAF-022I-B	Ballonti	Ballonti I	3,140
SAF-023I-B	Ballonti	Ballonti I	3,435
SAF-024I-B	Ballonti	Ballonti I	3,435
SAF-025I-B	Ballonti	Ballonti I	3,435
SAF-026I-B	Ballonti	Ballonti I	3,586
SAF-027I-B	Ballonti	Ballonti I	3,586
SAF-028I-B	Ballonti	Ballonti I	3,586

4.2.3 Señal de Control de Velocidad (CLV)

Las señales de control de velocidad (CLV) permiten indicar la velocidad máxima de circulación que se recomienda en el túnel en función de las circunstancias: tráfico libre o emergencia. Dentro del presente proyecto se considera el uso de un tipo de CLV que permita hasta tres dígitos para indicar la velocidad, rodeados de una orla roja indicando la prohibición.

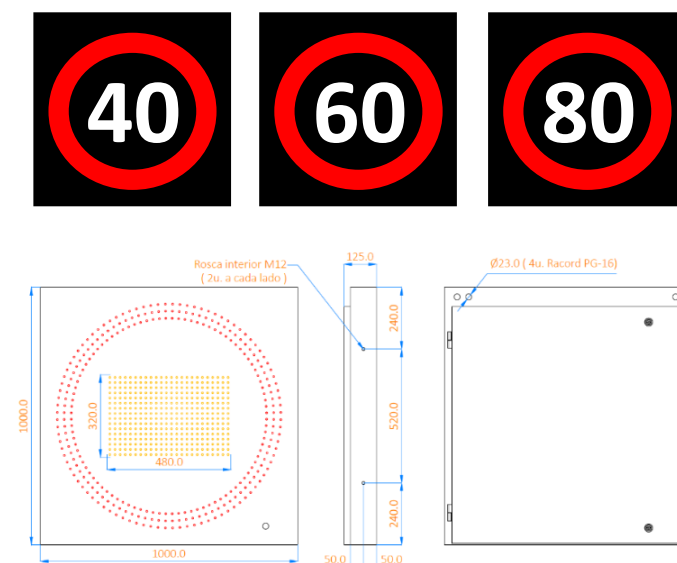


Figura 13: Ejemplo de señales de Control de Velocidad (CLV)

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

Ubicaciones

Se ha previsto la instalación de una sección de CLV coincidiendo con las secciones de SAF, colocando un panel para cada carril.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
CLV-001I-A	Artaza	Artaza I	0,443
CLV-002I-A	Artaza	Artaza I	0,443
CLV-003I-A	Artaza	Artaza I	0,693
CLV-004I-A	Artaza	Artaza I	0,693
CLV-005I-A	Artaza	Artaza I	1,093
CLV-006I-A	Artaza	Artaza I	1,093
CLV-007I-A	Artaza	Artaza I	1,476
CLV-008I-A	Artaza	Artaza I	1,476
CLV-009I-A	Artaza	Artaza I	1,835
CLV-010I-A	Artaza	Artaza I	1,835
CLV-011I-A	Artaza	Artaza I	2,228
CLV-012I-A	Artaza	Artaza I	2,228
CLV-013I-A	Artaza	Artaza I	2,624
CLV-014I-A	Artaza	Artaza I	2,624
CLV-015I-A	Artaza	Artaza I	2,969
CLV-016I-A	Artaza	Artaza I	2,969
CLV-017I-A	Artaza	Artaza I	3,281
CLV-018I-A	Artaza	Artaza I	3,281
CLV-019I-A	Artaza	Artaza I	3,565
CLV-020I-A	Artaza	Artaza I	3,565
CLV-021I-A	Artaza	Artaza I	3,565
CLV-022I-A	Artaza	Artaza RUK	3,753
CLV-023I-A	Artaza	Artaza RGZ	3,753
CLV-024I-A	Artaza	Artaza RLA	0,280
CLV-001I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,177
CLV-002I-B	Ballonti	Ballonti RUK	0,100
CLV-003I-B	Ballonti	Ballonti RGZ	0,188
CLV-004I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,402
CLV-005I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,560
CLV-006I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,747
CLV-007I-B	Ballonti	Ballonti I	0,352
CLV-008I-B	Ballonti	Ballonti I	0,352

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
CLV-009I-B	Ballonti	Ballonti I	0,748
CLV-010I-B	Ballonti	Ballonti I	0,748
CLV-011I-B	Ballonti	Ballonti I	1,148
CLV-012I-B	Ballonti	Ballonti I	1,148
CLV-013I-B	Ballonti	Ballonti I	1,548
CLV-014I-B	Ballonti	Ballonti I	1,548
CLV-015I-B	Ballonti	Ballonti I	1,930
CLV-016I-B	Ballonti	Ballonti I	1,930
CLV-017I-B	Ballonti	Ballonti I	2,395
CLV-018I-B	Ballonti	Ballonti I	2,395
CLV-019I-B	Ballonti	Ballonti I	2,810
CLV-020I-B	Ballonti	Ballonti I	2,810
CLV-021I-B	Ballonti	Ballonti I	3,140
CLV-022I-B	Ballonti	Ballonti I	3,140
CLV-023I-B	Ballonti	Ballonti I	3,435
CLV-024I-B	Ballonti	Ballonti I	3,435
CLV-025I-B	Ballonti	Ballonti I	3,435

4.2.4 Semáforos tipo RAV (SEM)

Los semáforos de regulación de tráfico tipo RAV (Rojo / Ámbar / Verde) de tecnología LED y con óptica de 300mm de diámetro que permiten mostrar de forma clara e inteligible el estado de un carril:

- Verde: tráfico libre
- Ámbar intermitente: circule con precaución
- Rojo: circulación prohibida.

Los semáforos se instalarán con pantalla de contraste para mejorar la visibilidad de las luces de los semáforos.

Ubicaciones

Se ha previsto la instalación de semáforos tipo RAV antes de la entrada a los túneles y en el dintel de la boca de los mismos.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
SEM-001I-A	Artaza	Artaza I	0,433
SEM-002I-A	Artaza	Artaza I	0,433
SEM-001E-A	Artaza	Artaza E	0,260
SEM-002E-A	Artaza	Artaza E	0,260

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
SEM-003E-A	Artaza	Artaza E	0,260
SEM-001I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,177
SEM-002I-B	Ballonti	Ballonti RUK	0,045
SEM-003I-B	Ballonti	Ballonti RGZ	0,188
SEM-001E-B	Ballonti	Ballonti E RLA	0,160
SEM-002E-B	Ballonti	Ballonti E RGZ	0,080

4.2.5 Barreras Automáticas (BAR)

La barrera automática de cierre es un sistema cuya finalidad es evitar mediante un obstáculo la entrada de los usuarios al túnel al encontrarse este cerrado al tráfico. Estos equipos dispondrán de sistemas de señalización que permitan indicar a los usuarios que la barrera está cambiando su estado (subiendo/bajando) y que está bajada cortando el acceso al túnel:

- Semáforo Rojo - Rojo (RR) que estará funcionando alternando el foco encendido desde antes de comenzar la bajada de la barrera hasta que esté completamente levantada.
- Sirena Acústica que funcionará durante la bajada y la subida.

Adicionalmente las barreras contarán con los siguientes sistemas de seguridad:

- Brazo degondable, de forma que gire 90° en sentido de la marcha en caso de un impacto contra él.
- Espira de seguridad que impida la bajada de la barrera en caso de que haya un vehículo debajo del brazo y que invierta el movimiento de la barrera en caso de que se active durante su bajada

Ubicaciones

Se instalarán con anterioridad a la boca de entrada del túnel de forma que no sea posible el paso de un vehículo cuando están bajadas.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
BAR-001E-A	Artaza	Artaza E	0,420
BAR-002E-A	Artaza	Artaza E	0,420
BAR-001E-B	Ballonti	Ballonti E RLA	0,020
BAR-002E-B	Ballonti	Ballonti E RUK	0,045
BAR-003E-B	Ballonti	Ballonti E RGZ	0,080

4.3 Control de gálibo

El subsistema de control de gálibo tiene la función de detectar con antelación a la entrada del túnel vehículos con exceso de altura e informarles de que debe desviarse o detenerse antes de la entrada del túnel. Es un sistema de especial importancia para evitar daños en la infraestructura del túnel y evitar incidentes.

Este subsistema estará formado por el siguiente equipamiento:

- Señal fija informativa de control de altura y del gálibo permitido (5m)

- Sistema de detección mecánica y electrónica sobre pórtico.
- Señal oculta o panel de mensaje variable para informar al usuario de la infracción y gestionar el desvío.

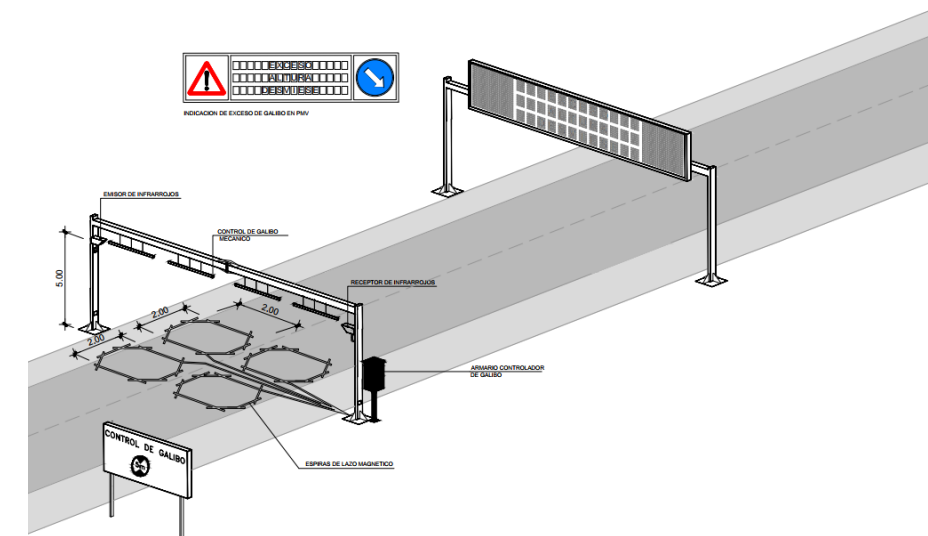


Figura 14: Esquema de un sistema de control de gálibo

El subsistema mecánico está formado por barras metálicas colgadas del pórtico con las que colisionarán los vehículos con altura superior al gálibo del túnel. Las barras metálicas serán de un material que no genere grandes daños a los vehículos y con fusible mecánico para evitar su caída en caso de impacto.

El subsistema de detección electrónica consta de dos sensores para identificar la presencia de un vehículo con exceso de gálibo permitido:

- Equipo detector de vehículos formado por espiras de lazo magnético, que se dispondrán en los carriles, y un detector de lazo inductivo. Con este equipo se detecta la masa metálica del vehículo en tránsito.
- Una barrera de infrarrojos modulado, compuesta por un emisor-receptor inerte a la radiación solar o a cualquier tipo de iluminación ambiental y de alcance mínimo garantizado la anchura entre las patas del pórtico.

El detector de vehículos mediante lazo inductivo garantizará que la activación de la alarma de gálibo sea válida únicamente cuando se confirme la presencia de vehículo en la zona de detección. De esta forma, se evitará que el sistema genere falsas alarmas por la activación del sensor de altura por otros elementos naturales que corten el haz de la barrera.

Para minimizar las falsas alarmas, los sensores de la barrera infrarroja dispondrán de un parasol para evitar la influencia negativa de polvo y agua de lluvia sobre el cristal de la fotocélula.

La programación del control de gálibo se realizará mediante un equipo local basado en microprocesador o control distribuido (PLC). Este elemento electrónico realizará la monitorización de las señales de los detectores, de la fotocélula y las suyas propias, las procesará y transmitirá la señal correspondiente (alarma de gálibo o alarma del sistema) al Centro de Control, y a la señal oculta o al panel de mensaje variable.

El sistema generará una alarma a centro de control, y simultáneamente activará el proceso automático de señalización de desvío del vehículo mediante la activación de señales ocultas o paneles de mensajería variable existente hacia las vías laterales y evitar su paso por dentro del túnel.

En caso de que se utilicen paneles de mensajería variable que tiene otros usos, se deberá establecer una priorización de mensajes para garantizar que el mensaje de desvío se escribe por encima de otros mensajes de menor prioridad del sistema.

Ubicaciones

Se ha previsto la ubicación de sistemas de control de gálibo en los accesos e incorporaciones al túnel:

- En la boca Getxo:
- En la vía lateral de La Avanzada sentido Getxo antes de incorporarse a la vía principal. Permitirá desviarse hacia el corredor de Uribe Kosta o hacia la rotonda de Artaza en caso de exceso de gálibo. Se propone el uso de un pórtico de señalización fija existente para fijar el sistema de detección electrónico.
- No se considera necesario instalar control de gálibo en la vía principal de La Avanzada porque ese túnel tiene un gálibo menor (4,5 m) que el subfluvial de Lamiako
- En el corredor de Uribe Kosta se aprovechará la instalación prevista en el proyecto de La Avanzada adaptándola con un sistema electrónico a 5 m de altura y una señal oculta que facilite el desvío de los vehículos hacia la rotonda de Artaza en caso de tener exceso de altura.
- En carretera Asua La Avanzada en dirección al túnel, antes de la desviación a la rotonda de Artaza, para permitir que los vehículos con exceso de altura tomen dicho camino y eviten entrar en el túnel. En este caso es complicada la colocación de un pórtico de gálibo físico por lo que se propone no colocarlo y utilizar postes a ambos lados de la calzada para fijar las fotocélulas.
- Debido al poco tráfico que va a aportar al túnel y a su carácter residencial no se considera necesario instalar controladores de gálibo en las calles Errekagane, ni en Avenida de Los Chopos
- En la boca Ballonti:
- Se propone colocar dos (uno por sentido) en el corredor de Ballonti, además se propone que la señal oculta permita dar información adicional del estado del túnel.
- Se colocará un control de gálibo en cada uno de los accesos al túnel desde A-8 y AP-8
- También se colocarán dos controles de gálibo en los accesos a la rotonda que entronca con el túnel para permitir el desvío de los vehículos, concretamente en la bajada desde el centro comercial de Ballonti y desde Salcedillo.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
GAL-001E-A	Artaza	Artaza E	1,000
GAL-002E-A	Artaza	Artaza E	0,320
GAL-003E-A	Artaza	Artaza E	0,245
GAL-004E-A	Artaza	Artaza E	0,080
GAL-005E-A	Artaza	Artaza E	0,235
GAL-006E-A	Artaza	Artaza E	0,480
GAL-007E-A	Artaza	Artaza E	0,030
GAL-001E-B	Ballonti	Ballonti E RLA	0,565
GAL-002E-B	Ballonti	Ballonti E RUK	0,657
GAL-003E-B	Ballonti	Ballonti E RGZ	0,590

4.4 Sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos

La funcionalidad principal del sistema es adquirir y analizar datos de tráfico a lo largo de los diferentes sectores en que se divide una carretera. Estos datos servirán para la gestión del túnel y el análisis futuro para mejorar la explotación de este.

Los parámetros básicos de tráfico que debe proporcionar el sistema de estaciones de datos serán como mínimo:

- Flujo de vehículos.
- Ocupación.
- Velocidad.
- Distancias entre vehículos.
- Clasificación.
- Porcentaje de vehículos pesados.
- Retenciones o atascos.
- Vehículos circulando en sentido contrario.
- Alarma de congestión
- Alarma de cambio de sentido em carril

Estos valores se darán por clase de vehículo, distinguiéndose como mínimo 3 clases. Los valores se integrarán en periodos de duración configurable. Se aconseja que el periodo de integración de los datos de tráfico no sea superior a los 5 minutos.

El sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos se realizará mediante sensores, detectores y estaciones de toma de datos. El muestreo se realiza mediante el uso de detectores, que como su nombre indica «detectan» el paso de vehículos o su presencia en los carriles, estos envían una señal a la estación de toma de datos (ETD) la cual las procesa elaborando los datos que debe proporcionar.

Se empleará un sistema basado en sensores de lazo inductivo y detectores electrónicos integrados en una ETD.

Lazos inductivos (bucles o espiras):

Estarán compuestos por los siguientes elementos con las siguientes características:

- Unas espiras bajo el pavimento por debajo de la capa de rodadura. La espira consiste en un cable formando una espira cuadrada de 3 o 4 vueltas con medidas aproximadas de 2 x 2 m.
- Un circuito oscilador, que interpreta las variaciones de frecuencia, causadas por el paso de los vehículos sobre la espira colocada en la calzada.
- El detector deberá ser un detector doble (opcionalmente simple) que está basado en un microprocesador, lo que hace que todos los cálculos y medidas de tiempo sean realizados digitalmente.
- El funcionamiento del oscilador deberá ser independiente para cada espira no existiendo acoplamiento entre las frecuencias de ambas espiras.
- El detector deberá poseer detección de cortocircuito y de circuito abierto de espira, presentando detección en ambos casos mientras esté presente la anomalía; una vez subsanada, el detector se autoadaptará al nuevo funcionamiento.

Se instalan dos espiras magnéticas por carril uno detrás de otro en el sentido de la marcha en cada sección de detección.

Para minimizar acoplamientos de energía entre lazos magnéticos se deberá procurar:

- Trenzar (retorcer) cuidadosamente el cable dando entre 10-15 vueltas por metro en todo el circuito del lazo (a excepción lógica del cable en la espira).
- Mantener una separación superior a 30 cm entre los cables de lazo que llegan hasta cada una de las espiras y entre estos y el resto de las espiras. Se obliga a que los cables de lazo vayan por tubos independientes para cada una de las espiras.

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

El aislamiento entre bucle y tierra, ya colocados deberá ser superior a 100 Ohmios con una tensión de medición de 500 V.

Ubicaciones

El subfluvial contará con un sistema de detección, clasificación y conteo de los vehículos que circulan por la vía con la función de aforar y de detección, clasificación y conteo de vehículos para conocer en todo momento la situación del tráfico tanto en el interior del túnel como en sus accesos. Por este motivo el sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos del Túnel Subfluvial de Lamiako contará con:

- Una sección de detección en las proximidades de cada una de las bocas de entrada. Se aconseja que esta sección se encuentre entre la sección de semáforos RAV exteriores al túnel y la boca de entrada al mismo para automatizar la gestión de colas en caso de cierre del túnel.
- Una sección de detección tras la boca de salida del túnel. Se tendrá en consideración que sea situada al menos a 100 metros en el exterior del túnel con el objetivo de detectar colas que estén creciendo y progresando hacia el interior del túnel.
- Una sección de detectores entre galerías de evacuación de vehículos.
- Secciones con detectores en todos los ramales de acceso o salida y los carriles pertenecientes a bifurcaciones o confluencias de calzadas en el interior del túnel para la adquisición de los datos estadísticos.

Se ha previsto la instalación de equipos en las siguientes ubicaciones, incluyendo ETD y espiras asociadas:

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
ESP-001E-A	Artaza	Artaza E	0,325
ESP-002E-A	Artaza	Artaza E	0,325
ESP-003E-A	Artaza	Artaza E	0,325
ESP-004E-A	Artaza	Artaza E RLA	0,464
ESP-005E-A	Artaza	Artaza E RUK	0,37
ESP-006E-A	Artaza	Artaza E RGZ	0,179
ESP-001I-A	Artaza	Artaza I	1,46
ESP-002I-A	Artaza	Artaza I	1,46
ESP-003I-A	Artaza	Artaza I	1,965
ESP-004I-A	Artaza	Artaza I	1,965
ESP-005I-A	Artaza	Artaza I	2,78
ESP-006I-A	Artaza	Artaza I	2,78
ESP-007I-A	Artaza	Artaza I	3,48
ESP-008I-A	Artaza	Artaza I	3,48
ESP-001E-B	Ballonti	Ballonti E RLA	0,167
ESP-002E-B	Ballonti	Ballonti E RUK	0,090
ESP-003E-B	Ballonti	Ballonti E RGZ	0,178
ESP-004E-B	Ballonti	Ballonti E	3,66
ESP-005E-B	Ballonti	Ballonti E	3,66
ESP-006E-B	Ballonti	Ballonti E	3,66

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
ESP-001I-B	Ballonti	Ballonti I	0,565
ESP-002I-B	Ballonti	Ballonti I	0,565
ESP-003I-B	Ballonti	Ballonti I	1,26
ESP-004I-B	Ballonti	Ballonti I	1,26
ESP-005I-B	Ballonti	Ballonti I	2,06
ESP-006I-B	Ballonti	Ballonti I	2,06
ESP-007I-B	Ballonti	Ballonti I	2,56
ESP-008I-B	Ballonti	Ballonti I	2,56

4.5 Control ambiental

La finalidad del sistema de control ambiental es la detección de las condiciones medioambientales que permita o posibilite la información a los usuarios de la existencia a la salida del túnel de condiciones adversas y que generarán estados degradados de la circulación y del estado del pavimento que podrán ocasionar accidentes.

Los fenómenos meteorológicos más relevantes a efectos de seguridad vial y que se deben controlar:

- Falta de visibilidad por niebla u otro fenómeno.
- Lluvia.
- Vientos de intensidad fuerte, en particular, vientos laterales.
- Formación de hielo en la calzada.

Para la detección de otros fenómenos meteorológicos adversos, como lluvia, viento, nieve, e incluso la presencia de hielo en la calzada se instalan otros sensores. Cuando se instalan un conjunto elevado de sensores estos se agrupan en lo que se denomina Sensor de Variables Atmosféricas en Carreteras (SEVAC).

Se define como unidad de Sensor de Variables Atmosféricas en Carreteras (SEVAC) a la unidad electrónica basada en un microprocesador, al cual están conectados el conjunto de equipos, sondas, mástiles, correctores de datos y energía, instalaciones de alarmas y las realizaciones o actuaciones necesarias para el alojamiento, conexión y puesta a punto, en el lugar determinado en los accesos de los túneles, incluso obra civil.

Los Sensores de Variables Atmosféricas en Carretera deberán cumplir con lo establecido en la Norma UNE 135441. «Sensores de Variables Atmosféricas en Carreteras», donde se describe el equipo y su equipamiento, se establecen los requisitos físicos y funcionales y se definen los protocolos de enlace y aplicativos en la comunicación entre este equipo y la capa o nivel superior.

Los sensores que se propone instalar, siguiendo lo establecido en la norma, son los siguientes:

- Anemómetro.
- Veleta.
- Sensor de Calzada: Los datos que proporciona el sensor una vez tratados son:
 - Temperatura en calzada
 - Calzada seca, húmeda, mojada, húmeda ó mojada con aditivos
 - Punto de congelación
 - Altura de la película de agua
 - Presencia de nieve, escarcha o hielo

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Riesgo de formación de hielo en calzada y punto de congelación de la mezcla líquida en calzada
- Sensor de visibilidad.
- Higrómetro.
- Sensor de Temperatura.
- Piranómetro.

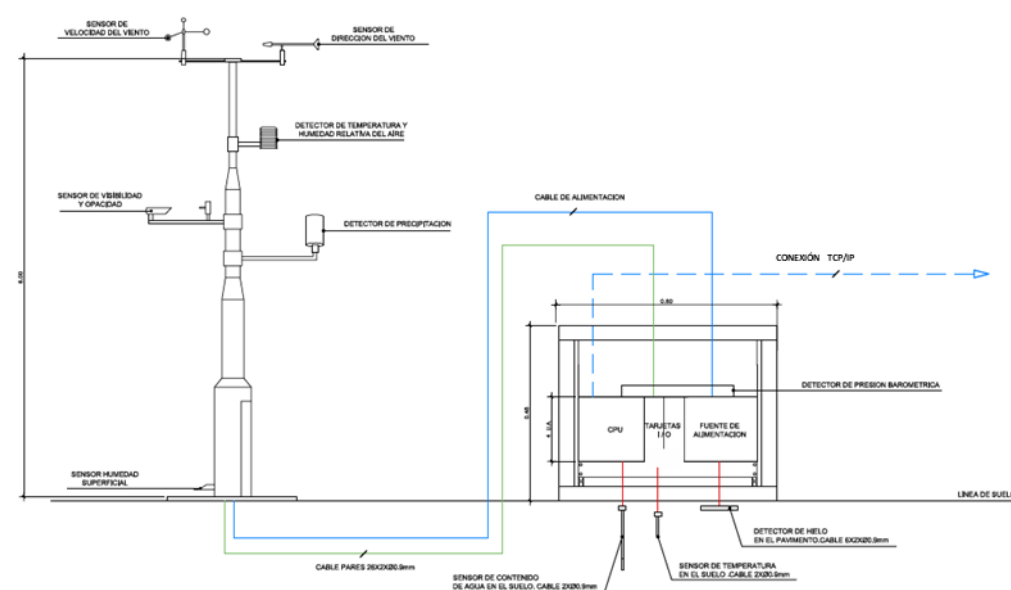


Figura 15: Sensor de Variables Atmosféricas en Carreteras (SEVAC)

Como funcionalidad adicional, los datos tomados por cada SEVAC se analizarán de forma automática para realizar propuestas de señalización o actuaciones concretas de explotación. En este sentido el sistema debe ser capaz de predecir las siguientes situaciones de alerta:

- Riesgo de formación de hielo en la superficie de la calzada
- Riesgo de aparición de escarcha
- Riesgo de aparición de rocío en la superficie de la calzada
- Temperatura de la superficie de la calzada baja
- Niebla o baja visibilidad
- Vientos fuertes

El equipamiento SEVAC aparte de realizar la captación de datos meteorológicos, tendrá que generar alarmas en presencia de fenómenos meteorológicos adversos o la previsión de que esto ocurra de manera inminente y transmitirlos a la aplicación de gestión centralizada para que los operadores puedan visualizarlo en tiempo real.

Ubicaciones

Debido a la ubicación del túnel y a su proximidad al túnel de La Avanzada (que contará con una estación SEVAC) se propone instalar una única SEVAC en las cercanías a la boca del túnel en la zona de Ballonti.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
SEVC-001E-A	Artaza	Artaza E	0,428

4.6 Señal activa con Radar

Se propone, como elemento adicional a lo estipulado en la normativa DFTS, la instalación de señales activas de radar en las bocas del túnel para la gestión de la velocidad de los vehículos.

La señal activa con radar es un sistema de mensajes dinámico que tiene la función de informar al conductor sobre la velocidad del vehículo, y llamar la atención de los conductores con exceso de velocidad para que puedan reducir la misma hasta la velocidad regulada o segura en el interior del túnel.

La señal de radar estará continuamente evaluando la carretera en busca de objetos metálicos con una débil ráfaga de energía de onda a una frecuencia específica (24,125 GHz). Cuando esta energía encuentra objetos metálicos, parte de la energía se reflejará de nuevo al radar. Si la velocidad detectada del vehículo supera la velocidad límite máxima programada, unos LEDs emitirán destellos para alertar al conductor de su exceso de velocidad.

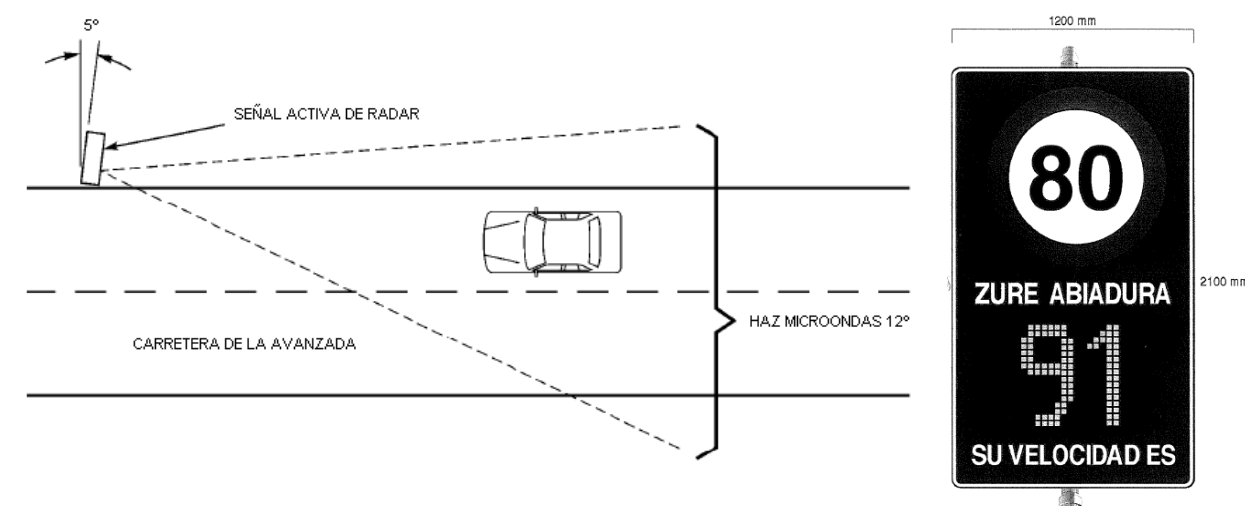


Figura 16: Alineación y orientación de la señal activa de radar

El sistema funciona de forma autónoma, esto significa que el sistema funciona estrictamente sin conexión con otros sistemas.

Ubicaciones

Se han previsto las siguientes señales, antes de las entradas al túnel.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
SIV-001E-A	Artaza	Artaza E	0,100

4.7 Interconexión con otros sistemas

El sistema de tráfico utilizará la conectividad ofrecida por la red de comunicaciones multiservicio 1 Gigabit Ethernet del túnel subfluvial de Lamiako y del doble enlace de fibra óptica de 10 Gigabit Ethernet entre el túnel y el Centro de Control MKZ.

La gestión de los equipos de campo sin conectividad TCP/IP se realizará mediante equipos concentradores UPD dentro del sistema de gestión centralizada que permiten su comunicación con los niveles superiores del Aplicativo de Gestión Centralizada.

Las funciones de operación se realizarán desde el aplicativo de gestión centralizada.

El sistema de CCTV deberá tener cámaras prefijadas en la posición de sistemas desde donde se reciban señales que puedan generar una alarma, cómo el sistema de control de gálibo, para hacer el seguimiento de que el vehículo abandona el vial de forma correcta. En otros casos, para garantizar una ejecución correcta de acciones sobre elementos implantados, cómo en el caso de las barreras degondables, también será necesario prefijar las cámaras como propuestas para poder realizar una supervisión del movimiento de estas.

5 SISTEMA CCTV Y DAI

Los sistemas basados en video permiten la supervisión y el control remoto del túnel por parte de los operadores del centro de control. En este apartado se tratan el sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) y el sistema de Detección automática de Incidentes (DAI) que están estrechamente relacionados.

A continuación, se incluye una tabla que resume los criterios de diseño indicados en el DFST para este tipo de instalación:

SUBSISTEMA	EQUIPAMIENTO
CCTV	Para los túneles a partir de 500m (Tipo I) se deberá disponer de un sistema de CCTV. En <u>exterior del túnel</u>: - Los accesos del túnel van a estar vigilados por cámaras motorizadas con posicionador y zoom PTZ IP tipo DOMO de alta definición (mínimo 1080p). - Para mejorar la visibilidad se recomienda su instalación sobre mástil de 15 metros de altura y hormigonado hasta los 8 metros. - Las cámaras exteriores deben proveer imágenes de las entradas y salidas del túnel, así como permitir visualizar los efectores instalados (paneles, control de gálibo, semáforos y barreras, etc) y los locales técnicos. - Cámaras Termográficas IP en bocas, permitirán monitorizar la calzada en el tramo que da acceso al túnel permitiendo detectar puntos calientes y visualización del estado en caso de baja visibilidad. Además de lo anterior, servirán como sistema redundante al sistema de detección, clasificación y contaje de vehículos. En <u>interior de túnel</u>: - Instalación cámaras motorizadas PTZ IP tipo DOMO de alta definición (mínimo 1080p) en: - en el túnel: permitiendo visualizar el túnel y las puertas de las galerías de evacuación - en las galerías de evacuación: permitiendo visualizar la ruta completa de evacuación y los accesos a los locales técnicos interiores - Se instalarán cámaras IP fijas de alta definición (mínimo 720p) con módulo de procesamiento DAI para conseguir una cobertura visual del 100% del túnel sin ángulos muertos ni puntos ciegos. - A la hora de ubicar las cámaras se evitará el riesgo deslumbramiento que se producen en los accesos y salidas de los túneles, debido al cambio de luminosidad que se origina en estos puntos - Cámaras Termográficas IP en el interior del túnel cada 170 m aproximadamente. Estas cámaras permitan monitorizar completamente la calzada, permitiendo supervisar la evacuación del túnel en condiciones de baja visibilidad. - La altura de instalación de las cámaras en el interior del túnel puede variar entre los 4,5 metros y los 6 metros, ubicándose a la mayor altura que permita el gálibo del túnel, siempre por debajo de las luminarias de alumbrado del túnel y asegurándose que éstas no produzcan deslumbramientos en la cámara.
DAI	Los túneles tipo I se deberá disponer de un sistema DAI.

SUBSISTEMA	EQUIPAMIENTO
	Nota: La distancia entre las cámaras IP fijas con módulo DAI integrado deberá ser fijada por un estudio previo validado por el suministrador del sistema DAI a instalar en el túnel, aconsejándose una distancia no superior a 75-100 metros.

Tabla 7: Equipamiento de CCTV y DAI túnel subfluvial de Lamiako

5.1 Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

El sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) permitirá que los operadores del Centro de Control MKZ consigan por inspección visual detectar y analizar en tiempo real los posibles accidentes o incidentes que se hayan producido en el túnel, con lo que se mejorará la explotación.

El sistema de CCTV también se utilizará para confirmar el riesgo detectado por el sistema de Detección Automática de Incidentes (DAI) y calibrar la magnitud del incidente, además de ayudar al diseño de la respuesta y realizar un análisis posterior a partir de las situaciones registradas.

Los objetivos del sistema CCTV son los siguientes:

- Detección y vigilancia de acontecimientos y situaciones especiales de la circulación y otros que puedan incidir en la coordinación de las funciones de vigilancia y protección.
- Ayuda a la detección y evaluación del alcance de las incidencias. La videovigilancia constituye uno de los elementos clave en el control y seguimiento de las distintas fases en las que se puede dividir la gestión de incidentes.
- Detección temprana de incidencias y visión en condiciones adversas, así como supervisar la evacuación de los usuarios del túnel en condiciones de baja visibilidad.
- Análisis y supervisión de alarmas y demandas de ayuda cursadas desde los postes SOS dentro del túnel
- Obtención de información sobre el estado de funcionamiento de las instalaciones

El operador del Centro de Control podrá visualizar imágenes del túnel y sus accesos para:

- Monitorización del estado real del tráfico, bien como observación directa, o bien como medio de verificación de informaciones de otros sistemas.
- Monitorización de las condiciones meteorológicas.
- Servir de apoyo a los operadores en labores de explotación
- Servir de apoyo a los operadores en el seguimiento de la evacuación del túnel, incluso en condiciones de baja visibilidad.
- Servir de apoyo en la gestión de incidentes: Detección, registro de incidente, verificación, información, respuesta, trabajos en campo y restablecimiento de las condiciones de la vía tras el incidente.
- Capacidad de preposicionamiento (enclavamiento) de cámaras, integrado con el sistema de gestión de video y SCADA, de modo que desde el centro de control se deberán poder programar preposiciones de cada una de las cámaras en unas coordenadas X, Y, Z con un nivel de zoom determinado.
- Disponer de visión termográfica en el interior de los túneles objeto de la ampliación para situaciones de baja visibilidad, provocada principalmente por la existencia de humos.

A nivel de gestión podrá:

- Gestión, operación y control integral del sistema CCTV
- Control de usuarios

- Visualización de las imágenes en tiempo real (gestión de rondas de visualización, parametrización de las propiedades del vídeo, control del movimiento de las cámaras, etc.)
- Gestión de las grabaciones de vídeo

5.2 Sistema de Detección Automática de Incidentes (DAI)

El túnel Subfluvial Lamiako dispondrá de cámaras CCTV fijas IP, con un módulo integrado para la detección automática de incidentes (DAI) en tiempo real basado en técnica de procesado digital de imágenes, y cámaras térmicas.

La fuente de análisis son las imágenes en banda base recibidas de las cámaras fijas y térmicas situadas en el interior y/o exterior de los túneles.

El sistema de detección automática de incidentes del túnel Subfluvial Lamiako, se integrará en el sistema de DAI existente en el Centro de Control de MKZ, sistema que presenta un alto rendimiento de detección, bajo porcentaje de falsas alarmas y ninguna interferencia con la detección de retenciones.

El sistema de Detección de Incidentes (DAI) es un complemento idóneo a los sistemas tradicionales de detección como postes SOS y permite la detección de situaciones no contempladas por sistemas de detección basados en espiras, fundamentalmente:

- Parada de vehículo con tráfico fluido o con congestión, ya sea en la calzada o en el arcén.
- Detección de ralentización del tráfico, indicando en comienzo y el final del grupo de vehículos afectados.
- Detección de vehículo lento en calzada o arcén, con umbral parametrizable en condiciones de tráfico normal.
- Detección de colas
- Presencia de viandantes o ciclistas, ya sea en la calzada o en el arcén.
- Presencia de obstáculos importantes en la calzada (mercancías caídas, etc.),
- Vehículo en sentido contrario, en calzada o arcén.
- Pérdida de visibilidad/detección de humo.

El sistema DAI deberá ser fiable y proporcionar un índice marginal de falsas alarmas para permitir una vigilancia totalmente automática. Las características del sistema serán las siguientes:

- Procesará las imágenes de las cámaras fijas instaladas en el interior del túnel.
- Secuencias de vídeo de pantalla completa mediante compresión MPEG-4
- Base de datos de secuencias de vídeo relacionadas con los eventos
- Sistema modular
- Ajuste a distancia
- Alta calidad de información visual con análisis previo y posterior al incidente (hasta 30 fps)
- Tiempo de detección inferior a 10 segundos, con un alto índice de detección y bajo índice de falsas alarmas

El sistema DAI deberá proporcionar:

- Alarma inmediata y automática sobre la detección de un nuevo evento anormal, antes que las consecuencias del incidente puedan ser advertidas por el operador
- Un análisis rápido de la situación para tomar una decisión inmediata y adecuada
- Alarmas técnicas:
- Cámara movida de su posición de referencia

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Pérdida de señal de una cámara
- Calidad pobre en la señal de vídeo
- Fallo en uno de los equipos del sistema
- Problema en la red de comunicaciones

El sistema DAI deberá ofrecer las siguientes posibilidades de grabación:

- Grabación de secuencias de incidentes. El sistema guardará las imágenes de las cámaras donde se produce el incidente 2 minutos antes de que este se inicie hasta que se dé por concluido el incidente, este sistema se debe activar tanto para una alarma generada por el DAI como por una alarma externa. Además, se podrá salvar cualquier imagen de cualquier cámara, aunque no esté asociado a ningún incidente
- Grabación de vídeo multicámara. Permitirá la grabación de secuencias de vídeo de una o varias cámaras situadas antes o después de la cámara en alarma para analizar y comprender las causas de un incidente en diferido.

El algoritmo usado para la detección de incidentes tendrá que adaptar su detección a los cambios de medio ambiente para minimizar las falsas alarmas: cambios en condiciones de tráfico, cambios en las condiciones de luz y cambios de condiciones meteorológicas.

5.3 Arquitectura

5.3.1 Sistema CCTV

El sistema de CCTV estará basado cámaras de espectro visible (fijas y domos) y cámaras térmicas. Se equiparán con análisis de video inteligente DAI las cámaras fijas en interior del túnel y las cámaras térmicas en exterior.

Todas deberán disponer de conectividad TCP/IP.

Las cámaras se conectarán al switch más cercano mediante cable S/FTP cat6 directamente hasta el switch ubicado en el armario más cercano, o bien con cable de fibra óptica y conversores de cobre/fibras correspondientes para los casos de cámaras ubicadas a una longitud mayor de 90m del switch de acceso más cercano.

Las cámaras tendrán conectividad a través de la red de comunicaciones multiservicio del túnel con el Centro de Control de MKZ donde se encontrarán los equipos de videograbación de todas las cámaras, los equipos de gestión y visualización de video y el servidor que gestiona el sistema DAI.

El vídeo digitalizado requiere un enorme ancho de banda para su transmisión (108 Mbps - 270 Mbps) y una enorme capacidad para su almacenamiento, por lo que se realizará compresión de vídeo mediante el algoritmo H.264/H.265 o MPEG-4.

5.3.2 Sistema DAI

La gestión de incidentes mediante DAI tendrá los siguientes procesos:

- Detección. Determinación de que un incidente ha ocurrido y transmisión de la información del mismo al Centro de Control MKZ, en donde pueden iniciarse medidas correctoras.
- Proceso de análisis del incidente, que podrá llevar consigo una verificación del mismo y deberán estar programados planes de actuación y emergencia cubriéndose la mayoría de los incidentes posibles.
- Actuación. Aplicación de medidas de control de tráfico en el área del incidente, incluyendo el cierre y apertura de carriles, establecimiento de rutas alternativas, área de estacionamiento de vehículos de emergencia y acciones para la seguridad de los usuarios y personal de emergencia.
- Recuperación de la capacidad. Trabajos de limpieza y recuperación de la capacidad de la autopista en las condiciones existentes antes del incidente.

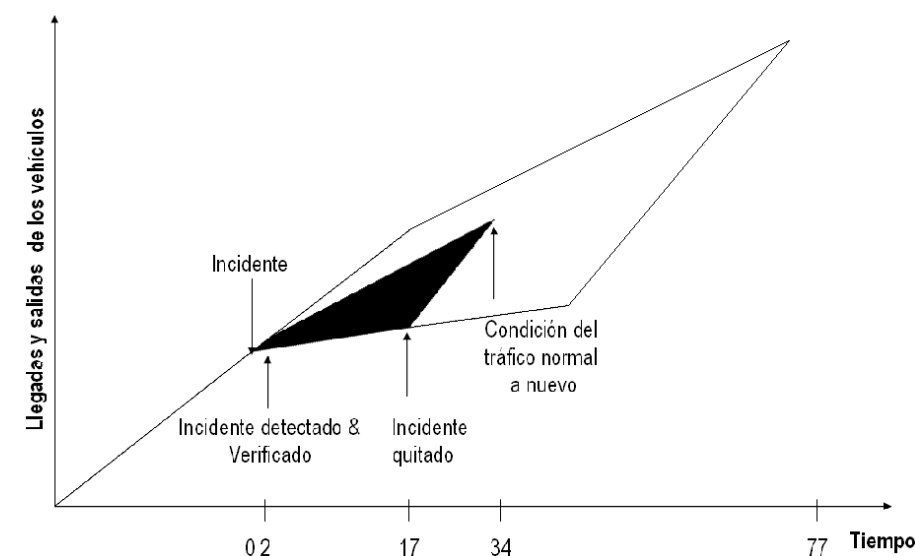


Figura 17: Proceso y reacción en tiempo del sistema de Detección Automática de Incidentes

Servidor DAI

El servidor DAI consistirá en un equipo con suficiente espacio de almacenamiento como para almacenar el software de gestión del sistema DAI y el banco de datos compuesto por las secuencias de imágenes de vídeo digitalizadas y las alarmas.

