

10. PROYECTO EJECUTIVO

10.9 DISEÑO DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS

10.9.125 ESTUDIO DE TRÁFICO ESTIMADO DE LA RED DE DATOS MULTISERVICIOS



Secretaría de
Comunicaciones y
Transportes
Dirección General de Transporte
Ferroviario y Multimodal

ELABORACIÓN DE LOS “ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

10. PROYECTO EJECUTIVO

10.9 DISEÑO DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS

NUMERO DE CONTRATO: DGTFM-21-12

NOMBRE DEL CONTRATO: Elaboración de los estudios de pre-inversión, relacionados con el análisis de factibilidad técnica, económica, financiera, legal y ambiental, análisis costo-beneficio, anteproyecto y proyecto ejecutivo para el servicio de transporte masivo de pasajeros en la modalidad de tren ligero entre los municipios de Zapopan, Guadalajara y Tlaquepaque, Jalisco.

TITULO DE DOCUMENTO: ESTUDIO DE TRÁFICO ESTIMADO DE LA RED DE DATOS MULTISERVICIOS.



SENERMEX Ingeniería y Sistemas SA de CV



Consultoría en Tránsito y Transportes SC

10. PROYECTO EJECUTIVO

10.9 DISEÑO DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS

ENTREGA FINAL PROYECTO EJECUTIVO

10. PROYECTO EJECUTIVO

10.9 DISEÑO DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS

	Nombre	
Autorizado SCT - DGTFM	Lic. Roberto Chico Perez Director General Adjunto de Regulación Económica	
Revisado SCT - DGTFM	Lic. Cecilia Loaiza Cisneros Jefe del Departamento de Finanzas y Fideicomisos de proyectos Ferroviarios	
Realizado por: SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V	Ing. Cesar Quevedo Galvan Director de Proyecto	
Realizado por: TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.	Ing. Gregory Narce Gerente de Estudios de Movilidad y Mercado	



SENERMEX Ingeniería y Sistemas SA de CV



Consultoría en Tránsito y Transportes SC

10. PROYECTO EJECUTIVO

10.9 DISEÑO DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

6

10. PROYECTO EJECUTIVO

10.9 DISEÑO DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS

1. **INTRODUCCIÓN**

En el presente documento se presenta los trabajos asociados al Estudio de Tráfico Estimado de la Red de Datos Multiservicios del Metro Ligero del Corredor Diagonal de Guadalajara.

Este documento está conformado por los siguientes documentos técnicos:

- DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 Estudio de Tráfico Estimado de la Red de Datos Multiservicios



SENERMEX Ingeniería y Sistemas SA de CV



Consultoría en Tránsito y Transportes SC

10. PROYECTO EJECUTIVO

10.9 DISEÑO DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100

Estudio de Tráfico Estimado de la

Red de Datos Multiservicios

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS



Secretaría de
Comunicaciones y
Transportes
Dirección General de Transporte
Ferroviario y Multimodal
14/08/2013

ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

ÍNDICE

1	OBJETO	7
2	INTRODUCCIÓN	9
3	ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	18
4	NORMATIVA	23
5	TECNOLOGÍA IP/MPLS	28
5.1	ESTRUCTURA DE PAQUETES	29
5.2	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	30
5.2.1	Ingeniería de Tráfico	30
5.2.2	Calidad de Servicio (QoS)	31
5.2.3	Redes Privadas Virtuales (VPN)	32
6	ARQUITECTURA DE LA RED	33
6.1	CAPA DE BACKBONE	33
6.2	CAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LÍNEA	35
6.3	CAPA DE DISTRIBUCIÓN DE CENTRO DE CONTROL	37
6.4	CAPA DE ACCESO	37
6.5	CAPA DE ACCESO DE CENTRO DE CONTROL	39
6.6	SISTEMA DE GESTIÓN	39
6.7	EQUIPAMIENTO	40
6.7.1	Características generales	40
6.7.2	Arquitectura	41
6.7.3	Nodo Troncal	43
6.7.4	Nodo Distribución	44
6.7.5	Nodo Acceso	46

7	CRITERIOS DE REDUNDANCIA.....	49
7.1	REDUNDANCIA FÍSICA	49
7.1.1	Protecciones de Red	49
7.1.2	Protecciones en los equipos de comunicaciones	49
7.1.3	Protecciones a nivel de servicio	49
7.2	REDUNDANCIA LÓGICA	50
7.2.1	Alta disponibilidad del plano de control	50
7.2.2	Equal Cost Multi-Path (ECMP)	51
7.2.3	Redundancia de Interfaz mediante agregación de enlaces LAG	51
7.2.4	Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)	52
7.2.5	Ingeniería de tráfico MPLS	53
8	ESTUDIO DE LOS SISTEMAS TRANSPORTADOS.....	54
8.1	CONTROL AUTOMÁTICO DEL TREN	55
8.1.1	Introducción.....	55
8.1.2	Arquitectura del sistema	55
8.1.3	Tráfico estimado.....	56
8.2	RADIOTELEFONÍA	56
8.2.1	Introducción.....	56
8.2.2	Arquitectura del sistema	57
8.2.3	Tráfico estimado.....	59
8.3	VIDEOVIGILANCIA	60
8.3.1	Introducción.....	60
8.3.2	Arquitectura del sistema	60
8.3.3	Tráfico estimado.....	61
8.4	TELEFONÍA.....	63

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

8.4.1	Introducción.....	63
8.4.2	Arquitectura del sistema	63
8.4.3	Tráfico estimado.....	64
8.5	GRABACIÓN	64
8.5.1	Introducción.....	64
8.5.2	Arquitectura del sistema	65
8.5.3	Tráfico estimado.....	65
8.6	INTERFONÍA.....	65
8.6.1	Introducción.....	65
8.6.2	Arquitectura del sistema	66
8.6.3	Tráfico estimado.....	66
8.7	SONORIZACIÓN Y VOCEO	67
8.7.1	Introducción.....	67
8.7.2	Arquitectura del sistema	67
8.7.3	Tráfico estimado.....	68
8.8	TELEINDICADORES.....	68
8.8.1	Introducción.....	68
8.8.2	Arquitectura del sistema	69
8.8.3	Tráfico estimado.....	69
8.9	CRONOMETRÍA	70
8.9.1	Introducción.....	70
8.9.2	Arquitectura del sistema	70
8.9.3	Tráfico estimado.....	70
8.10	RED DE DATOS MULTISERVICIO.....	71
8.10.1	Introducción.....	71
8.10.2	Arquitectura del sistema	71

**DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED
MULTISERVICIOS**

8.10.3	Tráfico estimado.....	71
8.11	BITÁCORA Y GESTOR MAESTRO.....	72
8.11.1	Introducción.....	72
8.11.2	Arquitectura del sistema	72
8.11.3	Tráfico estimado.....	72
8.12	PEAJE.....	73
8.12.1	Introducción.....	73
8.12.2	Arquitectura del sistema	73
8.12.3	Tráfico estimado.....	74
8.13	CONTROL DE ACCESOS A ÁREAS RESTRINGIDAS.....	74
8.13.1	Introducción.....	74
8.13.2	Arquitectura del sistema	75
8.13.3	Tráfico estimado.....	75
8.14	CENTRO DE CONTROL	76
8.14.1	Introducción.....	76
8.14.2	Arquitectura del sistema	76
8.14.3	Tráfico estimado.....	77
8.15	MANDO Y CONTROL DE TRÁFICO.....	77
8.15.1	Introducción.....	77
8.15.2	Arquitectura del sistema	78
8.15.3	Tráfico estimado.....	78
8.16	MANDO Y CONTROL DE ESTACIONES.....	79
8.16.1	Introducción.....	79
8.16.2	Arquitectura del sistema	79
8.16.3	Tráfico estimado.....	80
8.17	MANDO Y CONTROL DE ENERGÍA	80

**DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED
MULTISERVICIOS**

8.17.1	Introducción.....	80
8.17.2	Arquitectura del sistema	81
8.17.3	Tráfico estimado.....	81
8.18	MANDO Y CONTROL DE SEGURIDAD	82
8.18.1	Introducción.....	82
8.18.2	Arquitectura del sistema	82
8.18.3	Tráfico estimado.....	83
8.19	SECURIZACIÓN	83
8.19.1	Introducción.....	83
8.19.2	Arquitectura del sistema	84
8.19.3	Tráfico estimado.....	84
9	ESTUDIO DE TRÁFICO	86
9.1	MULTICAST	86
9.1.1	Introducción.....	86
9.1.2	Unicast frente a Multicast.....	87
9.1.3	Conclusión	88
9.2	ESTUDIO	89
9.2.1	Red de Acceso.....	89
9.2.2	Red de Acceso Centro de Control	114
9.2.3	Red de Distribución Línea	115
9.2.4	Red de Distribución Centro de Control.....	122
9.2.5	Red Troncal.....	123
10	RESUMEN EJECUTIVO Y CONCLUSIONES	124

APÉNDICE 1. ESQUEMA DE LA ARQUITECTURA DE RED

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**1 OBJETO**

El objeto del presente documento es el de realizar un estudio del tráfico de datos que soportará la Red de Datos Multiservicio (RED). Este estudio permitirá comprobar que la solución adoptada para la RED cumple con los requisitos que se le exigen.

Para realizar el estudio de tráfico de datos el presente documento se ha estructurado de la siguiente manera.

Primero se realizará una introducción de la nueva Línea de Tren Ligero entre los municipios de Zapopan, Guadalajara, y Tlaquepaque, describiendo las principales características que afectan a la RED. Además, se hará una breve introducción al sistema de RED.

A continuación se detallarán los acrónimos y abreviaturas del documento para facilitar la comprensión del mismo.

El siguiente capítulo listará la normativa técnica internacional y estándares que deberán cumplir los equipos que integren la RED. Pudiendo variar esta normativa en función de los equipos de las diferentes capas de la RED.

Posteriormente se describirá la tecnología en la que estará basada la RED, describiendo las principales características de la misma.

En el siguiente capítulo se detallará la arquitectura de RED elegida para dar soporte a los sistemas de la Línea, y se describirán los elementos que la componen.

Después de detallar la arquitectura de la RED se describirán los diferentes criterios de redundancia que permitirán asegurar un alto nivel de disponibilidad y fiabilidad de la RED.

En un siguiente capítulo se detallarán todos los sistemas soportados por la RED, haciendo especial hincapié en todos aquellos aspectos que condicionan la conexión de sus elementos a la RED.



SENERMEX Ingeniería y Sistemas SA de CV

Consultoría en Tránsito y Transportes SC

**DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED
MULTISERVICIOS**

Posteriormente se realizará el estudio de tráfico de datos de la RED, en donde se estudiarán los tráficos esperados en las diferentes capas de la RED.

Como punto final del documento se presentará un resumen de lo expuesto y se detallarán las conclusiones que se derivan del estudio de tráfico.

Adicionalmente, se adjunta un apéndice en donde se ve la arquitectura de la RED.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

2 INTRODUCCIÓN

Los proyectos de transporte masivo urbano y sus respectivos servicios de alimentadores deben ser considerados como uno de los elementos de mayor relevancia de inclusión y movilidad social ya que a través de ellos es posible la comunicación permanente entre los distintos puntos urbanos para alcanzar diversos objetivos sociales dentro de los que se incluyen: Laboral, educativo, esparcimiento y cultural, entre otros.

Los programas de movilidad mediante sistemas de transporte masivo contribuyen a promover el desarrollo y la competitividad de centros urbanos, en virtud de que las inversiones se orientan a la realización de obras para atender a la mayor cantidad de población posible en aquellas zonas urbanas caracterizadas por una mayor exclusión y una menor provisión de servicios. Los proyectos de transporte masivo contribuyen a fortalecer el ingreso familiar al traducir las ganancias en eficiencia en una disminución de la tarifa pagada por el usuario, reduciendo la espiral infinita de reflejar la ineficiencia del transporte público a la tarifa por el servicio. El rediseño de rutas de transporte masivo con una vinculación a las realidades de Origen y Destino de la población contribuye a reducir los tiempos de traslados de los usuarios, lo cual se traduce en un incremento de la competitividad laboral, una mejor calidad de vida de los individuos, así como una mayor integración de la familia. Los protocolos de operación del transporte masivo así como el cambio de estructura de incentivos perversos (también denominada Guerra del Centavo) contribuyen a elevar las condiciones de seguridad, tanto de usuarios como de los mismos operadores. La reducción de las ineficiencias operativas y adecuación de la oferta a la demanda real le permite al transporte masivo dar servicio a un mayor número de personas con un menor número de unidades, incremento de Índice de Pasajeros por Kilómetro (IPK), lo cual redundará en un menor consumo de energéticos fósiles, así como un incremento de las reducciones de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) causantes del efecto de calentamiento global.