Las cámaras CCTV con módulo DAI se integrarán en el servidor DAI existente en el Centro de Control MKZ. Las funciones del servidor DAI serán las siguientes:

- Comunicación con cámaras CCTV con módulo DAI integrado.
- Centralización de datos (alarmas, secuencias de imágenes)
- Gestión de la Base de Datos de secuencias de vídeo de incidentes y alarmas
- Comunicación con el sistema de gestión integral del túnel vía TCP/IP
- Interfaz para la administración técnica y funcional del sistema DAI
- Auto testeo continuo del sistema
- Mantenimiento y supervisión técnica de los equipos
- Configuración del sistema DAI: parámetros, configuración de las máscaras, activación o inhibición de pistas o de cámaras, etc.

La plataforma de software para la gestión del sistema DAI dispondrá de dos aplicaciones principales:

- Herramienta de control:
 - En caso de incidente, presentará en pantalla una imagen de alarma.
 - Generará una secuencia de vídeo con informaciones previas y posteriores al incidente.
 - El software examinará continuamente los diversos módulos de detección. (Las alarmas y las secuencias de vídeo serán comunicadas al servidor y almacenados en un banco de datos)
 - Interfaz entre el sistema de detección de incidentes y el sistema de gestión integral del túnel
- Herramienta de informe:

- Generación de cuadros y diagramas

Base de datos de incidentes y alarmas

La Base de Datos de Incidentes y Alarmas almacenará todos los incidentes y alarmas comunicados al servidor. La visualización de cualquiera de estos incidentes se realizará a través de una ventana del interfaz del operador.

En el servidor mantendrá en todo momento la configuración del sistema de Detección Automática de Incidentes completo (incluyendo los umbrales de detección) en una base de datos denominada Base de Datos de Configuración. El sistema permitirá realizar de manera sencilla y rápida cualquier cambio en la configuración del sistema.

Interfaz gráfica de operador

En el Centro de Control se dispondrá del software, que contiene la aplicación para el completo manejo y supervisión del túnel y equipos.

Esta aplicación se mostrará al operador mediante un interfaz gráfico, que permitirá a éste conocer en todo momento el estado del túnel, mediante la visualización del estado del mismo en tiempo real. Además, las alarmas del sistema DAI se integrarán en la aplicación de gestión centralizada (SCADA) existente en el Centro de Control.

Las principales operaciones que se podrán realizar a través del interfaz del operador serán las siguientes:

- Visualización y gestión de las secuencias de alarmas
- Administración técnica del sistema DAI

A continuación, se describe de forma más extensa estas operaciones.

A) Visualización y gestión de las secuencias de alarmas

- Se incluye:
 - Visualización del nivel de servicio
 - Visualización de las secuencias de alarmas
- La supervisión funcional del sistema se efectuará a través de una interfaz de operador que presentará una vista del conjunto de las cámaras procesadas.
- Esta interfaz permitirá:
 - Listado de incidencias en los equipos DAI
 - Identificación visual de las cámaras implicadas en el incidente
 - Visualización inmediata de la secuencia de vídeo de la alarma pendiente
 - Visualización en tiempo real de las imágenes de cualquier cámara
 - La visualización de las alarmas de disfunción del sistema
- Supervisión del túnel por medio de una representación gráfica. La representación gráfica permitirá:
 - Identificación de la cámara en alarma
 - Indicación en pantalla de alarmas
 - Localización del incidente en el túnel
 - Visualización inmediata de la secuencia de vídeo de la alarma pendiente
 - Visualización de las alarmas de disfunción del sistema
 - Visualización de las medidas de tráfico
- Gestión de la base de secuencias sobre alarmas

- La gestión de la base de datos de secuencias se realizará en el servidor DAI. Un programa específico permitirá manejar todos los ficheros de grabación digital almacenados y de todos los tipos (secuencia de incidente, grabación a petición del operador, extracción de una parte de la grabación permanente, etc.)
- Una interfaz permitirá efectuar búsquedas según varios criterios para tener acceso rápido a la grabación deseada. La búsqueda se podrá realizar por: fecha, cámara, tipo de incidente, carril, comentario, etc.

B) Administración técnica del sistema DAI

La interfaz gráfica de operador permitirá llevar a cabo la configuración del sistema DAI:

- Configuración del sitio. Cada cámara fija será asociada a una definición geométrica del sitio controlado. La interfaz permitirá definir gráficamente las áreas de detección.
- Ajuste de los umbrales de detección. Para cada tipo de incidente, los niveles de detección son ajustables independientemente, carril por carril, así como: tiempo de parada de los vehículos, longitud de colas, inicio de la disminución de la velocidad, fin de disminución de la velocidad, etc.
- Ajuste de la configuración del hardware del sistema
- Ajuste a distancia de los módulos de procesado de imagen de vídeo y de los módulos de comunicación
- Actualización del firmware
- Listado de cámaras, así como de las especificaciones y propiedades del detector

El sistema informará al operador de las diferentes incidencias que tengan lugar en el funcionamiento de los equipos DAI, como pueden ser:

- Fallo de vídeo.
- Equipo manipulado.
- Fallo en las comunicaciones.
- Recuperación de las comunicaciones.
- Sincronización del equipo
- Movimiento de cámara
- Pérdida de la señal de vídeo de una cámara
- Fallo de un módulo de procesamiento

También se dispondrá de una herramienta de mantenimiento del sistema DAI, que permitirá:

- Controlar el estado y actividad de todos los procesos y programas
- Controlar las comunicaciones
- Diagnóstico del estado de todos los procesos (fallos, disfunción)
- Parada/reinicio de los procesos de video detección.

Las principales operaciones que se podrán realizar a través del interfaz del operador son las siguientes:

- Envío de órdenes a los equipos DAI.
- Orden de arranque y parada.
- Sincronización de equipos.

5.4 Equipamiento y ubicación de equipos.

Siguiendo lo establecido en el DFST, el objetivo del sistema es cubrir los puntos singulares del túnel, de esta forma se debe cubrir:

- Visibilidad de los carriles de circulación
- Postes SOS
- Salidas y galerías de evacuación
- Arcenes
- Señalización variable
- Accesos al túnel
- Locales técnicos

Los principales elementos de los que constará el CCTV que se propone instalar en el túnel Subfluvial de Lamiako serán los siguientes:

- Cámaras en accesos al Túnel y locales Técnicos:
 - Los accesos del túnel y locales técnicos exteriores estarán vigilados por cámaras motorizadas PTZ.
 - Los accesos del túnel dispondrán de cámaras térmicas IP para la detección temprana y visualización de los accesos en condiciones de baja visibilidad.
- Cámaras en interior de Túnel:
 - Instalación cámaras motorizadas PTZ en el túnel de forma que permitan monitorizar el mismo.
 - Instalación cámaras motorizadas PTZ en el interior de las salidas y galerías de evacuación (permitiendo visualizar la ruta de evacuación y las puertas de acceso a los locales técnicos interiores).
 - Se instalarán cámaras fijas con módulo de procesamiento DAI en el túnel, para conseguir una cobertura visual del 100% del mismo sin ángulos muertos ni puntos ciegos.
 - Cámaras térmicas en el interior del túnel que permitan monitorizar la calzada, permitiendo supervisar la evacuación del túnel en condiciones de baja visibilidad.
- Sistema de transmisión de las señales de vídeo IP:
 - Switches que estarán conectados a la Red Multiservicio IP
 - Cableado FTP para la conexión de los codificadores a los switches.
 - Red Multiservicio IP Gigabit Ethernet de túnel (Red de comunicación de vídeo, datos y audio).
 - El equipamiento del Centro de Control será el siguiente:
 - Sistema de selección, control y visualización de las imágenes.
 - Servidor DAI.
 - Videograbadores.
 - Videowall de la sala de control.

5.4.1 Cámaras DOMO PTZ HD IP - Exterior

Se ha previsto cámaras con las siguientes características:

- Cámara IP tipo DOMO HD

- PTZ rotación 360°
- Óptica de 7-300mm (largo alcance)
- Sensibilidad alta a baja luminosidad.
- Zoom óptico 42X
- Para exterior IP66.
- Cumplimiento ONVIF Profile S
- Alimentación Dual: PoE+ 802.3at y/o 24 Vac

Estas cámaras servirán para vigilar los accesos al túnel y a los locales técnicos. Todos los PMV de exterior, puntos de detección de gálibo y postes SOS, se podrán visualizar desde alguna de las cámaras DOMO instaladas en el exterior.

Las cámaras DOMO se instalarán preferentemente sobre báculos de 15 m hormigonados hasta la mitad.

La ubicación de las cámaras previstas se indica a continuación:

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
DOM-001E-A	Artaza	Artaza E	0,425
DOM-002E-A	Artaza	Artaza E	0,350
DOM-003E-A	Artaza	Artaza E	0,050
DOM-004E-A	Artaza	Artaza E	0,115
DOM-005E-A	Artaza	Artaza E	0,420
DOM-006E-A	Artaza	Artaza E	0,060
DOM-001E-B	Ballonti	Ballonti E RLA	0,57
DOM-002E-B	Ballonti	Ballonti E RLA	0,050
DOM-003E-B	Ballonti	Ballonti E RUK	0,865
DOM-004E-B	Ballonti	Ballonti E RGZ	0,500
DOM-005E-B	Ballonti	Ballonti E RGZ	0,040

5.4.2 Cámaras DOMO PTZ HD IP - Interior

Se ha previsto cámaras con las siguientes características:

- Cámara IP tipo DOMO HD
- PTZ rotación 360°
- Óptica de 4,3-129 mm
- Sensibilidad alta a baja luminosidad.
- Zoom óptico 30X
- Para exterior IP66.
- Cumplimiento ONVIF Profile S
- Alimentación Dual: PoE+ 802.3at y/o 24 Vac

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

En el interior de túnel se instalarán cámaras DOMO PTZ HD IP instaladas en los hastiales o en la bóveda del túnel. Estas cámaras permitirán visualizar los accesos de las galerías, así como la visualización con más detalle de cualquier incidente que pueda ocurrir en el interior del túnel.

La ubicación de las cámaras previstas se indica a continuación:

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
DOM-001I-A	Artaza	Artaza I	0,690
DOM-002I-A	Artaza	Artaza I	0,950
DOM-003I-A	Artaza	Artaza I	1,205
DOM-004I-A	Artaza	Artaza I	1,460
DOM-005I-A	Artaza	Artaza I	1,715
DOM-006I-A	Artaza	Artaza I	1,965
DOM-007I-A	Artaza	Artaza I	2,250
DOM-008I-A	Artaza	Artaza I	2,520
DOM-009I-A	Artaza	Artaza I	2,780
DOM-010I-A	Artaza	Artaza I	2,980
DOM-011I-A	Artaza	Artaza I	3,230
DOM-012I-A	Artaza	Artaza I	3,480
DOM-001I-B	Ballonti	Ballonti I	3,480
DOM-002I-B	Ballonti	Ballonti I	3,230
DOM-003I-B	Ballonti	Ballonti I	2,980
DOM-004I-B	Ballonti	Ballonti I	2,780
DOM-005I-B	Ballonti	Ballonti I	2,520
DOM-006I-B	Ballonti	Ballonti I	2,250
DOM-007I-B	Ballonti	Ballonti I	1,965
DOM-008I-B	Ballonti	Ballonti I	1,715
DOM-009I-B	Ballonti	Ballonti I	1,460
DOM-010I-B	Ballonti	Ballonti I	1,205
DOM-011I-B	Ballonti	Ballonti I	0,950
DOM-012I-B	Ballonti	Ballonti I	0,690

5.4.3 Cámaras DOMO PTZ HD IP - Salidas y Galerías de Evacuación

Se ha previsto cámaras con las siguientes características:

- Cámara IP tipo DOMO
- PTZ rotación 360°
- Óptica de 5,3-64 mm
- Sensibilidad alta a baja luminosidad.
- Zoom óptico 12X

- Para exterior IP66.
- Cumplimiento ONVIF Profile S
- Alimentación Dual: PoE+ 802.3at y/o 24 Vac

Estas cámaras permitirán visualizar el 100% de las salidas y galerías de evacuación, así como los accesos a los locales técnicos interiores.

La ubicación de las cámaras previstas se indica a continuación:

Cod. Corto	Sentido	PK
DOM-001G01	Galería 1	0,690
DOM-001G02	Galería 2	0,950
DOM-001G03	Galería 3	1,205
DOM-001G05	Galería 5	1,715
DOM-001G06	Galería 6	1,965
DOM-001G07	Galería 7	2,250
DOM-001G08	Galería 8	2,520
DOM-001G10	Galería 10	2,980
DOM-001G11	Galería 11	3,230
DOM-001G12	Galería 12	3,480
DOM-001L2	Cuarto técnico 02	1,460
DOM-001L3	Cuarto técnico 03	2,780
DOM-001SE1	salida de emergencia 01	0,170
DOM-001SE2	salida de emergencia 02	0,310
DOM-001SE3	salida de emergencia 03	0,661
DOM-001SE4	salida de emergencia 04	0,280
DOM-001SE5	salida de emergencia 05	0,106

5.4.4 Cámaras térmicas - Exterior

Se han previsto cámaras con las siguientes características:

- Cámara térmica 7.5 a 13.5um
- Modulo integrado de DAI y de aforo de vehículos
- Resolución 640x512
- Óptica disponible de 9 a 35 mm
- Para exterior IP66.
- Alimentación Dual PoE+ 802.3at y/o 24 Vac

Estas cámaras permitan monitorizar la calzada en el tramo que da acceso al túnel permitiendo detectar puntos calientes y visualización del estado en caso de baja visibilidad. Además de lo anterior, servirá como sistema redundante al sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos.

La ubicación de las cámaras previstas se indica a continuación:

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
CAT-001E-A	Artaza	Artaza E	0,26
CAT-002E-A	Artaza	Artaza E	0,26

5.4.5 Cámaras térmicas - Interior

Se ha previsto cámaras con las siguientes características:

- Cámara IP Térmica 320x240.
- Óptica 19 mm.
- Rango de detección de hasta 3,9 km (12.795 pies)
- Doble flujo H264 4 CIF/25 ips y adicional MJPEG
- Análisis IVA integrado.
- Compatible ONVIF.
- Para exterior IP66.
- Alimentación Dual PoE+ 802.3at y/o 24 Vac

Se instalarán cámaras térmicas IP en el interior de túnel (ambos sentidos) cada 170 m aproximadamente. Estas cámaras permitan monitorizar la calzada, permitiendo detectar puntos calientes y supervisar la evacuación del túnel en condiciones de baja visibilidad.

La ubicación de las cámaras previstas se indica a continuación:

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
CAT-001I-A	Artaza	Artaza I	0,444
CAT-002I-A	Artaza	Artaza I	0,614
CAT-003I-A	Artaza	Artaza I	0,784
CAT-004I-A	Artaza	Artaza I	0,954
CAT-005I-A	Artaza	Artaza I	1,124
CAT-006I-A	Artaza	Artaza I	1,294
CAT-007I-A	Artaza	Artaza I	1,464
CAT-008I-A	Artaza	Artaza I	1,634
CAT-009I-A	Artaza	Artaza I	1,804
CAT-010I-A	Artaza	Artaza I	1,974
CAT-011I-A	Artaza	Artaza I	2,144
CAT-012I-A	Artaza	Artaza I	2,314
CAT-013I-A	Artaza	Artaza I	2,484
CAT-014I-A	Artaza	Artaza I	2,654
CAT-015I-A	Artaza	Artaza I	2,824

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
CAT-016I-A	Artaza	Artaza I	2,994
CAT-017I-A	Artaza	Artaza I	3,164
CAT-018I-A	Artaza	Artaza I	3,334
CAT-019I-A	Artaza	Artaza I	3,504
CAT-020I-A	Artaza	Artaza RLA	0,036
CAT-021I-A	Artaza	Artaza RLA	0,079
CAT-022I-A	Artaza	Artaza RLA	0,126
CAT-023I-A	Artaza	Artaza RLA	0,166
CAT-024I-A	Artaza	Artaza RLA	0,206
CAT-025I-A	Artaza	Artaza RLA	0,251
CAT-026I-A	Artaza	Artaza RLA	0,453
CAT-027I-A	Artaza	Artaza RUK	0,086
CAT-028I-A	Artaza	Artaza RUK	0,193
CAT-029I-A	Artaza	Artaza RUK	0,279
CAT-030I-A	Artaza	Artaza RGZ	3,674
CAT-031I-A	Artaza	Artaza RGZ	0,034
CAT-032I-A	Artaza	Artaza RGZ	0,098
CAT-033I-A	Artaza	Artaza RGZ	0,168
CAT-001I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,227
CAT-002I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,348
CAT-003I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,428
CAT-004I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,560
CAT-005I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,598
CAT-006I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,655
CAT-007I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,705
CAT-008I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,755
CAT-009I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,825
CAT-010I-B	Ballonti	Ballonti RUK	0,140
CAT-011I-B	Ballonti	Ballonti RUK	0,226
CAT-012I-B	Ballonti	Ballonti RUK	0,396
CAT-013I-B	Ballonti	Ballonti RGZ	0,189
CAT-014I-B	Ballonti	Ballonti RGZ	0,244
CAT-015I-B	Ballonti	Ballonti RGZ	0,294
CAT-016I-B	Ballonti	Ballonti RGZ	0,396

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
CAT-017I-B	Ballonti	Ballonti I	0,582
CAT-018I-B	Ballonti	Ballonti I	0,752
CAT-019I-B	Ballonti	Ballonti I	0,922
CAT-020I-B	Ballonti	Ballonti I	1,092
CAT-021I-B	Ballonti	Ballonti I	1,262
CAT-022I-B	Ballonti	Ballonti I	1,432
CAT-023I-B	Ballonti	Ballonti I	1,602
CAT-024I-B	Ballonti	Ballonti I	1,772
CAT-025I-B	Ballonti	Ballonti I	1,942
CAT-026I-B	Ballonti	Ballonti I	2,112
CAT-027I-B	Ballonti	Ballonti I	2,282
CAT-028I-B	Ballonti	Ballonti I	2,452
CAT-029I-B	Ballonti	Ballonti I	2,622
CAT-030I-B	Ballonti	Ballonti I	2,792
CAT-031I-B	Ballonti	Ballonti I	2,962
CAT-032I-B	Ballonti	Ballonti I	3,132
CAT-033I-B	Ballonti	Ballonti I	3,302
CAT-034I-B	Ballonti	Ballonti I	3,472

5.4.6 Cámaras fijas DAI - interior

Se ha previsto cámaras con las siguientes características:

- Cámara IP fija (720p HD)
- Modulo integrado de DAI y de aforo de vehículos
- Óptica disponible de 12 a 49 mm
- Para exterior IP66.
- Alimentación Dual PoE+ 802.3at y/o 24 Vac

El criterio que se seguirá para la ubicación de las cámaras consistirá en disponer una buena visibilidad de los carriles de circulación y de los arcones dando cobertura completa a todo el trazado del túnel, de forma que se puedan detectar los incidentes por el sistema DAI con la máxima garantía. La ubicación de las cámaras permitirá conseguir una cobertura visual del 100% del túnel, sin ángulos muertos ni puntos ciegos.

La ubicación de las cámaras previstas se indica a continuación:

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
CAM-001I-A	Artaza	Artaza I	0,444
CAM-002I-A	Artaza	Artaza I	0,524

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
CAM-003I-A	Artaza	Artaza I	0,604
CAM-004I-A	Artaza	Artaza I	0,684
CAM-005I-A	Artaza	Artaza I	0,764
CAM-006I-A	Artaza	Artaza I	0,844
CAM-007I-A	Artaza	Artaza I	0,924
CAM-008I-A	Artaza	Artaza I	1,004
CAM-009I-A	Artaza	Artaza I	1,084
CAM-010I-A	Artaza	Artaza I	1,164
CAM-011I-A	Artaza	Artaza I	1,244
CAM-012I-A	Artaza	Artaza I	1,324
CAM-013I-A	Artaza	Artaza I	1,404
CAM-014I-A	Artaza	Artaza I	1,484
CAM-015I-A	Artaza	Artaza I	1,564
CAM-016I-A	Artaza	Artaza I	1,644
CAM-017I-A	Artaza	Artaza I	1,724
CAM-018I-A	Artaza	Artaza I	1,804
CAM-019I-A	Artaza	Artaza I	1,884
CAM-020I-A	Artaza	Artaza I	1,964
CAM-021I-A	Artaza	Artaza I	2,044
CAM-022I-A	Artaza	Artaza I	2,124
CAM-023I-A	Artaza	Artaza I	2,204
CAM-024I-A	Artaza	Artaza I	2,284
CAM-025I-A	Artaza	Artaza I	2,364
CAM-026I-A	Artaza	Artaza I	2,444
CAM-027I-A	Artaza	Artaza I	2,524
CAM-028I-A	Artaza	Artaza I	2,604
CAM-029I-A	Artaza	Artaza I	2,684
CAM-030I-A	Artaza	Artaza I	2,764
CAM-031I-A	Artaza	Artaza I	2,844
CAM-032I-A	Artaza	Artaza I	2,924
CAM-033I-A	Artaza	Artaza I	3,004
CAM-034I-A	Artaza	Artaza I	3,084
CAM-035I-A	Artaza	Artaza I	3,164
CAM-036I-A	Artaza	Artaza I	3,244

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
CAM-037I-A	Artaza	Artaza I	3,324
CAM-038I-A	Artaza	Artaza I	3,404
CAM-039I-A	Artaza	Artaza I	3,484
CAM-040I-A	Artaza	Artaza I	3,564
CAM-041I-A	Artaza	Artaza RLA	0,041
CAM-042I-A	Artaza	Artaza RLA	0,075
CAM-043I-A	Artaza	Artaza RLA	0,107
CAM-044I-A	Artaza	Artaza RLA	0,129
CAM-045I-A	Artaza	Artaza RLA	0,151
CAM-046I-A	Artaza	Artaza RLA	0,177
CAM-047I-A	Artaza	Artaza RLA	0,214
CAM-048I-A	Artaza	Artaza RLA	0,255
CAM-049I-A	Artaza	Artaza RLA	0,335
CAM-050I-A	Artaza	Artaza RLA	0,415
CAM-051I-A	Artaza	Artaza RLA	0,452
CAM-052I-A	Artaza	Artaza RUK	0,041
CAM-053I-A	Artaza	Artaza RUK	0,121
CAM-054I-A	Artaza	Artaza RUK	0,201
CAM-055I-A	Artaza	Artaza RUK	0,281
CAM-056I-A	Artaza	Artaza RUK	0,359
CAM-057I-A	Artaza	Artaza RGZ	3,644
CAM-058I-A	Artaza	Artaza RGZ	3,724
CAM-059I-A	Artaza	Artaza RGZ	0,044
CAM-060I-A	Artaza	Artaza RGZ	0,096
CAM-061I-A	Artaza	Artaza RGZ	0,198

5.4.7 Equipos del centro de control

El sistema de recepción en el Centro de Control deberá contar con el siguiente equipamiento:

- Videograbadores. Estos equipos estarán conectados a la red local IP del Centro de Control MKZ y se almacenarán las imágenes de las cámaras durante 30 días.
- Servidor DAI. En el servidor DAI residirá la aplicación de gestión del sistema.
- Switch Ethernet, que implementará la red de área local del Centro de Control y que estará conectado al nodo troncal que mediante un enlace de doble fibra óptica monomodo se comunicará con el nodo troncal del túnel del subfluvial de Lamiako por dos caminos diferentes, uno a través de la infraestructura de la que dispone DFB en la BI-637 y otro a través de la infraestructura de la que dispone DFB en la A-8.

- Puesto de operación para la gestión del sistema de visualización y la gestión de vídeo. Las imágenes que se mostrarán en las pantallas del Videowall se seleccionarán mediante el puesto de operación con la aplicación de visualización correspondiente.
- Videowall de visualización de los túneles gestionados desde MKZ.

Estos equipos se tratan con mayor detalle en el apartado de gestión centralizada.

5.5 Interconexión con otros sistemas

El sistema de CCTV y DAI utilizará la conectividad ofrecida por la red de comunicaciones multiservicio Ethernet del túnel Subfluvial Lamiako y del doble enlace de fibra óptica de 10 Gigabit Ethernet entre el túnel y el Centro de Control MKZ.

El sistema de CCTV deberá tener cámaras prefijadas en la posición de sistemas desde donde se reciban señales que puedan generar una alarma, para hacer el seguimiento de la incidencia.

6 SISTEMAS DE COMUNICACIONES

El DFST especifica un conjunto de instalaciones de comunicaciones para los túneles en función de la longitud y características de estos. Éstas son:

- Postes SOS.
- Megafonía.
- Radiotelefonía. Retransmisión por radio.

A continuación, se incluye una tabla que resume los criterios de diseño para este tipo de instalación:

SUBSISTEMA	EQUIPAMIENTO
Postes SOS	Se debe instalar postes SOS en: - En el interior de los túneles, con una Interdistancia que no supere los de 150 m y en el hastial derecho. - En las salidas y galerías de evacuación (galerías de intercomunicación entre tubos, peatonales y vehiculares). En caso de que las galerías de evacuación seas largas o tengan curvas en su trazado, deberá ser siempre visible y accesible un poste SOS para los usuarios en todo el trayecto de evacuación. - En las bocas de entrada del túnel y en las bocas de salida. - En el caso de que el túnel disponga de apartaderos, se hará coincidir la ubicación del poste SOS con el apartadero. - Con objeto de facilitar la localización de los postes SOS en el interior del túnel, cada poste estará señalizado con una baliza luminosa situada junto al poste SOS a una altura de 2,5 metros. - Los postes SOS exteriores se ubicarán en las proximidades de las bocas de entrada y salida a una distancia no superior a 75 metros de estas, procurando en todo caso que sean visibles desde las mismas.
Megafonía	El sistema de megafonía debe cubrir: - Interior del túnel, ambos tubos. - Bocas de acceso de cada tubo. - Salidas y galerías de evacuación. Además, el sistema de megafonía permitirá: - Enviar mensajes sectorizados que sólo se emitan en zonas determinadas, por grupos y zonas o a todo el túnel. - Reproducción de mensajes pregrabados o de viva voz: origen de mensajes desde un micrófono instalado en la mesa de operador en el centro de control, mediante micrófono en sala técnica, o mediante mensajes pregrabados reproducidos por ordenador. - Repetición de mensajes o secuencias configurables tanto en número como en intervalo de tiempo.
Retransmisión por radio	Debe proporcionar cobertura en: - El interior de cada uno de los tubos que constituyen los túneles. - En los accesos de cada uno de los tubos. - Salidas y galerías de evacuación.

SUBSISTEMA	EQUIPAMIENTO
	- Los locales técnicos dispondrán de cobertura radioeléctrica de los servicios mínimos. En el Túnel de Lamiako, se diseñará un sistema de Radiocomunicaciones con las siguientes características: - Etapas de captación y amplificación de canales TETRA, VHF y FM comercial. Estarán ubicadas en un rack situado en los locales técnicos exteriores. - Cable radiante para la radiodifusión de las señales de los distintos servicios al interior del túnel. - Interconexión del Sistema de Radiocomunicaciones con el Sistema de Megafonía para difundir mensajes de emergencia a través de las emisoras FM si es necesario. - Amplificadores de señal para la difusión de ésta en los puntos de difícil acceso, como las galerías de emergencia.

Tabla 8: Equipamiento de comunicaciones especificado en el DFST

Según los criterios de diseño definidos por el DFST, el túnel Subfluvial Lamiako, al ser de Tipo I, debe disponer de los tres sistemas de comunicación nombrados con anterioridad.

6.1 Sistema de Postes SOS

Los postes SOS es un sistema clásico de comunicación de emergencia en las carreteras, que facilita el flujo de información sobre los incidentes ocurridos y permite a los usuarios solicitar ayuda. Proporcionan un medio de comunicación rápido y fiable con un operador del centro de control a través de un canal de voz que se establecerá tras la solicitud del usuario al pulsar el botón de llamada. Pudiéndose también establecerse a través de una petición desde Centro de Control.

Las desfavorables condiciones de visibilidad y las limitaciones de espacio en los túneles hacen que la presencia de vehículos detenidos y/o personas en su interior suponga un riesgo considerablemente superior al que se genera por esta misma situación a cielo abierto. Además, los túneles son naturales zonas de sombra para las señales de radio utilizadas para la telefonía móvil, servicio que sólo estará disponible en los túneles que cuenten con equipos específicos para la retransmisión de las señales correspondientes.

Además de los incidentes más comunes, los postes SOS serán también de ayuda en circunstancias más extremas, como puede ser una evacuación. Por ello, en las galerías de evacuación (intercomunicación entre tubos paralelos o bien salidas directas al exterior) también deberán instalarse poses de auxilio que permitan solicitud de ayuda en caso de necesidad, como, por ejemplo, por la presencia de personas que sean incapaces de evacuar por sí solas, el bloqueo de una puerta, etc.).

6.1.1 Funcionalidades

Las funciones mínimas que deberán permitir los postes SOS instalados son las siguientes:

- Generar llamada de auxilio: Cuando un usuario oprime el pulsador de auxilio, el poste envía un mensaje al Centro de Control y espera recibir el acuse de recibo de éste. Si no lo recibe repite el mensaje hasta dos veces más y si sigue sin recibirlo emite el mensaje grabado, en el sintetizador de voz, de «poste fuera de servicio», y quedando con un tono de línea ocupada. Si recibe la confirmación emitirá un mensaje de espera «Su llamada está siendo cursada. Por favor, espere», y quedará con un tono de línea en espera, hasta la puesta en fonía del sistema.
- Generar llamada de servicio: El personal de mantenimiento realizará las llamadas y las pruebas con esta llamada para indicar que no es prioritaria.
- Comunicación con el usuario:

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Mediante tonos acústicos: Comentados anteriormente (espera y ocupado)
- Mediante sintetizador de voz: Comentados anteriormente (espera y fuera de servicio, en varios idiomas).
- Mediante conexión de fonía full-duplex con el C.G.
- Ajuste del volumen de salida del amplificador de audio: Puede dejarse en automático, o en manual desde el centro de control.
- Generación automática de alarmas (fallo de comunicación, fallo de alimentación, puerta abierta, extintor)
- Operatividad del poste SOS una vez finalizada la comunicación: El poste SOS, una vez se corte la comunicación con el Centro de Control, deberá pasar a operativo en un tiempo reducido, de tal forma que si el usuario necesita volver a contactar con el Centro de Control pueda hacerlo sin necesidad de la intervención del operador.
- El sistema deberá poder generar y atender en Centro de Control múltiples llamadas desde y hacia postes SOS simultáneos.

El puesto de control del sistema dispondrá de una aplicación software, que será a la vez interfaz de usuario y gestor de la funcionalidad de los postes SOS. Las funciones que llevará a cabo serán las siguientes:

- Atención de llamadas
- Recepción y presentación de alarmas
- Manejo del sistema a través de interfaz gráfica con el trazado de las autovías controladas.
- Tareas de mantenimiento (test de mantenimiento, test de fonía, etc.)
- Registro de incidencias.
- Elaboración de partes de incidencias
- Gestión de la Base de Datos

6.1.2 Arquitectura

En el túnel Subfluvial de Lamiako se dispondrá un sistema de postes SOS basado en un sistema de intercomunicación con tecnología VoIP bajo protocolo SIP. La gestión de las llamadas se realizará mediante una PBX redundante existente en el centro de control. Esto implica que cada poste funcionará de forma autónoma y se registrará directamente a la PBX.

Esta PBX redundada registra directamente cada uno de los diferentes equipos de intercomunicación, a los que se les asigna una extensión única.

Los postes SOS se conectarán mediante cable S/FTP cat6 directamente hasta el switch ubicado en el armario más cercano, o bien con cable de fibra óptica y conversores de cobre/fibras correspondientes para los casos de postes SOS ubicados a una longitud mayor de 90 m del switch de acceso más cercano.

Las llamadas se reciben tanto en la aplicación de gestión centralizada, como en los teléfonos IP de los operadores.

La gestión de alarmas y estado de los equipos se realiza mediante un servidor OPC.

La arquitectura a nivel superior se describe con mayor detalle en el apartado de gestión centralizada.

6.1.3 Equipamiento del sistema

Para cumplir con las funcionalidades requeridas del sistema de postes SOS, será necesario implantar el siguiente equipamiento:

- Postes SOS IP, incluyendo un interfono IP funcionando con protocolo SIP (VoIP)
- Teléfonos IP para locales técnicos (se considera un teléfono para cada local técnico).

El sistema se operará desde los puestos de operación actualmente existentes, que disponen de la aplicación de gestión centralizada que integra la gestión del sistema de postes SOS IP. Desde los equipos de local técnico se podrán generar llamadas a los postes SOS y a Centro de Control.

Elementos del poste SOS

El poste de auxilio estará compuesto por los siguientes elementos:

- Carcasa de los Postes SOS
- Interior de Túnel: Carcasa IP-55 de acero inoxidable de 1,5 mm de espesor, pintado en color RAL 2004, con indicaciones e identificativos reflectantes, cumpliendo con la normativa vigente UNE 135701.

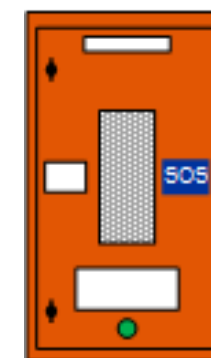


Figura 18: Poste SOS interior de túnel

- Exterior de Túnel: Fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio, IPK-555, color RAL 2004, con indicaciones e identificativos reflectantes.

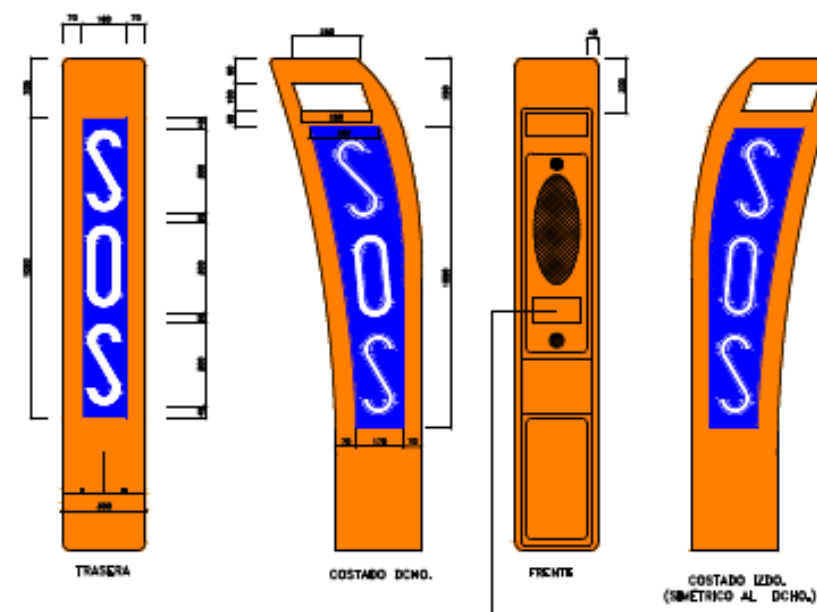


Figura 19: Poste SOS exterior de túnel

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Módulo de interfonía IP funcionando con protocolo SIP (VoIP)
- Pulsador de auxilio
- Altavoz
- Micrófono
- Detector de puerta abierta conectado a las E/S del módulo de interfonía.

Todos los postes SOS deberán incluir las instrucciones de uso en varios idiomas (en euskera, castellano, inglés y francés) y el número de teléfono del centro de control al que llamar en caso de avería.

También llevarán una identificación del código de poste SOS de forma visible para el usuario, de tal forma que en el transcurso de la conversación con el operador pueda indicar de forma unívoca y clara la identificación del poste SOS desde el que está haciendo la llamada.

Ubicación:

La siguiente tabla incluye la localización de postes SOS en el exterior del túnel:

Cod. Corto	Sentido	PK	Det. Ubicación
SOS-001E-A	Artaza	0,433	Artaza E
SOS-002E-A	Artaza	0,090	Artaza E RLA
SOS-003E-A	Artaza	0,370	Artaza E RUK
SOS-004E-A	Artaza	0,179	Artaza E RGZ
SOS-001E-B	Ballonti	0,167	Ballonti E RLA
SOS-002E-B	Ballonti	0,090	Ballonti E RUK
SOS-003E-B	Ballonti	0,178	Ballonti E RGZ
SOS-004E-B	Ballonti	3,596	Ballonti E

En el interior del túnel se encuentran en las siguientes ubicaciones:

Cod. Corto	Sentido	PK	Det. Ubicación
SOS-001I-A	Artaza	0,583	Artaza I
SOS-002I-A	Artaza	0,733	Artaza I
SOS-003I-A	Artaza	0,883	Artaza I
SOS-004I-A	Artaza	1,033	Artaza I
SOS-005I-A	Artaza	1,183	Artaza I
SOS-006I-A	Artaza	1,333	Artaza I
SOS-007I-A	Artaza	1,483	Artaza I
SOS-008I-A	Artaza	1,633	Artaza I
SOS-009I-A	Artaza	1,783	Artaza I
SOS-010I-A	Artaza	1,933	Artaza I
SOS-011I-A	Artaza	2,083	Artaza I

Cod. Corto	Sentido	PK	Det. Ubicación
SOS-012I-A	Artaza	2,233	Artaza I
SOS-013I-A	Artaza	2,383	Artaza I
SOS-014I-A	Artaza	2,533	Artaza I
SOS-015I-A	Artaza	2,683	Artaza I
SOS-016I-A	Artaza	2,833	Artaza I
SOS-017I-A	Artaza	2,983	Artaza I
SOS-018I-A	Artaza	3,133	Artaza I
SOS-019I-A	Artaza	3,283	Artaza I
SOS-020I-A	Artaza	3,433	Artaza I
SOS-021I-A	Artaza	3,583	Artaza I
SOS-022I-A	Artaza	0,133	Artaza RLA
SOS-023I-A	Artaza	0,283	Artaza RLA
SOS-024I-A	Artaza	0,433	Artaza RLA
SOS-025I-A	Artaza	0,133	Artaza RUK
SOS-026I-A	Artaza	0,283	Artaza RUK
SOS-027I-A	Artaza	0,123	Artaza RGZ
SOS-001I-B	Ballonti	0,327	Ballonti RLA
SOS-002I-B	Ballonti	0,477	Ballonti RLA
SOS-003I-B	Ballonti	0,627	Ballonti RLA
SOS-004I-B	Ballonti	0,777	Ballonti RLA
SOS-005I-B	Ballonti	0,305	Ballonti RGZ
SOS-006I-B	Ballonti	0,375	Ballonti I
SOS-007I-B	Ballonti	0,450	Ballonti RUK
SOS-008I-B	Ballonti	0,570	Ballonti I
SOS-009I-B	Ballonti	0,720	Ballonti I
SOS-010I-B	Ballonti	0,870	Ballonti I
SOS-011I-B	Ballonti	1,020	Ballonti I
SOS-012I-B	Ballonti	1,170	Ballonti I
SOS-013I-B	Ballonti	1,320	Ballonti I
SOS-014I-B	Ballonti	1,470	Ballonti I
SOS-015I-B	Ballonti	1,620	Ballonti I
SOS-016I-B	Ballonti	1,770	Ballonti I
SOS-017I-B	Ballonti	1,920	Ballonti I
SOS-018I-B	Ballonti	2,070	Ballonti I
SOS-019I-B	Ballonti	2,220	Ballonti I
SOS-020I-B	Ballonti	2,370	Ballonti I

Cod. Corto	Sentido	PK	Det. Ubicación
SOS-021I-B	Ballonti	2,520	Ballonti I
SOS-022I-B	Ballonti	2,670	Ballonti I
SOS-023I-B	Ballonti	2,820	Ballonti I
SOS-024I-B	Ballonti	2,970	Ballonti I
SOS-025I-B	Ballonti	3,120	Ballonti I
SOS-026I-B	Ballonti	3,270	Ballonti I
SOS-027I-B	Ballonti	3,420	Ballonti I
SOS-028I-B	Ballonti	3,570	Ballonti I

La siguiente tabla incluye la localización de postes SOS en las salidas y galerías de evacuación:

Cod. Corto	Sentido	PK
SOS-001G01	Galería 1	0,690
SOS-001G02	Galería 2	0,950
SOS-001G03	Galería 3	1,205
SOS-001G05	Galería 5	1,715
SOS-001G06	Galería 6	1,965
SOS-001G07	Galería 7	2,250
SOS-001G08	Galería 8	2,520
SOS-001G10	Galería 10	2,980
SOS-001G11	Galería 11	3,230
SOS-001G12	Galería 12	3,480
SOS-001L2	Cuarto técnico 02	1,460
SOS-001L3	Cuarto técnico 03	2,780
SOS-001SE1	salida de emergencia 01	0,170
SOS-001SE2	salida de emergencia 02	0,310
SOS-001SE3	salida de emergencia 03	0,661
SOS-001SE4	salida de emergencia 04	0,280
SOS-001SE5	salida de emergencia 05	0,106

En cada uno de los locales técnicos se colocarán teléfonos IP conectados al sistema de postes SOS.

6.1.4 Interconexión con otros sistemas

El sistema de postes SOS utilizará la conectividad ofrecida por la red de comunicaciones multiservicio Ethernet del túnel y del doble enlace de fibra óptica de 10 Gigabit Ethernet entre el túnel y el Centro de Control MKZ.

La gestión de los equipos de campo sin conectividad TCP/IP se realizará mediante la doble centralita IP PBX existente en el Centro de Control, y se integrará también dentro del sistema de gestión centralizada para la gestión de las llamadas desde el mismo aplicativo.

Las cámaras del sistema de CCTV contarán con preposiciones que permitan orientarlas a los Postes SOS en caso de que estos se hayan activado y mostrarlas en el Videowall del Centro de Control.

6.2 Sistema de Megafonía

Un sistema de megafonía para emergencias es parte importante de la seguridad del túnel, para ello el sistema debe permitir la emisión inteligible de información sobre medidas a tomar para la protección de los usuarios ante una emergencia.

El DFST obliga al túnel Subfuial de Lamiako a disponer de un sistema de megafonía de acuerdo con la Norma EN 60849, Sistemas electroacústicos para servicios de emergencia, debiendo cumplir con lo establecido en el apartado 5.1 de dicha norma, en el que se fija las magnitudes a medir, así como los valores de las mismas. Se tomarán como valores de referencia las mediciones realizadas en las bocas de los tubos y las galerías de evacuación, siendo el valor mínimo de esta medida 0.45 (en la escala STI-PA) y de 0.65 en la escala CIS.



Figura 20: Escala STI-PA

6.2.1 Funcionalidades

El sistema de megafonía se emplea en caso de incidentes o para informar a los usuarios de situaciones no habituales de tráfico (carril cortado, etc), de la presencia de riesgos inminentes (fuego, concentración excesiva de contaminantes, etc.) a la vez que se les da indicación de cómo actuar en cada situación (apagar el motor, abandonar el coche, etc.).

Los mensajes deben poder llegar a todas las personas que se encuentren en el interior del túnel, salidas y galerías de evacuación, así como las bocas de entrada de una forma rápida y potente. Según la zona se modificará el tipo de mensaje a transmitir:

- Interior del túnel: transmisión de mensajes hablados en situaciones de emergencia o accidentes graves con indicación de vías de evacuación, a través de las galerías y bocas.
- Salidas y Galerías de evacuación al exterior: enviar mensajes de tranquilidad, consejos de actuaciones e información de los servicios de emergencia.
- Bocas de entrada al túnel: informar de la existencia de retenciones o accidentes y cierre del túnel.