Este planteamiento se recoge en el marco de Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Jalisco (Acción 20: El Gobierno de Jalisco generará acciones y estrategias tendientes a garantizar el desplazamiento de personas con mayor rapidez y frecuencia, frente a mayores distancias, con un profundo respeto hacia el medio ambiente, dando preferencia al peatón, ciclista, transporte público y transporte particular, para generar seguridad y comodidad). Así mismo, este tipo de proyectos de movilidad se contemplan en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (ESTRATEGIA 14.8: Abatir el costo económico del transporte, aumentar la seguridad y la comodidad de los usuarios, así como fomentar la competitividad y la eficiencia

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

en la prestación del servicio de transporte) y el Programa Especial de Cambio Climático (Objetivo 2.2.6: Contar con sistemas de transporte público urbano que responda a criterios de sustentabilidad y alto impacto social) así como Programa y Proyectos de Inversión de la SCT asignados en el Decreto PEF 2010 definido por el Congreso de la Unión, se requiere llevar a cabo la elaboración de los estudios y proyectos en materia de transporte masivo para la Zona Metropolitana de Guadalajara.

La Política de Transporte de Pasajeros por Ferrocarril a través del desarrollo de proyectos urbanos y suburbanos se fundamenta en las siguientes características básicas:

- Existencia de los derechos de vía.
- Existencia de una demanda de transporte suficiente.
- Justificación económica y social del proyecto de acuerdo a los criterios establecidos por la Unidad de Inversiones de la SHCP.
- Modelos de desarrollo que busquen la rentabilidad operativa.

Un aspecto importante a remarcar es la existencia desde hace más de dos décadas de dos líneas de suburbanos (L1 y L2) cuya operación y funcionamiento son un éxito tanto en su parte social como económica (operación y mantenimiento realizados por SITEUR). Ambas líneas suman 24km (15.5 km en superficie y 8.5 km subterráneos) con 29 estaciones (12 superficiales y 7 subterráneas). Ambas líneas comparten las instalaciones de talleres y cocheras situadas al final de la línea 2 y que actualmente cuentan con una subutilización del 40%.

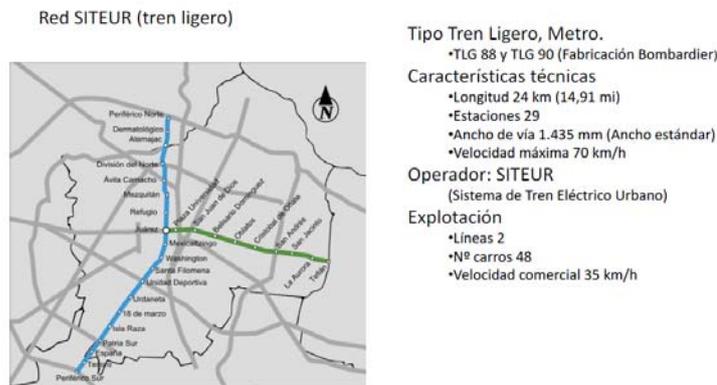


Figura 2.1 Red actual SITEUR

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Esta situación con dos líneas operativas con gran éxito, la existencia de una cultura ciudadana receptiva a los suburbanos, la experiencia de SITEUR en operación y mantenimiento durante más de una década y la capacidad disponible para realizar el mantenimiento, hace que las circunstancias sean muy favorables a la implantación de un tercer suburbano que opere de modo interconectado con las dos líneas existentes.

También es importante recordar que el éxito de estos sistemas de transporte masivo comienza en una ordenación integral de todos los sistemas de transporte colectivo existentes. Dicha ordenación debe basarse en que los sistemas de transporte de menor capacidad alimentarán al sistema de transporte masivo, quien actuará como columna vertebral del sistema de transporte urbano, evitándose la competencia entre sistemas de transporte colectivo.

Para estar en posibilidad de cumplir con lo dispuesto en el Programa de Transporte Masivo en la Zona Conurbada de Guadalajara del Gobierno del Estado de Jalisco (2007-2012), como también en los programas de Desarrollo Urbano de los municipios de zona conurbada, principalmente por el H. Ayuntamiento de Zapopan y H. Ayuntamiento de Guadalajara es necesario destinar los recursos necesarios para llevar a cabo la ejecución de varios estudios y proyectos que se tiene contemplados en el programa antes mencionado.

Cabe destacar que los criterios de elaboración de estudios y proyectos están determinados en dar atención a las solicitudes de autoridades estatales y/o municipales, legisladores, organizaciones Sociales, así como para la ejecución de obras que representen un beneficio en la infraestructura de movilidad y detone las actividades de una zona conurbada o que impacte de manera benéfica en la seguridad y asistencia de la social. Por lo anterior se establece como un estudio y proyecto prioritario para su atención, aquellos que tienen un aporte social y económico en la región en la que se va a ejecutar, de allí la importancia de su inclusión en las actividades a realizar por el Centro de SCT Jalisco.

La Zona Metropolitana de Guadalajara dada su expansión urbana, la tasa de motorización con un uso excesivo del automóvil, asociado al deterioro del transporte público, presenta un crónico problema de movilidad urbana, con efectos crecientes de congestionamiento, contaminación e inseguridad que están afectando gravemente la productividad de la economía urbana y la calidad de vida de sus habitantes. La Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) con una población que aumentó de 2.9 a 4.3 millones de

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

habitantes de 1990 a 2008 y una proyección esperada de 5.5 Millones para el 2025 (crece al 1.3% anual), es la segunda zona urbana más grande del país, integrada por los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, El Salto y Juanacatlán, que representan más del 60% de la población del estado de Jalisco. La mancha urbana se ha expandido en forma más acelerada al pasar de 17,000 ha a 69,600 Ha de 1990 a 2008, con un patrón de crecimiento urbano horizontal con baja densidad poblacional hacia los municipios vecinos.

Este patrón de desarrollo urbano genera una demanda de transporte con recorridos cada vez mayores por los principales corredores, predominando los viajes radiales al centro, en especial de transporte público, al crecer las zonas habitacionales en la periferia y las actividades comerciales y de servicios en el centro.

Además en los últimos años, la zona metropolitana se ha consolidado como un importante clúster de sectores como el electrónico, textil, automotriz y servicios, lo cual ha demandado un crecimiento de mano de obra con la consecuente presión sobre los servicios de transporte.

La inversión pública en infraestructura para el transporte masivo en la ZMG ha sido reducida desde 1993, fecha en la cual se concluyó la segunda línea del Tren ligero, con excepción de un cambio de esta tendencia con la implantación en 2009 de la FASE I de Macrobus en la troncal de Av. Calzada Independencia. En los últimos años, la inversión pública urbana se ha canalizado a facilitar los desplazamientos del transporte automotriz privado, principalmente para dar respuesta al aumento en la tasa de motorización (equivalente al 6% anual), la cual ha rebasado la inelástica infraestructura existente, mientras que el modelo de transporte colectivo ha mantenido su misma estructura desde hace varias décadas.