El Sistema de Megafonía permitirá la difusión de mensajes de información en el túnel desde el Centro de Control. Esta funcionalidad se empleará principalmente en dos situaciones:

- Cuando se produzca la detención de un vehículo en el interior del túnel, lo cual, salvo en caso de avería, tendrá lugar en el arcén.
- En situaciones de emergencia: accidente, incendio, etc. en el interior del túnel o en los accesos al mismo.

Otras funcionalidades del sistema de megafonía son las siguientes:

- Emisión de mensajes por zonas, grupo de zonas o generales a todas las zonas

- Reproducción de avisos digitales: mensajes de emergencia.
- Repetición de mensajes o secuencia de mensajes configurables tanto en número como en intervalo de tiempo.

6.2.2 Arquitectura

El sistema de megafonía se trata de un sistema microprocesador controlado por un servidor central de megafonía diseñado para la difusión de música y mensajes de megafonía. Este microprocesador local se comunica con el servidor central de control del Centro a través de la red multiservicio Ethernet con protocolo TCP/IP existente en el Centro de Control. El servidor central realiza el control del sistema de megafonía transmitiéndole los mensajes que debe emitir en cada zona de cada túnel.

Esta tecnología permitirá descentralizar totalmente la instalación del sistema, controlarlo y configurarlo desde cualquier punto de la red.

El sistema de megafonía propuesto está dividido en zonas de altavoces de emergencia creando zonas de megafonía independientes y diferenciadas.

Cada zona responderá a un control de audio de llamada y un volumen totalmente independiente que permite adaptar el sonido a las particularidades acústicas de los altavoces y del recinto donde van instalados, obteniendo de este modo una sonorización óptima para cada área.

En Centro de Control los operadores disponen de clientes de la aplicación SCADA y pupitres microfónicos, desde ellos podrán emitir mensajes (pregrabados o generados por el operario), supervisar y controlar los equipos de campo del sistema de megafonía, elaborar mensajes pregrabados y emitir mensajes a los usuarios de un túnel seleccionando la zona o un conjunto de zonas.

En el diseño del sistema de megafonía se han tenido en consideración los siguientes criterios de división de sectores de megafonía dentro del túnel:

- Bocas de túnel.
- Zonas entre galerías de evacuación.
- Salidas y galerías de evacuación.

Sectorización del túnel

Cómo ya se ha indicado anteriormente, la sectorización del túnel comprenderá una primera división en: bocas de entrada, galerías de evacuación al exterior e interior de cada tubo. Un segundo nivel comprenderá una división de estos sectores en zonas de megafonía según la proximidad a las galerías de evacuación.

De esta forma el túnel se dividirá en zonas. Cada zona responderá a un control de audio de llamada y un volumen totalmente independiente que permitirá adaptar el sonido a las particularidades acústicas de los altavoces y del recinto donde van instalados, obteniendo de este modo una sonorización óptima para cada área.

Se propone cubrir las necesidades de potencia mediante amplificadores modulares de 4 slots, donde se puedan insertar amplificadores de 1 canal de 120W a 300W, para garantizar una carga de trabajo adecuada.

6.2.3 Equipamiento del sistema

El sistema de megafonía constará del siguiente equipamiento:

- Matriz de control digital de audio IP, a la que se conectaran las etapas de amplificación.
- Panel de control local de cada matriz de audio, con micrófono de mano y pulsador en cada matriz.
- Etapas de amplificación con salida a 100V

- Altavoces exponenciales 30 W en bocas de entrada del túnel.
- Altavoces tipo proyector 20 W en salidas y galerías de evacuación.
- Altavoces específicos Túnel 100 W en interior del túnel
- Cableado
- Software del sistema de megafonía
- Pupitre microfónico con conexión a ambas matrices.

Altavoces exponenciales 30 W:

Estos altavoces se ubicarán en los portales de entrada al túnel, o en sus cercanías, son altavoces exponenciales de boca circular de 30 W de potencia en línea de 100 V.

Las características de los altavoces exponenciales propuestos son:

- Potencia RMS: 30 W.
- Selección de potencia 100 V: 30 W, 15 W, 7,5 W y 3,75 W
- Respuesta en frecuencia: 400 ~ 7,5 kHz
- Sensibilidad: 110 dB SPL a 1 W, 1 m y 1 kHz
- Presión acústica: 125 dB a 30W, 1 m y 1 kHz
- Temperatura de funcionamiento: -30° a +60°C
- Grado de protección: IP-66

Proyector acústico 20 W

Los altavoces que se utilizarán para sonorizar las salidas y galerías de evacuación serán proyectores acústicos, con una potencia de 20 W en línea de 100 V.

El número de proyectores a utilizar por galería será variable en función de la distancia y geometría de las mismas, colocando mínimo una unidad por zona sectorizada.

Los proyectores se fijarán al paramento vertical con el eje de la columna a una altura de 2-4 m.

- Potencia: 20 W RMS.
- Selección de potencia 100 V: 20 W, 10 W y 5 W
- Respuesta en frecuencia: 120 ~ 20 kHz
- Sensibilidad: 91 dB SPL a 1 W, 1 m y 1 kHz
- Presión acústica: 104 dB a 20 W, 1 m y 1 kHz
- Grado de protección: IP-66

Altavoces específico túnel 100 W:

Estos altavoces se ubicarán en los hastiales del túnel en sentido contrario al de la marcha habitual del tráfico cada 50 m, son altavoces exponenciales diseñados específicamente para áreas con un ruido ambiental elevado, especialmente túneles. Construidos para soportar contaminantes atmosféricos corrosivos, altos niveles de humedad y temperaturas extremas. Potencia de 100 W en línea de 100 V

Las características de los altavoces exponenciales propuestos son:

- Potencia RMS: 100 W.
- Selección de potencia 100 V: 100 W, 50 W y 25 W

- Respuesta en frecuencia: 400 – 7,5 kHz
- Sensibilidad: 113,9 dB SPL a 1 W, 1 m y 1 kHz
- Presión acústica: 133,9 dB a 100W, 1 m y 1 kHz
- Temperatura de funcionamiento: -25° a +70°C
- Grado de protección: IP-65

Matriz Digital, incluso módulo de ampliación y tarjetas necesarias

Matriz de audio modular con conexión IP y funciones de supervisión, para la gestión completa de sistemas de megafonía y alarma por voz.

Sus principales características son:

- Funciones de supervisión
- Líneas de altavoces (línea abierta y cortocircuito).
- Amplificadores: Comprobando que el equipo está encendido y si hay algún problema en el envío del audio: cable desconectado, volúmenes a 0, etapa de potencia dañada. Al detector cualquiera de estas incidencias genera una alarma avisando del problema en dicha zona.
- Supervisión del estado de las tarjetas insertadas en la matriz y informe de estado.
- Redundancia
- Doble conexión a IP. Estas conexiones están supervisadas constantemente y conmutan automáticamente en caso necesario.
- El sistema, equipado con tarjetas, permite redundancia total. Distintas tarjetas se supervisan entre sí.
- Entrada de alimentación duplicada
- Tarjeta micro SD de 16 GB que se utiliza para alojar mensajes pregrabados. Esto proporciona a la matriz de la funcionalidad de DVA (Digital Voice Announcer).
- Bus interno de 16 canales de audio.
- La matriz dispone de espacio para 10 tarjetas. El número de tarjetas se puede ampliar, utilizando el conector de expansión (incluido la matriz) y unidades esclavas. De este modo pueden enlazarse varios chasis entre sí (hasta 10), permitiendo llegar a 110 tarjetas en el sistema.
- La matriz dispone de:
- Contactos de entrada y salida para funciones de emergencia (activación del modo emergencia, activación de mensajes de emergencia, notificación del modo emergencia...)
- Real Time Clock
- Logs de registro de alarmas y eventos
- Indicadores de alarma en el panel frontal (visuales y acústicos)
- Relé indicador de FAIL
- Toda la información del sistema y las alarmas se transmiten a la red (mediante la conexión IP) para que el software de control pueda obtener información sobre el estado del sistema
- Conexión con equipos externos:
- VoIP: La matriz puede recibir llamadas de cualquier teléfono IP que utilice protocolos de señalización SIP. Los codecs compatibles son G711, G722 y Speex. La selección de zonas se realiza mediante envío de tonos DTMF.

- Comandos XML: La matriz permite la conexión directa de software desarrollados por integradores sin la necesidad de ningún PC de front end.
- Sistemas externos, como PIDS o Scada, pueden tener control total del sistema de PA a través de un socket TCP conectado a la matriz. Más de una conexión es permitida.
- DLLs: Hay disponibles DLLs desarrolladas en entorno .NET para que los integradores puedan utilizarlas y controlar fácilmente el equipo.
- 3 contactos de entrada. Supervisión de estado: Standby, activado, cortocircuito y línea abierta.
- 3 contactos de salida y relé general de alarma.

Dispone de 10 slots para la inserción de tarjetas con funcionalidades adicionales. Se considerarán:

- Fuente de alimentación 220 Vac a 24V CC.
- Tarjeta de enlace de audio entre matriz digital y etapas de amplificación IP mediante la creación de un bus en anillo.

Amplificador de potencia

Se propone la instalación de amplificadores de tipo modular con conectividad IP y funciones de supervisión de línea. Cada amplificador deberá considerar 4 slots para módulos de potencia. Las características globales del equipo serán las siguientes:

- Slots de amplificación: 4
- Hasta 4 canales de audio, y conexión a matriz por bus CAN
- Para formato rack de 19", 2RU.

Las características de los módulos de potencia que se pueden utilizar son:

- Potencia: 120W, 150 W, 250 W, 300 W, 460 W y 500W
- Tipo de línea: 100V, clase D
- Rendimiento: >90%
- Alimentación: 100 – 240 Vac
- Consumo máximo: 134 W, 165 W, 276 W, 339 W, 520 W y 565 W respectivamente

Tarjetas de salida de Audio

Consiste en una tarjeta de audio que permite el envío de mensajes pregrabados al sistema de Radio con priorización del mensaje.

Las funcionalidades del pupitre microfónico serán las siguientes:

- Envío de mensajes pregrabados a FM
- Zona independiente dentro de la sectorización

Pupitre microfónico

Consiste en un pupitre microfónico de sobremesa para sistemas de megafonía con audio y datos por IP. Dispondrá de una pantalla y teclado de control y doble conexión a Ethernet.

Las funcionalidades del pupitre microfónico serán las siguientes:

- Envío de avisos en directo
- Envío de mensajes pregrabados
- Selección de zonas

- Indicadores de estado
- Supervisión de alarmas
- Pulsadores de seguridad para envío de mensajes de alarma y pre-alarma
- Control de parámetros
- Módulo de control

Se ubicará un pupitre microfónico en cada uno de los Locales Técnicos del túnel, mientras que en el Centro de Control MKZ las llamadas serán realizadas directamente desde el aplicativo de gestión centralizada.

Software del sistema de megafonía

El sistema de megafonía del túnel se integrará en el software específico del sistema de megafonía disponible en el Centro de Control de MKZ y permitirá una compresión fácil del estado del sistema de megafonía y de las averías del mismo, programación de acciones, supervisión de equipos y una modificación rápida y ágil de los parámetros y configuraciones:

- Reflejará en pantalla del operador los cambios que se produzcan en los parámetros de megafonía
- Dispondrá de una interfaz gráfica y menús para realizar las modificaciones y programaciones necesarias.

Este software específico permitirá una supervisión remota de los equipos y se integrará en la aplicación general de gestión centralizada disponible en el Centro de Control de MKZ.

Cableado

Se instalará una línea de altavoz para cada central de potencia. Para zonas sin atenuadores de nivel, esta línea será de dos conductores y en ella se conectarán todos los altavoces en paralelo.

El cálculo de la sección del cableado para líneas de altavoces de 100V se realiza en función de la potencia nominal de la central de potencia que suministrará a los altavoces y la longitud del cable.

La sección de cable adecuada para cada zona será aquella que garantice que la pérdida de potencia debida al cable, para la potencia nominal de la central de potencia y la longitud total de la línea, sea inferior al 10%.

Este valor, aunque podrá parecer elevado, se adopta como válido para evitar un excesivo sobredimensionamiento del cable, aunque los altavoces estarán distribuidos a lo largo de cada línea por lo que no será necesario realizar la entrega de toda la potencia al final de la misma y los altavoces no trabajarán a máxima potencia.

Cabe destacar que, puesto que cada sector en el interior del túnel necesita de más de una línea de amplificación, cada línea alimentará a altavoces conectados en direcciones contrarias del túnel dotando de una mayor seguridad al sistema.

Se homogenizará el cableado de las líneas de altavoces para el túnel, que será de 2 x 2,5 mm², 2 x 4 mm² y 2 x 6 mm².

Racks del sistema de megafonía

Los equipos del sistema de megafonía estarán ubicados en armarios tipo rack de 19" de 800 x 800 mm y 42 U de altura, que se ubicarán en los Locales Técnicos tanto de boca de túnel como interiores.

Los armarios rack estarán equipados con:

- Interruptor magnetotérmico de puesta en marcha con protección contra cortocircuitos
- Unidad de ventilación forzada que mantendrá la temperatura de trabajo de los equipos dentro de un rango aceptable para asegurar un correcto funcionamiento
- Módulo de maniobra
- Placa de conexiones simplificada, que facilitará el empalme de los equipos exteriores, como las líneas de altavoces, pupitres microfónicos o señales de control exteriores

6.2.4 Interconexión con otros sistemas

El sistema de megafonía utilizará la conectividad ofrecida por la red de comunicaciones multiservicio Ethernet de 1 Gb del túnel y del doble enlace de fibra óptica de 10 Gigabit Ethernet entre el túnel y el Centro de Control.

Las funciones de operación se podrán realizar desde el aplicativo del sistema de megafonía, los pupitres microfónicos y el aplicativo SCADA, permitiendo la automatización de acciones en los planes/protocolos de actuación.

Se dotará al sistema de radiocomunicaciones de la posibilidad de transmisión de mensajes (pregrabados o viva voz) de auxilio o ayuda (mensajes SOS) en las frecuencias de las emisoras comerciales de FM.

Las fuentes de señales que generan los mensajes SOS serán el pupitre microfónico o los puestos de operación del Centro de Control mediante mensajes pregrabados.

6.3 Radiocomunicaciones

Se ha previsto la implantación de un sistema de radiocomunicaciones que proporcione simultáneamente cobertura a los servicios de emergencia y de radiodifusión comercial, proporcionando en el interior del túnel las mismas prestaciones que las que se dispone en el exterior del túnel.

El sistema de radiocomunicaciones de un túnel cumple varias facetas muy importantes para la explotación y seguridad del túnel, así como aumenta la comodidad de los conductores:

- Desde el punto de vista de explotación permite que los equipos de la explotadora se comuniquen entre ellos, con la base de explotación y con el Centro de Control en caso de que la explotadora utilice terminales TETRA para su gestión.
- Desde el punto de vista de la seguridad, el sistema de radiocomunicaciones amplía la cobertura de las agencias involucradas en la gestión de las emergencias (SOS Deiak, bomberos, Osakidetza, etc) permitiendo que la emergencia se gestione de una forma similar a lo que ocurriría en el exterior del túnel en lo referente a las comunicaciones.
- Va a permitir que el usuario continúe escuchando la FM (un número limitado de emisoras) en su vehículo mientras transita por el túnel. En caso de emergencia se cortará la emisión de la FM y se transmitirá mensaje de emergencia, apoyando de esta forma la acción de la megafonía del túnel

6.3.1 Funcionalidades

La función principal del sistema consiste en establecer una extensión de la cobertura radioeléctrica existente en el exterior del túnel al interior de este, y de esta forma incrementar la seguridad en su interior. El sistema dará cobertura a los servicios de explotación, mantenimiento, conservación y los servicios de emergencia.

Con este sistema los servicios de emergencia durante una incidencia disponen de un sistema de comunicaciones eficaz que posibilita la coordinación de todos los servicios involucrados en el mismo.

En base a lo dispuesto en el DFST, los servicios de radio a considerar dentro del túnel serán:

- Radiotelefonía privada, que debiendo tener coberturas para los sistemas de radiotelefonía privada de los siguientes servicios: SOS DEIAK, Bomberos, servicios sanitarios, Ertzaintza y explotador de túnel.
- Radiodifusión de emisoras comerciales.

Teniendo en cuenta los servicios considerados, el sistema diseñado deberá proveer comunicaciones para:

- Un canal UHF en la banda de 380-400 MHz para la red TETRA de los siguientes servicios:
 - SOS DEIAK.
 - Servicio de extinción de incendios y salvamento: bomberos.
 - Servicios sanitarios: DYA, Cruz Roja y Red de Transporte Sanitario Urgente (RTSU).

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

o Ertzaintza.

- Un canal UHF en la banda 410-430MHz para la red TETRA Itelazpi para los servicios de explotación.
- Retransmisión de los 12 canales FM comercial seleccionados.

Estos servicios deberán proporcionar cobertura radioeléctrica a los servicios de explotación, mantenimiento, conservación y de emergencia en:

- El interior de cada uno de los tubos que constituyen los túneles.
- En los accesos de cada uno de los tubos.
- En salidas y galerías de evacuación entre tubos.

Sólo se podrán retransmitir al interior del túnel aquellos canales radio UHF/FM que dispongan de cobertura radioeléctrica en el exterior del túnel con un nivel de señal adecuado a los requerimientos del sistema, porque señales muy deficientes en el exterior proporcionará una señal muy deficiente en el interior del túnel y, por lógica, unas comunicaciones deficientes o no admisibles.

A nivel funcional el sistema de radiocomunicaciones deberá seguir proporcionando una serie de posibilidades entre los terminales radio que se encuentran en el interior de los túneles. Estas posibilidades son las siguientes:

- Terminal radio móvil o portátil dentro del túnel con otro terminal en el interior del túnel.
- Terminal radio móvil o portátil dentro del túnel con su estación base o centro de control en la población en donde preste servicio y viceversa.
- Terminal radio móvil o portátil dentro del túnel con otro terminal que se encuentre bajo la cobertura de los repetidores o estación de cobertura del servicio correspondiente y viceversa.

El sistema deberá permitir la emisión de mensajes de emergencia haciendo uso del sistema de radio comercial. Para ello se interrumpirá la emisión natural de radiodifusión y se insertarán dichos mensajes en su lugar. Estos mensajes serán pregrabados y se podrán emitir de manera reiterativa sin necesidad de la intervención obligatoria del operador. La emisión de mensajes en el sistema de radiocomunicaciones ayuda en situaciones de emergencia, sirviendo de apoyo al sistema de megafonía y a la señalización dinámica.

El sistema de radiocomunicaciones ha de estar supervisado y controlado por la aplicación de gestión integral del túnel. El sistema deberá generar alarmas cuando falle y éstas deberán aparecer dentro de la aplicación de gestión integral

6.3.2 Arquitectura

La arquitectura general se resume en un sistema de captación a nivel local, transmitido por cable coaxial hasta el rack de radio ubicado en el Local Técnico 01 y retransmitido vía cable radiante RF al interior del túnel.

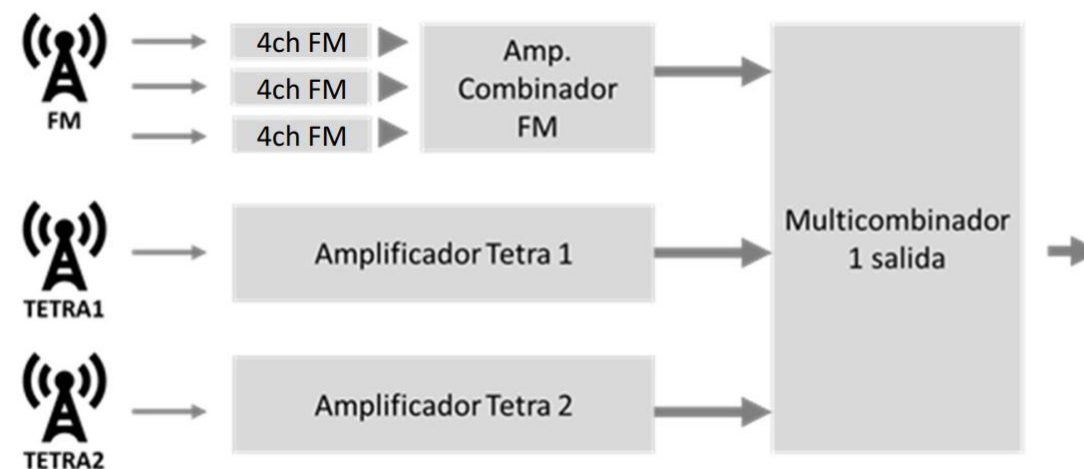


Figura 21: Esquema del sistema de retransmisión hacia cable Radiante

A nivel de distribución interior se ha considerado un sistema con dos puntos de captación de señal (uno en cada boca), transmisión de la señal exterior a estaciones esclavas interiores a través de fibra óptica y retransmisión de las señales de radiocomunicaciones a través de cable radiante en túnel, galerías y salidas de evacuación.

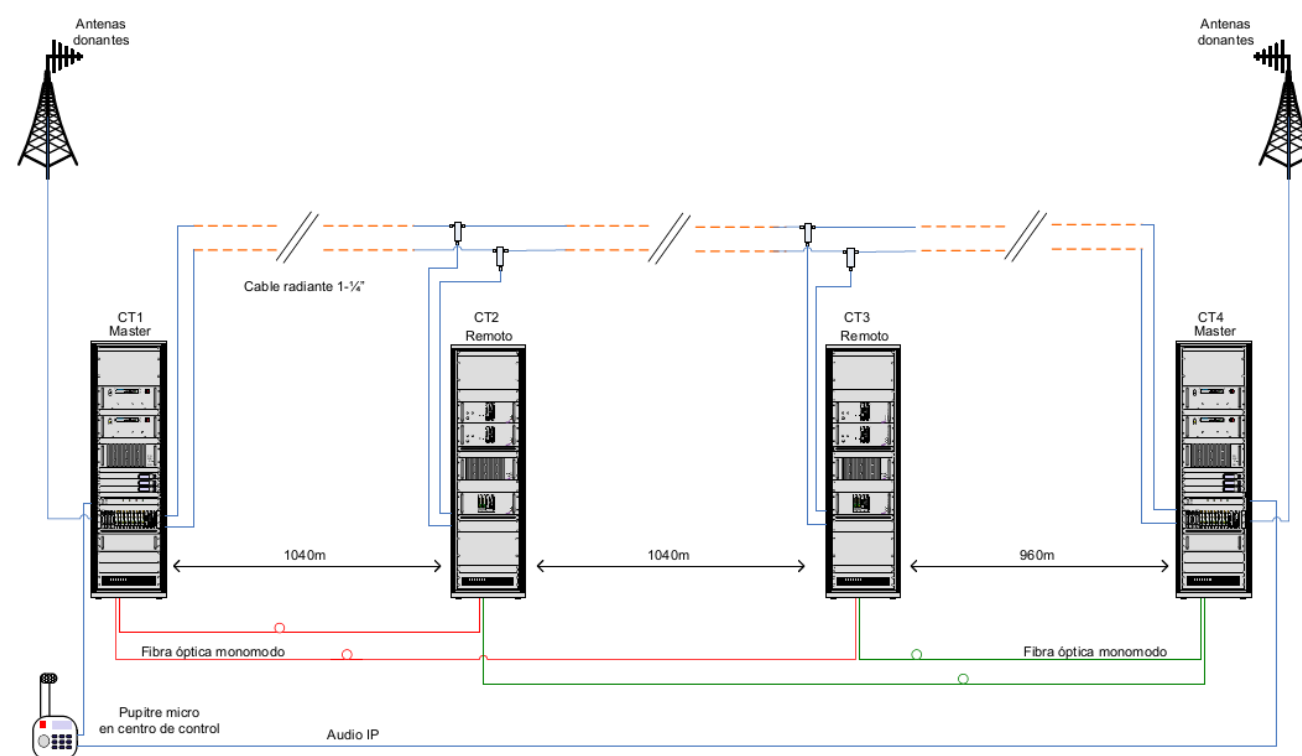


Figura 22: Esquema del sistema de radiocomunicaciones

6.3.3 Equipamiento del sistema

El sistema de radiocomunicaciones estará integrado por varios subsistemas:

- Sistema de captación de señales. Se prevé dos ubicaciones de captación de señales, una en cada boca del túnel
- Sistema de procesado y transmisión de señales al interior del túnel. Se realiza en los racks maestros situados en cada boca de túnel
- Sistema de amplificado y transmisión de la señal en el interior del túnel. Se realiza en los racks esclavos que reciben por fibra óptica la señal captada por los racks maestros.
- Sistema de radiación de señales en el interior del túnel a través del cable radiante

La solución propuesta en proyecto debe ser validada por una ingeniería de radiocomunicaciones a realizar durante la construcción del túnel, en ella se deben tomar medidas de las señales a captar determinando el punto idóneo de captación, así como rehacer los cálculos teóricos para garantizar la cobertura en túneles, galerías y salidas de evacuación..

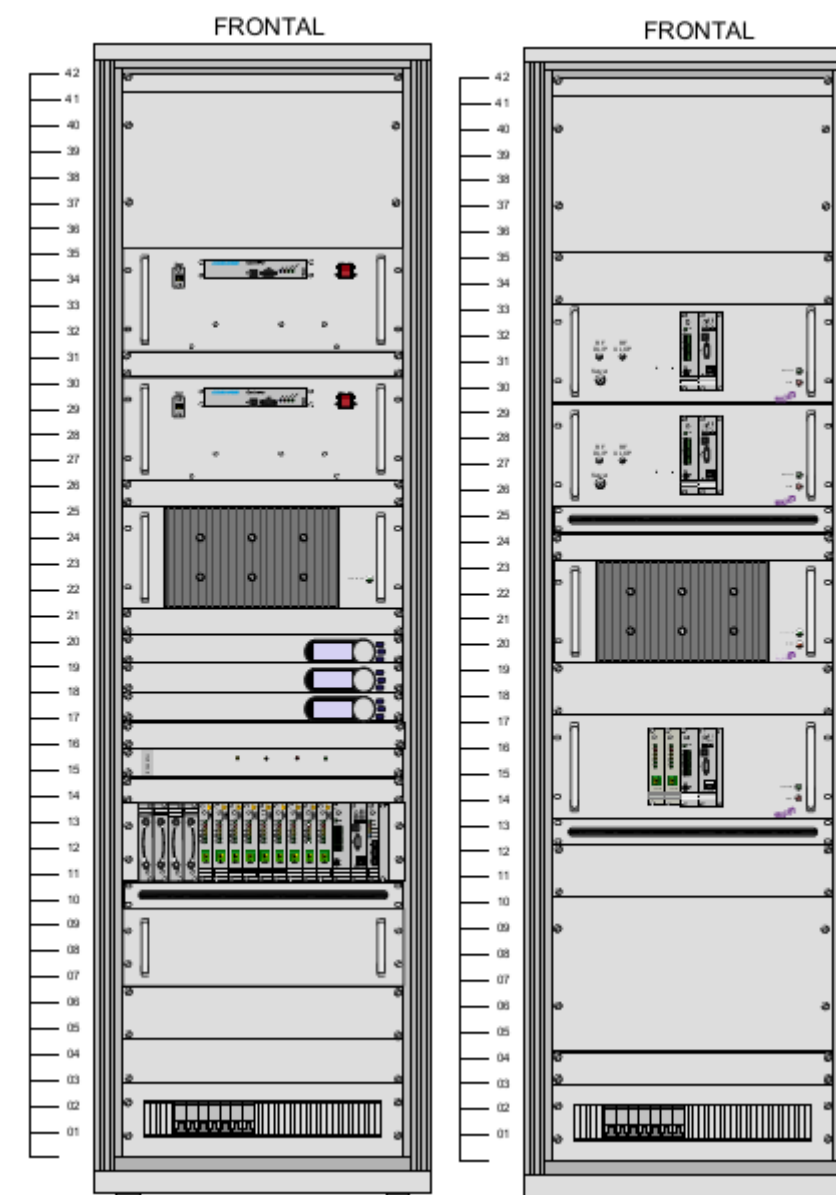


Figura 23: Rack Maestro y Esclavo Radiocomunicaciones

6.3.4 Sistema de captación de señales

El sistema de captación de señales del túnel será el encargado de capturar las señales de los repetidores externos y estaciones base de cobertura de los servicios a incorporar al sistema de radiocomunicaciones del túnel y de su envío al sistema de retransmisión, encargado de realizar la cobertura interior del túnel.

El sistema de captación de señales se instalará en las proximidades del Local Técnico de la Boca de Artaza y del Local Técnico de la Boca de Ballonti. La ubicación exacta de las antenas se decidirá en la fase de construcción con posterioridad a la realización de las mediciones radioeléctricas correspondientes, para determinar un lugar con la visibilidad radioeléctrica y calidad de recepción apropiada.

Estará compuesta por los siguientes elementos:

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Antenas de enlace: son las encargadas de transmitir y recibir las señales procedentes y destinadas a las estaciones repetidoras de los canales de comunicaciones radio que se desean incorporar al sistema de radiocomunicaciones del túnel. Se precisan las siguientes antenas:
 - Antena directiva tipo Yagi y 9 dBi de ganancia para el sistema TETRA.
 - Antena omnidireccional de FM
- Mástil para el soporte de las antenas: Las antenas precisarán ser montadas en una torre o mástil en las proximidades de la ubicación del rack. La altura y la ubicación vendrán determinadas por las medidas de nivel de señal recibido que se obtengan.

En el caso que no se consiguiera una buena cobertura para todos los servicios de una misma banda de frecuencias mediante una única antena, se dispondrá de todas las necesarias para integrar todos los servicios requeridos en el sistema de radiocomunicaciones del túnel.

Las antenas se conectarán con los equipos amplificadores, situados en el rack maestro del Local Técnico, a través de un cable coaxial 1/2". Si la longitud entre el rack de captación y las antenas fuera grande, la conexión se realizará mediante cable coaxial RG214.

6.3.5 Sistema de procesamiento y transmisión de señales al interior del túnel (Rack Maestro)

Se realizará en los racks maestros ubicados en los locales técnicos de las bocas del túnel.

El sistema de procesamiento y retransmisión de señales al interior del túnel tendrá las siguientes funciones:

- Amplificar las señales capturadas por las antenas, de los repetidores externos y estaciones base de cobertura de los servicios a incorporar al sistema de radiocomunicaciones.
- Enviar las señales al sistema de radiación, encargado de realizar la cobertura interior del túnel.
- Hacer llegar las señales generadas en el interior del túnel por los terminales radio a las estaciones repetidoras externas y estaciones base de cobertura de los servicios a incorporar al sistema.
- Hacer llegar a los ampliadores de señal en los locales técnicos interiores las señales capturadas en el exterior vía fibra óptica

El sistema de equipos amplificadores y procesamiento del túnel se alojará dentro de un rack y estará compuesto por los siguientes equipos:

- 1 amplificador bidireccional selectivo TETRA Gobierno Vasco en la banda 380-395 MHz para 4 portadoras.
- 1 amplificador bidireccional selectivo TETRA Itelazpi en la banda 410-430 MHz para 2 portadoras.
- 3 amplificador unidireccional selectivo de canal correspondiente a las doce emisoras comerciales de FM. Se incluirá un combinador para poder emitir todas las emisoras simultáneamente. Este sistema dispondrá de una entrada de audio para permitir la retransmisión de mensajes de información o emergencias provenientes del sistema de megafonía hacia los diferentes canales de FM comerciales.

El subsistema de enlace se completará con un acoplador multibanda de señales de RF. El sistema acoplador multibanda será el encargado de proporcionar una única salida de la vía de transmisión y una única salida de la vía de recepción de las señales procedentes y destinadas al túnel de FM y UHF, mediante la combinación de las señales que se encuentran en las diferentes bandas de frecuencia.

El subsistema de transmisión de las señales al túnel estará formado por el siguiente equipamiento:

- 1 divisor de señal simétrico: En el túnel se colocará un splitter para enviar la señal a los cables radiantes de cada uno de los sentidos, permitiendo el correcto ajuste del sistema y evitando la realimentación cable radiante - antena. Para evitar la realimentación cable radiante - antena, se llevará la señal de radio proveniente del rack por cable coaxial hasta el splitter.

- Cable coaxial RG-214. La conexión entre la fuente de alimentación y las unidades amplificadoras, entre éstas y el acoplador multibanda, y entre el acoplador y el splitter se realizará mediante cable coaxial RG-214.
- Cable radiante para la radiodifusión de las señales en el interior del túnel

Dentro del rack maestro también se alojará un sistema de transmisión de las señales radioeléctricas captadas vía fibra óptica a las estaciones de amplificación y transmisión en los locales técnicos interiores del túnel.

6.3.6 Sistema de amplificación y transmisión de señales en el interior del túnel (Rack Esclavo)

Se realizará en los racks esclavos ubicados en los locales técnicos interiores del túnel.

El sistema de amplificación y transmisión de señales en el interior del túnel tendrá las siguientes funciones:

- Seleccionar la señal más adecuada para su amplificación y transmisión de las que se reciben de los racks maestros
- Amplificar la señal más adecuada y enviarla al sistema de radiación, encargado de realizar la cobertura interior del túnel.
- Hacer llegar las señales generadas en el interior del túnel por los terminales radio a las estaciones repetidoras externas y estaciones base a través de los racks maestros.

El sistema de equipos amplificadores y procesamiento del túnel se alojará dentro de un rack y estará compuesto por los siguientes equipos:

- 1 amplificador bidireccional selectivo TETRA Gobierno Vasco en la banda 380-395 MHz para 4 portadoras.
- 1 amplificador bidireccional selectivo TETRA Itelazpi en la banda 410-430 MHz para 2 portadoras.
- 1 amplificador unidireccional selectivo de FM.

El subsistema de enlace se completará con un acoplador multibanda de señales de RF. El sistema acoplador multibanda será el encargado de proporcionar una única salida de la vía de transmisión y una única salida de la vía de recepción de las señales procedentes y destinadas al túnel de FM y UHF, mediante la combinación de las señales que se encuentran en las diferentes bandas de frecuencia.

El subsistema de transmisión de las señales al túnel estará formado por el siguiente equipamiento:

- 1 divisor de señal simétrico: En el túnel se colocará un splitter para enviar la señal a los cables radiantes de cada uno de los sentidos, permitiendo el correcto ajuste del sistema y evitando la realimentación cable radiante - antena. Para evitar la realimentación cable radiante - antena, se llevará la señal de radio proveniente del rack por cable coaxial hasta el splitter.
- Cable coaxial RG-214. La conexión entre la fuente de alimentación y las unidades amplificadoras, entre éstas y el acoplador multibanda, y entre el acoplador y el splitter se realizará mediante cable coaxial RG-214.
- Cable radiante para la radiodifusión de las señales en el interior del túnel

Dentro del rack esclavo también se alojará un sistema de transmisión de las señales radioeléctricas captadas vía fibra óptica a los racks maestros en los locales técnicos situados en las bocas del túnel.

6.3.7 Sistema de radiación de señales en el interior del túnel

La técnica elegida para la radiodifusión de las señales de los distintos servicios al interior del túnel será el cable radiante. El cable radiante tiene muchas ventajas frente al uso de antenas cuando se trata de dotar a un túnel de carretera de cobertura. Algunas de las ventajas son las siguientes:

- Inmunidad de la señal de frecuencias más bajas ante curvaturas
- Inmunidad de señales de bajas frecuencias ante vehículos de grandes dimensiones

- Radiación de señal de forma más equitativa
- Redundancia de fallo de rack maestro o esclavo al existir varios equipos que inyectan la señal en el cable

El cable radiante transcurrirá longitudinalmente por el centro del túnel y se instalará en el techo del mismo.

Será el encargado de hacer las funciones de sistema radiante o antena y, por lo tanto, su función es la de transmitir las señales de RF a los terminales radio que se encuentran en el interior del túnel y la de recibir las señales de RF generadas por los terminales en el interior del túnel.

El cable radiante que se instalará, dada la longitud del túnel y la máxima frecuencia de los servicios del sistema, corresponde a un cable con sección 1 1/4".

El cable radiante cumplirá las siguientes características:

- Libre de halógenos
- Cubierta no corrosiva
- Bajo en emisión de humos
- Retardante a la llama
- Retardante al fuego

La sujeción del cable radiante al techo del túnel se realizará mediante soportes metálicos y de plástico, de llama retardada y libres de halógenos. Se instalará un soporte de plástico cada 1,3 m, mientras que los metálicos se instalarán cada 9,1 m.

También se ha previsto cable radiante en las galerías de interconexión entre tubos, mientras que se ha previsto el uso de antenas para las salidas de evacuación al exterior ubicadas en el nudo de Artaza.

6.3.8 Interconexión con otros sistemas

Se dotará al sistema de radiocomunicaciones de la posibilidad de transmisión de mensajes (pregrabados o viva voz) de auxilio o ayuda (mensajes SOS) en las frecuencias de las emisoras comerciales de FM. Las fuentes de señales que generan los mensajes SOS serán el pupitre microfónico o los puestos de operación del Centro de Control mediante mensajes pregrabados.

La señal de audio, proveniente del rack de megafonía, se llevará al conjunto de moduladores mediante un cable de tipo 2 x Ø 0,9 mm.

Las señales moduladas se llevarán mediante cable coaxial RG-58 al amplificador unidireccional selectivo de canales FM, que tendrá una entrada que incluye un relé de conmutación. El relé estará controlado por una señal externa que decidirá la fuente de entrada: las señales de los canales comerciales de FM o los mensajes SOS desde el sistema de megafonía.

7 SISTEMA DE CONTROL CENTRALIZADO, REDES Y CENTRO DE CONTROL

7.1 Descripción funcional

El Sistema de Gestión Centralizada permitirá la realización de las siguientes funciones desde los puestos de operación del Centro de Control:

- Adquisición de datos de las instalaciones del túnel, para su monitorización y supervisión en tiempo real.
- Recepción de alarmas generadas por los equipos de campo, por incidentes, superación de niveles o anomalías de funcionamiento.
- Envío de órdenes de actuación: arranque de ventiladores, cambio de estado de la señalización luminosa, cambio de niveles de alumbrado, activación de sobrepresión en galerías, etc.
- Definición y activación de procedimientos automáticos o semiautomáticos: cierre del túnel, procedimiento de actuación por presencia de incendio, etc.

Para proporcionar este conjunto de funcionalidades, el nuevo Sistema de Gestión Centralizada integrará el control y monitorización de los siguientes sistemas:

- Sistema de Ventilación
- Sistema de Iluminación
- Suministro de Energía
- Sistema de Extinción de Incendios y Red de Hidrantes
- Sistemas de Seguridad, Vigilancia y Control de Túneles:
- Sistema de Megafonía
- Sistema de Radiocomunicaciones
- Sistema de Postes SOS
- Circuito Cerrado de Televisión
- Sistema de Detección Automática de Incidentes
- Sensores de Variables Atmosféricas en Carreteras (SEVAC)
- Sistema de Control de Gálibo
- Sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos
- Sistema de Detección de Incendios en Túneles
- Sistema de Control en edificios: control de acceso y presencia, detección de incendios, control de temperatura y extinción de incendios
- Red de Comunicaciones

7.2 Arquitectura del Sistema de Control Centralizada

El Sistema de Gestión Centralizada del túnel se diseñará de forma que se garantice la integración de todos los sistemas, con una inteligencia distribuida, redundante y resistente a fallos.

Presentará una arquitectura dividida en cuatro niveles, según el siguiente modelo:

- Nivel 0 o Nivel de Campo. Constituye el nivel de adquisición de datos o información de estado, para lo cual los equipos de campo se conectan con las Unidades de Periferia Distribuida (UPD).
- Nivel 1 o Nivel de Control y Comunicaciones. Formado por la red de comunicaciones y los Controladores Lógicos Programables (PLCs) redundantes de túnel, permite realizar la transmisión bidireccional de

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

información y de las órdenes de actuación entre el Nivel de Supervisión y Operación y el Nivel de Campo. En este nivel se programarán automatismos locales para el control de las instalaciones.

- Nivel 2 o Nivel de Supervisión y Operación. En este nivel se encuentran tanto los servidores de aplicaciones y SCADA como los puestos de operación, videowalls y pantallas que van a permitir la gestión remota del túnel desde el Centro de Control. Se dispondrá de una aplicación de gestión centralizada mediante la cual podrán visualizar el estado de todos los elementos de campo del túnel y en caso necesario actuar sobre los mismos. En este nivel también existirán algoritmos con una visión holística del túnel que permitan una gestión automática o semiautomática de determinados sistemas y cuyo objetivo es homogeneizar y optimizar el funcionamiento de los mismos, así como facilitar el trabajo de los operadores del Centro de Control
- Nivel 3 o Nivel de Organización y Explotación del Túnel. El último nivel lo constituyen todos los procedimientos y planes de mantenimiento y actuación necesarios para la gestión del túnel. Estos procedimientos y planes estarán programados y automatizados en la aplicación de gestión centralizada permitiendo dar una respuesta homogénea y óptima a una situación incidental.

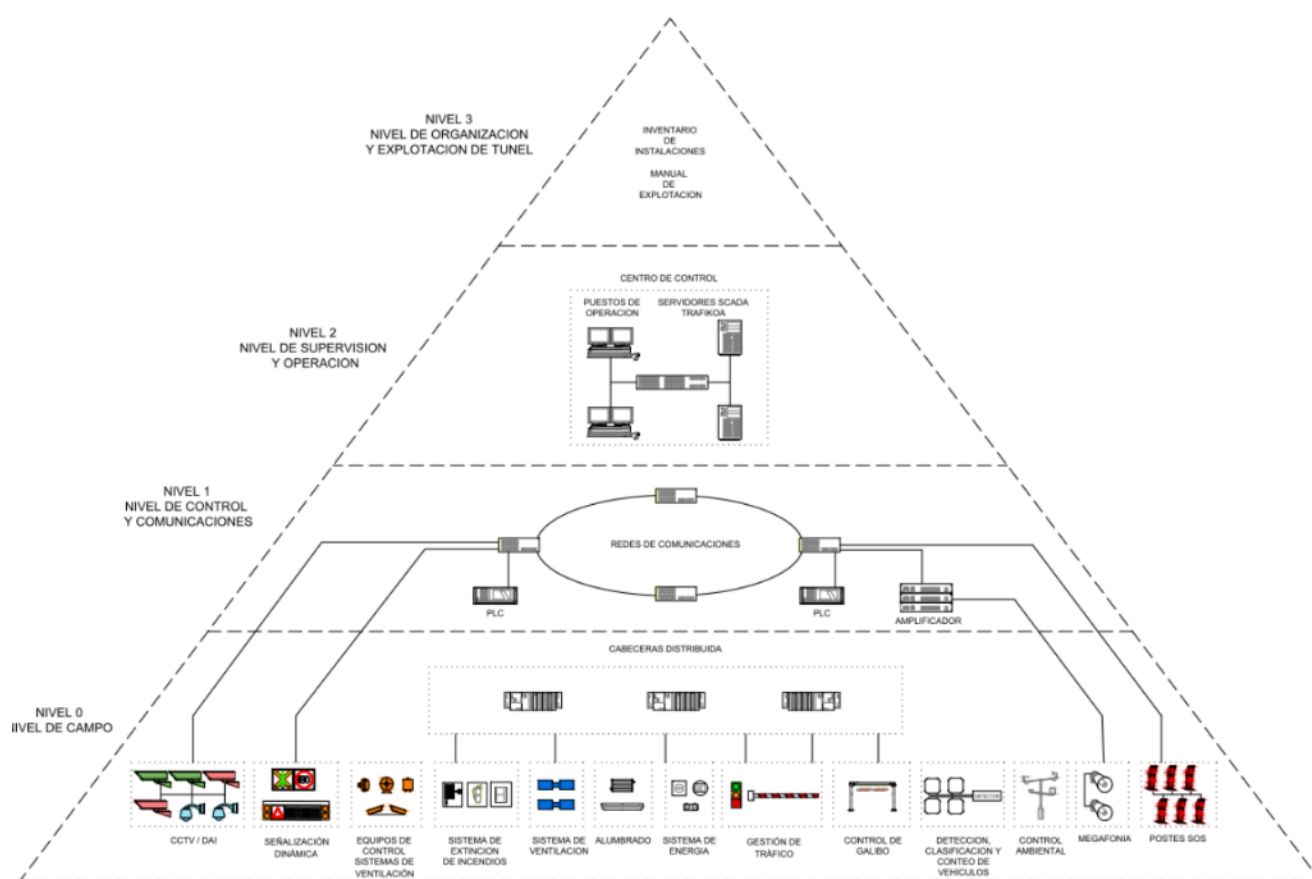


Figura 24: Título pie de foto

La arquitectura de control se basa en un sistema redundante centralizado con periferia distribuida y sobre una red de comunicaciones, en el que la lógica de control de los sistemas se encuentra integrada en los PLCs.