Por todos estos motivos, y una vez realizados todos los estudios que justifican la implantación de esta infraestructura, se ha decidido por la implantación de una tercera línea de metro ligero en la zona urbana de Guadalajara, uniendo los municipios de Zapopan, Guadalajara y Tlaquepaque.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Las principales características de la línea se enumeran a continuación:

- Longitud de la Línea: 19,550 metros
 - Longitud Tramo en viaducto: 14,290 metros.
 - Tramo en túnel: 5,260 metros
 - Vía doble

- Trazado: municipios de Zapopan, Guadalajara y Tlaquepaque
- Número de estaciones: 18
 - Estaciones en viaducto: 13 (2 terminales)
 - Estaciones en túnel: 5

- Salidas de emergencia de túnel: 3
- Número de trenes: 43 (37 + 6 reserva)
- Configuración de los trenes:
 - Longitud máxima: 75 metros
 - Composición: 2-3-4 carros y doble cabina.
 - Capacidad de transporte: 500 pasajeros.

- Trocha: 1,435 mm
- Talleres y Depósito: 1 Emplazamiento tras la estación terminal de Central Camionera (Tlaquepaque).
- Centro de Control: 1 Emplazamiento, situado en los Talleres y Depósitos.
- Correspondencias:
 - Línea 1 en estación Federalismo
 - Línea 2 en estación Catedral
 - CETRAM en estación Normal

- Principales características de tráfico:

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

- Capacidad de transporte: 12.500 pasajeros por hora y sentido
 - Intervalo mínimo: 120 segundos
 - Velocidad comercial: 35 km/h
 - Velocidad máxima: 80 km/h
 - Tipo conducción: Automática con conductor en cabina.
 - Tecnología de pilotaje automático: CBTC
- Principales características eléctricas:
- Subestaciones de Alta Tensión: 2 SEAT situadas en ambos extremos de la línea con acometidas en 220 kV y acometidas auxiliares a 23 kV.
 - Anillos de Media Tensión: 2 tipos de anillo:
 - Anillo MT Tracción: 23 kV
 - Anillo MT Alumbrado y Fuerza: 23 kV
 - Subestaciones de Rectificación: 7
 - Voltaje en catenaria: 1,500 Vcc
 - Subestaciones de alumbrado y fuerza: 2 por estación
 - Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS): 1 por estación

En la siguiente imagen se muestra el trazado de esta nueva línea.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

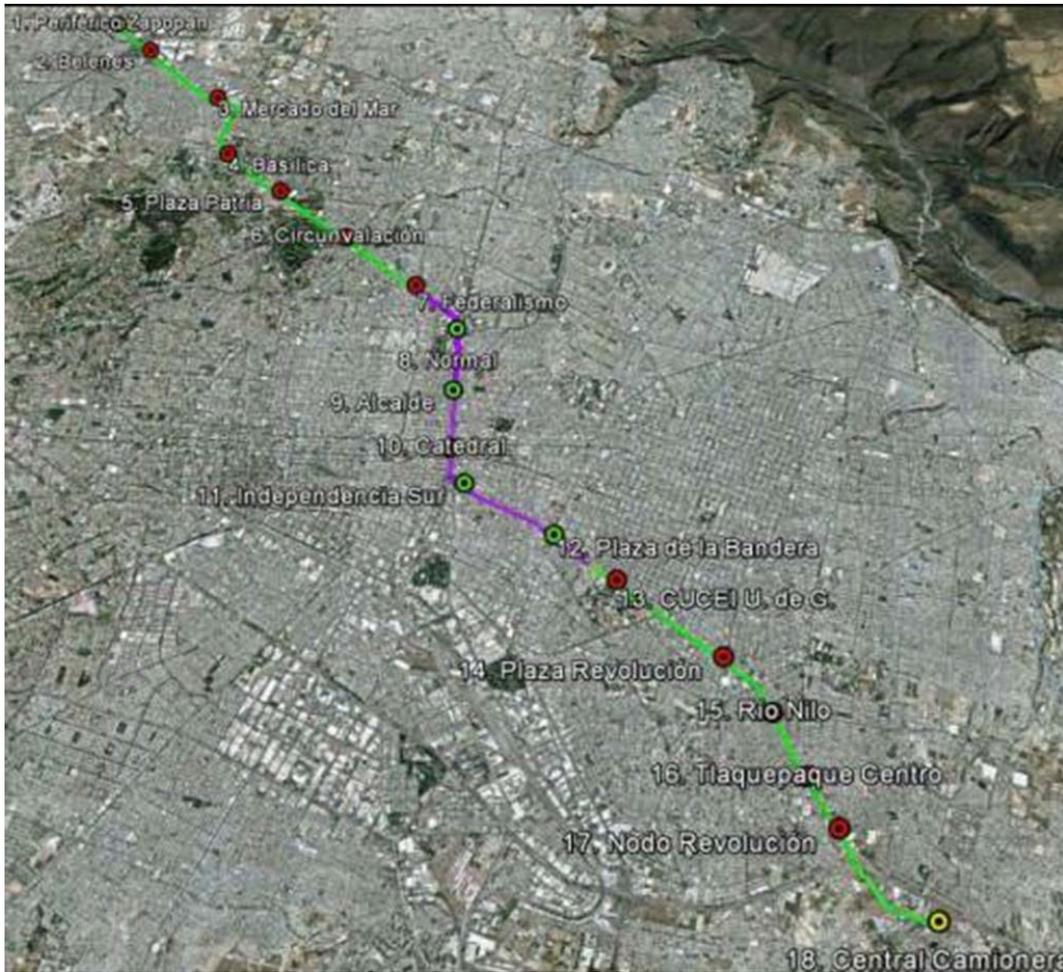


Figura 2.2 Trazado de la nueva Línea

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

A continuación se muestra una tabla con los emplazamientos de la nueva Línea:

PK	Elemento	Nombre
*	Centro de Control	Centro de Control
*	Talleres y Depósito	Talleres y Depósito
*	SEAT	Tlaquepaque
20+437,5	Estación Elevada	Central Camionera
18+810,5	Estación Elevada	Nodo Revolución
18+097,5	Estación Elevada	Tlaquepaque Centro
17+193,5	Estación Elevada	Río Nilo
16+223,5	Estación Elevada	Plaza Revolución
14+496,5	Estación Elevada	CUCEI / UdG
13+439,5	Estación Subterránea	Plaza de la Bandera
12+602	Salida de Emergencia	Revolución Poniente
11+966,5	Estación Subterránea	Independencia Sur
11+314,5	Estación Subterránea	Catedral
10+857	Salida de Emergencia	Jardín de la Reforma
10+400,5	Estación Subterránea	Alcalde
9+674	Salida de Emergencia	Registro Civil
9+403,5	Estación Subterránea	Normal
8+366,5	Estación Elevada	Federalismo
6+976,5	Estación Elevada	Circunvalación
5+828,5	Estación Elevada	Plaza Patria
4+487,5	Estación Elevada	Basílica
3+088,5	Estación Elevada	Mercado del Mar
1+539,5	Estación Elevada	Belenes
0+733,5	Estación Elevada	Periférico Zapopan
*	SEAT	Zapopan