El sistema de gestión centralizada se diseñará de forma que se garantice la integración de todos los sistemas, con un mecanismo redundante y resistente a fallos, en el SCADA existente en el centro de control.

A continuación, se describen en detalle las características principales de cada uno de los niveles anteriormente mencionados y los elementos que conformarán cada uno de ellos.

8 NIVEL 0 - NIVEL DE CAMPO

En este nivel se llevará a cabo el conexionado de los equipos de campo (elementos de detección, seccionamiento, maniobra y actuadores) con las unidades de entradas y salidas (UPD) que permiten su comunicación con los niveles superiores del Sistema de Gestión.

8.1 Aspectos generales del Nivel de Campo

8.1.1 Señales a controlar por cada uno de los sistemas

El sistema de gestión centralizada controlará diferentes señales de cada uno de los sistemas instalados en el túnel, para poder realizar en tiempo real las tareas de monitorización y de actuación. Los sistemas a controlar son los siguientes:

- Sistema de ventilación
 - Señales de control de funcionamiento de los ventiladores
 - Señales de control de estado de los ventiladores
 - Señales de sondas de temperatura.
 - Sistema de control de ventilación
 - Medidas de los siguientes equipos: detectores de CO, detectores de NO2, opacímetros y anemómetros
 - Sistema de Control de Ventilación en Galerías de evacuación
 - Sistema de control de la Climatización en cuartos técnicos
- Sistema de iluminación
 - Medida de los luminancímetros
 - Telecontrol de los circuitos de alumbrado
- Sistema de energía
 - Señales de estado de las celdas de media tensión
 - Señales de estado de los Cuadros Generales de Baja Tensión
 - Señales de estado de los Cuadros de Distribución para la energización del equipamiento de campo.
 - Señales de estado de los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI)
 - Señales de estado de los Grupos Electrógenos (GE)
 - Valores de las variables eléctricas (Analizadores de Redes ANR)
- Sistema de extinción de incendios y red de hidrantes
 - Presión de agua en las tuberías de la red de hidrantes mediante presostatos
 - Señales de control de electroválvulas
 - Señales de control de equipos de bombeo
 - Señales de estado de válvulas
 - Señales de puertas de armarios de BIE's y extintores
 - Señales de retirada de extintores

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Sistema de detección de incendios
 - Medidas de la unidad analizadora del cable de detección lineal de incendios
 - Alarmas de la central de detección de incendios
- Señalización variable: señales Aspa/Flecha, señales de Control de Límite de Velocidad, Paneles de Mensaje Variable, semáforos RAV y barreras de acceso al túnel.
- Sistema de control de gálibo
- Sistema de aforo de tráfico:
 - Mediciones del estado del tráfico en cada instante (intensidad de tráfico, tipos de vehículos, velocidad media, etc.)
- Sensor de Variables Atmosféricas de Carreteras (SEVAC)

Mediciones de cada uno de los sensores: temperatura y humedad relativa del aire, temperatura del suelo, humedad superficial, velocidad y dirección del viento, presencia de hielo en calzada, presencia de niebla, presión barométrica, precipitaciones, medida de visibilidad y opacidad, intensidad de radiación solar, etc.
- Sistema de postes SOS
 - Señal de llamada
 - Estado de la comunicación
 - Estado de las puertas del armario
- Sistema de megafonía
 - Estado y alarmas del sistema
 - Mensaje que se está emitiendo
- Sistema de radiocomunicaciones
 - Alarmas del sistema

8.1.2 Suministro de energía para los equipos de SVC

El sistema de suministro de energía de los equipos de Seguridad, Vigilancia y Control se realizará desde los Centros de Transformación situados en los locales técnicos (LT) exteriores (ubicados cerca de las entradas al túnel) e interiores (ubicados en galerías de evacuación vehiculares).

La alimentación de los equipos de SVC colgará del sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) instalado en los locales técnicos siempre que sea posible y en caso de no ser posible, se instalará lo más cercano al equipo un SAI de al menos 1 hora de autonomía.

Algunos de los equipos de SVC se alimentarán directamente desde el LT (barreras, semáforos, paneles de mensaje variable, cámaras exteriores y control de gálibo), mientras que otros equipos se alimentarán a través de armarios de distribución (APL) instalados en el interior del túnel, de las galerías y en bocas. En los APL, es donde se ubicarán las protecciones eléctricas, switches de comunicaciones, etc. para la alimentación de los equipos de SVC más cercanos, así como para su conexión a la red de comunicaciones IP Multiservicio de Túnel.

La entrada de la acometida a los APLs dispondrá de un seccionador en carga de 2 ó 4 polos, en función de los equipos asociados y de intensidad y resistencia a cortocircuito adecuado a su uso. Todos los circuitos de alimentación de salida estarán protegidos mediante interruptores magnetotérmicos diferenciales.

En exteriores los circuitos de salida se realizarán por las canalizaciones enterradas previstas para baja tensión hasta la arqueta más cercana al equipo para el cual se realiza la acometida y mediante bandejas dispuestas en el interior del túnel.

La alimentación de los equipos se realizará mediante cables eléctricos los cuales serán de tres tipos distintos:

- SZ1-K (Interior del túnel, Galerías y Locales Técnicos):
 - 3x2.5mm²
 - 3x6mm²
 - 4x6mm²
 - 3x10mm²
- RZ1-K (Interior del túnel para señalización variable, rótulos y barreras):
 - 3x2.5mm²
 - 3x6mm²
 - 4x6mm²
 - 3x10mm²
- RVK (Exterior):
 - 3x2.5mm²
 - 3x6mm²
 - 4x6mm²
 - 3x10mm²

La sección del cable garantiza que la caída de tensión desde el armario hasta el equipo final es inferior al 3% y que la intensidad soportada por el cable es superior a la prevista para el circuito.

En exteriores del túnel, hay armarios APL lejos de las inmediaciones de las bocas, que se alimentarán de cuadros eléctricos existentes de la DFB (AFA) que cuelgan de a su vez de un cuadro de mando (CM) de iluminación. En este caso estarán equipados con SAI. Desde este armario se alimentará a todos los equipos ubicados en las proximidades. Para ello se proponen armarios de exteriores para alojar estos equipos:

- Armarios auxiliares de pequeño formato sobre peana, para equipos de lógica local y dedicados a cada subsistema. Serían armarios de pequeño formato (550mm x 450mm x 250mm) que se restringirían a incorporar la lógica de cada subsistema. Estos se utilizarían para el sistema de control de gálibo.
- Armarios concentradores de pista (APL) para exterior, se trataría de equipos de 1450 x 600 x 600mm, de 33RU en formato estándar tipo rack de 19". Estos equipos se utilizarían de forma compartida entre los sistemas de gestión de tráfico y el suministro de energía eléctrica.
- Armarios concentradores de pista (APL) para interior de túnel, se trataría de equipos de 1200 x 1000 x 400. Estos equipos se utilizarían de forma compartida entre los sistemas de gestión de tráfico y el suministro de energía eléctrica.

Se ha optado por esta topología porque proporciona importantes ventajas:

- Permite reducir las longitudes de cableado necesarios y, por tanto, la sección de los mismos. Proporciona un elevado grado de protección en la alimentación de los diferentes equipos, ya que cada circuito final estará protegido por un interruptor magnetotérmico diferencial independiente para cada elemento.
- Facilita las labores de mantenimiento, ya que próximo a cada equipo de SVC se encontrará un interruptor de corte de su alimentación.

8.1.3 Sistema de control

La red de control estará formada por sistema de PLCs ubicados en los Locales Técnicos y cabeceras distribuidas ubicadas en APLs interiores, exteriores, galerías de evacuación y Locales Técnicos.

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

En el túnel de Lamiako habrá cuatro locales técnicos (LT), dos ubicados en las cercanías de las bocas de entrada del túnel (uno en el lado Ballonti y otro en las cercanías de la rotonda de Artaza) y otros dos en el interior del túnel, en galerías vehiculares.

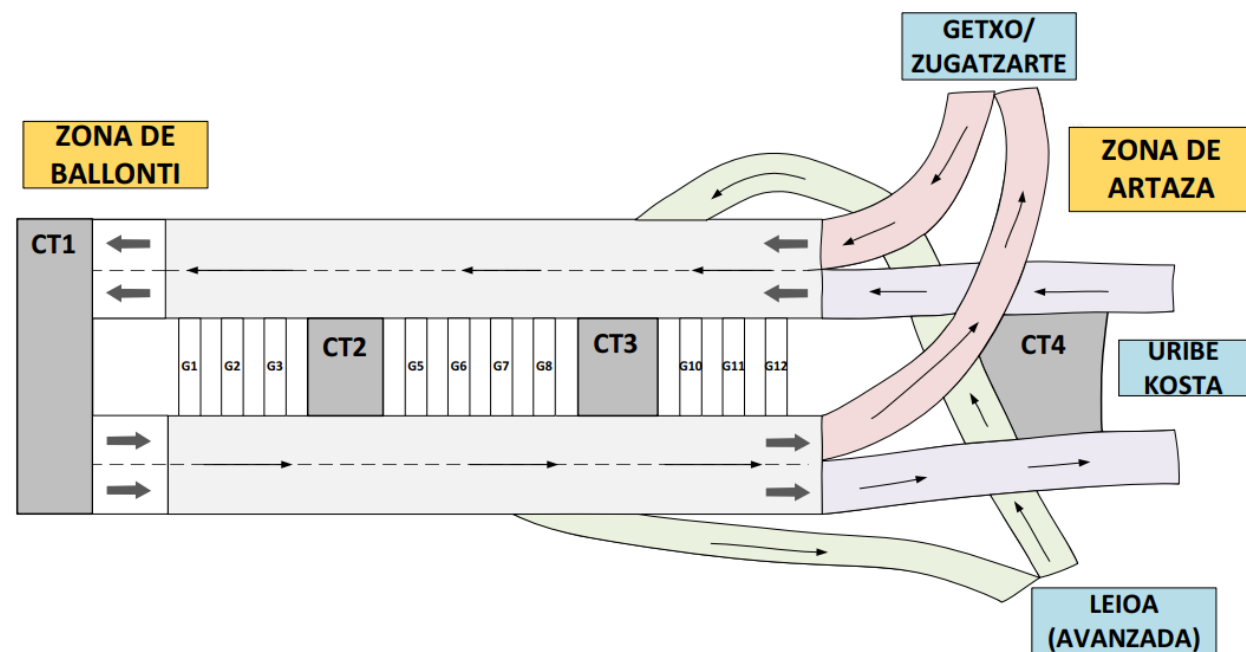


Figura 25: Esquema de la ubicación de los locales técnicos

Local técnico 1

El local técnico 1 (Boca Ballonti), donde se dispondrá al menos de salas para:

- Compañía
- Media Tensión y Transformadores
- Eléctrica de Baja Tensión
- SAI y baterías
- PCI Túnel y PCI LT
- Comunicaciones
- Telefonía

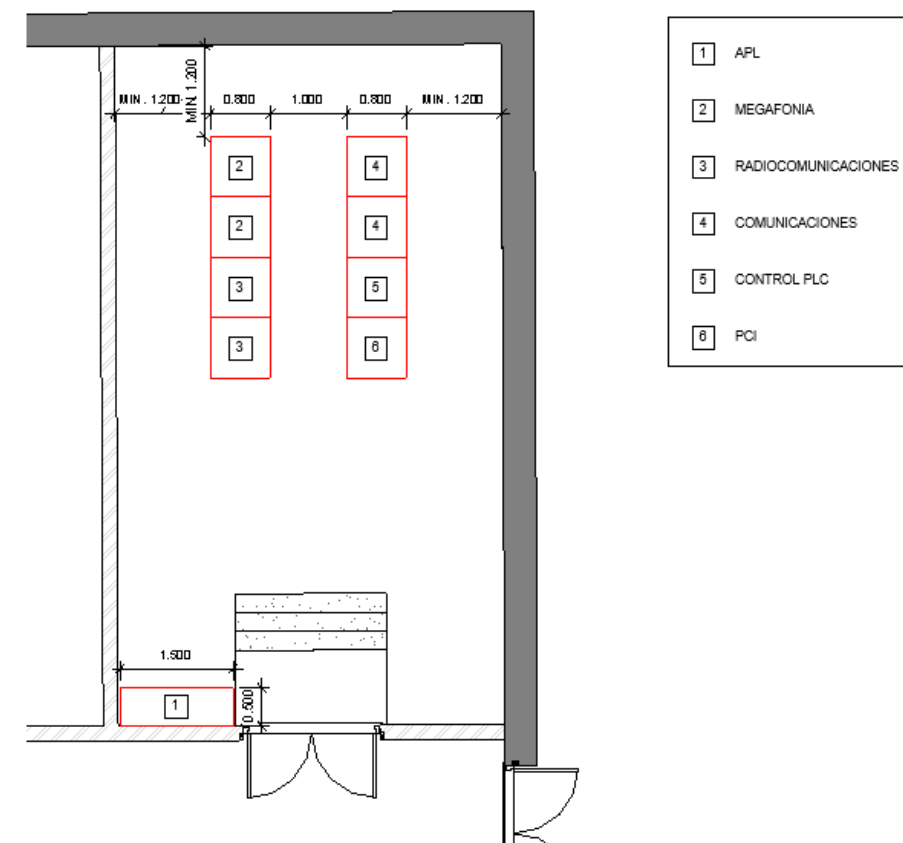


Figura 26: Planta local técnico 1 (LT1)

En la sala de comunicaciones del local técnico 1 habrá además de los racks ya mencionados para el local técnico un rack de radiocomunicaciones y estará instalado un controlador principal (PLC) y una cabecera de periferia distribuida (UPD) para recoger:

- Las señales de los cuadros y sistemas eléctricos.
- recogen las señales de los cuadros de PCI (grupo de bombeo, depósitos de agua, red PCI y sistema de extinción de incendios de los locales técnicos.
- señales del HVAC de las salas.

El conexionado entre las UPD y los equipos de campo asociados se realizará con cable de pares entre los regleteros de señales de los cuadros y la UPD.

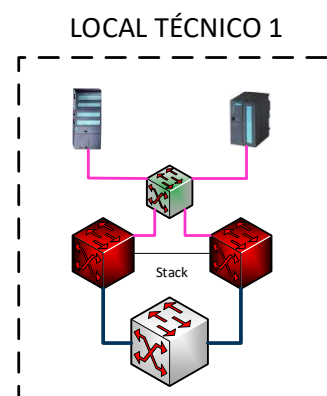


Figura 27: Dispositivos de control y comunicaciones local técnico 1 (LT1)

Local técnico 2 y 3

El local técnico 2 y 3 estarán situados en una de las galerías de evacuación vehicular, donde se dispondrá al menos de salas para:

- Media Tensión y Transformadores
- Eléctrica de Baja Tensión
- SAI y baterías
- Comunicaciones

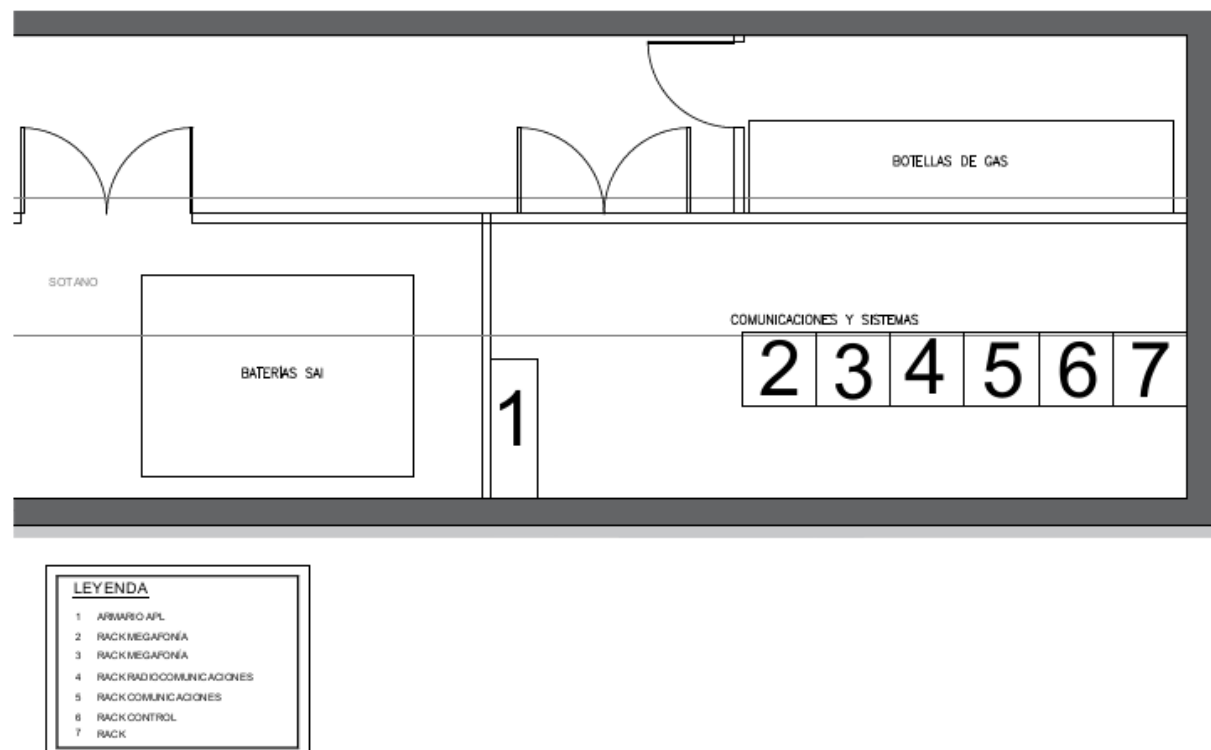


Figura 28: Ubicación Racks Sala Comunicaciones local técnico 2 y 3 (LT2 -LT3)

En la sala de comunicaciones del local técnico 2 y 3, además de los racks indicados en el esquema a continuación se instalará un controlador secundario (PLC) y una cabecera de periferia distribuida (UPD) para recoger:

- Las señales de los cuadros y sistemas eléctricos.
- recogen las señales de los cuadros de PCI
- señales del HVAC de las salas.

El conexionado entre las UPD y los equipos de campo asociados se realizará con cable de pares entre los regleteros de señales de los cuadros y la UPD.

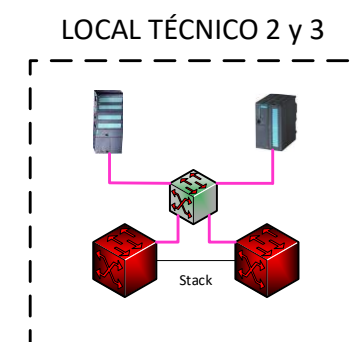


Figura 29: Dispositivos de control y comunicaciones local técnico 2 y 3 (LT2 - LT3)

Local técnico 4

El local técnico 4 (Bajo la Rotonda de Artaza), donde se dispondrá al menos de salas para:

- Compañía
- Media Tensión y Transformadores
- Eléctrica de Baja Tensión
- SAI y baterías
- PCI Túnel y PCI LT
- Comunicaciones
- Telefonía

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

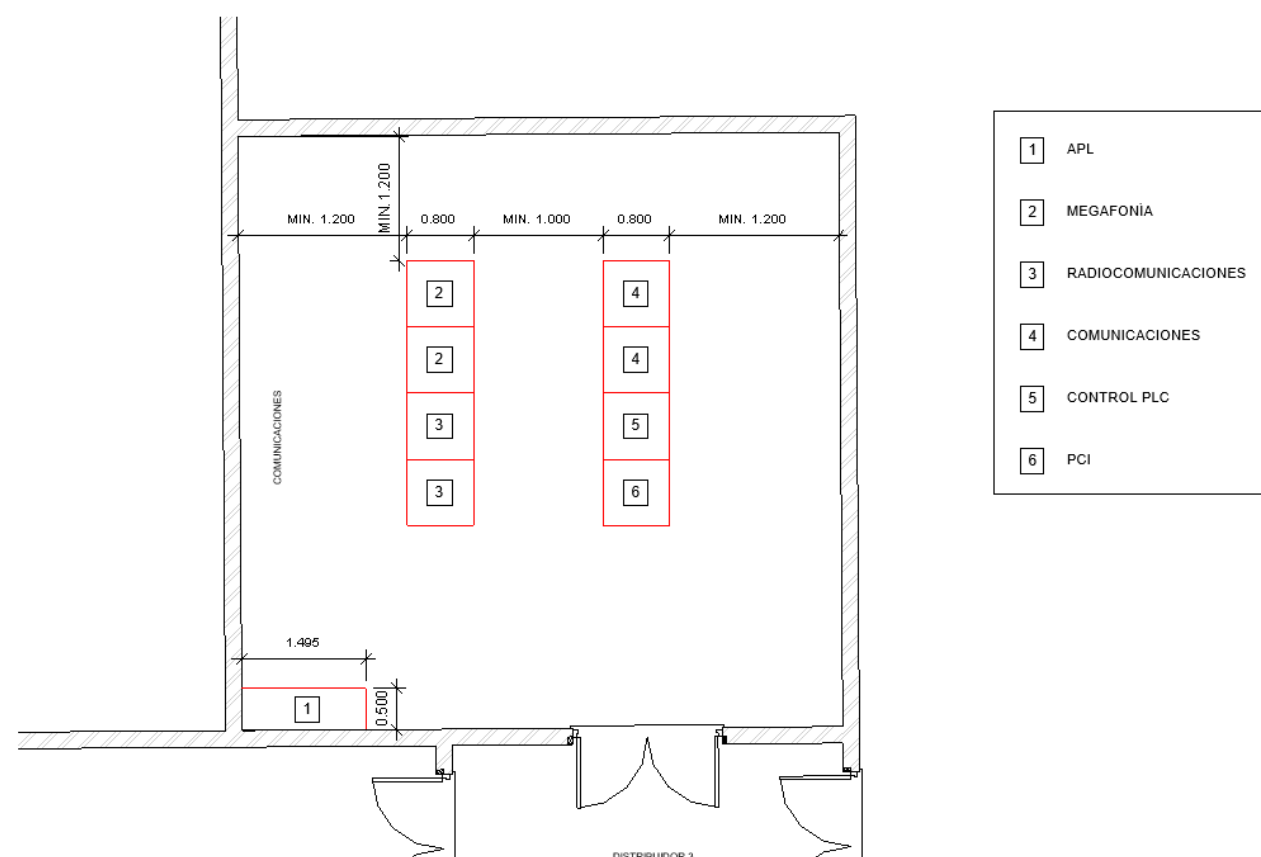


Figura 30: Planta local técnico 4 (LT1)

En la sala de comunicaciones del local técnico 1 habrá además de los racks ya mencionados para el local técnico un rack de radiocomunicaciones y estará instalado un controlador principal (PLC) y una cabecera de periferia distribuida (UPD) para recoger:

- Las señales de los cuadros y sistemas eléctricos.
- recogen las señales de los cuadros de PCI (grupo de bombeo, depósitos de agua, red PCI y sistema de extinción de incendios de los locales técnicos.
- señales del HVAC de las salas.

El conexionado entre las UPD y los equipos de campo asociados se realizará con cable de pares entre los regleteros de señales de los cuadros y la UPD.

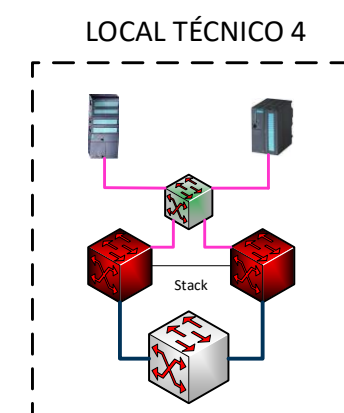


Figura 31: Dispositivos de control y comunicaciones local técnico 4 (LT4)

Como equipos concentradores de señales y para la transmisión de órdenes desde el Centro de Control a través de la red multiservicio se utilizarán Unidades de Periferia Distribuida (UPD), estando cada una de ellas formada por:

- Módulos de entradas analógicas
- Módulos de entradas digitales
- Módulos de salidas digitales
- Módulo controlador de red Ethernet
- Fuente de alimentación
- Bornero para realizar el conexionado de las señales entre los equipos de campo y la UPD
- Módulos de protección contra sobretensiones (aisladores galvánicos) para entradas analógicas
- Relés auxiliares para las salidas digitales

En las siguientes tablas vemos las UPD y su ubicación.

PK	UNIDAD DE PERIFERIA	UBICACIÓN
0,583	UPD-001I-A	Artaza I
0,733	UPD-002I-A	Artaza I
0,883	UPD-003I-A	Artaza I
1,033	UPD-004I-A	Artaza I
1,183	UPD-005I-A	Artaza I
1,333	UPD-006I-A	Artaza I
1,483	UPD-007I-A	Artaza I
1,633	UPD-008I-A	Artaza I
1,783	UPD-009I-A	Artaza I
1,933	UPD-010I-A	Artaza I
2,083	UPD-011I-A	Artaza I
2,233	UPD-012I-A	Artaza I
2,383	UPD-013I-A	Artaza I

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

PK	UNIDAD DE PERIFERIA	UBICACIÓN
2,533	UPD-014I-A	Artaza I
2,683	UPD-015I-A	Artaza I
2,833	UPD-016I-A	Artaza I
2,983	UPD-017I-A	Artaza I
3,133	UPD-018I-A	Artaza I
3,283	UPD-019I-A	Artaza I
3,433	UPD-020I-A	Artaza I
3,583	UPD-021I-A	Artaza I
0,123	UPD-028I-A	Artaza RGZ
3,733	UPD-027I-A	Artaza RGZ
0,133	UPD-022I-A	Artaza RLA
0,283	UPD-023I-A	Artaza RLA
0,433	UPD-024I-A	Artaza RLA
0,133	UPD-025I-A	Artaza RUK
0,283	UPD-026I-A	Artaza RUK

Tabla 9: Ubicación UPD sentido Artaza

PK	UNIDAD DE PERIFERIA	UBICACIÓN
0,250	UPD-005I-B	Ballonti RUK
0,400	UPD-006I-B	Ballonti RUK
0,327	UPD-001I-B	Ballonti RLA
0,477	UPD-002I-B	Ballonti RLA
0,627	UPD-003I-B	Ballonti RLA
0,777	UPD-004I-B	Ballonti RLA
0,338	UPD-007I-B	Ballonti RGZ
0,488	UPD-008I-B	Ballonti RGZ
0,570	UPD-009I-B	Ballonti I
0,720	UPD-010I-B	Ballonti I
0,870	UPD-011I-B	Ballonti I
1,020	UPD-012I-B	Ballonti I
1,170	UPD-013I-B	Ballonti I
1,320	UPD-014I-B	Ballonti I
1,470	UPD-015I-B	Ballonti I
1,620	UPD-016I-B	Ballonti I
1,770	UPD-017I-B	Ballonti I
1,920	UPD-018I-B	Ballonti I
2,070	UPD-019I-B	Ballonti I

PK	UNIDAD DE PERIFERIA	UBICACIÓN
2,220	UPD-020I-B	Ballonti I
2,370	UPD-021I-B	Ballonti I
2,520	UPD-022I-B	Ballonti I
2,670	UPD-023I-B	Ballonti I
2,820	UPD-024I-B	Ballonti I
2,970	UPD-025I-B	Ballonti I
3,120	UPD-026I-B	Ballonti I
3,270	UPD-027I-B	Ballonti I
3,420	UPD-028I-B	Ballonti I
3,570	UPD-029I-B	Ballonti I

Tabla 10: Ubicación UPD sentido Ballonti

PK	UNIDAD DE PERIFERIA	UBICACIÓN
0,174	UPD-006E-A	Artaza E RGZ
0,365	UPD-005E-A	Artaza E RUK
0,440	UPD-004E-A	Artaza E
0,000	UPD-001E-A	Artaza E
0,040	UPD-002E-A	Artaza E
0,020	UPD-003E-A	Artaza E

Tabla 11: Ubicación UPD exteriores Boca Ballonti

PK	UNIDAD DE PERIFERIA	UBICACIÓN
0,456	UPD-001E-B	Ballonti E RLA
0,100	UPD-002E-B	Ballonti E RLA
0,100	UPD-003E-B	Ballonti E RUK
0,540	UPD-004E-B	Ballonti E RGZ
0,020	UPD-005E-B	Ballonti E RGZ

Tabla 12: Ubicación UPD exteriores Boca Artaza

Las UPD que se instalarán en el interior de los armarios de distribución exteriores (APL) darán conectividad al centro de control con los gálibos, semáforos, domos, barreras, PMVS, banderolas y radares ubicados fuera del túnel.

Las UPDs ubicadas en los armarios de distribución interiores (APL), las galerías de evacuación darán conectividad al centro de control con las señales de la ventilación y control de accesos de la propia galería, además las de los elementos que estén ubicados en las cercanías de la galería.

Las UPD de los locales técnicos (LT) darán conectividad al centro de control con las señales de cuadros y sistemas eléctricos, con las señales de los cuadros de bombas PCI, así como con las señales de HVAC y extinción de gas del LT.

El conexionado entre las Unidades de Periferia y los equipos de campo asociados se realizará con cable de pares. Cada Unidad de Periferia se conectará mediante cable de par trenzado de categoría 6, con un switch industrial

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

Ethernet de campo, para su integración en la red de comunicaciones multiservicio. Este elemento se explicará en mayor detalle en el Nivel de Control y Comunicaciones.

8.2 Sistema de Señalización de Tráfico

El subsistema de señalización dinámica dentro del sistema de gestión de tráfico estará basado en un sistema dinámico que permitirá modificar la información emitida a los usuarios en función de las circunstancias particulares que en cada momento se den en el túnel.

Esto permitirá a los operadores del Centro de Control informar a los conductores sobre el estado del túnel, de las situaciones de riesgo y de las medidas de protección que deberán adoptar para minimizar los daños ante escenarios imprevistos, facilitando la gestión del túnel y sus accesos.

8.2.1 Elementos e integración de señales del sistema

Este subsistema estará formado por la siguiente tipología de equipos:

- Paneles de Mensaje Variable (PMV) exterior antes de las entradas al túnel.

Se ha previsto la instalación de paneles tipo 2G+3L12C en estructura de pórtico visitable de longitud variable en función del punto de instalación.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK	ESTRUCTURA
PMV-001E-A	Artaza	Artaza E	0,030	Pórtico visitable
PMV-001E-B	Ballonti	Ballonti E RLA	0,360	Pórtico visitable

Tabla 13: PMV 2G+3L12C en pórtico visitable

(*) se reutilizará el PMV previsto en el proyecto de La Avanzada.

Paneles tipo 1G+3L12C tipo urbano en L invertida.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK	ESTRUCTURA
PMV-002E-B	Ballonti	Ballonti E RGZ	A 428m de la boca	L invertida

Tabla 14: PMV 1G+3L12C Urbano en banderola

Paneles tipo 2G+3L12C en lateral de la carretera con soporte tipo U.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK	ESTRUCTURA
PMV-002E-A	Artaza	Sestao	0,380	Soporte U lateral no visitable
PMV-003E-A	Artaza	Rot. Ballonti	0,120	Soporte U lateral no visitable
PMV-004E-A	Artaza	Portugalete	0,200	Soporte U lateral no visitable

Tabla 15: PMV 2G+3L12C en soporte tipo U

Estarán dotados de conectividad IP y se conectarán a la red de comunicaciones, y mediante protocolo Modbus TCP se integrarán contra el sistema PLC redundante.

- Paneles de Mensaje Variable (PMV) interior con semáforos instalados en el interior de los túneles.

Se ha previsto la instalación de paneles tipo 1G+2L12C con semáforos ambar/ambar en sus extremos en un soporte a fijar a la estructura del túnel

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
PMV-001I-B	Ballonti	Ballonti I	0,584
PMV-002I-B	Ballonti	Ballonti I	1,370
PMV-003I-B	Ballonti	Ballonti I	2,146
PMV-004I-B	Ballonti	Ballonti I	2,939
PMV-001I-A	Artaza	Artaza I	1,209
PMV-002I-A	Artaza	Artaza I	1,956
PMV-003I-A	Artaza	Artaza I	2,707
PMV-004I-A	Artaza	Artaza I	3,454

Tabla 16: PMV 1G+3L12C A/A interiores

Estarán dotados de conectividad IP y se conectarán a la red de comunicaciones, y mediante protocolo Modbus TCP se integrarán contra el sistema PLC redundante.

- Señales aspa-flecha (SAF) dentro del presente proyecto se considera el uso de dos tipos:
- SAF con 4 pictogramas: flecha verde, aspa roja y flecha ámbar a derecha o izquierda con 45° de inclinación



Figura 32: Señales Aspa-Flecha (4 pictogramas)

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
SAF-001I-A	Artaza	Artaza I	0,443
SAF-002I-A	Artaza	Artaza I	0,443

Tabla 17: SAF 4 pictogramas

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- SAF con 2 pictogramas: flecha verde y aspa roja.



Figura 33: Señales Aspa-Flecha (2 pictogramas)

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
SAF-003I-A	Artaza	Artaza I	0,693
SAF-004I-A	Artaza	Artaza I	0,693
SAF-005I-A	Artaza	Artaza I	1,093
SAF-006I-A	Artaza	Artaza I	1,093
SAF-007I-A	Artaza	Artaza I	1,476
SAF-008I-A	Artaza	Artaza I	1,476
SAF-009I-A	Artaza	Artaza I	1,835
SAF-010I-A	Artaza	Artaza I	1,835
SAF-011I-A	Artaza	Artaza I	2,228
SAF-012I-A	Artaza	Artaza I	2,228
SAF-013I-A	Artaza	Artaza I	2,624
SAF-014I-A	Artaza	Artaza I	2,624
SAF-015I-A	Artaza	Artaza I	2,969
SAF-016I-A	Artaza	Artaza I	2,969
SAF-017I-A	Artaza	Artaza I	3,281
SAF-018I-A	Artaza	Artaza I	3,281
SAF-019I-A	Artaza	Artaza I	3,565
SAF-020I-A	Artaza	Artaza I	3,565
SAF-021I-A	Artaza	Artaza I	3,565
SAF-022I-A	Artaza	Artaza RUK	3,753
SAF-023I-A	Artaza	Artaza RGZ	3,753
SAF-024I-A	Artaza	Artaza RLA	0,280
SAF-025I-A	Artaza	Artaza RGZ	0,169
SAF-026I-A	Artaza	Artaza RLA	0,454
SAF-027I-A	Artaza	Artaza RUK	0,360
SAF-001I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,177
SAF-002I-B	Ballonti	Ballonti RUK	0,100
SAF-003I-B	Ballonti	Ballonti RGZ	0,188
SAF-004I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,402

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
SAF-005I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,560
SAF-006I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,747
SAF-007I-B	Ballonti	Ballonti I	0,352
SAF-008I-B	Ballonti	Ballonti I	0,352
SAF-009I-B	Ballonti	Ballonti I	0,748
SAF-010I-B	Ballonti	Ballonti I	0,748
SAF-011I-B	Ballonti	Ballonti I	1,148
SAF-012I-B	Ballonti	Ballonti I	1,148
SAF-013I-B	Ballonti	Ballonti I	1,548
SAF-014I-B	Ballonti	Ballonti I	1,548
SAF-015I-B	Ballonti	Ballonti I	1,930
SAF-016I-B	Ballonti	Ballonti I	1,930
SAF-017I-B	Ballonti	Ballonti I	2,395
SAF-018I-B	Ballonti	Ballonti I	2,395
SAF-019I-B	Ballonti	Ballonti I	2,810
SAF-020I-B	Ballonti	Ballonti I	2,810
SAF-021I-B	Ballonti	Ballonti I	3,140
SAF-022I-B	Ballonti	Ballonti I	3,140
SAF-023I-B	Ballonti	Ballonti I	3,435
SAF-024I-B	Ballonti	Ballonti I	3,435
SAF-025I-B	Ballonti	Ballonti I	3,435
SAF-026I-B	Ballonti	Ballonti I	3,586
SAF-027I-B	Ballonti	Ballonti I	3,586
SAF-028I-B	Ballonti	Ballonti I	3,586

Tabla 18: SAF 2 pictogramas

Estarán dotados de conectividad IP y se conectarán a la red de comunicaciones, y mediante protocolo Modbus TCP se integrarán contra el sistema PLC redundante.

- Señal de control de velocidad (CLV) pese a que la velocidad máxima de circulación en el subfluvial es de 80 Km/h, dentro del presente proyecto se considera el uso de CLV que permita tres dígitos para indicar la velocidad, rodeados de una orla roja indicando la prohibición.



Figura 34: Ejemplo de señales de Control de Velocidad (CLV)

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
CLV-001I-A	Artaza	Artaza I	0,443
CLV-002I-A	Artaza	Artaza I	0,443
CLV-003I-A	Artaza	Artaza I	0,693
CLV-004I-A	Artaza	Artaza I	0,693
CLV-005I-A	Artaza	Artaza I	1,093
CLV-006I-A	Artaza	Artaza I	1,093
CLV-007I-A	Artaza	Artaza I	1,476
CLV-008I-A	Artaza	Artaza I	1,476
CLV-009I-A	Artaza	Artaza I	1,835
CLV-010I-A	Artaza	Artaza I	1,835
CLV-011I-A	Artaza	Artaza I	2,228
CLV-012I-A	Artaza	Artaza I	2,228
CLV-013I-A	Artaza	Artaza I	2,624
CLV-014I-A	Artaza	Artaza I	2,624
CLV-015I-A	Artaza	Artaza I	2,969
CLV-016I-A	Artaza	Artaza I	2,969
CLV-017I-A	Artaza	Artaza I	3,281
CLV-018I-A	Artaza	Artaza I	3,281
CLV-019I-A	Artaza	Artaza I	3,565
CLV-020I-A	Artaza	Artaza I	3,565
CLV-021I-A	Artaza	Artaza I	3,565
CLV-022I-A	Artaza	Artaza RUK	3,753
CLV-023I-A	Artaza	Artaza RGZ	3,753
CLV-024I-A	Artaza	Artaza RLA	0,280
CLV-001I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,177
CLV-002I-B	Ballonti	Ballonti RUK	0,100
CLV-003I-B	Ballonti	Ballonti RGZ	0,188
CLV-004I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,402
CLV-005I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,560
CLV-006I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,747
CLV-007I-B	Ballonti	Ballonti I	0,352
CLV-008I-B	Ballonti	Ballonti I	0,352
CLV-009I-B	Ballonti	Ballonti I	0,748
CLV-010I-B	Ballonti	Ballonti I	0,748
CLV-011I-B	Ballonti	Ballonti I	1,148
CLV-012I-B	Ballonti	Ballonti I	1,148

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
CLV-013I-B	Ballonti	Ballonti I	1,548
CLV-014I-B	Ballonti	Ballonti I	1,548
CLV-015I-B	Ballonti	Ballonti I	1,930
CLV-016I-B	Ballonti	Ballonti I	1,930
CLV-017I-B	Ballonti	Ballonti I	2,395
CLV-018I-B	Ballonti	Ballonti I	2,395
CLV-019I-B	Ballonti	Ballonti I	2,810
CLV-020I-B	Ballonti	Ballonti I	2,810
CLV-021I-B	Ballonti	Ballonti I	3,140
CLV-022I-B	Ballonti	Ballonti I	3,140
CLV-023I-B	Ballonti	Ballonti I	3,435
CLV-024I-B	Ballonti	Ballonti I	3,435
CLV-025I-B	Ballonti	Ballonti I	3,435

Tabla 19: CLV

Estarán dotados de conectividad IP y se conectarán a la red de comunicaciones, y mediante protocolo Modbus TCP se integrarán contra el sistema PLC redundante.

- **Semáforo (SEM):** Se ha previsto la instalación de semáforos con anterioridad de la boca de entrada del túnel.

El cableado se realizará a través de cable de seis pares hasta la UPD y las señales que se cablearán de un semáforo serán las siguientes:

- Encender Rojo
- Encender Verde
- Encender Ámbar
- Estado Rojo
- Estado Verde
- Estado Ámbar

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
SEM-001I-A	Artaza	Artaza I	0,433
SEM-002I-A	Artaza	Artaza I	0,433
SEM-001E-A	Artaza	Artaza E	0,260
SEM-002E-A	Artaza	Artaza E	0,260
SEM-003E-A	Artaza	Artaza E	0,260
SEM-001I-B	Ballonti	Ballonti RLA	0,177
SEM-002I-B	Ballonti	Ballonti RUK	0,045
SEM-003I-B	Ballonti	Ballonti RGZ	0,188
SEM-001E-B	Ballonti	Ballonti E RLA	0,160

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
SEM-002E-B	Ballonti	Ballonti E RGZ	0,080

Tabla 20: SEM

- **Barreras de acceso (BAR)** con pluma degondable, semáforos doble rojo, alarma acústica y detector de presencia de vehículo: se ubicarán antes de las entradas del túnel para impedir el acceso del tráfico al túnel en caso de que la situación así lo aconseje. Las señales controladas de las barreras serán las siguientes:
 - Orden Subir Barrera
 - Estado de barrera subida
 - Orden Bajar Barrera
 - Estado de barrera bajada

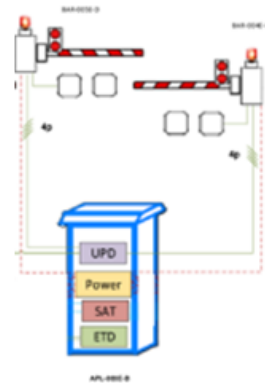


Figura 35 : Esquemas de comunicaciones de Barreras.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
BAR-001E-A	Artaza	Artaza E	0,420
BAR-002E-A	Artaza	Artaza E	0,420
BAR-001E-B	Ballonti	Ballonti E RLA	0,020
BAR-002E-B	Ballonti	Ballonti E RUK	0,045
BAR-003E-B	Ballonti	Ballonti E RGZ	0,080

Tabla 21: BAR

- **Señal radar indicadora de velocidad (SIV):** Paneles indicadores de velocidad que detectan la velocidad de paso de los vehículos. Tienen como objetivo advertir a los conductores de la velocidad inadecuada a la que circulan, detectar y cuantificar comportamientos inadecuados. Se energizarán desde la APL más cercana. Funcionan de forma autónoma no requiriendo comunicación con el resto de los sistemas del túnel.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
SIV-001E-A	Artaza	Artaza E	0,100

Tabla 22: Señal radar indicadora de velocidad

A modo de resumen, las señales Aspa-Flecha (SAF) las señales de límite de velocidad (CLV) y los paneles de mensaje variable (PMV), estarán dotados de conectividad IP y se conectarán directamente a la red de comunicaciones, y

mediante protocolo Modbus TCP se integrarán contra el sistema PLC redundante. La alimentación la reciben del cuadro eléctrico del APL más cercano.