La Red de Datos Multiservicio (RED), objeto del presente estudio, será el sistema que proporcionará los equipos de comunicaciones encargados de la transmisión de información entre los diferentes emplazamientos de la Línea. Los sistemas a los que dará soporte son:

- Control Automático del Tren (ATC)
- Radiocomunicaciones (RAD)
- Videovigilancia (VID)

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

- Telefonía (TEL)
- Grabación (REC)
- Interfonía (INT)
- Sonorización y Voceo (SON)
- Teleindicadores (TLI)
- Cronometría (CRO)
- Red de Datos Multiservicio (RED)
- Bitácora y Gestor Maestro (BIT)
- Boletaje (PJE)
- Control de Accesos a Áreas Restringidas (ACC)
- Centro de Control (CTR)
- Mando y Control de Tráfico (TTR)
- Mando y Control de Estaciones (TES)
- Mando y Control de Energía (TEN)
- Mando y Control de Seguridad (TSG)
- Securización (SES)

3 ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

A continuación se listan los acrónimos y abreviaturas utilizados en el presente documento:

ACC	Control de Accesos a Áreas Restringidas
ANSI	American National Standards Institute
API	Application Programming Interface
ARP	Address Resolution Protocol
ATC	Control Automático del Tren
ATO	Automatic Train Operation
ATP	Automatic Train Protection
ATS	Automatic Train Supervision
BGP	Border Gateway Protocol
BIT	Bitácora y Gestor Maestro
BOOTP	Bootstrap Protocol
CAR	Committed Access Rate
CBTC	Communications-Based Train Control
CDG	Corredor Diagonal Guadalajara
CETRAM	Centro de Transferencia Modal
CIDR	Classless Inter-Domain Routing
CIF	Common Intermediate Format
CRO	Cronometría
CTR	Centro de Control
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DiffServ	Differentiated Services
DNS	Domain Name System
DSCP	DiffServ Code Point
EAP	Extensible Authentication Protocol
ECMP	Equal Cost Multi-Path
FCAPS	Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security
FIS	Red de Nivel Físico
fps	Frames per second

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

FTP	File Transfer Protocol
Gbps	Giga bits per second
GE	Gigabit Ethernet
GEI	Gases Efecto Invernadero
GR	Graceful Restart
GRE	Generic Routing Encapsulation
HMAC	Keyed-Hashing for Message Authentication Code
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
ICMP	Internet Control Message Protocol
IDS	Intrusion Detection System
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IHM	Interfaz Hombre Máquina
IGMP	Internet Group Management Protocol
INT	Interfonía
IntServ	Integrated Services
IP	Internet Protocol
IPK	Índice de Pasajeros por Kilómetro
IPS	Intrusion Prevention System
IPSec	Internet Protocol Security
IPX	Internetwork Packet Exchange
ISO	International Organization for Standardization
ITU	International Telecommunication Union
ITU-T	ITU Telecommunication Standardization Sector
Kbps	Kilobits per second
LACP	Link Aggregation Control Protocol
LAG	Link Aggregation Group
LAN	Local Area Network
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
LDP	Label Distribution Protocol

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

LSP	Label Switched Path
LSR	Label Switching Router
MAC	Media Access Control
MAU	Medium Attachment Unit
Mbps	Megabits per second
MD5	Message-Digest Algorithm 5
MIB	Management Information Base
MPLS	Multiprotocol Label Switching
MSTP	Multiple Spanning Tree Protocol
MT	Media Tensión
MTU	Maximum Transmission Unit
NA	Nodo de Acceso
ND	Nodo de Distribución
NDP	Neighbor Discovery Protocol
NOM	Norma Oficial Mexicana
NSR	Non-Stop Routing
NSS	Non-Stop Service
NT	Nodo Troncal
NTP	Network Time Protocol
OAM	Operations, Administration and Management
OSPF	Open Shortest Path First
PJE	Peaje
PPP	Point-to-Point Protocol
PTP	Precision Time Protocol
PVC	Permanent Virtual Circuit
QoS	Quality of Service
RAD	Radiotelefonía
RADIUS	Remote Authentication Dial-In User Server
RDP	Reliable Data Protocol
REC	Grabación
RED	Red de Datos Multiservicios
RFC	Request for Comments

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

RIB	Routing Information Base
RIP	Routing Information Protocol
RMON	Remote Network Monitoring
RSTP	Rapid Spanning Tree Protocol
RSVP	Resource Reservation Protocol
SAF	Subestación de Alumbrado y Fuerza
SAP	Session Announcement Protocol
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transporte
SEAT	Subestación Eléctrica de Alta Tensión
SES	Securización
SITEUR	Sistema de Tren Eléctrico Urbano
SLA	Service Level Agreement
SMI	Structure and Identification of Management Information
SNMP	Simple Network Management Protocol
SON	Sonorización y Voceo
SR	Subestación de Rectificación
SSH	Secure SHell
STP	Spanning Tree Protocol
Tbps	Tera bits per second
TBS	TETRA Base Station
TCP	Transmission Control Protocol
TEL	Telefonía
TEN	Mando y Control de Energía Eléctrica
TES	Mando y Control de Estaciones
TFTP	Trivial File Transfer Protocol
TIA	Telecommunications Industry Association
TLI	Teleindicadores
TOS	Type of Service
TSG	Mando y Control de Seguridad
TTR	Mando y Control de Tráfico
UIC	Union Internationale des Chemins de Fer
UDP	User Datagram Protocol



SENERMEX Ingeniería y Sistemas SA de CV

Consultoría en Tránsito y Transportes SC

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

UPS	Uninterrupted Power System
VID	Videovigilancia
VLAN	Virtual LAN
VoIP	Voice over IP
VPLS	Virtual Private LAN Service
VPN	Virtual Private Network
VRRP	Virtual Router Redundancy Protocol
WAN	Wide Area Network
XML	Extensible Markup Language
ZMG	Zona Metropolitana de Guadalajara

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**4 NORMATIVA**

Los equipos de la RED estarán diseñados para soportar la siguiente normativa técnica internacional:

Estándares IEEE

- IEEE 802.1D (STP)
- IEEE 802.1p (QoS)
- IEEE 802.1Q (VLANs)
- IEEE 802.1ad (Puente proveedor) QinQ (Apilamiento de VLAN)
- IEEE 802.1ag (Gestión de errores de conectividad)
- IEEE 802.1s (MSTP)
- IEEE 802.1w (RSTP)
- IEEE 802.1X (Protocolo de acceso a la red basado en puertos)
- IEEE 802.3i (10Base-T)
- IEEE 802.3u (Fast Ethernet)
- IEEE 802.3x (Control de flujo)
- IEEE 802.3z (Gigabit Ethernet)
- IEEE 802.3ab (1000Base-T)
- IEEE 802.3ac (Etiquetado de VLAN)
- IEEE 802.3ad (Agregación de enlaces)
- IEEE 802.3ae (10Gigabit Ethernet)
- IEEE 802.3af (Alimentación por Ethernet)
- IEEE 802.3ah (Ethernet First Mile)
- IEEE 802.3at (Alimentación por Ethernet)
- IEEE 1588 (PTP)

Estándares ITU-T

- ITU-T G.8032 Ethernet Ring Protection
- ITU-T Y.1731 Ethernet Service OAM

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Estándares IETF

IPv4

- RFC 2003 Túnel IP/IP
- RFC 2784 Túnel GRE

Routing

- RFC 1058 RIP v1
- RFC 1722/1723/2453/1724 RIP v2 y MIB
- RFC 1812/2644 Requisito de router IPv4
- RFC 2080 RIPng para IPv6
- RFC 2328 OSPF Version 2

Multicast IP

- RFC 1112 IGMP v1
- RFC 2236/2933 IGMP v2 y MIB
- RFC 2365 Multicast
- RFC 3376 IGMPv3 para IPv6

IPv6

- RFC 1886 DNS para IPv6
- RFC 2292/2373/2374/2460/2462
- RFC 2461 NDP
- RFC 2463/2466 ICMP v6 y MIB
- RFC 2452/2454 IPv6 TCP/UDP MIB
- RFC 2464/2553/2893/3493/3513
- RFC 3056 Túnel IPv6
- RFC 3542/3587 IPv6
- RFC 4007 IPv6 Scoped Address Architecture
- RFC 4193 Unique Local IPv6 Unicast Addresses

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Facilidad de gestión

- RFC 1350 Protocolo TFTP
- RFC 854/855 Telnet y opciones Telnet
- RFC 1155/2578-2580 SMI v1 y SMI v2
- RFC 1157/2271 SNMP
- RFC 1212/2737 MIB y MIB-II
- RFC 1213/2011-2013 SNMP v2 MIB
- RFC 1215 Convención para traps SNMP
- RFC 1573/2233/2863 MIB de Interfaces privada
- RFC 1643/2665 Ethernet MIB
- RFC 1901-1908/3416-3418 SNMP v2c
- RFC 2096 IP MIB
- RFC 2570-2576/3411-3415 SNMP v3
- RFC3414 Modelo de seguridad basado en usuarios
- RFC 2616/2854 HTTP y HTML
- RFC 2667 Túnel IP MIB
- RFC 2668/3636 IEEE 802.3 MAU MIB
- RFC 2674 VLAN MIB
- RFC 4251 Arquitectura del protocolo Secure Shell
- RFC 4252 Protocolo de autenticación de Secure Shell (SSH)
- RFC 959/2640 FTP

Seguridad

- RFC 1321 MD5
- RFC 2104 HMAC Autenticación de mensajes
- RFC 2138/2865/2868/3575/2618 Autenticación RADIUS y MIB cliente
- RFC 2139/2866/2867/2620 Tarificación RADIUS y MIB cliente
- RFC 2228 Extensiones de seguridad FTP
- RFC 2284 PPP EAP
- RFC 2869/2869bis Extensión RADIUS

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Calidad de servicio

- RFC 896 Control de congestión
- RFC 1122 Hosts de Internet
- RFC 2474/2475/2597/3168/3246 DiffServ
- RFC 3635 Control de pausas

Otros

- RFC 791/894/1024/1349 IP e IP/Ethernet
- RFC 792 ICMP
- RFC 768 UDP
- RFC 793/1156 TCP/IP y MIB
- RFC 826/903 ARP y ARP inverso
- RFC 919/922 Difusión de datagramas de Internet
- RFC 925/1027 Multi LAN ARP/Proxy ARP
- RFC 950 Subredes
- RFC 951 BOOTP
- RFC 1151 RDP
- RFC 1191 Detector de ruta de acceso MTU
- RFC 1256 Detector de router ICMP
- RFC 1305/2030 NTP v3 y NTP simple
- RFC 1493 Pasarela MIB
- RFC 1518/1519 CIDR
- RFC 1541/1542/2131/3396/3442 DHCP
- RFC 1757/2819 RMON y MIB
- RFC 2131/3046 DHCP/BOOTP Relay
- RFC 2132 Opciones DHCP
- RFC 2251 LDAP v3
- RFC 3060 Núcleo de políticas
- RFC 3176 sFlow
- RFC 3021 Uso de prefijos de 31 bits



SENERMEX Ingeniería y Sistemas SA de CV



Consultoría en Tránsito y Transportes SC

**DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED
MULTISERVICIOS**

Otra normativa que se tendrá en cuenta en el diseño del sistema será:

- La Norma Oficial Mexicana (NOM)
- La International Electrotechnical Commission (IEC)
- La American National Standards Institute (ANSI)
- L'Union Internationale des Chemins de Fer (UIC)
- La Telecommunications Industry Association (TIA)

5 TECNOLOGÍA IP/MPLS

La tecnología que se implementará en la Red de Datos Multiservicio estará basada en el estándar MPLS (Multiprotocol Label Switching).

MPLS es un método de alta ejecución para el envío de paquetes a través de una red, permitiendo construir en la red una ruta óptima entre un punto de salida y un destino, o entre un grupo de salida y un grupo de destino, realizando la transmisión de datos utilizando la conmutación de etiquetas. Al realizar el enrutado a través de etiquetas de camino corto, en vez de largas direcciones de red se evitan complejas búsquedas en las tablas de ruteo.

El funcionamiento general de este protocolo es:

- Clasificación de los paquetes que se enviarán por el mismo camino, asignándoles una etiqueta. Un paquete puede tener varias etiquetas (pila de etiquetas).
- Estas etiquetas son asignadas en la entrada de la red MPLS.
- El envío de paquetes se basa en la etiqueta.
- Las etiquetas son eliminadas al salir de la red MPLS.
- El criterio para la clasificación de los paquetes por etiquetas puede ser establecido manualmente al entrar el paquete en la red, o de forma preestablecida.
- Las etiquetas asignadas deben comunicarse a todos los nodos a lo largo del camino de la clase de paquetes asociados con la etiqueta.