El resto de los elementos se cablearán a una unidad de periferia distribuida y recibirán la alimentación del cuadro eléctrico del APL más cercano.

8.3 Sistema de Control de Gálbo

El subsistema de control de gálbo dentro del sistema de gestión de tráfico tiene la función de detectar con antelación a la entrada del túnel el paso de vehículos de dimensiones extraordinarias o excesivas generando una alarma y activando el proceso de desvío de estos vehículos mediante señalización hacia las vías laterales para impedir su paso por dentro del túnel.

8.3.1 Elementos del sistema

Este subsistema estará formado por:

- Señal fija previa informativa de control de altura
- Sistema de detección mecánica y/o electrónica
- Señales Ocultas o Paneles de Mensaje Variable para informar al usuario de la infracción y gestionar el desvío.

El subsistema de detección electrónica consta de dos sensores para identificar la presencia de un vehículo con exceso de gálbo permitido:

- **Espiras de lazo magnético:** Equipo detector de vehículos formado por espiras de lazo magnético, que se dispondrán en los carriles, y un detector de lazo inductivo. Con este equipo se detecta la masa metálica del vehículo en tránsito.
- **Barrera de infrarrojos modulado,** compuesta por un emisor-receptor inerte a la radiación solar o a cualquier tipo de iluminación ambiental y de alcance mínimo garantizado la anchura de los dos carriles de circulación.

En caso de la existencia de pórtico físico se instalará un subsistema mecánico formado por barras metálicas colgadas del pórtico con las que colisionarán los vehículos con altura superior al gálbo del túnel. Las barras metálicas serán de un material que no genere grandes daños a los vehículos y con fusible mecánico para evitar su caída en caso de impacto.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
GAL-001E-A	Artaza	Artaza E	1,000
GAL-002E-A	Artaza	Artaza E	0,320
GAL-003E-A	Artaza	Artaza E	0,245
GAL-004E-A	Artaza	Artaza E	0,080
GAL-005E-A	Artaza	Artaza E	0,235
GAL-006E-A	Artaza	Artaza E	0,480
GAL-007E-A	Artaza	Artaza E	0,030
GAL-001E-B	Ballonti	Ballonti E RLA	0,565
GAL-002E-B	Ballonti	Ballonti E RUK	0,657
GAL-003E-B	Ballonti	Ballonti E RGZ	0,590
STC-001E-B	Ballonti	Ballonti E RUK	0,430
STC-002E-A	Artaza	Artaza E	0,040
STC-001E-A	Artaza	Artaza E	0,050

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
PMV-002E-A	Artaza	Artaza E	0,380
PMV-003E-A	Artaza	Artaza E	0,120
PMV-004E-A	Artaza	Artaza E	0,200

Tabla 23: Galibo y Señales Ocultas

8.3.2 Integración señales

Las señales de galibo con indicaciones de exceso de altura y parada o desvío se cablearán directamente al equipo local basado en control distribuido del sistema de control de galibo donde se realizará la programación del control de galibo.

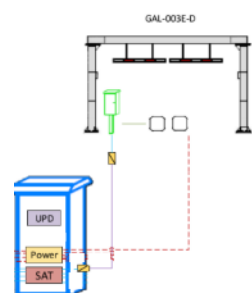


Figura 36 : Esquema de comunicaciones de Galibo.

Este sistema recibirá las señales de los detectores, de la fotocélula, las procesará y transmitirá la señal correspondiente (alarma de galibo o alarma de sistema) al PLC principal a través de la red de comunicaciones mediante protocolo Modbus TCP. También será el encargado de solicitar la activación de la señal oculta o el PMV para indicar el exceso de galibo.

La energización del galibo se realizará desde el APL más cercano.

8.4 Sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos

El sistema de aforo de tráfico realiza mediciones del estado del tráfico en cada instante (intensidad de tráfico, tipos de vehículos, velocidad media, etc.)

8.4.1 Elementos del sistema

El sistema consta de un conjunto de lazos de tipo inductivo o espira, enterrados bajo el pavimento de la calzada y un armario de detectores que se compone de una tarjeta electrónica con un detector electromagnético en formato rack, encargado de acondicionar la señal procedente del lazo inductivo y transmitirla a la ETD, cuya función es la de procesar las señales medidas por el detector.

La cabecera inteligente, integrará y almacenará los datos de tráfico en espera de una solicitud de comunicación de los mismos para enviar los datos a niveles superiores. En el caso de generar una alarma, esta se envía de forma directa al aplicativo de gestión centralizada mediante la red de comunicaciones implantada.

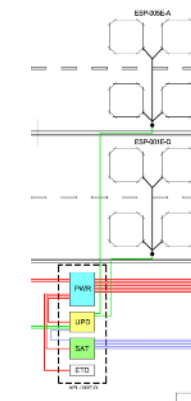


Figura 37 : Esquema de comunicaciones de sistema de aforo.

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
ESP-001E-A	Artaza	Artaza E	0,325
ESP-002E-A	Artaza	Artaza E	0,325
ESP-003E-A	Artaza	Artaza E	0,325
ESP-004E-A	Artaza	Artaza E RLA	0,464
ESP-005E-A	Artaza	Artaza E RUK	0,37
ESP-006E-A	Artaza	Artaza E RGZ	0,179
ESP-001I-A	Artaza	Artaza I	1,46
ESP-002I-A	Artaza	Artaza I	1,46
ESP-003I-A	Artaza	Artaza I	1,965
ESP-004I-A	Artaza	Artaza I	1,965
ESP-005I-A	Artaza	Artaza I	2,78
ESP-006I-A	Artaza	Artaza I	2,78
ESP-007I-A	Artaza	Artaza I	3,48
ESP-008I-A	Artaza	Artaza I	3,48
ESP-001E-B	Ballonti	Ballonti E RLA	0,167
ESP-002E-B	Ballonti	Ballonti E RUK	0,090
ESP-003E-B	Ballonti	Ballonti E RGZ	0,178
ESP-004E-B	Ballonti	Ballonti E	3,66
ESP-005E-B	Ballonti	Ballonti E	3,66
ESP-006E-B	Ballonti	Ballonti E	3,66
ESP-001I-B	Ballonti	Ballonti I	0,565
ESP-002I-B	Ballonti	Ballonti I	0,565
ESP-003I-B	Ballonti	Ballonti I	1,26
ESP-004I-B	Ballonti	Ballonti I	1,26
ESP-005I-B	Ballonti	Ballonti I	2,06
ESP-006I-B	Ballonti	Ballonti I	2,06

Cod. Corto	Sentido	Det. Ubicación	PK
ESP-007I-B	Ballonti	Ballonti I	2,56
ESP-008I-B	Ballonti	Ballonti I	2,56

Tabla 24: Espiras, Detectores y ETD

8.4.2 Integración señales

Las secciones de lazos o espiras electromagnéticas de la calzada se cablearán hasta los detectores de tráfico ubicados en un armario auxiliar o en un APL cercano. Dichos detectores a su vez se conectarán a la cabecera distribuida con cable de dos pares.

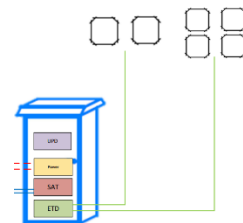


Figura 38: Esquema de integración de sistema de aforo

El sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos utilizará la conectividad ofrecida por la red de comunicaciones multiservicio entre el túnel y el Centro de Control.

Las funciones de operación se realizarán desde el aplicativo de gestión centralizada.

8.5 Sistema de Iluminación

La selección de los niveles de iluminación estará en general implementada en la lógica del controlador de iluminación que en función de los niveles de medida de los luminancímetros exteriores determinarán el régimen de iluminación más adecuado en cada momento.

8.5.1 Elementos del sistema

El sistema de iluminación del túnel, basado en DALI que un estándar de control de iluminación definido bajo el estándar europeo IEC 62356, estará compuesto por los siguientes elementos:

- Luminancímetros, sensores que miden el contraste de iluminación entre el exterior y el interior. Habrá uno en cada boca de entrada del túnel.
- Controladora del alumbrado.
- Luminaria permanente DALI (LED)

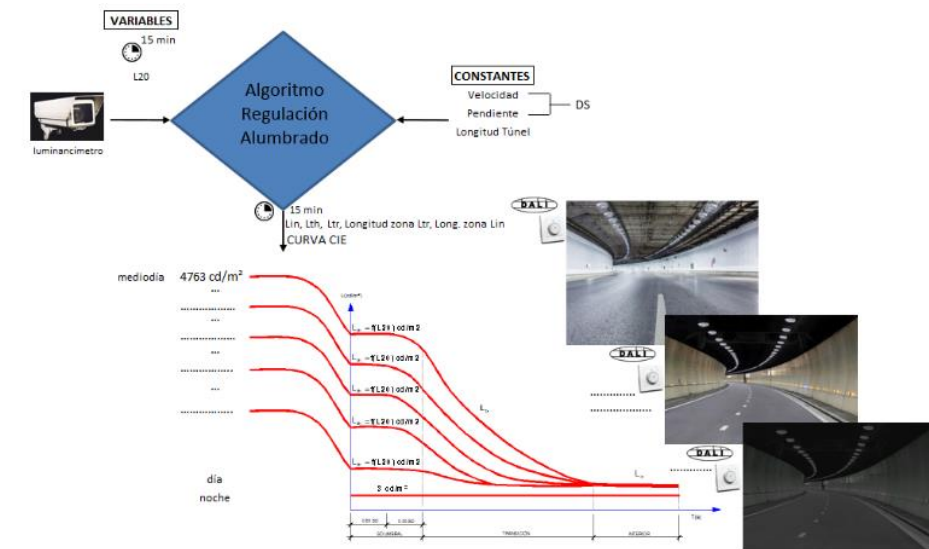


Figura 39 : Algoritmo de regulación de alumbrado.

DALI es un sistema de inteligencia distribuida donde una controladora se comunica a través de un driver inteligente con el luminancímetro y con el alumbrado base. Utiliza un protocolo de comunicación bidireccional de bajo voltaje que permite enviar y recibir mensajes desde los dispositivos. Permite el control digital de cada luminaria DALI de manera individual

El Alumbrado permanente estará compuesto por luminarias led que se unen en serie, de misma potencia cada una, situadas a distancias regulares, a lo largo de cada hastial. Este alumbrado será programado para reducir su potencia entre las 23:00 h y las 05:30 h. El controlador de iluminación estará unido a las luminarias led a través del bus de comunicaciones de DALI.

Se adoptará un sistema de iluminación, mediante proyección, desde ambos hastiales, basado en luminarias de tecnología LED de 4000 K de temperatura de color. La adopción de tecnología LED permitirá cumplir con los requisitos técnicos de eficiencia energética requeridos por la normativa, al tiempo que se reduce significativamente la potencia instalada, permitiendo reducciones de coste en cables, canalizaciones, cuadros de baja tensión, transformadores, y factura eléctrica.

El Alumbrado de Refuerzo estará compuesto por luminarias de diferentes potencias y paquetes lumínicos, situadas a distancias variables, con el fin de adoptar la curva CIE correspondiente en la entrada del túnel. Parte de este alumbrado de refuerzo estará en disposición de ser alimentado desde grupo electrógeno.

El Alumbrado de Emergencia será llevado a cabo por medio de parte del alumbrado base, encendiendo una parte del mismo de cada hastial, con luminarias enfrentadas preferiblemente. La totalidad de este alumbrado estará alimentado a través de SAI mediante cable resistente al incendio.

El Sistema de Alumbrado garantizará en todo momento una visibilidad adecuada en el interior de los túneles.

El Alumbrado de Evacuación se propondrá formado por una tira continua de LED, instalada sobre un perfil de aluminio con difusor de policarbonato, instalada en ambos hastiales. La totalidad de este alumbrado estará alimentado de SAI mediante cable resistente al incendio, o bien dispondrá de baterías autónomas.

8.5.2 Integración señales

Se controlarán las siguientes señales asociadas al sistema de iluminación:

- Medidas de luminancímetros. Conexión de tipo analógico 4-20 mA con controladora.

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Estado luminarias. La controladora se comunica con las luminarias LED a través del bus de comunicaciones del DALI.
- La controladora se integra con el centro de control a través de un puerto de comunicación ethernet desde el rack de comunicaciones del local técnico a través del cual se conecta con la red de comunicaciones multiservicio

8.6 Sistema de ventilación

El Sistema de Ventilación garantizará la circulación de aire en el interior de los túneles, tanto en condiciones normales de funcionamiento como en caso de incendio. Este sistema permite controlar el funcionamiento de los ventiladores del interior de los túneles en función de los parámetros de calidad y velocidad del aire.

8.6.1 Elementos del sistema

Los elementos asociados al sistema de ventilación son:

- Ventiladores del túnel
- Detectores de monóxido de carbono, opacímetros y dióxido de nitrógeno (señales analógicas de 4-20 mA)
- Anemómetros interiores y exteriores (señal analógica de tipo 4-20 mA)

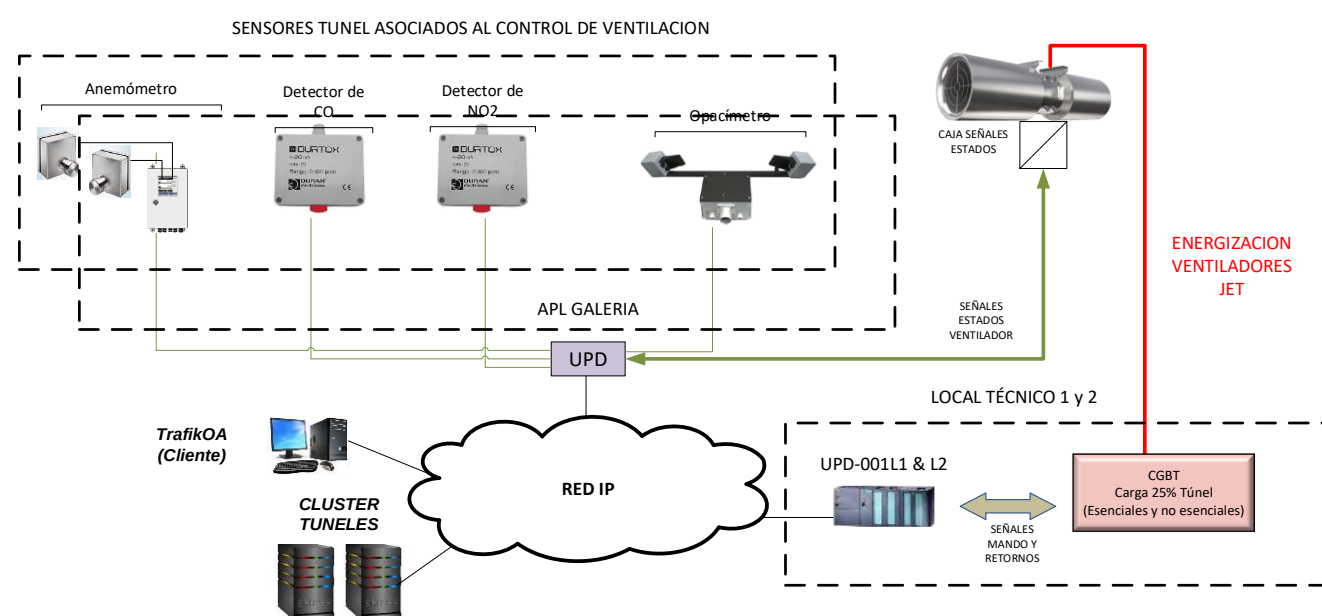


Figura 40: Esquema de equipos del sistema de ventilación

Para el control de la calidad ambiental y el régimen de trabajo de los ventiladores, se proyecta disponer de un sistema de detección y control en tiempo real. En particular, datos de los contaminantes durante el modo de servicio y de la velocidad del aire tanto en funcionamiento normal como, muy especialmente, en caso de incendio.

Por lo tanto, se van a colocar a lo largo del túnel varios equipos de medición ambiental que proporcionen al sistema de gestión información sobre los siguientes parámetros:

- Monóxido de carbono (CO)

Es un sistema basado en la medición de la concentración de esos gases mediante la comparación interna del aire del túnel que lo examina en una cámara analizadora que da como salida una señal eléctrica 4-20mA proporcional a la concentración de CO del gas presente. Dentro de la cámara que tiene dos electrodos se produce reacciones

electroquímicas. La concentración de los gases influye sobre la corriente eléctrica entre los electrodos variando la corriente. Mediante la red de control del túnel, el valor de la corriente se transmite al Centro de Control activando los protocolos de ventilación o los planes de actuación según los criterios de funcionamiento. El rango estándar para el gas será de 0 a 300 ppm.

Se colocarán los detectores a una altura aproximada de 1,50 m del suelo coincidiendo con la ubicación de postes SOS en los siguientes puntos.

- Dióxido de nitrógeno (NO2)

Es un sistema basado en la medición de la concentración de esos gases mediante la comparación interna del aire del túnel que lo examina en una cámara analizadora que da como salida una señal eléctrica 4-20mA proporcional a la concentración de NO2 del gas presente. Dentro de la cámara que tiene dos electrodos se produce reacciones electroquímicas. La concentración de los gases influye sobre la corriente eléctrica entre los electrodos variando la corriente. Mediante la red de control del túnel, el valor de la corriente se transmite al Centro de Control activando los protocolos de ventilación o los planes de actuación según los criterios de funcionamiento. El rango estándar para el gas será de 0 a 5 ppm.

Se colocarán los detectores a una altura aproximada de 1,00-1,50 m del suelo coincidiendo con la ubicación de postes SOS en los siguientes puntos.

- Visibilidad, mediante la medición de la opacidad

Es el equipo que permitirá disponer de una medida permanente del nivel de visibilidad en el interior del túnel.

El sensor funciona emitiendo un haz luminoso entre un transmisor y un receptor. El transmisor emite un potente rayo óptico infrarrojo hacia el receptor que convierte la radiación luminosa recibida en una señal eléctrica analógica proporcional a la intensidad de la radiación de 4-20 mA.

Estos equipos presentan una serie de ventajas frente a los sistemas extractivos. Son las siguientes:

- No necesitan cofre para su ubicación, pues se montan directamente en las paredes del túnel con una mínima instalación de cableado.
- Los equipos efectúan la medición directa (no extractiva) controlando los parámetros reales.
- Al estar basados en principios opto-electrónicos tiene un fácil ajuste y un número menor de averías (sin acondicionamientos de la muestra, sin reactivos, etc.).
- El equipo se autochequea activándose alarmas en caso de una excesiva medición de polución, esto implica una seguridad de buen funcionamiento.
- El mantenimiento de los equipos puede realizarse semestralmente.

Los opacímetros serán de lectura directa.

- Velocidad y dirección del aire

La medida de la velocidad del aire y dirección del aire es de gran importancia a la hora de controlar la nube de humos en caso de incendio y permite realizar una utilización más eficiente del sistema de ventilación en situación normal de funcionamiento.

Los anemómetros serán de haz ultrasónico que consta de hasta 4 transductores que se instalan en un mismo dispositivo autoportante. Los transductores transmiten y reciben señales ultrasónicas alternamente. El tiempo de recorrido varía en función de la velocidad y dirección del aire que pasa por el túnel. De tal manera que se puede detectar la velocidad de manera muy precisa y con mucha estabilidad de lectura, ya que se realiza un promedio entre la velocidad medida instantáneamente y la velocidad media de los últimos segundos. Se obtendrá a la salida una señal eléctrica de 4-20 mA proporcional a la velocidad del aire. El rango de medida será, como mínimo, de entre -20 m/s y 20 m/s.

8.6.2 Integración señales

Las señales para controlar datos de los contaminantes durante el modo de servicio y de la velocidad del aire se cablearán a través de cable de pares a la unidad de periferia distribuida más cercana y se alimentarán directamente

desde el cuadro eléctrico del APL más cercano. Se recogerán por cable de dos pares excepto el anemómetro que se recogerá a través de cable de tres pares y serán las listadas a continuación.

- Medida Sensor Monóxido de carbono
- Alarma Monóxido de carbono
- Medida Sensor Dióxido de nitrógeno
- Alarma Dióxido de nitrógeno
- Medida Sensor Opacidad
- Alarma Sensor Opacidad
- Medida Velocidad Aire anemómetro
- Medida Dirección Aire anemómetro
- Alarma anemómetro

Los ventiladores de túnel (JET), por su alto consumo, se alimentan directamente desde el local técnico más cercano. Sus órdenes de arranque y paro, así como su estado se recogerá de los cuadros de ventilación en los locales técnicos y serán llevadas a la UPD correspondiente, recogiendo:

- Orden de Arranque en directa
- Orden de arranque en inversa
- Orden de paro
- Alarma Ventilador fuera de funcionamiento
- Estado arrancado en directa
- Estado arrancado en inversa

Las señales del ventilador se cablearán a la unidad de periferia distribuida más cercana y se alimentarán directamente desde el cuadro eléctrico del APL más cercano:

- Medida del vibrómetro: asociado a cada ventilador, señal analógica de tipo 4-20 mA.
- Sensor Temperatura Cojinetes PT100 Delanteros y traseros: dos señales analógicas de tipo 4-20 mA. Un sensor procedente de los rodamientos traseros, y otro procedente de los sensores delanteros.
- Disparo prealarma y alarma sobre temperatura devanados: Señal de control de sonda PTC para bobinados: los sensores PTC se conectan a unos relés de medición de temperatura, que generan una entrada digital. Un sensor conectado a un relé tarado para pre- alarma y otro conectado a un relé para alarma.

En el caso de los ventiladores transversales que irán instalados en los ramales de la zona Artaza se controlará:

- Orden de Arranque
- Orden de paro
- Alarma Ventilador fuera de funcionamiento
- Estado arrancado

8.7 Sistema de Energía

Todos los equipos del túnel estarán alimentados desde líneas de MT.

8.7.1 Elementos del sistema

Las acometidas están configuradas de forma que, si cae una de las líneas, conmuta y se puede alimentar a través de la acometida de la otra línea. La maniobra es gobernada por un sistema electrónico programable.

La carga de los servicios no esenciales colgará de la red eléctrica, algunos de ellos colgarán de Grupo Electrógeno existiendo una conmutación automática red-grupo en caso de fallo de red. Debajo del grupo electrógeno, la carga de servicios esenciales del túnel (CSE) colgarán de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI), para que en caso de un fallo total de energía no se queden sin alimentación.

8.7.2 Integración señales

La instalación estará diseñada para poder ser supervisada y comandada desde diferentes puntos de forma que cualquier incidencia quede reflejada y advertida.

El estado de todos los equipos se debe monitorizar y poder comandar desde el Centro de Control, sin embargo, a través del mando local situado en los locales técnicos se podrá operar en local en caso de pérdida de comunicación con Centro de Control.

Las señales de los equipos de la red de media tensión se recogerán por medio de contactos auxiliares libres de potencial que serán cableados a las tarjetas de E/S de las cabeceras distribuidas, también los elementos de actuación local (botoneras, selectores, etc.). Desde las tarjetas de salidas se actuará sobre los elementos de maniobra y se señalarán las alarmas.

Los medidores de potencia que miden la carga de los CGBT así como la carga de los servicios esenciales del túnel, y parte de la SAI, se conectará al PLC mediante el protocolo Modbus TCP y se integrarán en el SCADA.

Los elementos que se controlarán mediante el Sistema de Gestión Centralizada dependerán en gran medida del diseño final del Sistema de Energía.

Se deberán monitorizar al menos las siguientes señales:

Celdas de media tensión (ATX)

- Disparo desde Relé de Protección
- No Avería Relé de Protección
- Abierto Interruptor AT
- Cerrado Seccionador de Puesta a Tierra
- Pulsador Conexión Interruptor AT
- Cerrado Seccionador de Barras AT
- Pulsador de Desbloqueo
- Automático de Tensado de Muelles Interruptor SF1 caído
- Automático Mando 230 Vca caído
- Automático Control PLC 24 Vcc caído
- Muelles destensados Interruptor AT
- Control Local
- Señal Ausencia de Tensión Celda de Llegada
- No Falta en DPF Celda Llegada

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Cerrado Seccionador Celda Llegada
- Cerrado Spat Celda Llegada
- Pulsador Cierre Seccionador
- Muelles Destensados Seccionador (celda llegada)
- Automático Mando 230 Vca caído (celda llegada)
- Automático Convertidor 230 Vca/110 Vcc Caído (celda llegada)
- Señal Ausencia de Tensión Celda de Salida
- No Falta en DPF Celda Salida
- Cerrado Seccionador Celda Salida
- Abierto Spat Celda Salida
- Pulsador Cierre Seccionador (celda salida)
- Automático Mando 230 Vca caído (celda salida)
- Automático Convertidor 230 Vca/110 Vcc Caído (celda salida)
- Relé de Protección
- Bloqueo de Protecciones
- Defecto Interruptor Automático SF1
- Sobrecarga SF1
- Cortocircuito SF1
- Defecto Homopolar
- Avería Relé de Protección
- Alarma Protección Térmica
- Ausencia Tensión 30 kV Celda de Llegada
- Ausencia Tensión 30 kV Celda de Salida
- Falta DPF Celda llegada
- Falta DPF Celda salida
- Falta Tensión de 30 kV

Transformadores (TRF)

- Trafo sin tensión
- Trafo alarma de temperatura

Medidores de potencia (ANR)

A través de puerto serie suministrarán señales como

- Tensión de las 3 líneas
- Corriente de las 3 líneas

- Potencia activa de las 3 líneas
- Potencia reactiva de las 3 líneas
- Factor potencia de las 3 líneas
- Potencia activa
- Potencia inductiva
- Potencia capacitiva
- Coseno de phi
- Factor de potencia
- Frecuencia
- Tension compuesta rs
- Tension compuesta st
- Tension compuesta tr
- Energia activa
- Energia inductiva
- Energia capacitiva
- Potencia aparente sistema
- Demanda potencia
- Corriente sistema
- Corriente neutro
- Energia aparente

Cuadro de servicios esenciales (CSE)

- Analizador Redes Acometida
- Relé 74 presencia tensión
- Interruptor Abierto Acometida
- Orden Apertura Acometida
- Orden Cierre Acometida
- Salida Feeder Abierta (serie)

Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI)

- PLC (Medidas y alarmas)
- Fallo General
- Fallo de red 400V
- Fallo rectificador o inversor o by-pass
- Baterías en descarga

- Funcionamiento en by-pass
- Disparo de alguna protección (serie)

Batería de condensadores

- Fallo general
- Seccionador abierto

El conexionado entre la UPD que recogerá las señales de los cuadros y sistemas eléctricos y los equipos de campo asociados se realizará con cable de pares.

8.8 CCTV y DAI

El sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) permitirá que los operadores del Centro de Control consigan por inspección visual detectar y analizar en tiempo real los posibles accidentes o incidentes que se hayan producido en el túnel, con lo que se mejorará la explotación.

La detección automática de incidentes (DAI) se realiza a través del circuito cerrado de televisión. Se trata de un sistema que es capaz de analizar imágenes de vídeo proporcionadas por cámaras fijas en el túnel, para detectar automáticamente cualquier situación anómala en la vía.

8.8.1 Elementos del sistema

El sistema de CCTV estará basado en cámaras de espectro visible, cámaras térmicas y cámaras con análisis de video inteligente DAI.

- Se instalarán cámaras fijas (CAM) de alta definición con módulo de procesamiento DAI.
- Instalación cámaras móviles PTZ (DOM) en el interior del túnel, interior de las galerías de evacuación y en el exterior.
- Instalación cámaras térmicas (CAT), en el exterior y en el interior del túnel que permitan monitorizar completamente la calzada, permitiendo supervisar la evacuación del túnel en condiciones de baja visibilidad.

CCTV a nivel de gestión podrá:

- Gestión, operación y control integral del sistema CCTV
- Control de usuarios
- Visualización de las imágenes en tiempo real (gestión de rondas de visualización, parametrización de las propiedades del vídeo, control del movimiento de las cámaras, etc.)
- Grabación de vídeo
- Gestión de las grabaciones de vídeo

8.8.2 Integración señales

Todas las cámaras tendrán conectividad TCP/IP y se conectarán al switch ubicado en el armario más cercano mediante cable S/FTP cat6, o bien con cable de fibra óptica y conversores de cobre/fibras correspondientes para los casos de cámaras ubicadas a una longitud mayor de 90m del switch de acceso más cercano.

Las cámaras tendrán conectividad a través de la red de comunicaciones multiservicio del túnel con el Centro de Control donde se encontrarán los equipos de videgrabación de todas las cámaras, los equipos de gestión y visualización de video y el servidor que gestiona el sistema DAI.

El vídeo digitalizado requiere un enorme ancho de banda para su transmisión (108 Mbps - 270 Mbps) y una enorme capacidad para su almacenamiento, por lo que se realizará compresión de vídeo mediante el algoritmo H.264/H.265 o MPEG-4.

El sistema CCTV utilizará la conectividad ofrecida por la red de comunicaciones multiservicio 1 Gigabit Ethernet del túnel y del doble enlace de fibra óptica de 10 Gigabit Ethernet entre el túnel y el Centro de Control.

La integración del sistema del DAI en el Centro de Control comenzará por una ampliación del sistema DAI existente actualmente y la integración de las nuevas cámaras. Posteriormente en el SCADA TrafikOA a través del correspondiente desarrollo OPC que permita la integración de las alarmas del DAI en el SCADA.

8.9 Sistema de Extinción de incendios

8.9.1 Elementos del sistema

El sistema de extinción de incendios está compuesto por armarios que contienen la BIE y el extintor (EXT) e hidrantes (HID) y válvulas (VAL) de seccionamiento.

La red de abastecimiento de agua para los hidrantes y las BIE se compone de un grupo de bombeo y una red general de distribución.

En toda la red se controlarán las siguientes señales:

- Presión de agua en las tuberías de la red de hidrantes mediante presostatos
- Señales de control de electroválvulas
- Señales de control de equipos de bombeo
- Señales de fin de carrera de válvulas de regulación

Todas las señales de la red de suministro de agua para la red PCI se cablearán a la unidad de periferia distribuida más cercana.

La sala PCI con el grupo de bombeos está ubicada en el local técnico 1 y el 4 (LT1 - LT4). La cabecera UPD del cuarto técnico recogerá las señales del cuadro de bombas del PCI (así como las señales de la extinción de los locales técnicos)

Los grupos de bombeo alimentarán la red de hidrantes y la red de BIEs del túnel y el sistema de extinción de incendios.

El grupo de bombeo estará compuesto por:

- 1 Bomba Eléctrica principal
- 1 Bomba Diesel principal de reserva
- 1 Bomba Jockey eléctrica
- Cuadros de fuerza y control.
- Válvulas anti-retorno y de aislamiento

8.9.2 Integración señales

Las señales de los dispositivos mencionados que se cablean a la unidad de periferia son las siguientes:

- Puerta abierta del armario donde se encuentra el extintor.
- Retirada de extintor.
- Puerta abierta del armario donde se encuentra la BIE.
- Estado, abierto o cerrado, de la válvula de corte del hidrante.
- Estado de Válvula red PCI Túnel Abierta/Cerrada
- Puerta Armario Válvula Abierta/Cerrada

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

Todas las señales se cablearán a la unidad de periferia distribuida más cercana con cable de dos o cuatro pares. Todos los armarios se encontrarán señalizados a través de un rótulo luminoso que se alimentará desde el cuadro eléctrico del APL más cercano.

A continuación, se lista el detalle de las señales de los estados del grupo de bombeo y de los finales de carrera de la red de abastecimiento:

Panel de control de bomba eléctrica principal:

- Fallo de tensión de suministro de red 400 V (fallo total o fallo de fase)
- Estado Selector Manual/automático
- Bomba Principal eléctrica en servicio
- Fallo de arranque Bomba Principal eléctrica

Panel de control de bomba Jockey:

- Fallo de tensión de suministro de red 240 V (fallo total o fallo de alguna fase)
- Disparo de protecciones bomba auxiliar Jockey
- Bomba Jockey en servicio

Panel de control de Bomba Diesel de reserva:

- Fallo de tensión de suministro de red
- Estado Selector Manual/automático
- Bomba diésel en servicio
- Fallo de arranque Bomba diésel
- Bajo nivel depósito de gasoil
- Fallo de tensión de suministro de baterías (12 / 24 Vcc.)
- Alarmas Motor diésel: alarma sobre temperatura.
- Alarmas Motor diésel: alarma exceso velocidad
- Alarmas Motor diésel: alarma baja presión aceite.
- Válvulas bombas:
- Estado Válvula de Red Acometida
- Estado Válvula corte colector Bomba Eléctrica
- Estado Válvula corte colector Bomba Diesel
- Estado Válvula corte colector Bomba Jockey
- Estado Válvula corte impulsión Bomba Eléctrica
- Estado Válvula corte impulsión Bomba Diesel
- Estado Válvula corte impulsión Bomba Jockey
- Estado Válvulas recirculación de pruebas
- Estado Válvula salida Red PCI Túnel
- Estado Válvulas salida Red Rociadores
- Estado Válvula corte alimentación hidrante bomberos

- Confirmación agua circulando en la red general (detector de flujo)
- Presión en red de bombeo (presostato)

El conexionado entre la UPD que recogerá las señales de los elementos de campo del PCI de bombeo de campo se realizará con cable pares.

8.9.3 Extinción de incendios en locales técnicos

Los cuartos técnicos dispondrán de un sistema de extinción automático mediante gas.

El sistema dispondrá de una Central de Extinción de Incendios Convencional ubicada en la sala electrónica del cuarto correspondiente y habrá módulos monitor conexionados al lazo de detección para recoger diferentes señales, así como módulos monitor para dar las diferentes órdenes proporcionadas por la central de incendios.

Las señales de las centralitas se recogerán en las UPD mediante cableado de pares para transmitirlas al sistema de gestión centralizada.

Se listan las señales que se suministran a través de la central de detección de incendios:

Señales de la central de extinción

- Avería general
- Fallo
- Modo manual
- Modo automático
- Extinción anulada
- Sistema de extinción pre-activado
- Sistema de extinción activado

Señales de ventilación

- Orden de cierre de compuerta cortafuego
- Estado de cierre de compuerta cortafuego
- Parada ventilador
- Parada del sistema de aire acondicionado

8.10 Sistema de Postes SOS

El Sistema de Poste SOS permitirá la comunicación entre los Centros de Control y cualquier usuario del túnel que requiera ayuda.

8.10.1 Elementos del sistema

El sistema se basará en una solución distribuida con conectividad por protocolo SIP entre cada equipo y la plataforma PBX redundante que gestiona de forma exclusiva las llamadas procedentes de los postes SOS.

La comunicación de voz entre cada poste SOS y los puestos de operación se cursa a través de SIP. El tráfico de voz es bidireccional.

Las señales procedentes del Poste SOS se gestionarán mediante protocolo OPC, que se recogerán en el servidor dedicado en centro de control. Este servirá de puente entre el sistema de postes SOS y el aplicativo de gestión centralizada TrafikOA.

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

A nivel de campo, se implantarán postes SOS con un equipo de interfonía SIP conectado a la red de comunicaciones multiservicio 1 Gigabit Ethernet. Se conectarán por tanto al switch del APL más cercano en cada caso. En cada uno de los locales técnicos se colocará un teléfono IP conectado al mismo sistema.

A nivel de Supervisión y Operación, todas las llamadas SIP se recogerán en una plataforma redundada formada por dos servidores PBX existentes en el Centro de Control MKZ. Los operadores recibirán la llamada a través del servidor OPC en la aplicación de gestión centralizada existente en el Centro de Control de MKZ y las llamadas se atenderán de los teléfonos IP disponibles en los diferentes puestos de operación.

8.10.2 Integración señales

Las señales de control, alarmas y averías que se generan en los equipos y que forman este sistema son:

- Alimentación del poste SOS.
- Fallo de comunicación con los Postes SOS.
- Puerta abierta

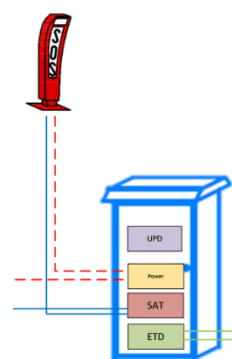


Figura 41 : Esquemas de cableado de poste SOS exterior.

El poste SOS será energizado desde el cuadro eléctrico y se conectará a la red de comunicaciones multifuncional a través del switch situado en el APL más cercano.

8.11 Megafonía

El sistema de megafonía se emplea en caso de incidentes o para informar a los usuarios de la presencia de riesgos inminentes (fuego, alta concentración de contaminantes, etc.) a la vez que se les da indicación de cómo actuar en cada situación (apagar el motor, abandonar el coche, etc.).

Los mensajes deben llegar a todas las personas que se encuentren en el interior del túnel, galerías de evacuación y bocas de entrada de una forma rápida y potente.

8.11.1 Elementos del sistema

El sistema de megafonía se trata de un sistema micro procesado controlado por un servidor central diseñado para la difusión mensajes al túnel a través de altavoces. Este microprocesador local se comunica con el servidor central de control del Centro a través de la red de comunicaciones multiservicio 1 Gigabit Ethernet con protocolo TCP/IP. El servidor central realiza el control del sistema de megafonía transmitiéndole los mensajes que debe emitir.

En el túnel, el sistema de megafonía esta descentralizado, existiendo microprocesadores y amplificadores en cada local técnico del túnel. En estos locales técnicos se dispone de pupitres microfónicos IP para el envío simultaneo de mensajes a cualquier zona del túnel independientemente del rack que gestiona el sector de megafonía.

8.11.2 Integración señales

En el Sistema de Control deben ser recibidas todas las señales de control, alarmas y averías que se produzcan en los equipos que forman este sistema:

- Estado del sistema de megafonía.
- Fallo de un sector de megafonía.
- Estado de los amplificadores.

Estas señales permitirán una correcta visualización del sistema de megafonía en el Sistema de Control, mostrando, además, las correspondientes alarmas y averías (fallos en los amplificadores, fallo de comunicación, etc.).

Desde el SCADA de Control TrafikOA, el operador o jefe de sala, podrá emitir mensajes independientes en cualquier momento a cada uno de los sectores definidos en el subsistema de megafonía (incluyendo las bocas de acceso y galerías de evacuación). Estos mensajes podrán ser tanto grabados como en tiempo real. En caso de los mensajes pregrabados el sistema permitirá indicar el número de repeticiones del mensaje, desde uno hasta repetición continua.

La integración del sistema de Megafonía en el SCADA TrafikOA se realizará a través del correspondiente desarrollo OPC que permita la integración del servidor de megafonía contra el SCADA.

8.12 Radio

Se dotará al sistema de radiocomunicaciones de la posibilidad de transmisión de mensajes (pregabados o viva voz) de auxilio o ayuda (mensajes SOS) en las frecuencias de las emisoras comerciales de FM.

Se ha previsto la implantación de un sistema de radiocomunicaciones que proporcione simultáneamente cobertura a los servicios de emergencia y de radiodifusión comercial, proporcionando en el interior del túnel las mismas prestaciones que las que se dispone en el exterior del túnel.

8.12.1 Elementos del sistema

El sistema de radiocomunicaciones estará integrado por tres subsistemas:

- Sistema de captación de señales, se instalará en las proximidades del local técnico de la boca del lado Bilbao (LT1) (Antenas de enlace y mástil)
- Sistema de procesamiento y transmisión de señales al interior del túnel
- Sistema de radiación de señales en el interior del túnel

Las antenas se conectarán con los equipos amplificadores, situados en el Rack de radiocomunicaciones del local técnico, a través de un cable coaxial 1/2". Si la longitud entre el rack de captación y las antenas fuera grande, la conexión se realizará mediante cable coaxial RG214.

La radio actúa como si fuese una zona más de megafonía. Por lo que se utiliza el sistema de megafonía para inyectar el mensaje en la radio. Sale el audio por el rack de megafonía y se mete al rack de radiocomunicaciones, a través de un contacto seco que activa una tarjeta de audio hacia el rack de radiocomunicaciones. Dentro del modulador FM esta entrada tiene prioridad sobre el resto. El contacto anula el paso de las emisoras habituales y emite el mensaje.

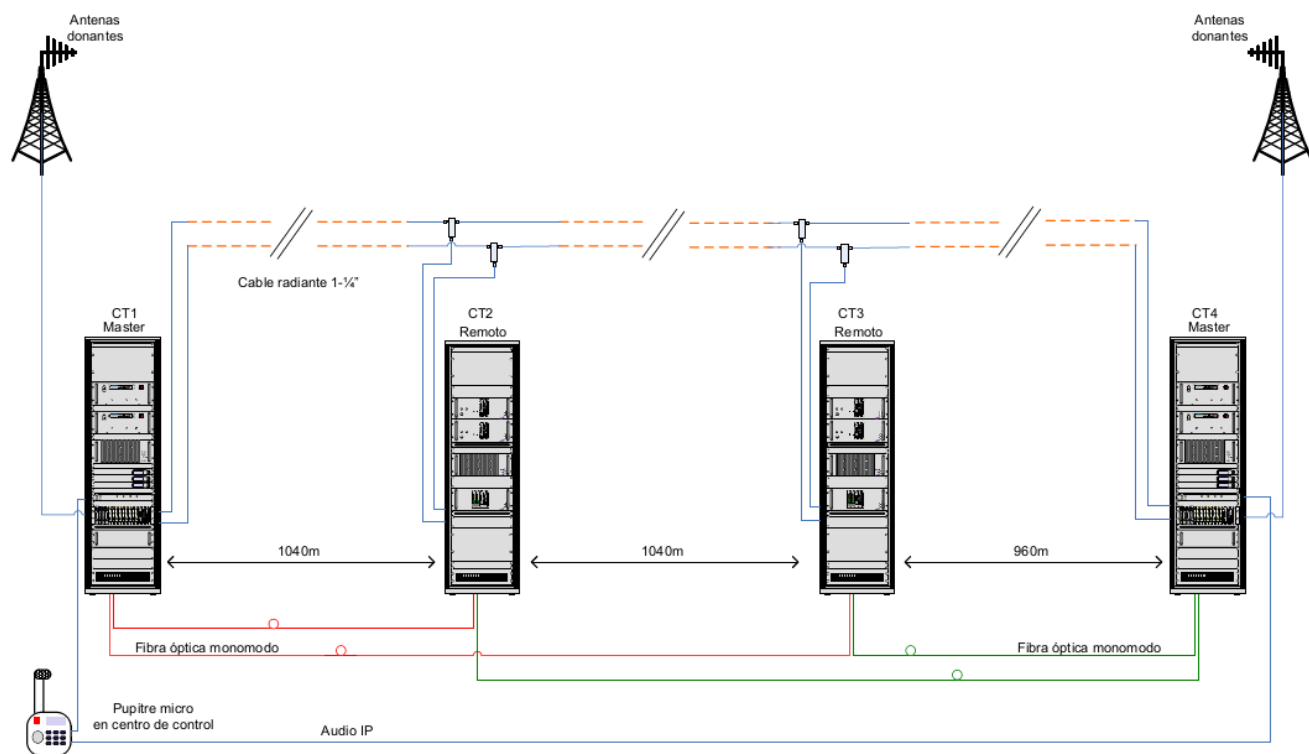


Figura 42: Esquema del sistema de radiocomunicaciones con integración de mensajes de emergencia

8.12.2 Integración señales

Las señales se conectarán mediante cable de pares a la UPD más cercana y serán integradas en el SCADA:

- Alarma genérica rack maestro
- Alarma genérica rack esclavo

Adicionalmente se suministrará software del fabricante y mediante conexión Ethernet se podrá visualizar el estado de cada uno de los equipos que forman parte de los racks de radio obteniendo información útil para el mantenimiento de los mismos.

8.13 Climatización en cuartos técnicos

Los cuartos técnicos dispondrán de un sistema de control de la climatización (HVAC).

8.13.1 Elementos del sistema

El sistema de climatización, estará compuesto por conducciones de ventiladores axiales de impulsión, ventiladores axiales de extracción, compuertas contrafuego y máquinas de aire acondicionado.

En las salas de SAIs se ubicará una centralita de detección de contaminantes que será la responsable de activar el cierre de las rejillas contra incendio en caso de ser necesario.

8.13.2 Integración señales

En los locales técnicos, la unidad de periferia UPD recoge las señales de climatización. En el PLC se programará el control de activación y desactivación de ventiladores y aires acondicionados en función de las condiciones de cada sala

Las señales de los ventiladores se recogerán a través de cableado de pares y serán las siguientes:

- Orden marcha/paro ventilador
- Estado marcha/paro ventilador
- Estado local/remoto ventilador

Las señales de la compuerta cortafuego se recogerán a través de cableado de dos pares y serán las siguientes:

- Orden cierre/apertura compuerta cortafuego
- Estado cierre/apertura compuerta cortafuego

Las señales de las máquinas de aire acondicionado se recogerán a través de cableado de pares y serán las siguientes:

- Orden marcha/paro máquina frío
- Estado marcha/paro máquina frío
- Alarma máquina frío
- Temperatura ambiente

Las señales de las centralitas de detección de contaminantes:

- Nivel de contaminantes (2 señales 4-20 mA)
- Alarma centralita averiada

8.14 Galerías Emergencia

Existen galerías de emergencia que conectan los tubos por los que circulan los vehículos y sirven para la evacuación del túnel y para la entrada de personal de emergencias

Se pueden diferenciar por su uso previsto engalerías para personas y galerías para vehículos que también permiten el paso de personas.

A nivel equipamiento ambos tipo de galerías de conexión entre tubos están dotas del mismo equipamiento:

- Puertas RF contra incendio. Estado de las puertas
- Sistema de iluminación gestionado con una iluminación mínima y activación en caso de presencia.
- Sistema de presurización formado por rejillas cortafuego, ventiladores axiales y medidores de sobrepresurización.
- Poste SOS
- Cámaras CCTV
- Extensión del sistema de radio
- Megafonía

8.14.1 Elementos e integración de señales del sistema

Control de accesos: se dispone de un control de accesos compuesto por cámaras de galería y detectores de puerta abierta.

El detector de apertura de la puerta doble abierta irá cableado a la cabecera distribuida a través de cableado de dos pares. La señal que se controlará será:

- Apertura de puerta x nº de puertas

Postes SOS y extintores: habrá un poste SOS y extintores. El equipo de interfonía SIP se conectará a la red de comunicaciones multiservicio 1 Gigabit Ethernet y la señal de estado de la puerta abierta, así como retirada de los extintores se cableará a la cabecera distribuida con cable pares. Serán por tanto las siguientes señales las cableadas a la UPD.

- Puerta EXTINTOR Abierta/Cerrada
- Alarma retirada Extintor

Armario de PLCs (APL): habrá un armario de PLCs que dispondrá de un espacio reservado en el interior con los carriles DIN y regleteros para poder instalar los siguientes equipos.

- Cabecera distribuida (UPD): Cada galería de evacuación contiene una UPD que dará conectividad al centro de control a los dispositivos de la galería. El conexionado entre las Unidades de Periferia y los equipos de campo asociados se realizará con cable de pares.
- Switch de acceso (SAT): Asimismo, en el APL se instalará el switch de la red de acceso para integrar la red de comunicaciones multiservicio. Cada Unidad de Periferia se conectará mediante cable de par de categoría 6, con el switch industrial Gigabit Ethernet de campo.
- Energía (PWR): Este cuadro eléctrico cuelga de SAI y está alimentado desde el local técnico más cercano.

Ventilación de galería (VEN): En cuanto al sistema de ventilación de galería está compuesto por ventiladores de sobrepresión de galería, una compuerta cortafuegos, medidores de presión diferenciales y sistema de control de regulación de los ventiladores.

La compuerta se encuentra en la entrada desde el túnel a la galería. Para conocer el estado, abierto o cerrado, de esa compuerta, se recogerá su estado mediante un final de carrera y se llevará a la cabecera a través de un cable de cuatro pares. La alimentación la recibe directamente desde el cuadro eléctrico de baja tensión.

Las señales que se recogen serán las siguientes:

- Orden Apertura Rejilla cortafuegos
- Orden Cierre Rejilla cortafuegos
- Estado Rejilla cortafuegos

Los ventiladores de galería se utilizan para la Presurización galerías. El variador del ventilador de galería se pondrá en marcha/paro en función de los valores recogidos por la sonda de presión de forma automática. Asimismo, se podrá remitir una consigna de velocidad al variador del ventilador desde el Centro de Control. Para conocer el estado, marcha/paro de los ventiladores, se recogerá su estado y se llevará a la cabecera a través de un cable de pares.

Las señales que se recogen serán las siguientes:

- Orden Encender Axial
- Orden Apagar Axial
- Estado Axial Encendido/Apagado
- Fallo arrancador
- Nivel de sobrepresión

Alumbrado Galería: Las galerías dispondrán de iluminación de emergencia. Estará encendida una parte mínima pasando a encenderse de forma completa al detectar presencia en la galería.

Señalización de salidas a las galerías de evacuación

Las puertas de evacuación deben estar suficientemente señalizadas para que los usuarios no tengan ninguna duda de que es la salida correcta para evacuar. Los elementos que componen esta señalización son:

- Bandas de flechas luminosas, rótulos de salida de evacuación y rótulos de señalización de emergencia se alimentan directamente desde el APL. Las bandas de flechas luminosas sobre las cuales se

puede actuar para encender o apagar, estarán conectadas a la cabecera distribuida por cable de pares. Estas luces son de bajo consumo energético e inmunes a vibraciones mecánicas y térmicas, estarán colocadas a ambos lados de las salidas de emergencia.

- **Rótulo Salida Evacuación:** En las salidas de emergencia, sobre la puerta de evacuación y visible a dos caras (perpendicular a la dirección de evacuación), se dispondrá un rótulo luminoso con frontales fotoluminiscentes translúcidos con indicación de salida de emergencia. Se asegura así que en caso de fallo de la alimentación siga siendo efectiva la señal debe contar con un panel electroluminiscente translucido y conectado al sistema de alimentación ininterrumpida (SAI). La señal no debe tener un tamaño inferior a los 50 cm de lado.
- **Rótulo señalización Emergencia:** En las salidas de emergencia, en el lado derecho de la puerta de evacuación, se instalará un rótulo luminoso con frontales fotoluminiscentes translúcidos con indicación de la existencia de un poste SOS y extintores en el interior de la galería de evacuación.



Figura 43: Esquema de la señalización en las salidas a las galerías de evacuación.

8.15 Salidas de Evacuación

Corresponden con salidas directas al exterior desde el túnel. Están situadas en la zona Artaza.

8.15.1 Elementos e integración de señales del sistema

Control de accesos: Las salidas de evacuación están divididas en dos salas, ambas salas disponen de un control de accesos compuesto por cámaras de galería y detector de puerta abierta (PAB) que se utiliza como detector de presencia en la galería.

Habrà varias cámaras DOMO instaladas en cada salida de evacuación de forma que se permita visualizar todo el recorrido de evacuación, estas se conectarán al switch de acceso del APL de la galería.

El detector de apertura de la puerta doble abierta irá cableado a la cabecera distribuida a través de cableado de pares. La señal que se controlará será:

- Apertura de puerta x nº de puertas

Postes SOS y extintores: habrá un poste SOS y 2 extintores. El equipo de interfonía SIP se conectará a la red de comunicaciones multiservicio 1 Gigabit Ethernet y la señal de estado de la puerta abierta, así como retirada de los extintores se cableará a la cabecera distribuida con cable de 2 pares. Serán por tanto las siguientes señales las cableadas a la UPD.

- Puerta EXTINTOR Abierta/Cerrada
- Alarma retirada Extintor

Armario de PLCs (APL): habrá un armario de PLCs que dispondrá de un espacio reservado en el interior con los carriles DIN y regleteros para poder instalar los siguientes equipos.

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Cabecera distribuida (UPD): Cada salida de evacuación contiene una UPD que dará conectividad al centro de control a los dispositivos de la salida. El conexionado entre las Unidades de Periferia y los equipos de campo asociados se realizará con cable de pares.
- Switch de acceso (SAT): Asimismo, en el APL se instalará el switch de la red de acceso para integrar la red de comunicaciones multiservicio. Cada Unidad de Periferia se conectará mediante cable de par trenzado de pantalla global (FTP) de categoría 6, con el switch industrial Gigabit Ethernet de campo.
- Energía (PWR): Este cuadro eléctrico cuelga de SAI y está alimentado desde el armario de baja tensión de la galería. Alimenta a elementos de la salida.

Ventilación de galería (VEN): En cuanto al sistema de ventilación de salida está compuesto por ventiladores de sobrepresión y una compuerta cortafuegos que garantizará sobrepresión en la sala que da acceso al túnel.

La compuerta se encuentra en la entrada desde el túnel a la salida de evacuación. Para conocer el estado, abierto o cerrado, de esa compuerta, se recogerá su estado mediante un final de carrera y se llevará a la cabecera a través de un cable de cuatro pares. La alimentación la recibe directamente desde el cuadro eléctrico de baja tensión.

Las señales que se recogen serán las siguientes:

- Orden Apertura Rejilla cortafuegos
- Orden Cierre Rejilla cortafuegos
- Estado Rejilla cortafuegos

Los ventiladores de la salida se utilizan para su Presurización. El variador del ventilador se pondrá en marcha/paro en función de los valores recogidos por la sonda de presión de forma automática. Asimismo, se podrá remitir una consigna de velocidad al variador del ventilador desde el Centro de Control. Para conocer el estado, marcha/paro de los ventiladores, se recogerá su estado y se llevará a la cabecera a través de un cable de pares.

Las señales que se recogen serán las siguientes:

- Orden Encender Axial
- Orden Apagar Axial
- Estado Axial Encendido/Apagado
- Fallo arrancador
- Nivel de sobrepresión

Alumbrado: Las salidas dispondrán de iluminación de emergencia. Estará encendida una parte mínima pasando a encenderse de forma completa al detectar presencia en la misma.

Señalización de salidas a las galerías de evacuación

Las puertas de evacuación deben estar suficientemente señalizadas para que los usuarios no tengan ninguna duda de que es la salida correcta para evacuar. Los elementos que componen esta señalización son:

- Bandas de flechas luminosas, rótulos de salida de evacuación y rótulos de señalización de emergencia se alimentan directamente desde el APL. Las bandas de flechas luminosas sobre las cuales se puede actuar para encender o apagar, estarán conectadas a la cabecera distribuida por cable de pares. Estas luces son de bajo consumo energético e inmunes a vibraciones mecánicas y térmicas, estarán colocadas a ambos lados de las salidas de emergencia.
- **Rótulo Salida Evacuación:** En las salidas de emergencia, sobre la puerta de evacuación y visible a dos caras (perpendicular a la dirección de evacuación), se dispondrá un rótulo luminoso con frontales fotoluminiscentes traslúcidos con indicación de salida de emergencia. Se asegura así que en caso de fallo de la alimentación siga siendo efectiva la señal debe contar con un panel electroluminiscente traslucido y conectado al sistema de alimentación ininterrumpida (SAI). La señal no debe tener un tamaño inferior a los 50 cm de lado.

- **Rótulo señalización Emergencia:** En las salidas de emergencia, en el lado derecho de la puerta de evacuación, se instalará un rótulo luminoso con frontales fotoluminiscentes traslúcidos con indicación de la existencia de un poste SOS y extintores en el interior de la galería de evacuación.



Figura 44: Esquema de la señalización en las salidas a las galerías de evacuación.

9 NIVEL 1 - NIVEL DE CONTROL Y COMUNICACIONES

9.1 Introducción

El nivel de control y comunicaciones estará formado por dos elementos fundamentales:

- Controlador Lógico Programable (PLC) redundante
- Red de comunicaciones IP multiservicio

Controlador Lógico Programable (PLC) Redundante

Los Controladores Lógicos Programables (PLCs) redundantes será el elemento fundamental del Sistema de Gestión Centralizada. Su función principal es actuar como interfaz entre los equipos de campo y el Centro de Control, para lo cual desempeña dos tareas:

- Reciben la información recogida por los elementos del Nivel de Campo, la almacenan temporalmente y la transmiten al Nivel de Supervisión para su procesamiento.
- Transmiten las órdenes de actuación (arranque, paro, cambio de estado, etc.) desde el Nivel de Supervisión hasta los equipos del Nivel de Campo.

En los PLC también reside parte de los funcionamientos programados y automatismos de la instalación.

El túnel del subfluvial de Lamiako dispondrá de un sistema de PLC redundantes. , concretamente dos parejas ubicándose una CPU en cada uno de los locales técnicos. Mediante estos equipos se controlarán todas las Unidades de Periferia Distribuida (UPD) del túnel.

Los PLCs formarán un sistema redundante de alta disponibilidad y por tanto el sistema dispondrá de:

- Doble CPU en modo redundante,
- Doble fuente de alimentación
- Doble conexión de fibra entre las CPU redundantes (sincronización entre CPU redundante con doble CPU)
- Doble conexión Ethernet hacia el centro de control, vía sistema procesador dedicado Ethernet/modbus TCP o similar en el controlador

Red de comunicaciones multiservicio

Para permitir el intercambio de información entre los diferentes elementos del Sistema de Gestión Centralizada en el túnel se instalará una red de comunicaciones IP multiservicio, que deberá cumplir dos principios fundamentales:

- Será una red robusta, de forma que existirá redundancia de caminos de acceso a cada uno de los nodos que la conforman. De esta forma se garantiza que el fallo en uno de los equipos de comunicaciones no impide el acceso al resto de elementos de la red.
- Proporcionará un ancho de banda suficiente para permitir la correcta transmisión de toda la información entre los equipos de campo y los Local Técnico, y entre éstos y el Centro de Control MKZ.

9.1.1 Conectividad con Centro de Control

Se plantea en la nueva obra que el túnel del subfluvial de Lamiako tenga doble conexión y doble camino para conectarse al Centro de Control, para ello se prevé:

- Conectar el CT-4 del túnel en la boca de Getxo con el NCL de Artaza conectándose desde ahí a través del NCL de Kukularra con el Centro de Control de MKZ.
- Conectar el CT-1 del túnel con la canalización de fibra óptica de DFB existente en la A-8 y a través del NCL de Cruces con el Centro de Control de MKZ por un segundo camino.

Para la primera conexión, a nivel canalización será necesario realizar un tramo de canalización nueva que una CT-4 y el NCL de Artaza. A nivel fibra óptica, se propone tender nueva fibra entre CT-4, NCL de Artaza y el NCL de

Kukularra y usar fibra existente entre Kukularra y MKZ. En fase de proyecto deberá estudiarse la posibilidad de utilizar fibra óptica del túnel de La Avanzada

Para la segunda conexión, a nivel canalización será necesario realizar canalización nueva entre el CT-1 y la canalización de fibra óptica de la DFB existente en A-8. A nivel fibra óptica, se propone tender nueva fibra entre el CT-1 y el NCL de Cruces y usar fibra existente entre Cruces y MKZ.

9.1.2 Descripción de la red IP

Para dar servicio a todos los sistemas del túnel y poder transportar esos servicios al Centro de Control, se ha realizado una distinción de dos tipos de redes:

- Red de comunicaciones IP multiservicio 1 Gigabit Ethernet, que permitirá la transmisión de información entre los equipos de campo con los Locales Técnicos.
- Red troncal de comunicaciones IP 10 Gigabit Ethernet que interconectan los switches situados en el Local Técnico-01 y 04 con el Centro de Control MKZ.

El medio físico para implementar la red troncal de fibra óptica será un cable PESP-R de 32 fibras ópticas monomodo.

El medio físico que se empleará para la red de comunicaciones multiservicio será un cable PESP-R de 32 fibras ópticas monomodo. Se tenderá por uno de los tubos de Ø 50 mm de la canalización prevista en el túnel.

Para realizar el conexionado de los diferentes equipos, en los emplazamientos que se describen a continuación, estarán accesibles las 32 fibras del cable troncal:

- Local Técnico-01 Boca Ballonti
- Local Técnico 02 y 03 interior de túnel (Galerías de Evacuación Vehiculares)
- Local Técnico-01 boca Getxo

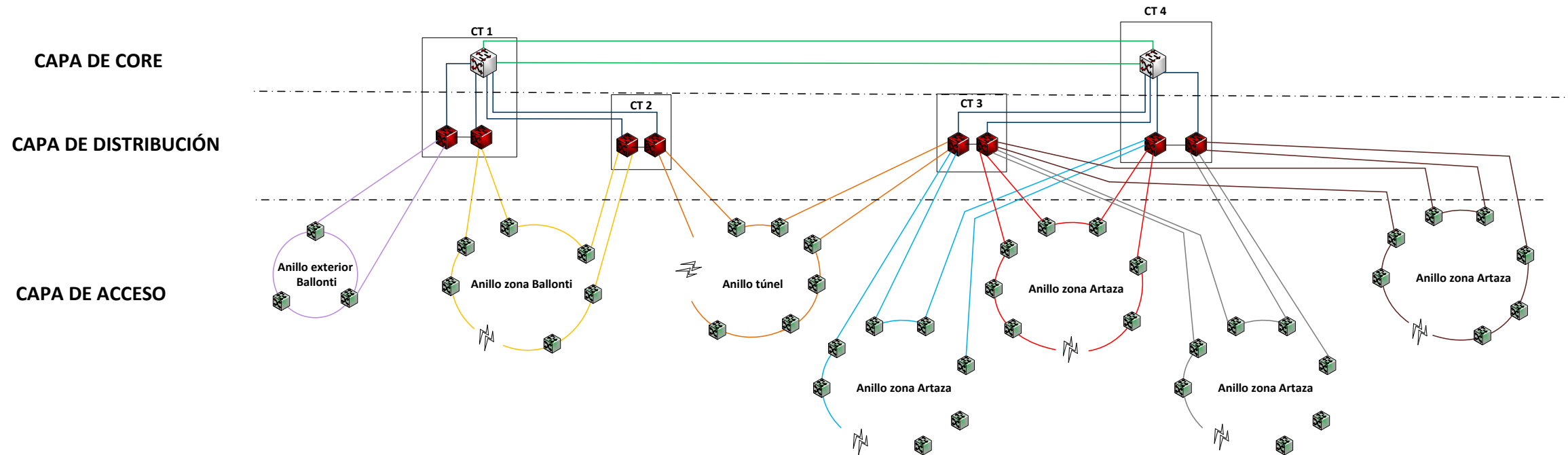
En cada uno de ellos existirán dos repartidores de 32 fibras ópticas.

La red de comunicaciones multiservicio IP de Túnel será una red Gigabit Ethernet (1000 Mbps) y estará separada en dos capas de red diferentes. Por un lado, estará la capa de acceso que está compuesta por anillos, a los cuales se conectarán los diferentes nodos. Todos los elementos de la misma dispondrán de doble camino de acceso físico. Por otro lado, está la capa de distribución, la cual sirve para juntar los nodos situados en los Locales Técnicos 01, 02, 03 y 04 con los nodos troncales ubicados en el Local Técnico 01 y 04 con la finalidad de distribuir el tráfico de la capa de acceso a la red troncal de comunicaciones para transportar los servicios a MKZ.

En el resto de los puntos del túnel donde es necesario el acceso mediante fibra óptica (APLs de interior, de galería y cielo abierto) se realizará una segregación de fibras directamente en arqueta. Para ello, en la misma se colocará una caja estanca de empalmes de fibra, desde la cual se realizará la acometida hasta el APL mediante un cable auxiliar de 8 fibras ópticas monomodo.

A continuación, se muestra un esquema con topología de la red de comunicaciones del túnel.

ESQUEMA LÓGICO DE LA RED DE COMUNICACIONES



LEYENDA

- | | | | |
|--|------------------------|--|---|
| | Switch de core | | Enlace Punto a Punto Core |
| | Switch de distribución | | Enlace Punto a Punto Distribución-Core |
| | Switch de acceso | | Anillo acceso FO túnel zona Ballonti |
| | | | Anillo acceso FO túnel |
| | | | Anillo acceso FO túnel zona Artaza |
| | | | Anillo acceso FO exterior zona Ballonti |
| | | | Anillo acceso FO interior zona Avanzada |
| | | | Anillo acceso FO interior zona Uribe Kosta |
| | | | Anillo acceso FO interior zona Getxo |
| | | | Anillo acceso FO exterior zona Avanzada |
| | | | Anillo acceso FO exterior zona Uribe Kosta |
| | | | Anillo acceso FO exterior zona Getxo |
| | | | Anillo acceso FO túnel zona Artaza exterior |
| | | | Enlace Punto a Punto Core exterior |
| | | | Enlace Punto a Punto Distribución-Core exterior |

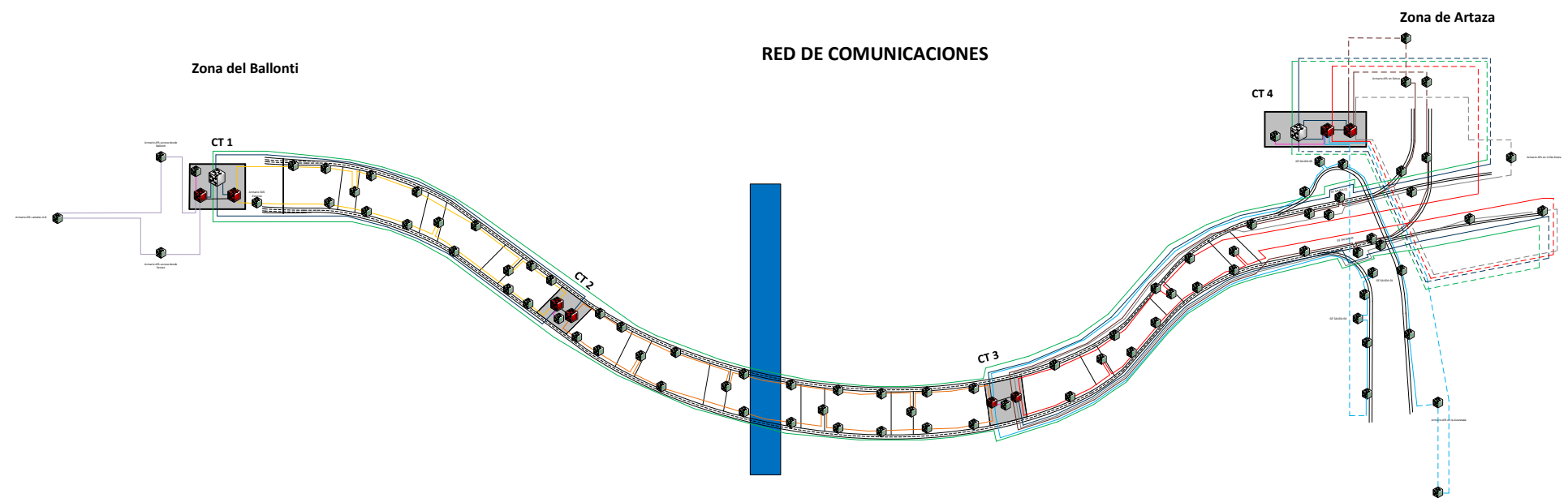


Figura 45: Esquema y Topología de la red de comunicaciones

9.1.3 Justificación de Anchos de Banda y puertos

Para justificar el uso del equipamiento anterior, es necesario realizar una estimación del ancho de banda que se requiere para la red de comunicaciones multiservicio. Para ello, hay que tener en cuenta los servicios que se van a transportar por dicha red.

Para la realización del estudio del ancho de banda, hay que tener en cuenta que el servicio que más tráfico va a generar en la red es el sistema CCTV. El túnel subfluvial Lamiako dispondrá de un total de 255 cámaras separadas en los anillos de fibra vistos en la figura anterior. De esta forma, en el peor de los casos, un anillo de fibra transportará un total de 65 cámaras.

Estas cámaras están separadas en tres subgrupos que graban en calidades y utilizando códecs diferentes. A continuación, se observa los datos utilizados para el cálculo de ancho de banda

- Diez y siete (17) cámaras DOMO
 - Resolución: 1920x1080
 - 30 fps
 - Códec: H.264-H.265
- Treinta y tres (33) cámaras fijas DAI
 - Resolución: 1920x1080
 - 30 fps
 - Códec: H.264-H.265
- Quince (15) cámaras térmicas
 - Resolución: 640x480 (VGA)
 - 30 fps
 - Códec: H.264 -H.265

En la siguiente tabla se muestran las necesidades de ancho de banda para cada uno de los subgrupos de cámaras y sus características:

	H.264 Bandwithd (Mbps)	H.265 Bandwithd (Mbps)
Domo	76,8	57
Fijas	149,2	110,6
Térmicas	10	7,4
Total	236	175

Tabla 25:Necesidades de ancho de banda CCTV en anillo de túnel

Además del video por la red multiservicio también viaja el resto de los servicios, principalmente audio y datos. Para poder mantener dos conversaciones simultaneas con los postes SOS es necesario 8 Mbps de ancho de banda. Para la megafonía se estima una necesidad de 16 Mbps en la peor circunstancia. Y para la transmisión de paquetes de datos, se ha dimensionado un ancho de banda de 10 Mbps con el objeto de contemplar la situación más demandante. Adicionalmente se considera un 25% adicional para posibles futuras ampliaciones de los servicios a atender a través de la red multiservicio.

Servicio	Ancho de Banda (Mbps) H.264	Ancho de Banda (Mbps) H.265
Postes SOS	8	8
Megafonía	16	16
Datos	10	10
Video	236	175
25% Reserva	68	52
Total	338	261

Tabla 26: Necesidades de ancho de banda Totales en anillo de acceso

Como se puede observar el ancho de banda necesario es inferior al ancho de banda proyectado (1 Gbps).

Teniendo en cuenta que el túnel cuenta con siete anillos de comunicaciones y tomando el peor escenario, el anillo que más ancho de banda consume, las necesidades de ancho de banda entre los core y el Centro de Control se detallan a continuación:

$$7 \text{ anillos} \times 338 \text{ Mbps} = 2.366 \text{ Mbs}$$

Este ancho de banda es inferior al proyectado (10 Gbps).

9.1.4 Contabilidad de Equipamiento de Red

En la red de comunicaciones multiservicio con topología en anillo dispondrá de los siguientes nodos o Switches Industriales Gigabit Ethernet:

- Dos (2) Nodos Troncales en el Local Técnico-01 y Local Técnico 04
 - Dos (2) chasis modulares y con dos fuentes de alimentación redundantes cada uno de ellos.
 - Dos (2) unidades supervisoras (una por chasis).
 - 1 puerto 10G Ethernet por unidad supervisora.
 - Una (1) tarjeta de 8 puertos Gigabit Ethernet sobre fibra óptica monomodo (una por chasis)
 - Una (1) tarjeta de 24 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base (una por chasis)
 - Soporte de los protocolos Spanning Tree (STP), Rapid Spanning Tree (RSTP), SNMP, HTTP y TELNET
- Ocho (8) switches para la red de distribución, dos por Local Técnico:
 - 8 puertos Gigabit SFP sobre fibra óptica monomodo con transceptores LX/LC, para conexión con la red de comunicaciones multiservicio en anillo
 - 24 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T para la conexión con los equipos locales del emplazamiento
 - En cada Local Técnico, los switches industriales estarán en STACK
- Ochenta y cinco (85) Switches industriales para la red de acceso:
 - 2 puertos Gigabit SFP sobre fibra óptica monomodo con transceptores LX/LC, para conexión con la red de comunicaciones multiservicio en anillo

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- 16 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T para la conexión con los equipos locales del emplazamiento

Teniendo en cuenta el ancho de banda que va a tener la red de acceso, se van a utilizar switches con capacidad de 1Gbps. Respecto a los switches de distribución, dado que cada switch transporta toda la información de un anillo al nivel superior, también serán switches de 1Gbps de capacidad. Por último, para los switches de la red troncal, se utilizarán equipos con capacidades de 10Gbps.

En la tabla siguiente se describen los nodos que formarán parte de la red de comunicaciones multiservicio IP Gigabit Ethernet de Túnel:

NODO	TIPO SWITCH	UBICACIÓN	ANILLO-RED
SPT-001L1	switch Troncal	Cuarto técnico 01	Red troncal
SPT-001L4	switch Troncal	Cuarto técnico 04	Red troncal
SAT-002L1	switch Distribución	Cuarto técnico 01	Red Distribución
SAT-003L1	switch Distribución	Cuarto técnico 01	Red Distribución
SAT-002L2	switch Distribución	Cuarto técnico 02	Red Distribución
SAT-003L2	switch Distribución	Cuarto técnico 02	Red Distribución
SAT-002L3	switch Distribución	Cuarto técnico 03	Red Distribución
SAT-003L3	switch Distribución	Cuarto técnico 03	Red Distribución
SAT-002L4	switch Distribución	Cuarto técnico 04	Red Distribución
SAT-003L4	switch Distribución	Cuarto técnico 04	Red Distribución
SAT-001L1	switch Acceso	Cuarto técnico 01	
SAT-001L2	switch Acceso	Cuarto técnico 02	
SAT-001L3	switch Acceso	Cuarto técnico 03	
SAT-001L4	switch Acceso	Cuarto técnico 04	
SAT-001G01	switch Acceso	Galería 1	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-001G02	switch Acceso	Galería 2	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-001G03	switch Acceso	Galería 3	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-001G05	switch Acceso	Galería 5	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-001G06	switch Acceso	Galería 6	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-001G07	switch Acceso	Galería 7	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-001G08	switch Acceso	Galería 8	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-001G10	switch Acceso	Galería 10	Anillo túnel CT3-CT4
SAT-001G11	switch Acceso	Galería 11	Anillo túnel CT3-CT4
SAT-001G12	switch Acceso	Galería 12	Anillo túnel CT3-CT4
SAT-001SE1	switch Acceso	salida de emergencia 01	Anillo ramal Avanzada
SAT-001SE2	switch Acceso	salida de emergencia 02	Anillo ramal Getxo
SAT-001SE3	switch Acceso	salida de emergencia 03	Anillo ramal Avanzada
SAT-001SE4	switch Acceso	salida de emergencia 04	Anillo ramal Avanzada

NODO	TIPO SWITCH	UBICACIÓN	ANILLO-RED
SAT-001SE5	switch Acceso	salida de emergencia 05	Anillo ramal Getxo
SAT-001E-A	switch Acceso	Ballonti Exterior	Anillo Exterior Ballonti
SAT-002E-A	switch Acceso	Ballonti Exterior	Anillo Exterior Ballonti
SAT-003E-A	switch Acceso	Ballonti Exterior	Anillo Exterior Ballonti
SAT-004E-A	switch Acceso	Ballonti Exterior	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-005E-A	switch Acceso	Artaza Exterior	Anillo ramal Uribe Kosta
SAT-006E-A	switch Acceso	Artaza Exterior	Anillo ramal Getxo
SAT-001I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-002I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-003I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-004I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-005I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-006I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-007I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-008I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-009I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-010I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-011I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-012I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-013I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-014I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-015I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-016I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT3-CT4
SAT-017I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT3-CT4
SAT-018I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT3-CT4
SAT-019I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT3-CT4
SAT-020I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT3-CT4
SAT-021I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Uribe Kosta
SAT-022I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Avanzada
SAT-023I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Avanzada
SAT-024I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Avanzada
SAT-025I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Uribe Kosta
SAT-026I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Uribe Kosta
SAT-027I-A	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Getxo

NODO	TIPO SWITCH	UBICACIÓN	ANILLO-RED
SAT-001E-B	switch Acceso	Artaza Exterior	Anillo ramal Avanzada
SAT-002E-B	switch Acceso	Artaza Exterior	Anillo ramal Avanzada
SAT-003E-B	switch Acceso	Artaza Exterior	Anillo ramal Uribe Kosta
SAT-004E-B	switch Acceso	Artaza Exterior	Anillo ramal Getxo
SAT-005E-B	switch Acceso	Artaza Exterior	Anillo ramal Getxo
SAT-001I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Avanzada
SAT-002I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Avanzada
SAT-003I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Avanzada
SAT-004I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Avanzada
SAT-005I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Getxo
SAT-006I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Uribe Kosta
SAT-007I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Getxo
SAT-008I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo ramal Getxo
SAT-009I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT3-CT4
SAT-010I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT3-CT4
SAT-011I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT3-CT4
SAT-012I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT3-CT4
SAT-013I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-014I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-015I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-016I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-017I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-018I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-019I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-020I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-021I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT2-CT3
SAT-022I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-023I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-024I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-025I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-026I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-027I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT1-CT2
SAT-028I-B	switch Acceso	Interior túnel	Anillo túnel CT1-CT2

Tabla 27: Ubicación de los nodos de la red de comunicaciones multiservicio IP de Túnel

9.1.5 Cableado utilizado para la red de comunicaciones

Para introducir las diferentes redes de comunicaciones del túnel se utilizan 2 cables de fibra óptica de 32 fibras monomodo de forma que cada manguera vaya por uno de los tubos del túnel desde el local técnico 1 hasta el local técnico 4 a través de nueva canalización. Por otro lado, se utilizarán cuatro cables de 16 fibras ópticas monomodo para dar conectividad a los equipos situados en los ramales de la Avanzada y de Getxo. Estos cables irán fusionados con los cables troncales de 32 FO en los APLs correspondientes.

Cada de 32 fibras estará formado por 4 tubos, los cuales transportarán 8 fibras cada uno. De esta forma, se pueden realizar cortes en los tubos de fibra para juntar las fibras en los APLs correspondientes a través de paneles de parcheo de fibra óptica y dejar los tubos de fibra libres para futuras ampliaciones.

Cada cable de 16 fibras estará formado por dos tubos de 8 fibras cada uno, lo que permitirá hacer el corte en uno de los dos tubos para realizar la fusión con la fibra troncal

Las fibras de todos los cables están diseñadas de forma que se transmitan los mismos servicios para ofrecer redundancia a las redes de comunicaciones. El primer cable de fibra óptica troncal tendrá el nombre Cable 32FO (T-BAL) y tendrá la siguiente asignación de fibras en función de los servicios de red que transporta:

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

CABLE 32 FO (T-BAL)																																														
	#Fibra óptica	Servicio Asignado	L 1	APL-028	APL-027	APL-001G1	APL-026	APL-025	APL-001G2	APL-024	APL-023	APL-001G3	APL-022	L 2	L 2	APL-021	APL-020	APL-001G05	APL-019	APL-018	APL-001G06	APL-017	APL-001G07	APL-016	APL-015	APL-001G08	APL-014	APL-013	L3	L3	APL-012	APL-001G10	APL-011	APL-010	APL-001G11	APL-009	APL-008	APL-001G12	APL-007	APL-006	APL-001SE2	APL-003E	L 4			
1	1	CORE-CORE	C											C	C														C	C															C	
1	2	CORE-CORE	C											C	C														C	C															C	
1	3	CORE-DISTRIBUCIÓN	C											C	C														C	C															C	
1	4	CORE-DISTRIBUCIÓN	C											C	C														C	C															C	
1	5	PLC	C											C	C														C	C															C	
1	6	PLC	C											C	C														C	C															C	
1	7	RADIO	C											C	C														C	C															C	
1	8	RADIO	C											C	C														C	C															C	
2	9	ANILLO ACCESO TÚNEL	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
2	10	ANILLO ACCESO TÚNEL	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
2	11	ANILLO ACCESO TÚNEL	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
2	12	ANILLO ACCESO TÚNEL	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
2	13	ANILLO ACCESO RAMAL UK	C											C	C														C	C															C	C
2	14	ANILLO ACCESO RAMAL UK	C											C	C														C	C															C	C
2	15	ANILLO ACCESO RAMAL UK	C											C	C														C	C															C	C
2	16	ANILLO ACCESO RAMAL UK	C											C	C														C	C															C	C
3	17	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	C											C	C														C	C																C
3	18	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	C											C	C														C	C																C
3	19	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	C											C	C														C	C																C
3	20	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	C											C	C														C	C																C
3	21	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	C											C	C														C	C																C
3	22	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	C											C	C														C	C																C
3	23	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	C											C	C														C	C																C
3	24	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	C											C	C														C	C																C
4	25	Disponible	C											C	C														C	C																C
4	26	Disponible	C											C	C														C	C																C
4	27	Disponible	C											C	C														C	C																C
4	28	Disponible	C											C	C														C	C																C
4	29	Disponible	C											C	C														C	C																C
4	30	Disponible	C											C	C														C	C																C
4	31	Disponible	C											C	C														C	C																C
4	32	Disponible	C											C	C														C	C																C

Figura 46: Derivaciones de la fibra (T-BAL)

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

La figura anterior hace referencia al cable de fibra que va a través de la nueva canalización que se va a realizar. Como se puede observar, se hace uso de tres (3) de los cuatro (4) tubos del cable para transportar las diferentes redes de comunicaciones y se dejará el último tubo libre (spare) para futuras ampliaciones.

Por el cable se transportan dos tipos de servicio. Por un lado, están los enlaces punto a punto a los cuales se les asignarán dos fibras para la conexión, una para transmisión y otra para recepción. Por otro lado, están los diferentes anillos formados a lo largo del trazado del túnel, a los que se les asignarán 4 fibras: dos de recepción y dos de transmisión. En este caso, se utilizarán dos fibras para formar los anillos y otras dos como stand by para ofrecer redundancia por si fallan las dos principales.

A continuación, la descripción del uso de cada una de las fibras:

- **Fibras uno (1) y dos (2):** utilizadas para la red troncal de comunicaciones IP de 10 Gbps que interconecta los nodos situados en LT-01 y LT-04. Estas se abren en todos los LT para conectar los switches y va en paso en el resto de los equipos pertenecientes a la red multiservicio IP.
- **Las fibras tres (3) y cuatro (4):** asignadas para conectar los nodos de distribución con los nodos troncales ubicados en los locales técnicos exteriores, para transmitir el tráfico generado en los anillos de acceso a la red troncal. Estas se abren en dichos LT para conectar los switches y va en paso en el resto de los equipos pertenecientes a la red multiservicio IP.
- **Fibras cinco (5) y seis (6)** asignadas a la red principal de sincronización entre los dos PLCs que están ubicados en los Locales Técnicos 01 y 02. Estas fibras irán en paso a lo largo de las galerías de evacuación y se abrirán en los Locales Técnicos para conectar los dos PLCs.
- **Fibras siete (7), ocho (8):** asignadas al sistema de radio. Estas fibras irán en paso a lo largo de las galerías de evacuación e interior del túnel y sus proximidades y se abrirán en los Locales Técnicos para conectar los equipos ubicados en los racks de radio.
- **Fibras nueve (9), diez (10), once (11) y doce (12):** reservadas para los equipos ubicados en el tubo sentido Ballonti y galerías que pertenecen al anillo de acceso de interior de túnel. Estas fibras irán cortadas en los APLs indicados en la figura anterior. En este caso, se ha dejado en paso en la galería pares, ya que en esta galería ira conectada al cable del tubo sentido Artaza. Como se puede observar, hay tres colores diferentes que usan las mismas fibras, esto es debido a que se reutilizarán para los tres anillos interiores que hay en el túnel y están situados entre dos LTs.
- **Fibras trece (13), catorce (14), quince (15) y dieciséis (16):** reservadas para los equipos ubicados en el tubo sentido Ballonti en ramal de la Uribe Kosta que pertenecen al anillo de acceso del ramal de Uribe Kosta. Estas fibras irán cortadas en los APLs indicados en la figura anterior entre el LT3 y LT4 e irán en paso en el resto de los APLs hasta llegar al LT4.
- **Fibras diecisiete (17), dieciocho (18), diecinueve (19) y veinte (20):** reservadas para los equipos ubicados en el tubo sentido Ballonti en ramal de la Avanzada que pertenecen al anillo de acceso del ramal de la Avanzada. Estas fibras irán cortadas en los APLs indicados en la figura anterior entre el LT3 y El APL-008I-B e irán en paso en el resto de los APLs. Además, en el APL-008I-B, se fusionarán las 4 fibras con el cable 16 FO (B-R.AVA) que es el cable que irá por el ramal de la Avanzada sentido Ballonti.
- **Fibras veintiuno (21), veintidós (22), veintitrés (23) y veinticuatro (24):** reservadas para los equipos ubicados en el tubo sentido Ballonti en ramal de Getxo que pertenecen al anillo de acceso del ramal Getxo. Estas fibras irán cortadas en los APLs indicados en la figura anterior entre el LT3 y APL-006I-B e irán en paso en el resto de los APLS. Además, en el APL-006I-B, se fusionarán las 4 fibras con el cable 16 FO (B-R.GE) que es el cable que irá por el ramal de la Getxo sentido Ballonti.

El siguiente cable de fibra óptica tendrá el nombre Cable 16FO (B-R.AVA) y tendrá la siguiente asignación de fibras en función de los servicios de red que transporta:

CABLE 16 FO (B-R.AVA)												
Tubo	#Fibra óptica	Servicio Asignado	APL-008I	APL-001G12	APL-004I	APL-001SE3	APL-003I	APL-002I	APL-001I	APL-002E	APL-001E	CT4
1	1	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	F		C	C	C	C	C	C	C	C
1	2	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	F		C	C	C	C	C	C	C	C
1	3	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	F		C	C	C	C	C	C	C	C
1	4	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	F		C	C	C	C	C	C	C	C
1	5	Disponible										C
1	6	Disponible										C
1	7	Disponible										C
1	8	Disponible										C
2	9	Disponible										C
2	10	Disponible										C
2	11	Disponible										C
2	12	Disponible										C
2	13	Disponible										C
2	14	Disponible										C
2	15	Disponible										C
2	16	Disponible										C

La figura anterior hace referencia al cable de fibra que va por el ramal de la avanzada sentido Ballonti a través de la nueva canalización que se va a realizar. Como se puede observar, se hace uso del tubo uno (1) del cable para transportar las diferentes redes de comunicaciones y se dejará el último tubo libre (spare) para futuras ampliaciones.

Por el cable se transporta el anillo de acceso perteneciente al ramal de la avanzada sentido Ballonti formados a lo largo del trazado del ramal y sus proximidades, a los que se les asignarán 4 fibras, dos de recepción y dos de transmisión. En este caso, se utilizarán dos fibras para formar los anillos y otras dos como stand by para ofrecer redundancia por si fallan las dos principales.