5.1 ESTRUCTURA DE PAQUETES

El paquete MPLS está constituido por la siguiente estructura:



Figura 5.1 Estructura de paquete MPLS

Cada uno de los campos que constituyen la cabecera tiene el siguiente significado:

- Label (20 bits): Es la identificación de la etiqueta.
- Exp (3 bits): Llamado también bits experimentales, afecta al encolado y descarte de paquetes. Prioridad de Calidad de Servicio (QoS) de 3 bits.
- S (1 bit): Stack, sirve para el apilado jerárquico de etiquetas. Cuando S=0 indica que hay más etiquetas añadidas al paquete. Cuando S=1 estamos en el fondo de la jerarquía.
- TTL (8 bits): Time-to-Live, con el mismo significado que en la tecnología IP, se decrementa en cada enrutador y al llegar al valor de 0, el paquete es descartado. Generalmente sustituye el campo TTL de la cabecera IP.

A continuación de la cabecera MPLS, encontramos la cabecera añadida por la capa de transporte TCP y la capa de red IP, y finalmente el campo de carga, donde se encuentra la información que se quiere transmitir. El enrutamiento en MPLS únicamente se fija en las etiquetas que se añaden al paquete, siéndole transparente el resto de etiquetas, las cuales serán utilizadas cuando lleguemos al LSR destino. Este es el motivo por el cual es tan reducido el tiempo de convergencia.

La cabecera MPLS, se conforma de una pila de etiquetas como la que se muestra a continuación:



Figura 5.2 Estructura de cabecera MPLS

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

MPLS funciona anexando un encabezado a cada paquete. Dicho encabezado contiene una o más "etiquetas". Cada etiqueta consiste de cuatro campos. Estos paquetes MPLS son enviados después de una búsqueda por etiquetas en vez de una búsqueda dentro de una tabla IP. De esta manera, la búsqueda de etiquetas y el envío por etiquetas es más rápido que una búsqueda RIB (Base de información de Ruteo).

5.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**5.2.1 Ingeniería de Tráfico**

La red permitirá adaptar los flujos de tráfico a los recursos físicos de la red equilibrando de forma óptima los enlaces, es decir, evita que algunos enlaces y equipos de la red se saturen mientras que otros se encuentran infrautilizados, previniendo de esta manera la creación de cuellos de botella y usando de forma eficiente todos los enlaces, balanceando la carga en enlaces paralelos, con máximo rendimiento y mínimos retrasos y pérdidas.

Para conseguir este objetivo la gestión de la red permitirá:

- Que el administrador de red establezca rutas específicas.
- Obtener estadísticas de uso de cada LSP (cuánto tráfico y de qué tipo).
- Hacer encaminamiento restringido, de tal manera que se puedan seleccionar rutas específicas para transportar el tráfico de un tipo en concreto con unos requerimientos específicos. Esta posibilidad está directamente ligada a los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA).

La ventaja de la ingeniería de tráfico MPLS es que se puede aplicar directamente sobre una red IP, independientemente de la infraestructura que le de soporte, con un mayor nivel de detalle y de forma más sencilla y eficiente.

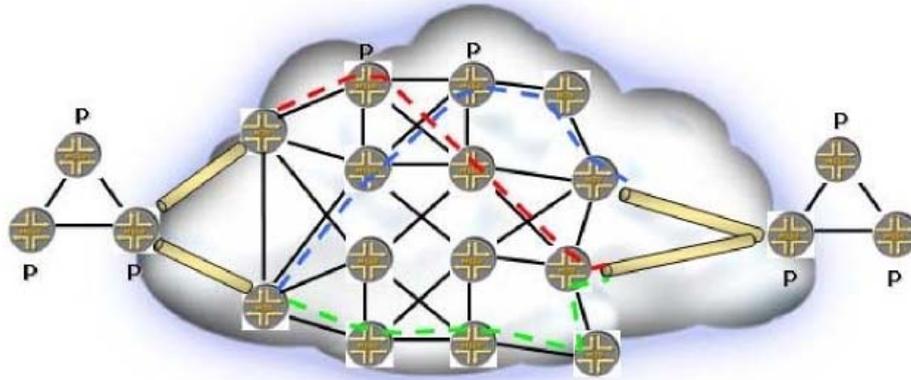


Figura 5.3 Modelización de Tráfico y QoS

MPLS permitirá recalcular dinámicamente las rutas a seguir por cierto tipo de tráfico en función de parámetros variables como el nivel de utilización de un enlace o la carga de procesamiento de alguno de los nodos. De la misma manera permitirá forzar un tráfico por una ruta determinada reservada para tal efecto.

5.2.2 Calidad de Servicio (QoS)

La red con MPLS estará diseñada para poder cursar servicios diferenciados, integrándose con los modelos IntServ y DiffServ del IETF permitiendo clasificar distintos tipos de tráfico en un cierto número de clases de servicio con diferentes prioridades. Los paquetes pertenecientes a una misma clase de servicio tienen en común los mismos requerimientos de tratamiento en cuanto a ancho de banda necesario, retardo (jitter) y pérdida de paquetes, es decir, de calidad de servicio (QoS).

- IntServ (Integrated Services): apoyándose en RSVP se reservan los recursos necesarios asociándose a LSP (Label Switched Paths) concretos. MPLS se adapta a este modelo soslayando sus problemas de complejidad en la configuración y clasificación, ya que proporciona los servicios “extremo a extremo”.
- DiffServ (Differentiated Services): orientado al tráfico IP, su funcionamiento se basa en la clasificación del tráfico a la entrada de la red y en la asignación de prioridades a estos tipos de tráfico mediante los 6 bits DSCP (DiffServ Code Point) y el campo TOS (Type of Service). En función de este campo, cada nodo intermedio tratará el paquete de la forma adecuada. MPLS se adapta

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

perfectamente a este modelo, ya que las etiquetas MPLS añaden al campo EXP (QoS) la prioridad de tráfico, de modo que cada LSR (Label Switching Router) conocerá las características de cada paquete.

5.2.3 Redes Privadas Virtuales (VPN)

La red con MPLS permitirá la creación de redes VPN sobre una infraestructura compartida con topología no conectiva (nube común privada) en lugar de las conexiones VPN extremo a extremo. Las IP VPN mediante el modelo acoplado de MPLS evitan la complejidad de las VPN de IPsec de Nivel 3 y las VPN de Nivel 2 (mediante encapsulamiento de paquetes privados y conexiones punto a punto) ya que:

- Proporciona un modelo inteligente debido a que la red con MPLS conoce la existencia de VPN.
- Evita la complejidad de los túneles y PVCs
- Proporciona provisión, configuración y gestión del servicio de forma sencilla.
- Permite un crecimiento modular.
- Permite mantener garantías de QoS extremo a extremo.

Con MPLS, la gestión de redes VPN se simplifica y se facilita el crecimiento de la red consiguiendo el mismo aislamiento y seguridad de una VPN con topología conectiva.