A continuación, la descripción del uso de cada una de las fibras:

- **Fibras uno (1), dos (2), tres (3) y cuatro (4):** reservadas para los equipos ubicados en el tubo sentido Ballonti en ramal de la Avanzada que pertenecen al anillo de acceso del ramal de la Avanzada. Estas fibras irán cortadas en los APLs indicados en la figura anterior entre el APL-008I-B y LT4e irán en paso en el resto de los APLS. Además, en el APL-008I-B, se fusionarán las 4 fibras con el cable 32FO (T-BAL) que es el cable que irá por el ramal de la Avanzada sentido Ballonti.

El siguiente cable de fibra óptica tendrá el nombre Cable 16FO (B-R.GE) y tendrá la siguiente asignación de fibras en función de los servicios de red que transporta:

CABLE 16 FO CABLE 16 FO (B-R.GE)							
Tubo	#Fibra óptica	Servicio Asignado	APL-006I	APL-001SE2	APL-005E	APL-004E	L 4
1	1	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	F	C	C	C	C
1	2	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	F	C	C	C	C
1	3	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	F	C	C	C	C
1	4	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	F	C	C	C	C
1	5	Disponible					C
1	6	Disponible					C
1	7	Disponible					C
1	8	Disponible					C
2	9	Disponible					C
2	10	Disponible					C
2	11	Disponible					C
2	12	Disponible					C
2	13	Disponible					C
2	14	Disponible					C
2	15	Disponible					C
2	16	Disponible					C

La figura anterior hace referencia al cable de fibra que va por el ramal de Getxo sentido Ballonti a través de la nueva canalización que se va a realizar. Como se puede observar, se hace uso del tubo uno (1) del cable para transportar las diferentes redes de comunicaciones y se dejará el último tubo libre (spare) para futuras ampliaciones.

Por el cable se transporta el anillo de acceso perteneciente al ramal de Getxo sentido Ballonti formados a lo largo del trazado del ramal y sus proximidades, a los que se les asignarán 4 fibras: dos de recepción y dos de transmisión. En este caso, se utilizarán dos fibras para formar los anillos y otras dos como stand by para ofrecer redundancia por si fallan las dos principales.

A continuación, la descripción del uso de cada una de las fibras:

- **Fibras uno (1), dos (2), tres (3) y cuatro (4):** reservadas para los equipos ubicados en el tubo sentido Ballonti en ramal de la Getxo que pertenecen al anillo de acceso del ramal de la Getxo. Estas fibras irán cortadas en los APLs indicados en la figura anterior entre el APL-006I-B y LT4 e irán en paso en el resto de los APLs. Además, en el APL-006I-B, se fusionarán las 4 fibras con el cable 32 FO (T-BAL) que es el cable que irá por el ramal de la Avanzada sentido Ballonti.

El siguiente cable de fibra óptica tendrá el nombre Cable 16FO (EXT.-B) y tendrá la siguiente asignación de fibras en función de los servicios de red que transporta:

CABLE 16 FO (EXT.-B)						
Tubo	#Fibra óptica	Servicio Asignado	L 1	APL-001E	APL-003E	APL-002E
1	1	ANILLO ACCESO BALLONTI	C	C	C	C
1	2	ANILLO ACCESO BALLONTI	C	C	C	C
1	3	ANILLO ACCESO BALLONTI	C	C	C	C
1	4	ANILLO ACCESO BALLONTI	C	C	C	C
1	5	ANILLO ACCESO BALLONTI C.A	C			C
1	6	ANILLO ACCESO BALLONTI C.A	C			C
1	7	ANILLO ACCESO BALLONTI C.A	C			C
1	8	ANILLO ACCESO BALLONTI C.A	C			C
2	9	Disponible	C			C
2	10	Disponible	C			C
2	11	Disponible	C			C
2	12	Disponible	C			C
2	13	Disponible	C			C
2	14	Disponible	C			C
2	15	Disponible	C			C
2	16	Disponible	C			C

La figura anterior hace referencia al cable de fibra que va por las proximidades del túnel en la zona del Ballonti a través de la nueva canalización que se va a realizar. Como se puede observar, se hace uso del tubo uno (1) del cable para transportar las diferentes redes de comunicaciones y se dejará el último tubo libre (spare) para futuras ampliaciones.

Por el cable se transporta el anillo de acceso perteneciente las proximidades del túnel en la zona de, a los que se les asignarán 4 fibras: dos de recepción y dos de transmisión. En este caso, se utilizarán dos fibras para formar los anillos y otras dos como stand by para ofrecer redundancia por si fallan las dos principales.

A continuación, la descripción del uso de cada una de las fibras:

- **Fibras uno (1), dos (2), tres (3) y cuatro (4):** reservadas para los equipos ubicados en las proximidades del túnel de Ballonti que pertenecen al anillo de acceso de exterior de Ballonti. Estas fibras irán cortadas en los APLs indicados en la figura anterior entre el LT1 y el APL-002E-A.
- **Fibras cinco (5), seis (6), siete (7) y ocho (8):** reservadas para cerrar el anillo de acceso de exterior de Ballonti. Estas fibras irán cortadas en el APL-002E-A y en el LT1 e irán en paso en el resto de armarios exteriores.

El segundo cable de fibra tendrá el nombre Cable 32FO (T-ART) y tendrá la siguiente asignación de fibras:

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

CABLE 32 FO (T-ART)																																															
Tubo	#Fibra óptica	Servicio Asignado	L 1	APL-004E	APL-001	APL-001G1	APL-002	APL-003	APL-001G2	APL-004	APL-005	APL-001G3	APL-006	L2	L2	APL-007	APL-008	APL-001G5	APL-009	APL-010	APL-001G6	APL-011	APL-012	APL-001G7	APL-013	APL-001G8	APL-014	APL-015	L3	L3	APL-016	APL-001G10	APL-017	APL-018	APL-001G11	APL-019	APL-020	APL-001G12	APL-021	APL-001SE5	APL-025	APL-026	APL-005E	L 4			
1	1	CORE-CORE	C											C	C															C	C														C		
1	2	CORE-CORE	C											C	C															C	C														C		
1	3	CORE-DISTRIBUCIÓN	C											C	C															C	C														C		
1	4	CORE-DISTRIBUCIÓN	C											C	C															C	C														C		
1	5	PLC	C											C	C															C	C														C		
1	6	PLC	C											C	C															C	C														C		
1	7	RADIO	C											C	C															C	C														C		
1	8	RADIO	C											C	C															C	C														C		
2	9	ANILLO ACCESO TÚNEL	C	C	C		C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C								C	
2	10	ANILLO ACCESO TÚNEL	C	C	C		C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C								C	
2	11	ANILLO ACCESO TÚNEL	C	C	C		C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C								C	
2	12	ANILLO ACCESO TÚNEL	C	C	C		C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C								C	
2	13	ANILLO ACCESO RAMAL UK	C											C	C															C	C											C	C	C	C	C	
2	14	ANILLO ACCESO RAMAL UK	C											C	C															C	C											C	C	C	C	C	
2	15	ANILLO ACCESO RAMAL UK	C											C	C															C	C												C	C	C	C	C
2	16	ANILLO ACCESO RAMAL UK	C											C	C															C	C												C	C	C	C	C
3	17	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	C											C	C															C	C															C	
3	18	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	C											C	C															C	C															C	
3	19	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	C											C	C															C	C															C	
3	20	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	C											C	C															C	C															C	
3	21	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	C											C	C															C	C															C	
3	22	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	C											C	C															C	C															C	
3	23	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	C											C	C															C	C															C	
3	24	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	C											C	C															C	C															C	
4	25	Disponible	C											C	C															C	C															C	
4	26	Disponible	C											C	C															C	C															C	
4	27	Disponible	C											C	C															C	C															C	
4	28	Disponible	C											C	C															C	C															C	
4	29	Disponible	C											C	C															C	C															C	
4	30	Disponible	C											C	C															C	C															C	
4	31	Disponible	C											C	C															C	C															C	
4	32	Disponible	C											C	C															C	C															C	

Figura 47: Derivaciones de la fibra (T-ART)

La figura anterior hace referencia al cable de fibra que va a través de la nueva canalización que se va a realizar. Como se puede observar, se hace uso de tres (3) de los cuatro (4) tubos del cable para transportar las diferentes redes de comunicaciones y se dejará el último tubo libre (spare) para futuras ampliaciones.

Por el cable se transportan dos tipos de servicio. Por un lado, están los enlaces punto a punto a los cuales se le asignarán dos fibras para la conexión, una para transmisión y otra para recepción. Por otro lado, están los diferentes anillos formados a lo largo del trazado del túnel, a los que se les asignarán 4 fibras: dos de recepción y dos de transmisión. En este caso, se utilizarán dos fibras para formar los anillos y otras dos como stand by para ofrecer redundancia por si fallan las dos principales.

A continuación, la descripción del uso de cada una de las fibras:

- **Fibras uno (1) y dos (2):** utilizadas para la red troncal de comunicaciones IP de 10 Gbps que interconecta los nodos situados en LT-01 y LT-04. Estas se abren en todos los LT para conectar los switches y va en paso en el resto de los equipos pertenecientes a la red multiservicio IP.
- **Las fibras tres (3) y cuatro (4):** asignadas para conectar los nodos de distribución con los nodos troncales ubicados en los locales técnicos exteriores, para transmitir el tráfico generado en los anillos de acceso a la red troncal. Estas se abren en dichos LT para conectar los switches y va en paso en el resto de los equipos pertenecientes a la red multiservicio IP.
- **Fibras cinco (5) y seis (6)** asignadas a la red principal de sincronización entre los dos PLCs que están ubicados en los Locales Técnicos 01 y 02. Estas fibras irán en paso a lo largo de las galerías de evacuación y se abrirán en los Locales Técnicos para conectar los dos PLCs.
- **Fibras siete (7), ocho (8):** asignadas al sistema de radio. Estas fibras irán en paso a lo largo de las galerías de evacuación e interior del túnel y sus proximidades y se abrirán en los Locales Técnicos para conectar los equipos ubicados en los racks de radio.
- **Fibras nueve (9), diez (10), once (11) y doce (12):** reservadas para los equipos ubicados en el tubo sentido Artaza y galerías que pertenecen al anillo de acceso de interior de túnel. Estas fibras irán cortadas en los APLs indicados en la figura anterior. En este caso, se ha dejado en paso en la galería pares, ya que en esta galería ira conectada al cable del tubo sentido Artaza. Como se puede observar, hay tres colores diferentes que usan las mismas fibras, esto es debido a que se reutilizarán para los tres anillos interiores que hay en el túnel y están situados entre dos LTs.
- **Fibras trece (13), catorce (14), quince (15) y dieciséis (16):** reservadas para los equipos ubicados en el tubo sentido Artaza en ramal de la Uribe Kosta que pertenecen al anillo de acceso del ramal de Uribe Kosta. Estas fibras irán cortadas en los APLs indicados en la figura anterior entre el LT3 y LT4 e irán en paso en el resto de los APLs hasta llegar al LT4.
- **Fibras diecisiete (17), dieciocho (18), diecinueve (19) y veinte (20):** reservadas para los equipos ubicados en el tubo sentido Artaza en ramal de la Avanzada que pertenecen al anillo de acceso del ramal de la Avanzada. Estas fibras irán cortadas en los APLs indicados en la figura anterior entre el LT3 y El APL-021I-A e irán en paso en el resto de los APLs. Además, en el APL-021I-A, se fusionarán las 4 fibras con el cable 16 FO (A-R.AVA) que es el cable que irá por el ramal de la Avanzada sentido Artaza.
- **Fibras veintiuno (21), veintidós (22), veintitrés (23) y veinticuatro (24):** reservadas para los equipos ubicados en el tubo sentido Artaza en ramal de Getxo que pertenecen al anillo de acceso del ramal Getxo. Estas fibras irán cortadas en los APLs indicados en la figura anterior entre el LT3 y APL-025I-A e irán en paso en el resto de los APLS. Además, en el APL-0025I-A, se fusionarán las 4 fibras con el cable 16 FO (A-R.GE) que es el cable que irá por el ramal de la Getxo sentido Artaza.

El siguiente cable de fibra óptica tendrá el nombre Cable 16FO (A-R.AVA) y tendrá la siguiente asignación de fibras en función de los servicios de red que transporta:

CABLE 16 FO (A-R.AVA)									
Tubo	#Fibra óptica	Servicio Asignado	APL-021I	APL-022I	APL-001SE2	APL-001SE4	APL-023I	APL-024I	L4
1	1	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	F	C	C	C	C	C	C
1	2	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	F	C	C	C	C	C	C
1	3	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	F	C	C	C	C	C	C
1	4	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	F	C	C	C	C	C	C
1	5	Disponible							C
1	6	Disponible							C
1	7	Disponible							C
1	8	Disponible							C
2	9	Disponible							C
2	10	Disponible							C
2	11	Disponible							C
2	12	Disponible							C
2	13	Disponible							C
2	14	Disponible							C
2	15	Disponible							C
2	16	Disponible							C

La figura anterior hace referencia al cable de fibra que va por el ramal de la avanzada sentido Artaza a través de la nueva canalización que se va a realizar. Como se puede observar, se hace uso del tubo uno (1) del cable para transportar las diferentes redes de comunicaciones y se dejará el último tubo libre (spare) para futuras ampliaciones.

Por el cable se transporta el anillo de acceso perteneciente al ramal de la avanzada sentido Artaza formados a lo largo del trazado del ramal y sus proximidades, a los que se les asignarán 4 fibras, dos de recepción y dos de transmisión. En este caso, se utilizarán dos fibras para formar los anillos y otras dos como stand by para ofrecer redundancia por si fallan las dos principales.

A continuación, la descripción del uso de cada una de las fibras:

- **Fibras uno (1), dos (2), tres (3) y cuatro (4):** reservadas para los equipos ubicados en el tubo sentido Artaza en ramal de la Avanzada que pertenecen al anillo de acceso del ramal de la Avanzada. Estas fibras irán cortadas en los APLs indicados en la figura anterior entre el APL-021I-A y LT4 e irán en paso en el resto de los APLS. Además, en el APL-021I-A, se fusionarán las 4 fibras con el cable 32FO (T-ART) que es el cable que irá por el ramal de la Avanzada sentido Artaza.

El siguiente cable de fibra óptica tendrá el nombre Cable 16FO (A-R.GE) y tendrá la siguiente asignación de fibras en función de los servicios de red que transporta:

CABLE 16 FO (A-R.GE)									
Tubo	#Fibra óptica	Servicio Asignado	APL-021I	APL-022I	APL-001SE2	APL-001SE4	APL-023I	APL-024I	L4
1	1	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	F	C	C	C	C	C	C
1	2	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	F	C	C	C	C	C	C
1	3	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	F	C	C	C	C	C	C
1	4	ANILLO ACCESO RAMAL AVA	F	C	C	C	C	C	C
1	5	Disponible							C
1	6	Disponible							C
1	7	Disponible							C
1	8	Disponible							C
2	9	Disponible							C
2	10	Disponible							C
2	11	Disponible							C
2	12	Disponible							C
2	13	Disponible							C
2	14	Disponible							C
2	15	Disponible							C
2	16	Disponible							C

CABLE 16 FO (A-R.GE)						
Tubo	#Fibra óptica	Servicio Asignado	APL-0025I	APL-0027I	APL-006E	L 4
1	1	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	F	C	C	C
1	2	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	F	C	C	C
1	3	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	F	C	C	C
1	4	ANILLO ACCESO RAMAL GZ	F	C	C	C
1	5	Disponible				C
1	6	Disponible				C
1	7	Disponible				C
1	8	Disponible				C
2	9	Disponible				C
2	10	Disponible				C
2	11	Disponible				C
2	12	Disponible				C
2	13	Disponible				C
2	14	Disponible				C
2	15	Disponible				C
2	16	Disponible				C

La figura anterior hace referencia al cable de fibra que va por el ramal de Getxo sentido Artaza a través de la nueva canalización que se va a realizar. Como se puede observar, se hace uso del tubo uno (1) del cable para transportar las diferentes redes de comunicaciones y se dejará el último tubo libre (spare) para futuras ampliaciones.

Por el cable se transporta el anillo de acceso perteneciente al ramal de Getxo sentido Artaza formados a lo largo del trazado del ramal y sus proximidades, a los que se les asignarán 4 fibras: dos de recepción y dos de transmisión. En este caso, se utilizarán dos fibras para formar los anillos y otras dos como stand by para ofrecer redundancia por si fallan las dos principales.

A continuación, la descripción del uso de cada una de las fibras:

- Fibras uno (1), dos (2), tres (3) y cuatro (4):** reservadas para los equipos ubicados en el tubo sentido Artaza en ramal de la Getxo que pertenecen al anillo de acceso del ramal de la Getxo. Estas fibras irán cortadas en los APLs indicados en la figura anterior entre el APL-025I-A y LT4 e irán en paso en el resto de los APLs. Además, en el APL-025I-A, se fusionarán las 4 fibras con el cable 32 FO (T-ART) que es el cable que irá por el ramal de la Avanzada sentido Artaza.

Para realizar las interconexiones de fibra óptica, tanto en los armarios interiores, exteriores, de galerías y de salidas de evacuación, se hará uso de cajas de parcheo murales de 8 fibras ópticas. El parcheo se realizará de tal forma que en el torpedo de fibra se cortará el tubo correspondiente y se sacarán las 4 fibras cortadas de cada extremo (8 en total) del tubo y se llevarán las fibras a una caja mural de 8 FO. De la caja mural de 8 se sacarán las fibras necesarias para comunicar el switch al anillo de acceso correspondiente mediante latiguillos de fibra. En este caso serían 4 latiguillos de fibra, 2 para transmisión y recepción con el nodo anterior y 2 para transmisión y recepción con el nodo siguiente del anillo.

En los locales técnicos interiores, L2 y L3, se colocarán 4 cajas de empalmes de 32 salida, dos para el cable troncal 32FO (T-BAL) y dos para el cable troncal 32FO (T-ART).- la interconexión se realizará de la misma forma en ambos tubos, y se llevará a cabo cortando todas las fibras del cable troncal correspondiente y se llevarán las 32 de un

extremo a un panel de parcheo y las 32 del otro extremo al otro panel. Por último se conectarán las fibras de las caja de empalmes con las fibras correspondientes de la otra caja mediante latiguillos de fibra.

En el local técnico L1 se realizará la interconexión de los cables troncales que vienen del túnel y el cable de 16 FO (EXT.-BAL) que es que se utiliza para el anillo exterior de la zona del Ballonti. Para ello, se hará uso de dos cajas de empalme de 32 salidas para los cables troncales y una caja de empalmes de 16 salidas para el cable del anillo. En este punto, se cortarán todas las fibras de los tres cables y se sacarán cada fibra a su caja de empalmes correspondiente. Luego, mediante latiguillos, se conectarán las fibras correspondientes al nodo correspondiente.

Por último, en el local técnico L4, se juntarán los dos cables troncales de 32 fibras y los cuatro cables de 16 fibras que vienen de los ramales de Getxo y Avanzada. Para ello se hará uso de cuatro cajas de empalme de 32 salidas repartidas de la siguiente forma:

- Una caja de empalme de 32 FO para el cable troncal T-BAL
- Una caja de empalme de 32 FO para el cable troncal T-ART
- Una caja de empalmes de 32 FO compartida entre los dos cables de 16 FO de los ramales de avanzada y Getxo sentido Ballonti
- Una caja de empalmes de 32 FO compartida entre los dos cables de 16 FO de los ramales de avanzada y Getxo sentido Artaza.

Al igual que en el resto de los locales técnicos, todas las fibras de todos los cables irán cortadas y se llevarán a la caja de empalmes correspondiente. Luego, mediante latiguillo de fibra, se llevarán las fibras correspondientes a cada nodo para interconectar con el resto de los nodos de la red multiservicio IP.

9.1.6 Modificaciones en nodos de red IP existentes de la DFB:

En este subapartado se indican los cambios a realizar en los NCLs existentes.

Modificaciones Nodo NCL Kukularra:

Se mejorará el nodo NCL Kukularra de la siguiente forma:

- Se añadirá una nueva tarjeta de red con un puerto de fibra óptica de 10 Gbps para ampliar la red de fibra óptica.
- Se añadirán un nuevo repartidor de 32 fibras ópticas para recoger las fibras provenientes del LT-4 del túnel del subfluvial de Lamiako.

Modificaciones Nodo NCL Cruces:

Se mejorará el nodo NCL Cruces de la siguiente forma:

- Se añadirá una nueva tarjeta de red con un puerto de fibra óptica de 10 Gbps para ampliar la red de fibra óptica.
- Se añadirán un nuevo repartidor de 32 fibras ópticas para recoger las fibras provenientes del LT-1 del túnel del subfluvial de Lamiako.

Modificaciones Equipamiento comunicaciones MKZ:

No es necesario ninguna modificación en los nodos de MKZ.

9.2 Red de Control

9.2.1 Descripción de la red Control

La red de control estará formada por los siguientes elementos:

- Cabeceras distribuidas ubicadas en APLs interiores, exteriores, galerías de evacuación y Locales Técnicos
- Sistema de PLCs ubicados en los Locales Técnicos.

La comunicación entre los Controladores Lógicos Programables (PLCs) y las Unidades de Periferia Distribuida se basará en la utilización de protocolos de bus de campo sobre TCP/IP como Modbus/TCP o Profinet.

9.2.2 Sistemas de control

El sistema de control se basará en PLC con doble CPU en modo redundante ubicados en los locales técnicos.

Las cabeceras distribuidas serán las encargadas de recoger todas las señales del equipamiento en campo y a través de la red de comunicaciones llegarán al PLC, para que este aplique la lógica programada que corresponda.

El PLC deberá encargarse no solo de la información recogida por las cabeceras distribuidas, sino que además gestionará el equipamiento IP desplegado en campo: PMVs, aspa-flechas, CLVs, etc. Para esta comunicación, el PLC se apoyará sobre la red de comunicaciones utilizando protocolos de bus de campo sobre TCP/IP (ModBus TCP) estableciéndose una comunicación directa entre PLC y los equipos de campo.

Los PLCs a instalar en los locales técnicos se sincronizarán por parejas (CT-1 con CT2 y CT4 con CT3), estando sincronizados en todo momento, de tal modo que, en caso de fallo de una CPU, otra sea capaz de hacer frente al control del sistema.

Se realiza un diseño de alta disponibilidad, pero no será certificable safety en su conjunto. En su lugar, se implantará el material necesario en CPUs de PLCs y módulos de interfaz en cabeceras de tal forma que en un futuro se puede migrar a un sistema completo certificable SIL3, Cat4, PLE.

El sistema redundante estará por tanto equipado con cuatro CPU del mismo tipo: en caso de fallo en una de ellas que esté funcionando como maestra, se conmutará a la estación que está actuando como reserva de forma automática e inmediata. Se trata de una solución de altas prestaciones para procesos de alta disponibilidad que requieran una reserva en caliente (procesos con tiempos de conmutación inferiores a 100 ms).

A continuación, se describe el sistema de control redundante teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Sistema robusto, adecuado para entornos industriales, con alta resistencia a perturbaciones electromagnéticas, vibraciones e impactos.
- Configuración con bastidores, cada uno en local técnico diferente. En cada rack se instala una CPU y una fuente de alimentación.
- Sistema abierto y multiprotocolo de comunicaciones tanto para conectar con la periferia distribuida de entrada/salida como para comunicar con el sistema SCADA TrafikOA del nivel superior o de forma remota (Profinet, Profibus, Modbus RTU, TCP/IP, UDP, Modbus TCP, IEC 870-5-101/104, AB Data Highway DF1, etc.).
- Las CPUs tendrán 4 interfaces integradas:
 - (1) interfaz PROFINET RT con switch de 2 puertos
 - (1) interfaz PROFINET RT
 - (2) interfaces para el acoplamiento de módulos de sincronización
- La periferia distribuida se conectará a las CPUs de PLC a través de Modbus TCP o Profinet a través de la red de comunicaciones para lo cual dispondrán del módulo interfaz correspondiente.
- La comunicación de alta disponibilidad para conexiones redundantes viene ya integrada en el PLC. En caso de fallo, la comunicación de alta disponibilidad continúa de forma automática y transparente para el usuario.

- Sincronización: el método de sincronización controlada por eventos permite una conmutación rápida y sin discontinuidades ni transitorios a la CPU redundante en caso de fallo. La CPU de reserva continúa con el procesamiento en el punto en el que se había interrumpido, sin pérdida de información ni alarmas. El sistema operativo se ocupa de que todos los comandos cuya ejecución pudiera provocar estados distintos en ambos sistemas, permanezcan sincronizados entre sí. Es muy importante destacar que no se requerirá ninguna programación ni parametrización pues es una funcionalidad que deberá estar integrada de serie en los propios controladores.

9.2.3 Arquitectura del sistema de control

Como se ha indicado, las cabeceras distribuidas serán las encargadas de recoger todas las señales del equipamiento en campo y a través de la red de comunicaciones llegarán al PLC, para que este aplique la lógica programada que corresponda.

El conexionado entre las Unidades de Periferia y los equipos de campo asociados se realizará con cable de pares de Ø 0,91 mm. Además, como se ha comentado previamente, las cabeceras distribuidas irán conectadas a los nodos de campo y del túnel de la red multiservicio IP para transportar la información obtenida en dichas cabeceras el sistema de PLCs.

A continuación, se muestra un esquema de la arquitectura planteada:

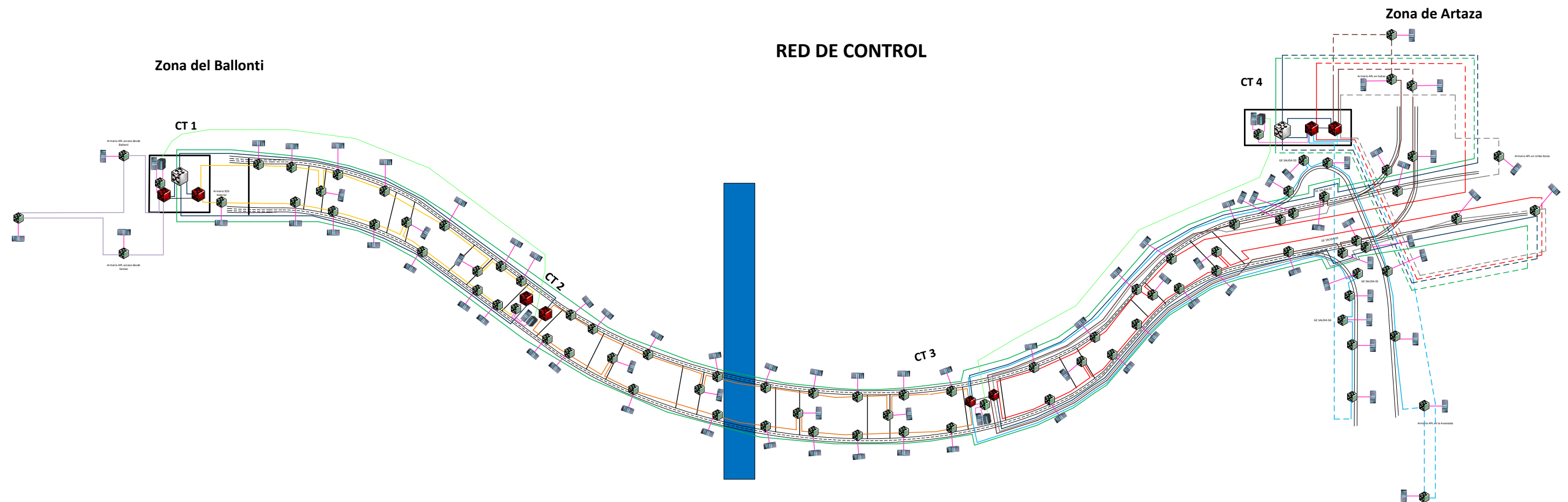


Figura 48: Topología de la red de Control

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

9.2.4 Contabilidad de Equipamiento de Control

Para el túnel Subfluvial de Lamiako se prevé el uso de distintas UPD a lo largo del mismo, con ánimo de que el diseño sea flexible se ha optado por equipos que permiten ampliar el número de señales que recogen mediante la adición de tarjetas electrónicas. Las tarjetas E/S que se van a utilizar son:

- Entradas digitales
 - Módulos de 16
 - Módulos de 8
 - Módulos de 8HS, alta velocidad (high speed)
- Salidas digitales:
 - Módulos de 16
 - Módulos de 8
- Entradas analógicas
 - Módulos de 4

Adicionalmente y con el objetivo de homogeneizar y simplificar la fabricación y pruebas de las UPS se plantea agrupar las UPDs en tipo. A continuación, se recogen las tipologías contempladas analizando para cada una de ellas la cantidad de señales de cada tipo a recoger y el número de tarjetas de E/S necesarias.

Tipo 1: Interior de Túnel sin detección de contaminantes

EQUIPOS	CANTIDAD	UD				TOTAL			
		ED	HS-ED	SD	EA	ED	HS-ED	SD	EA
BIE	3	1				3	0	0	0
EXT	3	2				6	0	0	0
SOS	1	1				1	0	0	0
Válvulas Diluvio	6	3		1		18	0	6	0
Señales Eléctricas	10	1				10	0	0	0
Anemómetro	1				1	0	0	0	1
Total general		8		1	1	38		6	1

	16ED	8ED	8HS-ED	16SD	8SD	4EA
Nº Tarjetas	2	1			1	1

Tabla 28: Señales y Tarjetas E/D Tipo 1

Tipo 2: Interior de Túnel con detección de contaminantes

EQUIPOS	CANTIDAD	UD				TOTAL			
		ED	HS-ED	SD	EA	ED	HS-ED	SD	EA
BIE	3	1				3	0	0	0
EXT	3	2				6	0	0	0

EQUIPOS	CANTIDAD	UD				TOTAL			
		ED	HS-ED	SD	EA	ED	HS-ED	SD	EA
SOS	1	1				1	0	0	0
Válvulas Diluvio	6	3		1		18	0	6	0
CO	1	1			1	1	0	0	1
NO2	1	1			1	1	0	0	1
Opacímetro	1	1			1	1	0	0	1
Señales Eléctricas	10	1				10	0	0	0
Anemómetro	1				1	0	0	0	1
Total general		11		1	4	41		6	4

	16ED	8ED	8HS-ED	16SD	8SD	4EA
Nº Tarjetas	3				1	2

Tabla 29: Señales y Tarjetas E/D Tipo 2

Tipo 3: Galería / Salida de Evacuación

EQUIPOS	CANTIDAD	UD				TOTAL			
		ED	HS-ED	SD	EA	ED	HS-ED	SD	EA
EXT	1	2				2	0	0	0
SOS	1	1				1	0	0	0
Rejillas	2	2		1		4	0	2	0
Ventilador Sobrepresión	2	2		1		4	0	2	0
Presostatos	2				1	0	0	0	2
Puertas Emergencia	4	1				4	0	0	0
Presencia	1	1				1	0	0	0
Bandas Evacuación	2	1		1		2	0	2	0
Señales Eléctricas	20	1				20	0	0	0
Total general		11		3	1	38		6	2

	16ED	8ED	8HS-ED	16SD	8SD	4EA
Nº Tarjetas	2	1			1	1

Tabla 30: Señales y Tarjetas E/D Tipo 3

Dentro del túnel existen distorsiones que afectan a este intento de normalización de las UPD como son ventiladores y pozos de bombeo principalmente. En caso de que alguna de las UPD indicadas anteriormente tenga que recoger las señales de estas distorsiones habrá que aumentar la cantidad de tarjetas de E/S en las siguientes cantidades:

- Conjunto de 2 ventiladores: +1 tarjeta 8 ED y +1 tarjeta 4 EA

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Pozos de bombeo (hasta 3 bombas): +1 tarjeta 16 ED y + 1 tarjeta 8 SD

Una gran cantidad de las señales de E/S están ubicadas en los locales técnicos donde se recogen las señales de energía, iluminación, ventilación, HVAC, PCI e ITS. Para tener una mayor precisión en la cantidad de señales de los locales técnicos, se debe esperar a fases más avanzadas de proyecto, no obstante, se han estimado las siguientes señales y necesidades de tarjetas en las UPD de los locales técnicos.

UPD Local Técnico

EQUIPOS	CANTIDAD	UD				TOTAL			
		ED	HS-ED	SD	EA	ED	HS-ED	SD	EA
Iluminación	1	314		35	10	314	0	35	10
Ventilación									
Esenciales									
HVAC									
PCI									
Grupo									
SAI									
ITS	1	64	14	32		64	14	32	0
						0	0	0	0
Total general		378		67	10	378		67	10

	16ED	8ED	8HS-ED	16SD	8SD	4EA
Nº Tarjetas	26		2	5		4

Tabla 31: Señales y Tarjetas E/D Local Técnico

Nota: el dimensionamiento de tarjetas para cada UPD se ha realizado dejando siempre señales libres que permitan recoger señales adicionales en las mismas.

A continuación, se listan los equipos de control previstos para el subfluvial:

Equipo	Localización / Sentido	Equipo	Localización / Sentido	Equipo	Localización / Sentido
PLC-001L1	Cuarto técnico 01	UPD-002I-A	Artaza	UPD-005E-B	Ballonti
PLC-001L2	Cuarto técnico 02	UPD-003I-A	Artaza	UPD-001I-B	Ballonti
PLC-001L3	Cuarto técnico 03	UPD-004I-A	Artaza	UPD-002I-B	Ballonti
PLC-001L4	Cuarto técnico 04	UPD-005I-A	Artaza	UPD-003I-B	Ballonti
UPD-001L1	Cuarto técnico 01	UPD-006I-A	Artaza	UPD-004I-B	Ballonti
UPD-001L2	Cuarto técnico 02	UPD-007I-A	Artaza	UPD-005I-B	Ballonti
UPD-001L3	Cuarto técnico 03	UPD-008I-A	Artaza	UPD-006I-B	Ballonti
UPD-001L4	Cuarto técnico 04	UPD-009I-A	Artaza	UPD-007I-B	Ballonti
UPD-001G01	Galería 1	UPD-010I-A	Artaza	UPD-008I-B	Ballonti
UPD-001G02	Galería 2	UPD-011I-A	Artaza	UPD-009I-B	Ballonti
UPD-001G03	Galería 3	UPD-012I-A	Artaza	UPD-010I-B	Ballonti
UPD-001G05	Galería 5	UPD-013I-A	Artaza	UPD-011I-B	Ballonti

Equipo	Localización / Sentido	Equipo	Localización / Sentido	Equipo	Localización / Sentido
UPD-001G06	Galería 6	UPD-014I-A	Artaza	UPD-012I-B	Ballonti
UPD-001G07	Galería 7	UPD-015I-A	Artaza	UPD-013I-B	Ballonti
UPD-001G08	Galería 8	UPD-016I-A	Artaza	UPD-014I-B	Ballonti
UPD-001G10	Galería 10	UPD-017I-A	Artaza	UPD-015I-B	Ballonti
UPD-001G11	Galería 11	UPD-018I-A	Artaza	UPD-016I-B	Ballonti
UPD-001G12	Galería 12	UPD-019I-A	Artaza	UPD-017I-B	Ballonti
UPD-001SE1	salida de emergencia 01	UPD-020I-A	Artaza	UPD-018I-B	Ballonti
UPD-001SE2	salida de emergencia 02	UPD-021I-A	Artaza	UPD-019I-B	Ballonti
UPD-001SE3	salida de emergencia 03	UPD-022I-A	Artaza	UPD-020I-B	Ballonti
UPD-001SE4	salida de emergencia 04	UPD-023I-A	Artaza	UPD-021I-B	Ballonti
UPD-001SE5	salida de emergencia 05	UPD-024I-A	Artaza	UPD-022I-B	Ballonti
UPD-001E-A	Artaza	UPD-025I-A	Artaza	UPD-023I-B	Ballonti
UPD-002E-A	Artaza	UPD-026I-A	Artaza	UPD-024I-B	Ballonti
UPD-003E-A	Artaza	UPD-027I-A	Artaza	UPD-025I-B	Ballonti
UPD-004E-A	Artaza	UPD-001E-B	Ballonti	UPD-026I-B	Ballonti
UPD-005E-A	Artaza	UPD-002E-B	Ballonti	UPD-027I-B	Ballonti
UPD-006E-A	Artaza	UPD-003E-B	Ballonti	UPD-028I-B	Ballonti
UPD-001I-A	Artaza	UPD-004E-B	Ballonti		

Tabla 32: Listado PLC y UPS

Teniendo en cuenta los PLC y UPD previstos y combinándolo con sus tipos y la cantidad de tarjetas por tipo, el túnel subfluvial de Lamiako necesita el siguiente equipamiento y es capaz de recoger las siguientes señales:

Ubicación	Nº Total módulos					
	16ED	8ED	8HS-ED	16SD	8SD	4EA
Túnel S. Artaza	67	14			27	40
Túnel S. Ballonti	70	14			28	42
Galerías/S. Emergencia	30	15			15	15
Ventilación	25				25	
Pozos Bombeo		4				4
Locales Técnicos	104		8	20		16
Exteriores S. Artaza	10	5			5	5
Exteriores S. Ballonti	18				6	12
TOTAL	324	52	8	20	106	134

Ubicación	Señales totales			
	ED	HS-ED	SD	EA
Túnel S. Artaza	1.184		216	160
Túnel S. Ballonti	1.232		224	168
Galerías/S. Emergencia	600		120	60
Ventilación	400		200	-
Pozos Bombeo	32		-	16
Locales Técnicos	1.664	64	320	64
Exteriores S. Artaza	200		40	20
Exteriores S. Ballonti	288		48	48
TOTAL	5.600	64	1.168	536

10 NIVEL 2 - NIVEL DE SUPERVISIÓN Y OPERACIÓN

El Nivel de Supervisión y Operación estará constituido por el equipamiento del Centro de Control que permitirá realizar la monitorización y control de los sistemas del túnel. Este equipamiento se conectará a la red existente en el Centro de Control.

10.1 Arquitectura de control de los sistemas de túnel

La arquitectura del centro de control de los túneles de MKZ es de tipo cliente-servidor. En la actualidad la aplicación que gestiona los Túneles de MKZ corre en servidores virtualizados instalados en el cluster de máquinas virtuales del centro de control de MKZ y en el cluster del centro de control de Peñaskal. A través de la distribución física de las máquinas, la redundancia en caliente de la aplicación de control, del Cluster y la virtualización se conforma una arquitectura redundante y con alta disponibilidad.

La integración del subfluvial de Lamiako en el sistema de gestión de MKZ conlleva modificaciones de equipamiento software del Centro de Control, no así a nivel hardware que se considera suficiente para admitir las instalaciones del nuevo túnel. A continuación, se expone en una imagen la arquitectura del centro de control, incluso con las modificaciones previstas en el proyecto de La Avanzada.

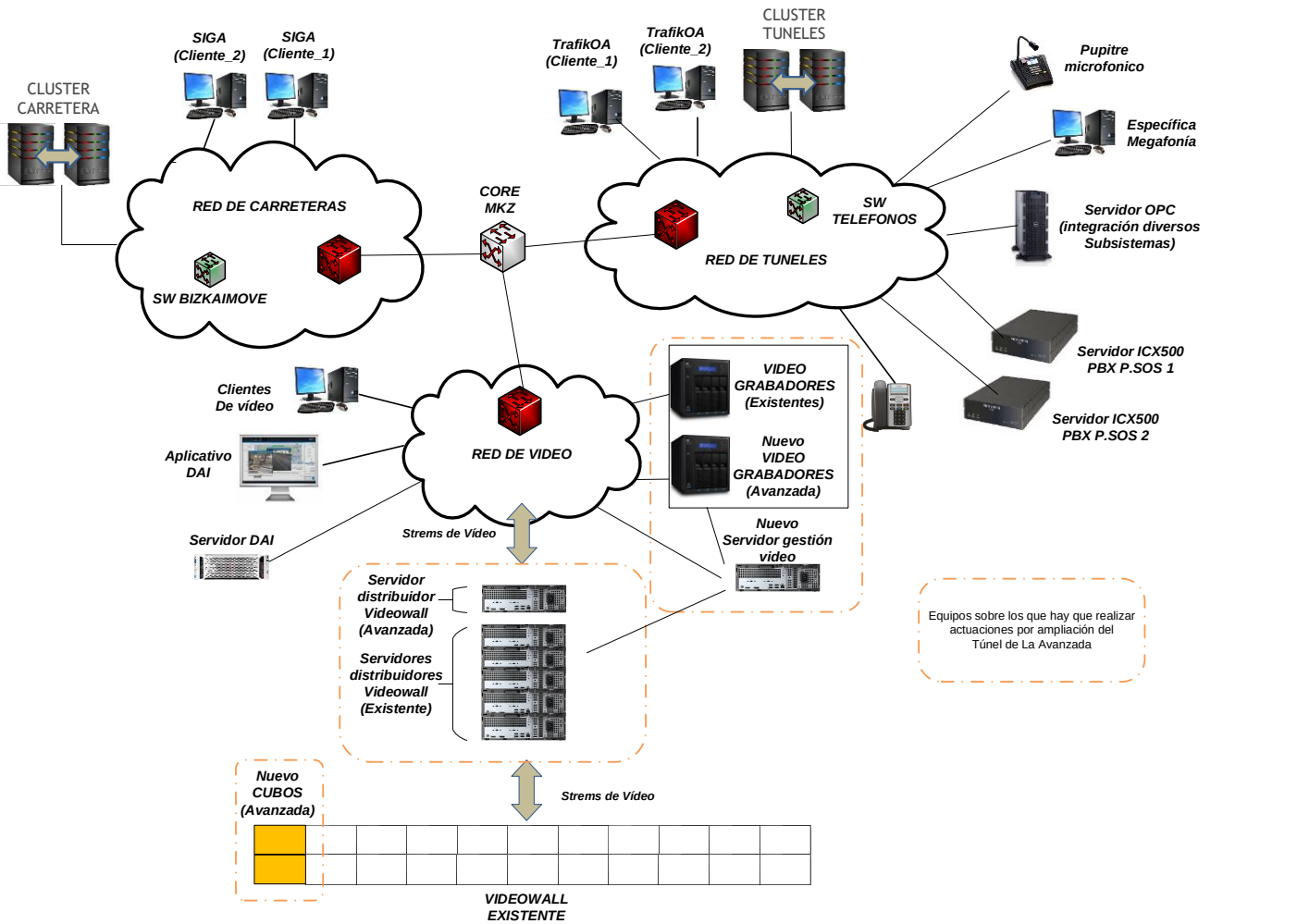


Figura 49 : Arquitectura centro de control MKZ.

10.2 Aplicación de Gestión Centralizada

10.2.1 Escenario actual

La aplicación de gestión centralizada que se utiliza en MKZ es un SCADA denominado TrafikOA. Desde este SCADA se gestionan y monitorizan los túneles de Malmasin, ASM, Mamariga, Gainzabala, Uretamendi, Urdinbide, Sodupe y Gordexola.

En cuanto a especificaciones técnicas, la aplicación existente (TrafikOA) en el Centro de Control de MKZ reúne las siguientes características:

- La aplicación tipo SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) proporciona un entorno gráfico de usuario a través del cual se podrá llevar a cabo la gestión integral de todos los sistemas instalados.
- Arquitectura cliente/servidor.
- Aplicación abierta, modular y distribuida.

Aunque todos los subsistemas estén integrados en la aplicación de gestión centralizada de MKZ, hay algunos subsistemas que cuentan con un aplicativo específico con el que se puede llegar a realizar configuraciones más en detalle de los subsistemas (p.ej aplicativos del DAI, de la megafonía o de los videograbadores). Dichos aplicativos se mencionarán en la descripción del subsistema que corresponda.

10.2.2 Requerimientos funcionales

La aplicación de gestión centralizada existente (TrafikOA) en el Centro de Control de MKZ proporciona las siguientes funcionalidades:

- Permite monitorizar en tiempo real y controlar remotamente todos los equipos y sistemas instalados en el túnel.
- Permite geolocalizar y monitorizar en tiempo real sobre un GIS todos los equipos y sistemas instalados a cielo abierto.
- Gestión de incidentes: incluye funciones de ayuda a la operación que guían a los operadores sobre cómo actuar ante determinadas situaciones conflictivas, en las que el tiempo de reacción y la correcta toma de decisiones puede ser crítica.
- Permite además visualizar en una tabla en tiempo real las alarmas que se van produciendo en el sistema. La tabla de alarmas clasifica según prioridades o perfiles de usuario las alarmas, averías, fallos de comunicación, etc ... de los dispositivos de campo, así como del propio sistema. En la misma tabla será posible consultar históricos de alarmas y generar informes de históricos de alarmas.
- Herramienta web integrada en el SCADA, para la generación de informes, realización de consultas sobre base de datos y explotación de históricos.
- Gestor de actuaciones, herramienta integrada en SCADA para gestionar un conjunto de incidencias, recursos y acciones susceptibles de ser informados y registrados en el centro de control.
- Herramientas de administración: Permite gestionar diferentes perfiles de usuarios y contraseñas del sistema.
- Herramientas de mensajería: Permite envío de notificaciones de incidencias por mensajería.

Los trabajos de integración que habrá que realizar en el sistema de gestión centralizado serán los siguientes:

- Integración del túnel en SCADA TrafikOA
- Desarrollo Algoritmos ventilación
- Desarrollo Algoritmos iluminación
- Integración de las nuevas cámaras en Plataforma Vídeo
- Integración de los planes de explotación y de mantenimiento en Gestor de Planes
- Integración en sistema de mensajería (Telegram)

- Integración en sistema de informes.
- Actualización de Bizkaimove
- Actualización TrafikOA Bizkaia
- Actualización de los SCADAs de Peñaskal, Iurreta y Gerediaga para mantener las funcionalidades de interoperabilidad y respaldo
- Actualización Web-TrafikOA

La aplicación cliente proporciona un entorno gráfico de trabajo con las siguientes funcionalidades:

- Menús desplegables y contextuales
- Operación con ventanas.
- Herramientas de visualización.
- Sinóptico del Túnel (ubicación de todos los equipos del Túnel)
- Sinóptico de locales técnicos
- Para algunos sistemas dispondrá de esquemas específicos, con indicación de estado de los elementos que lo conforman:
- Sistema de energía: esquemas unifilares del sistema de energía (Media Tensión y Baja Tensión) en el que se muestre el estado (transformadores, grupos electrógenos, interruptores de acoplamiento, SAIs, etc.) de todos los equipos.
- Red de hidrantes: diagrama general del sistema
- Grupo de Bombeo. Esquema con el estado de válvulas, bombas
- Sistema de ventilación.
- Red de comunicaciones: esquema de red

10.2.3 Sistema de señalización de tráfico

En este apartado se describe el nivel de integración en el SCADA del Sistema de Seguridad, Vigilancia y Control

Señalización Variable

El estado de las variables de tráfico monitorizadas por el sistema y el estado de la señalización se muestra en un sinóptico específico para el control y la supervisión de tráfico.

Las funciones contempladas en este apartado y sus distintos estados son las siguientes:

- Señales aspa-fecha: Se podrán activar los siguientes estados
 - Apagada.
 - Aspa. (Prohíbe la circulación por el carril afectado)
 - Flecha. (Autoriza la circulación por el carril afectado)
 - Flecha inclinada.
 - Nota: se bloquearán los aspectos incompatibles de señalización y las señales de 2 aspectos, únicamente mostrarán la posibilidad de señalizar aspa o flecha
- Control límite de velocidad
 - Apagada.
 - 20 Km/h
 - 40 Km/h

- 60 Km/h
 - 80 Km/h
- Paneles gráficos y alfanuméricos.
 - Edición de nuevos mensajes.
 - Activación de mensajes o gráficos pregrabados.
 - Desactivación de mensajes o gráficos pregrabados.
- Semáforos Rojo-Ámbar-Verde.
 - Apagado.
 - Rojo.
 - Ámbar intermitente.
 - Verde
- Barreras con su señalización correspondiente (semáforos rojo-rojo y sirena)

El sistema permite la supervisión de los siguientes eventos de todos los elementos controlados:

- Estado de funcionamiento de los elementos de señalización.
- Fallo de comunicación.
- Otras alarmas (puerta abierta, temperatura elevada, batería baja, fallo de bajada de barrera por detección de vehículo en trayectoria de bajada, etc.).

El SCADA permitirá enviar señalización de las siguientes maneras:

- FIJO: una vez utilizado este modo de señalización, la señalización solo podrá cambiarse si lo hace de forma manual un operador.
- PLAN: es el modo de señalización cuando se utiliza un plan o protocolo automático de señalización
- MANUAL: es el operador el que lo cambia a través del interfaz de operación.

Control de gálibo

Cuando se genera una alarma de control de gálibo, se deberá emitir un mensaje prioritario en la ventana de alarmas, que requerirá la confirmación del operador. Además, se producirá el enclavamiento de la/s cámaras del entorno que permitan identificar al vehículo con exceso de gálibo y seguir sus actuaciones.

Los parámetros a supervisar son los siguientes:

- Alarma de exceso de gálibo, con enclavamiento de la cámara asociada más cercana.
- Estado de servicio del sistema de control de gálibo.
 - Desactivado sin avería
 - Activado sin avería
 - Desactivado con avería
 - Activado con avería
- Estado de comunicación del sistema de control de gálibo.

10.2.4 Sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos

Además de en un sinóptico del túnel, la aplicación mostrará en un sistema de información geográfica (GIS), el nivel de servicio de la autopista (en función de los datos recibidos por el sistema de aforos). Este nivel de servicio podrá ser visualizado también desde la página web de la empresa explotadora.

Detectores de tráfico

Los parámetros a supervisar son los siguientes:

- Consulta de datos:
 - Velocidad (Km/hora)
 - Intensidad (Vehículos/hora)
 - Ocupación (%)
 - % de vehículos pesados
 - Longitud (decímetros)
 - Distancia entre vehículos
- Alarmas funcionales:
 - Retenciones
 - Vehículo en sentido contrario
 - Cambio de sentido en carril
 - Detección de vehículo parado en apartadero
- Estado de funcionamiento del equipo
- Fallo de comunicación

10.2.5 Estaciones meteorológicas

En el sinóptico de túnel se mostrará un elemento que dará acceso a los parámetros a supervisar son los siguientes:

- Lectura de los sensores.
 - Estado de la calzada (seca, húmeda o mojada).
 - Concentración de sal.
 - Punto de congelación de la mezcla líquida presente a la calzada.
 - Riesgo de formación de hielo.
 - Presencia y tipo de precipitación, con indicación de la intensidad en tres niveles diferentes.
 - Temperatura y humedad del aire.
- Fallo en alguno de los sensores.
- Fallo de comunicación.

Las estaciones meteorológicas también generaran avisos de climatología adversa:

- Niebla
- Hielo en calzada
- Previsión de hielo en 2 horas
- etc

10.2.6 Sistema de iluminación

En este apartado se describe el nivel de integración en el SCADA del sistema de alumbrado. Habrá un sinóptico específico para el control y la supervisión de alumbrado se muestran los elementos asociados al sistema de alumbrado:

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Control de regímenes de alumbrado: luminancímetros que puedan ser utilizadas para el control automático de encendido de los circuitos de iluminación
- Circuitos de alumbrado del interior de los túneles (DALI)
- Circuitos de alumbrado exterior.
- Alumbrado de evacuación en el interior de los túneles

Habrà un selector de modo local o remoto. Con independencia de la posición de este selector, la aplicación del centro de control deberá permitir conocer el estado de encendido/apagado de los diferentes circuitos, aunque sólo existirá posibilidad de accionarlos desde el centro cuando el mando sea remoto.

Modo Manual/ Automático: Con el control remoto, los circuitos de alumbrado podrán ser actuados desde el centro de control, donde la aplicación deberá permitir optar por un control manual o bien un control automático, en función de las lecturas de los luminancímetros.

El sistema validará, y en su caso anulará, la orden ejecutada por un operador si ésta resulta en alguna incompatibilidad con el estado de los circuitos de iluminación (por ejemplo, activar un circuito con protecciones disparadas).

En modo manual, el sistema debe permitir la ejecución de las siguientes acciones de la activación/desactivación de los diferentes niveles de iluminación, en cada uno de los tubos de cadatúnel. Además del encendido/apagado de circuitos de iluminación exterior de los túneles y del encendido/apagado de circuitos del alumbrado de emergencia. Se introducirán retardos de pocos segundos entre órdenes consecutivas con el fin de evitar picos de consumo.

En modo automático, el algoritmo que calcula los niveles de iluminación estará en general implementado en la lógica de controlador que basándose en los niveles de luminancia exterior determinarán el régimen de iluminación más adecuado en cada momento.

Los parámetros que se consideran para el cálculo del nivel de iluminación en modo automático son entre otros:

- Umbrales de cada régimen: El SCADA permitirá configurar los umbrales de cada régimen en cada uno de los tubos, así como los valores de histéresis para el cambio de un régimen a otro.
- Rango horario y luminancímetros: El sistema deberá permitir definir un rango horario para el nivel de iluminación Nocturno Reducido y un nivel de densidad de tráfico máximo. Dentro de ese horario y con una intensidad de tráfico menor que la máxima, el sistema de control de iluminación deberá desactivar todos los circuitos de iluminación bajo su control; es decir, únicamente estarán conectados los circuitos correspondientes al nivel Nocturno Reducido, que no están controlados por el sistema y están permanentemente alimentados.
- Fuera de dicho rango horario el sistema deberá alimentar permanentemente los circuitos de iluminación correspondientes al nivel Permanente o Nocturno. Además, y dependiendo de la iluminación exterior medida con los luminancímetros instalados, el sistema alimentará circuitos adicionales de iluminación para establecer otros regímenes.
- Sistema DALI: Será el sistema DALI el encargado de regular los niveles de iluminación correspondientes al alumbrado permanente y dicho sistema DALI estará integrado en el sistema de control.

El sistema deberá admitir órdenes del gestor de incidentes para incrementar automáticamente el nivel de iluminación, solicitando en su caso confirmación al operador antes de ejecutar la orden.

El control automático del alumbrado de emergencia se limita a actuaciones de encendido de los circuitos de alumbrado de emergencia en el marco de los planes de actuación.

10.2.7 Sistema de ventilación

En este apartado se describe el nivel de integración en el SCADA del sistema de ventilación.

Los elementos asociados al sistema de ventilación cuya supervisión y control debe estar integrada en el SCADA son:

- Detectores de CO y NO₂
- Opacímetros
- Anemómetros interiores y exteriores.
- Ventiladores del túnel

Se considerarán al menos las siguientes señales a integrar en el SCADA:

- Estados: comunica, no comunica, sentido marcha directa, marcha inversa, paro y avería
- Órdenes: arranque marcha directa, marcha inversa y paro
- Modo: manual/automático
- Número de horas de funcionamiento
- Alarma de temperatura de bobinados
- Alarma de exceso de vibraciones
- Alarma disparo protecciones
- Equipos de control de ventilación CO/NO₂/opacímetros:
 - Estado de los equipos: comunica, no comunica y avería
 - Alarmas de nivel
- Anemómetros
 - Estado de los equipos: comunica, no comunica y avería
 - Velocidad del aire

Selector Local/Remoto: En los cuadros de control de los ventiladores existirá un selector que permite optar entre la desconexión, mando local o mando remoto de los equipos. Con independencia de la posición de este selector, la aplicación del centro de control deberá permitir conocer el estado de marcha directa, inversa, parada o desconexión de los ventiladores, aunque sólo existirá posibilidad de accionarlos desde el centro si el mando es remoto.

Modo Manual/ Automático: Con el control remoto, el sistema de ventilación podrá ser actuado desde el centro de control, donde la aplicación deberá permitir optar por un control manual de la ventilación o bien un control automático, ejercido por el sistema, con la supervisión del operador.

- En modo manual cada ventilador deberá poder manipularse independientemente o por grupos, para activar la ventilación en uno u otro sentido o detenerla.
- En modo automático el propio sistema de control deberá gobernar los ventiladores basándose en la información que reciba de los detectores y los algoritmos de ventilación establecidos. El número de equipos en marcha, así como su sentido de giro vendrá condicionado por el grado de concentración de CO, NO₂ y humos en el interior y las condiciones de velocidad y dirección del aire.

Modo manual de la ventilación:

El sistema debe permitir la ejecución de las siguientes acciones de control:

- Marcha directa/inversa del ventilador.
- Parada de un ventilador.

El sistema deberá filtrar las órdenes de los operadores de modo que:

- El arranque de los ventiladores de un mismo tubo siempre sea escalonado, con un tiempo programable.

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Se evitará enviar una orden de marcha directa a un ventilador en estado de marcha inversa y viceversa, sin pasar por el estado de paro durante un tiempo suficiente.
- El sistema deberá informar al operador y solicitar confirmación de la orden si se solicita activar ventiladores de un mismo tubo en sentidos opuestos.
- Ventilación directa/reversible.

Modo automático de la ventilación:

A) Ventilación sanitaria:

La ventilación sanitaria debe asegurar la calidad mínima del aire según los algoritmos de ventilación definidos, anticipándose a la existencia de umbrales máximos de contaminación, una vez superados, se debe dar una recomendación de cierre al operador.

En ventilación sanitaria, se utilizan los registros de los siguientes sensores para determinar la necesidad de ventilación en cada tubo:

- Medidores de CO
- Medidores de NO2
- Opacímetros.

La ventilación sanitaria deberá también admitir el uso de los detectores de tráfico:

- Intensidad
- Velocidad
- Tiempo de exposición de los usuarios a las condiciones ambientales existentes dentro del tubo

El sistema permitirá definir un mínimo de:

- 4 niveles de CO
- 4 niveles NO2
- 4 niveles de opacidad

Estas configuraciones tendrán una histéresis por tubo para el disparo de alarmas y actuación sobre la ventilación, según el algoritmo de ventilación más adecuado. El sistema de control tendrá un comportamiento integral con histéresis con el objeto de minimizar las oscilaciones y evitar los arranques y paradas innecesarias de los ventiladores.

Los umbrales para el control automático de ventilación en función del CO y visibilidad deberán poder ser establecidos en función de las condiciones del tráfico (retenciones o tráfico fluido, tráfico unidireccional o bidireccional).

El sistema deberá admitir también algoritmos específicos para la operación automática de la ventilación cuando estén presentes en el interior del túnel los equipos de mantenimiento.

Para establecer orden de arranque de los ventiladores, el sistema deberá considerar los siguientes parámetros:

- Tiempo de funcionamiento: los ventiladores asignados a cada zona se deberán encender en orden de menor a mayor número de horas de funcionamiento.
- Alarmas (térmico, vibración, diferencial...): un ventilador con algún tipo de alarma no se deberá utilizar.
- Fallo de red: en caso de caída de acometida eléctrica solo se deberán actuar los ventiladores que estén conectados a los sistemas de suministro de emergencia.

- Cambio de sentido: en que caso de que un ventilador deba ser arrancado en sentido contrario al que ya está operando, deberá pararse y esperar un tiempo para poder ejecutarse la nueva orden.
- Tiempo de pico de corriente: cuando arranca un ventilador se produce un pico de corriente, el pico se suma al del anterior ventilador que se ha puesto resultando una circulación de corriente instantánea muy elevada que puede hacer saltar las protecciones de sobre corriente, para evitar que este efecto ocurra no se puede arrancar un ventilador sin que se haya esperado el tiempo suficiente para que el consumo de corriente se haya estabilizado.

B) Ventilación en caso de incendio:

Para actuaciones en circunstancias excepcionales como un incendio, los algoritmos de ventilación contra incendios recogen las actuaciones necesarias según los diferentes lugares donde se pueda producir este incidente. Además, en cada caso, el operador debe ser capaz de seleccionar las opciones de ventilación predefinidas que considere oportunas según estas circunstancias y los conocimientos adquiridos durante la formación sobre el comportamiento general del fuego en el túnel.

La aplicación de control centralizado monitoriza un conjunto de condiciones relacionadas con el sistema de ventilación:

- Nivel de CO
- Nivel de NO2
- Nivel opacidad
- Anemómetros de interior (velocidad y sentido).
- Anemómetros de exteriores (velocidad y dirección del viento).

Todos los valores arriba mencionados deberán ser actualizados con una frecuencia configurable y presentados en la aplicación previo filtro, mostrándose el valor promedio de los últimos “n” registros, siendo éste un valor parametrizable.

También monitoriza las siguientes alarmas relacionadas con el sistema de ventilación:

- Alarmas de funcionamiento de los equipos de detección.
- Fallos de comunicaciones con equipos de detección
- Modo de operación de la ventilación en cada túnel: (local/remoto, manual/automático)
- Estado de funcionamiento de los ventiladores: marcha directa, marcha inversa, paro, avería.
- Alarma de los ventiladores:
 - Alarma de temperatura de bobinados.
 - Alarma de exceso de vibraciones.
 - Alarma de disparo de protecciones

Sistema de ventilación de las galerías de evacuación

Respecto al sistema de ventilación de las galerías, al operador le aparecerá en la pantalla un gráfico del túnel y de cada galería y en ellas, la situación de los ventiladores y las compuertas cortafuegos.

Las señales a integrar en el SCADA son las siguientes:

- Estado de los ventiladores y compuertas
- Órdenes de arranque y paro de los ventiladores
- Medida de sobrepresurización

10.2.8 Sistema de Energía

En este apartado se describe el nivel de integración en el SCADA del sistema de energía. Habrá sinópticos específicos para el control y la supervisión de la energía eléctrica donde se muestran los elementos asociados al sistema de energía:

Los elementos principales que se visualizarán en estos sinópticos serán:

- Red de suministro eléctrico
 - Fallo total del suministro de la compañía eléctrica.
 - Fallo de una fase.
 - Desequilibrio de tensión entre fases cuando este es superior a cierto porcentaje.
- Automáticos generales en los cuadros generales de Baja Tensión
- Magnetotérmicos y diferenciales de cada cuadro
- Estación de medida con conexión bajo protocolo TCP/IP
- Estado y alarmas del transformador
- Estado y alarmas del SAI
- Medida de la carga de las baterías Alarma de conmutación red, SAI

10.2.9 CCTV y DAI

En el centro de control existe un sistema de gestión de vídeo que permite administrar la información de las cámaras en el videowall y monitores, de manera eficiente para los operadores, de modo que por defecto y en ausencia de órdenes manuales, las imágenes de las distintas cámaras se vayan secuenciando en los elementos de visualización, reservándose una zona en el videowall para las cámaras enclavadas por alarmas del DAI o de otro tipo. Además del sistema de gestión de vídeo del SCADA que administra la información de las cámaras en el videowall y monitores en el centro, habrá un aplicativo específico para la gestión de video que proporcionará un mayor detalle para la gestión de las cámaras y grabaciones.

En el SCADA, Tras seleccionar una cámara en cualquier representación cartográfica, esquemática o listado de equipos, el operador deberá tener acceso inmediato a las imágenes asociadas a dicha cámara, así como al telemando PTZ de las cámaras móviles.

Se podrá configurar dónde se desean visualizar las imágenes de las cámaras, bien en uno de los monitores del puesto de operación, o bien en uno de los elementos comunes de visualización.

El operador desde la aplicación de control deberá poder:

- Visualizar la imagen captada por cualquier cámara del sistema en tiempo real.
- Mover cámaras para controlar de una forma global una zona que está vigilando.
- Preposicionar las cámaras. La preposición cámaras consiste en posicionar la cámara en unas coordenadas y con un nivel de zoom determinado.

Por otro lado, el sistema de forma automática, cuando el sistema detecta una incidencia y el Manual de Explotación así lo prevé, enclavará una cámara para centrar la atención del operador en la incidencia producida.

Las imágenes mostradas deberán incorporar el lugar y la fecha.

Detección automática de incidentes (DAI)

En este apartado se describe el nivel de integración en el SCADA de este sistema que es capaz de analizar imágenes de vídeo proporcionadas por cámaras fijas en el túnel, para detectar automáticamente cualquier situación anómala en la vía. La configuración de todos los parámetros para posibilitar la configuración de las capturas de los incidentes se gestiona a través del aplicativo específico del fabricante.

El sistema deberá permitir configurar dónde se desean visualizar las imágenes de las cámaras así seleccionadas, bien en uno de los monitores del puesto de operación, o bien en uno de los elementos comunes de visualización. Para ello, deberá permitir que a cada puesto de operación se le asigne una zona de trabajo en los elementos de visualización comunes.

Capacidad de preposicionamiento (enclavamiento) de cámaras, integrado con el sistema de gestión de video y SCADA, de modo que desde el centro de control se deberán poder programar preposiciones de cada una de las cámaras en unas coordenadas X,Y,Z con un nivel de zoom determinado, para enclavar las imágenes ante una incidencia.

El DAI deberá permitir obtener los parámetros básicos de tráfico de las carreteras a partir de los que, mediante su tratamiento, se complementará la información del estado de la circulación de vehículos en esas vías, obtenidas a partir de las ETDs.

Con objeto de minimizar las falsas alarmas del sistema, se deberá utilizar un algoritmo que no sea sensible al contraste y a la saturación, y que ofrezca prestaciones similares para cualquier condición atmosférica o de luminosidad: día, noche, transiciones día-noche o noche-día, día soleado, día nublado, día lluvioso, etc

La aplicación de control centralizado deberá integrar las siguientes alarmas generadas por el DAI:

- Alarmas de detección de incidentes:
 - Vehículos parados en condiciones de tráfico normal o de congestión de tráfico
 - Vehículos parados en arcenes, anchurones, etc...
 - Comienzo y final de tráfico lento para un grupo de vehículos
 - Congestión de tráfico
 - Vehículos lentos en condiciones de tráfico normal, tanto en la calzada como en arcenes
 - Peatón en aceras o arcenes
 - Vehículo en sentido contrario
 - Humo prealarma de incendio

- Alarmas técnicas del sistema

En la aplicación de control se deberán integrar también las siguientes alarmas de fallo proporcionadas por el DAI:

- Cámara movida de su posición de referencia
- Pérdida de señal de una cámara
- Calidad pobre en la señal de vídeo de una cámara
- Fallo en uno de los equipos del sistema
- Problema en la red de comunicación

Las alarmas se indicarán mediante un mensaje en la ventana de alarmas, suficiente información para localizarlo. Esta información se complementará con iconos de ALARMA en las representaciones gráficas (esquema y geografía).

Al seleccionar el ícono de alarma de incendio, se accede a la información adicional de interés para facilitar la determinación de la ubicación:

- En el caso de los túneles:
 - Nombre del túnel afectado y tubo (o sentido).
 - P.K., con precisión de al menos 10 m.
 - Fecha y hora de detección.
 - Medio de detección (DAI, otro, ...).
 - Galería de evacuación donde se produce la alarma.
- En el caso de detección de incendio en locales técnicos y sala de bombas:
 - Nombre del edificio o infraestructura asociada
 - Descripción del local o dependencia.
 - Fecha y hora de detección.
 - Identificador de la zona o del detector en que genera la alarma.

10.2.10 Sistema de extinción de incendios

La aplicación de control centralizado dispone de los siguientes sinópticos:

- Bombes: Esquema de principio de la sala de bombas. En este gráfico se muestra un esquema de principio de toda la sala de bombas representando, las tuberías, las bombas existentes, los cuadros de mando de las bombas y las válvulas de corte existentes.
- PCI: Esquema de principio de la red general de distribución. En este gráfico se muestra las tuberías de la red general de distribución a lo largo del túnel, las BIEs, los hidrantes y las válvulas existentes. Este esquema se representa sobre una imagen del túnel y las galerías.

En los sinópticos se visualizarán lo siguiente:

- El estado de cualquier equipo
- Codificación. En el caso de las válvulas de la sala de bomba aparecerá también el nombre de las mismas y el estado abierto o cerrado que debe estar habitualmente.
- Estados anormales. El estado habitual aparece representado en planos y la codificación aparece en el apéndice de protección contra incendios y en los planos

También aparecerán los siguientes mensajes de alarma, mostrados en la ventana correspondiente:

- Arranque o parada de las bombas del grupo de bombeo (entrada en funcionamiento de alguna de las bombas principales o funcionamiento ininterrumpido de la bomba auxiliar durante más de un determinado tiempo, configurable).
- Alarma asociada a fallos en los grupos de bombeo.
- Presión de la red por debajo de un determinado umbral de seguridad.

10.2.11 Sistema de Postes SOS

La función principal asociada a los postes SOS es el posibilitar la realización de llamadas de auxilio. Cuando un usuario active el pulsador de un poste, éste enviará un mensaje al centro de control indicando dicho evento en una ventana específica.

En las distintas representaciones gráficas o listados, se representarán a través de códigos de colores o iconos diferenciados los postes SOS, en función de su estado:

- En reposo
- Llamada en espera
- Llamada en curso
- Alarma activa.

La aplicación de control debe integrar todas las señales de control, alarmas y averías que se produzcan en los equipos que forman este sistema:

- Alimentación
- Fallo de comunicación
- Puerta abierta.

10.2.12 Megafonía

La aplicación de control centralizado deberá integrar el sistema de megafonía de modo que la emisión de los mensajes y la supervisión de las alarmas se puedan realizar desde el mismo interfaz gráfico que permite el control del resto de las instalaciones. Desde la aplicación se pueden realizar funciones básicas como seleccionar zonas y lanzar mensajes vivos y pregrabados.

Además del aplicativo del SCADA para lanzar mensajes de megafonía, el centro de control contará con:

- Pupitre microfónico para realizar funciones básicas (selección de zonas y mensajes vivo y pregrabados).
- Aplicativo del fabricante de megafonía. funciones avanzadas, orientado al mantenimiento más que a la operativa.

Modo Automático: El uso más importante de un sistema de megafonía es para ejecutar planes de evacuación en los cuales el sistema de megafonía debe operar automáticamente de manera regular mensajes pregrabados.

Modo Manual: También se puede actuar manualmente. La aplicación de control incorpora un gráfico esquemático en el que se incluye una representación de los túneles con las zonas de megafonía que permite la consulta gráfica de las zonas afectadas, así como de los mensajes que se emiten.

Desde la aplicación de control centralizada se puede:

- Seleccionar una o varias zonas de megafonía, previa a la emisión de mensajes
- Emitir mensajes pregrabados (audio o texto).
- Configurar los mensajes pregrabados con:
 - Una, varias o infinitas repeticiones
 - Con intervalos de repetición
 - Tiempos totales de emisión configurables.
- Visualizar de forma gráfica, a través de códigos de colores diferenciados, las zonas de megafonía que están en uso.
- Conocer el fin de emisión en la ventana de alarmas.
- Gestionar mensajes pregrabados. El sistema de control deberá permitir a los perfiles de usuarios autorizados, la administración de los mensajes de megafonía pregrabados.
- Administrar los planes de megafonía. Asociar los mensajes pregrabados con zonas de megafonía, ciclos de emisión de mensajes y duración del plan.

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Activar y desactivar planes de megafonía, manualmente o desde el módulo de gestión de incidentes. El sistema deberá permitir la activación manual o desde el gestor de incidentes de planes de emisión de mensajes de megafonía.
- En cualquier momento, se podrán cancelar los planes activos.
- Enviar mensajes sobrepuestos a las emisoras de radio comercial FM

La gestión de alarmas de la aplicación de control centralizado deberá integrar las alarmas asociadas al sistema de megafonía, incluyendo:

- Monitorización del estado de los amplificadores (fallo o ausencia de alguno de ellos).
- Fallos de las fuentes de alimentación.
- Fallos de cualquier circuito de altavoces.
- Fallo de comunicación entre los distintos módulos del sistema.

10.2.13 Radio

La radio actúa como si fuese una zona más de megafonía. Por lo que se utiliza el sinóptico de la megafonía para lanzar un mensaje de radio. El sistema de radiocomunicaciones ha de estar supervisado y controlado por la aplicación de gestión integral del túnel.

La gestión de la comunicación por radio se integra en la aplicación de control centralizado. Se gestionan:

- Emisión de mensajes (audio o texto).
- Gestión de mensajes pregrabados.
- Administración de planes de emisión de mensajes de radio.
- Activación y desactivación de planes de emisión de mensajes de radio, manualmente o desde el módulo de gestión de incidentes con funcionalidad equivalente a la prevista para el caso de la megafonía.

La gestión de alarmas de la aplicación de control centralizado deberá integrar las alarmas asociadas al sistema de retransmisión de señales de radio, incluyendo:

- Fallos en el sistema de antenas o falta de señal de radio.
- Monitorización del estado de los amplificadores (fallo o ausencia de alguno de ellos).
- Fallos de las fuentes de alimentación.
- Fallo de comunicación entre los distintos módulos del sistema

10.2.14 Sistema de control

Para conocer el estado de salud del sistema de control se integrarán las siguientes señales:

- Funcionamiento del PLC en modo maestro o esclavo
- Estado de las UPDs: comunicaciones y energía
- Estado de la red de comunicaciones troncal y local identificando las rutas
- Fallo de energía en los elementos principales y redundantes de comunicaciones y control
- Alarma por fallo en las comunicaciones
- Fallo de alguno de los módulos de comunicación, indicando el módulo de fallo.
- Puertos de comunicación caídos

- Alarmas técnicas sobre los sistemas de alimentación eléctrica y comunicaciones
- Medidas y alarmas técnicas específicas que generen cada uno de los equipos y sistemas
- Alarmas y estado de los servidores
- Estado de capacidad de los sistemas de almacenamiento de vídeo
- Estado de los equipos de comunicación y servidores

10.3 Videograbadores

10.3.1 Escenario actual

En la actualidad en el Centro de Control de MKZ existe una red de videograbadores en los que se almacena las imágenes captadas en todos los túneles.

El sistema de gestión y grabación de vídeo permite gestionar, controlar, visualizar y grabar en el Centro de Control las imágenes que se reciben de todas las cámaras que se controlan desde MKZ.

El sistema de grabación que actualmente se encuentra instalado en la MKZ es un sistema basado en la solución de Geuterbrück que realiza la grabación de las cámaras instaladas en MKZ.

El sistema cumple las siguientes funcionalidades:

- Gestión, operación y control integral del sistema CCTV:
 - Visualización de las imágenes de vídeo de las cámaras.
 - Telemando de las cámaras monitorizadas.
 - Gestión de las peticiones de streams de vídeo por parte de los usuarios.
 - Generación de secuencias, con funciones de creación, modificación y borrado de las mismas.
 - Programación de preposiciones de las cámaras en funcionamiento manual y automático, asociado a eventos configurados.
 - Recuperación y visionado de videograbaciones. Funciones de pausa y velocidad de avance, así como rebobinado.
 - Las imágenes incorporan sobre la propia imagen la información espacio-temporal que permite identificar de manera inequívoca el lugar y la fecha a la que están asociadas.
- Gestión de las grabaciones.
 - Grabaciones discretas de cámaras.
 - Grabaciones automáticas.
 - Grabaciones múltiples.
 - Visualización y grabación de imágenes pregrabadas.

Las electrónicas asociadas al sistema residen en servidores y cabinas de almacenamiento ubicados en locales técnicos del Centro de Control de MKZ.

10.3.2 Nuevo escenario

Todas las cámaras que se incluyen en este proyecto se podrán gestionar, visualizar y grabar en el centro de control. Se contempla la necesidad de una ampliación del actual sistema implantado en MKZ.

Las imágenes del sistema CCTV del subfluvial se almacenarán en nuevos videograbadores compatible con los existentes.

Con la premisa de que el almacenamiento tiene que ser de un mínimo de 31 días, a continuación, se expone la capacidad de almacenamiento requerida para el videograbador del proyecto:

	Número	Resolución	fps	Almacenamiento (TB)	
				H.264	H.265
Domo	68	1920x1080	30	100,49	74,84
Fijas	121	1920x1080	30	178,82	132,57
Térmicas	66	640x480	30	14,45	10,71
Total Video				293,76	218,12
10% Reserva					
Total + 10%				323,136	239,932

Tabla 33: Necesidades de almacenamiento grabaciones CCTV

La propuesta del proyecto corresponde con grabaciones con codec H.265 por lo que será necesario un grabador de 240 Tb.

Para ello se contempla, la instalación de un servidor de video profesional con una capacidad de gestión de hasta 300 canales IP (mediante licencia de activación), con una capacidad para base de datos 240 TB en RAID5. Almacenamiento de imágenes basado en discos SATA y un sistema de almacenamiento interno de múltiples bahías de discos. El sistema permitirá la conexión de hasta 300 cámaras IP de diferentes fabricantes (mediante licencia de activación).

La ampliación a realizar en este proyecto debe incluir no solo el equipamiento de videgrabación de imágenes, sino también las licencias del sistema de videgrabación y del sistema de visualización que utiliza MKZ en la actualidad.

El sistema se sincronizará con el servidor horario NTP que sincronice los distintos sistemas IP (cámaras, grabadores, controles de acceso etc.)

11 NIVEL 3 - NIVEL DE ORGANIZACIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL TÚNEL

Al tratarse el subfluvial de un túnel Tipo I este deberá estar integrado en una explotación de túneles; con ello se persiguen los siguientes objetivos:

- Garantizar un nivel de seguridad vial en el interior de los túneles similar al de los tramos a cielo abierto, a través de un uso adecuado del túnel y de sus instalaciones.
- Por tratarse de un paso estratégico, mantenimiento del tráfico viario en un nivel de servicio adecuado.
- Mantenimiento en el viario interior de los túneles de condiciones óptimas de confort para el conductor, que proporcione un nivel de servicio elevado.
- Optimización de los costes de explotación, compatible con la observación de altas cotas de confort y seguridad vial.
- Optimizar la vida útil de la estructura y las instalaciones de los túneles, conservándolas en perfectas condiciones de servicio, con un mantenimiento adecuado.

Como se indica en el DFST, la explotación de túneles comprende la organización de medios y recursos dedicados a las actividades de supervisión y control del tráfico, atención de incidentes y mantenimiento de las infraestructuras e instalaciones de uno o varios túneles; así como los trabajos de dirección y administración de dichos medios y recursos.

Las explotaciones cuentan con un centro de control desde donde se realizarán las actividades de supervisión, control y operación de los túneles pertenecientes a dicha explotación. Para el caso del presente proyecto, la gestión se realizará desde el llamado Centro de Gestión de la Movilidad (MKZ), en Malmasin.

Actualmente el centro de control de MKZ dispone de un Manual de Explotación (M. E.) en el que se recoge la estrategia y define el marco general en el que se realiza la explotación del conjunto de túneles, orientándose fundamentalmente hacia la seguridad.

A continuación, se detallan los contenidos mínimos que abarca el Manual de Explotación de MKZ:

- A.1. Marco General de Explotación.
- A.2. Plan de Operación.
 - A.2.1. Plan de Operaciones normales
 - A.2.2. Plan de Autoprotección.
- A.3. Plan de Mantenimiento.
- A.4. Plan de Implantación y Seguimiento.
- A.5. Normas de Circulación.
- A.6. Libro de Competencias.

De manera adicional, el Plan de Autoprotección establece el marco organizativo en el que se realizan las actividades de seguridad frente a emergencias en un túnel, así como los procedimientos de respuesta frente a éstas y de coordinación con los servicios de emergencia exteriores.

De acuerdo con el Decreto Foral 91/2012, del 24 de abril el plan de autoprotección para la totalidad de los túneles de MKZ sigue la siguiente estructura:

- Capítulo 1. Identificación de los titulares y del emplazamiento de la actividad
 - Dirección Postal del emplazamiento de la actividad. Denominación de la actividad, nombre y/o marca. Teléfono y Fax.
 - Identificación de los titulares de la actividad. Nombre y/o Razón Social. Dirección Postal, Teléfono y Fax.
 - Nombre del Director del Plan de Autoprotección y del director o directora del plan de actuación en emergencia, caso de ser distintos. Dirección Postal, Teléfono y Fax.

- Capítulo 2. Descripción detallada de la actividad y del medio físico en el que se desarrolla
 - Descripción de cada una de las actividades desarrolladas objeto del Plan.
 - Descripción del centro o establecimiento, dependencias e instalaciones donde se desarrollen las actividades objeto del plan.
 - Clasificación y descripción de usuarios.
 - Descripción del entorno urbano, industrial o natural en el que figuren los edificios, instalaciones y áreas donde se desarrolla la actividad.
 - Descripción de los accesos. Condiciones de accesibilidad para la ayuda externa.
 - Plano de situación, comprendiendo el entorno próximo urbano, industrial o natural en el que figuren los accesos, comunicaciones, etc.
 - Planos descriptivos de todas las plantas de los edificios, de las instalaciones y de las áreas donde se realiza la actividad.
- Capítulo 3. Inventario, análisis y evaluación de riesgos
 - Descripción y localización de los elementos, instalaciones, procesos de producción, etc. que puedan dar origen a una situación de emergencia o incidir de manera desfavorable en el desarrollo de la misma.
 - Identificación, análisis y evaluación de los riesgos propios de la actividad y de los riesgos externos que pudieran afectarle. (Riesgos contemplados en los planes de Protección Civil y actividades de riesgo próximas).
 - Identificación, cuantificación y tipología de las personas tanto afectas a la actividad como ajenas a la misma que tengan acceso a los edificios, instalaciones y áreas donde se desarrolla la actividad.
 - Planos de ubicación por plantas de todos los elementos o instalaciones de riesgo, tanto los propios como los del entorno.
- Capítulo 4. Inventario y descripción de las medidas y medios de autoprotección
 - Inventario y descripción de las medidas y medios, humanos y materiales, que dispone la entidad para controlar los riesgos detectados, enfrentar las situaciones de emergencia y facilitar la intervención de los Servicios Externos de Emergencias.
 - Las medidas y los medios, humanos y materiales, disponibles en aplicación de disposiciones específicas en materia de seguridad.
 - Planos de ubicación de los medios de autoprotección, conforme a normativa UNE.
 - Planos de recorridos de evacuación y áreas de confinamiento, reflejando el número de personas a evacuar o confinar por áreas según los criterios fijados en la normativa vigente.
 - Planos de compartimentación de áreas o sectores de riesgo.
- Capítulo 5. Programa de mantenimiento de instalaciones
 - Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de riesgo, que garantiza el control de las mismas.
 - Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de protección, que garantiza la operatividad de las mismas.
 - Realización de las inspecciones de seguridad de acuerdo con la normativa vigente.
- Capítulo 6. Plan de Actuación ante Emergencias
 - Identificación y clasificación de las emergencias:
 - En función del tipo de riesgo.

- En función de la gravedad.
- En función de la ocupación y medios humanos.
- Procedimientos de actuación ante emergencias:
 - Detección y Alerta.
 - Mecanismos de Alarma.
 - Identificación de la persona que dará los avisos.
 - Identificación del Centro de Coordinación de Atención de Emergencias de Protección Civil.
 - Mecanismos de respuesta frente a la emergencia.
 - Evacuación y/o Confinamiento.
 - Prestación de las Primeras Ayudas.
 - Modos de recepción de las Ayudas externas.

Como se ha indicado anteriormente, los protocolos de actuación del Plan de Autoprotección se actualizarán según el criterio de agrupación de protocolos establecidos en el Centro de Control de MKZ.

- Identificación y funciones de las personas y equipos que llevarán a cabo los procedimientos de actuación en emergencias.
- Identificación del Responsable de la puesta en marcha del Plan de Actuación ante Emergencias.
- Capítulo 7. Integración del Plan de Autoprotección en otros de ámbito superior
 - Los protocolos de notificación de la emergencia
 - La coordinación entre la dirección del Plan de Autoprotección y la dirección del Plan de Protección Civil donde se integre el Plan de Autoprotección.
 - Las formas de colaboración de la Organización de Autoprotección con los planes y las actuaciones del sistema público de Protección Civil.
- Capítulo 8. Implantación del Plan de Autoprotección
 - Identificación del responsable de la implantación del Plan.
 - Programa de formación y capacitación para el personal con participación activa en el Plan de Autoprotección.
 - Programa de formación e información a todo el personal sobre el Plan de Autoprotección.
 - Programa de información general para los usuarios.
 - Señalización y normas para la actuación de visitantes.
 - Programa de dotación y adecuación de medios materiales y recursos.
- Capítulo 9. Mantenimiento de la eficacia y actualización del Plan de Autoprotección
 - Programa de reciclaje de formación e información.
 - Programa de sustitución de medios y recursos.
 - Programa de ejercicios y simulacros.
 - Programa de revisión y actualización de toda la documentación que forma parte del Plan de Autoprotección.
 - Programa de auditorías e inspecciones.

Anejo 10. Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

- Anexo I. Directorio de comunicación.
 - Teléfonos del Personal de emergencias.
 - Teléfonos de ayuda exterior.
 - Otras formas de comunicación.
- Anexo II. Formularios para la gestión de emergencias.
- Anexo III. Planos.
- Anexo IV. Glosario de Términos.
- Anexo V. Catálogo de Señales de Emergencia en Túnel.
- Anexo VI. Protocolos de Comunicación.
- Anexo VII. Prestación de primeros auxilios en caso de emergencia.
- Anexo VIII. Plan de Desvíos

La integración del subfluvial en el centro de control requiere:

- Redacción de un Plan de Autoprotección siguiendo el Decreto de Gobierno Vasco 277/2010, de 2 de noviembre, que regula las obligaciones de autoprotección de determinadas actividades, centros o establecimientos frente a situaciones de emergencia, incluyendo los Protocolos de Actuación y Mantenimiento, Planes de Actuación y Emergencia. Los protocolos de actuación del Plan de Autoprotección se actualizarán según el criterio de agrupación de protocolos establecidos en el Centro de Control de MKZ.
- Actualización del Manual de Explotación del Centro de Control de los túneles de MKZ.
- Homologación del Plan de Autoprotección en la Dirección de Atención de emergencias (DAEM) de Gobierno Vasco

Los nuevos planes deberán implementarse en el gestor de incidentes existente en el Centro de Control de MKZ.

Como aspectos de especial importancia a recoger en cada Plan se definirán en detalle las pautas de actuación para los distintos tipos de incidentes. Como parte de las mismas, se recogerán expresamente aspectos que habitualmente quedan fuera de la definición de los Planes de Autoprotección y que son de gran importancia, tales como:

- Plan de Gestión de Tráfico, con definición precisa de:
 - Desvíos de Tráfico
- Información básica de coordinación entre organismos de emergencia, en función del tipo de incidente y de la ubicación exacta del mismo:
 - Punto de encuentro de los distintos servicios: ubicación del Puesto de Mando Avanzado (PMA) y Puesto de Mando Principal (PMP)
 - Información a intercambiar en función del tipo de incidente
- Definición de los mensajes pregrabados, a difundir por los sistemas de megafonía y radiocomunicaciones en cada situación de emergencia.