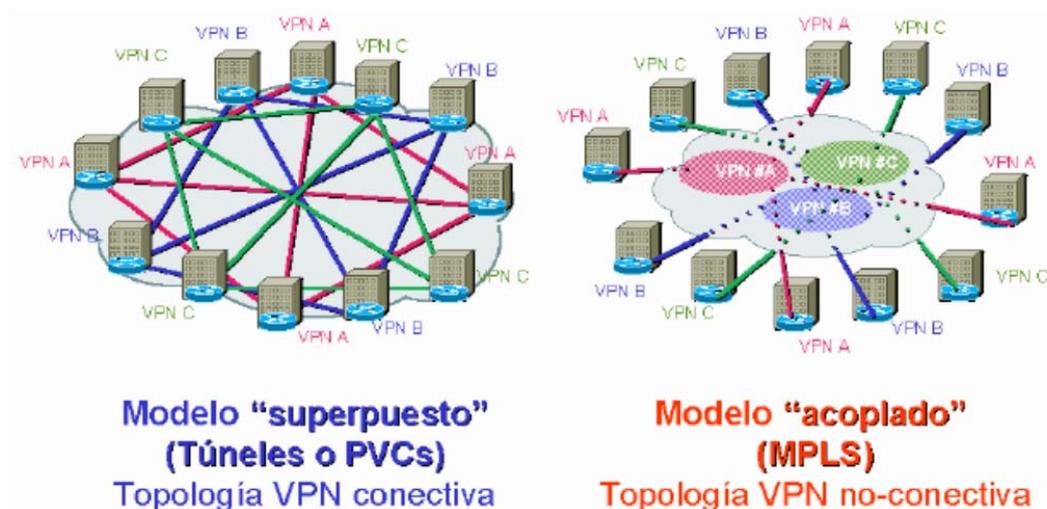


Figura 5.4 VPN MPLS

6 ARQUITECTURA DE LA RED

La Red de Datos Multiservicio (RED) basará su funcionamiento en tecnología digital IP/MPLS, proporcionando una conectividad extremo a extremo fiable, segura y transparente a todos los servicios de datos de la línea.

Se considerará una única red de transmisión, aunque se podrán identificar ciertas zonas de la propia red con funcionalidades muy específicas. Estas zonas estarán agrupadas bajo el concepto de capa y se identifican en:

- Capa Backbone
- Capa de Distribución de Línea
- Capa de Distribución de Centro de Control
- Capa de Acceso
- Capa de Acceso de Centro de Control

Por otro lado la configuración y administración de la red de datos multiservicio se realizará desde un sistema de gestión.

En el apéndice 1 - "Esquema de la arquitectura de RED" se presenta un esquema con la configuración de la Red de Datos Multiservicio (RED).

A continuación se describe cada una de las capas presentadas.

6.1 CAPA DE BACKBONE

La capa de Backbone será el núcleo de transporte del sistema y estará constituida por nodos troncales (NT), de altas prestaciones, interconectados entre sí mediante enlaces de alta capacidad formando una topología en anillo. Estos enlaces serán de 10 GE, y estarán soportados por fibra óptica.

Tanto los equipos empleados en esta capa, como su configuración proporcionarán una baja latencia entre equipos así como una redundancia de camino ante la caída de cualquier elemento que forme parte de la capa.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

La capacidad máxima soportada será suficiente para el transporte de toda la información necesaria en la línea con un margen mínimo de un 25% al alza sin necesidad de ampliaciones hardware, firmware o software. Además, esta capacidad podrá ser ampliada mediante la agregación de múltiples enlaces de alta capacidad de forma que la escalabilidad de la red quede asegurada.

Los NT operarán como routers de alta capacidad y realizarán el enrutamiento de los paquetes de datos de los servicios soportados a través de las interfaces y enlaces disponibles. La elección de interfaz o enlace en cada nodo será pre-configurada manualmente mediante enrutamiento estático o de forma automática por parte de la propia red a través de enrutamiento dinámico.

Aun así los NT proporcionarán:

- El establecimiento de políticas de calidad de servicio (QoS) de forma que sea posible la gestión de colas y la priorización de enrutamiento para los servicios más sensibles al retraso.
- El establecimiento de políticas de seguridad de forma que se asegure la integridad de los datos transportados sobre todo por los servicios más críticos, como por ejemplo el servicio de Peaje.

En la siguiente Figura se puede ver un ejemplo de arquitectura para la capa de Backbone:

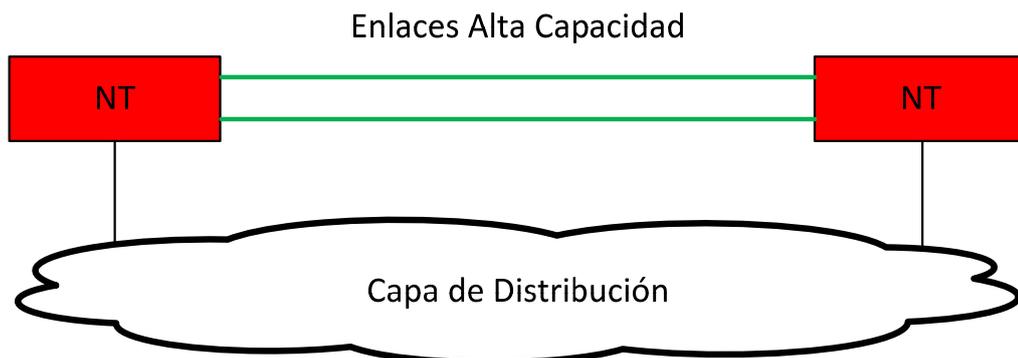


Figura 6.1 Esquema de la Capa de Backbone

La disponibilidad y fiabilidad de la capa de Backbone se asegurará a través de la redundancia de enlaces y de elementos críticos de cada NT (tarjeta supervisora, fuente de alimentación, tarjetas de interfaces, etc.).

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

La interconexión con la capa de distribución se conseguirá mediante la instalación en cada NT de interfaces de comunicaciones con los nodos de distribución. Cada nodo NT dispondrá del número de interfaces que se necesite, bien sea para conectar con otro nodo troncal o con uno de distribución.

6.2 CAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LÍNEA

La capa de distribución tendrá como finalidad definir las diferentes LAN de las instalaciones, así como gestionar el acceso a la capa de Backbone de los diferentes servicios de datos.

Esta capa se constituirá como la concatenación de Nodos de Distribución (ND) a través de enlaces de alta capacidad e interconectados en los extremos a dos NT diferentes. Cada NT podrá soportar más de un semi-anillo de la red de inter-estación. Estos enlaces serán de 1 GE, y estarán soportados por fibra óptica o cableado de cobre.

Tanto los equipos empleados en esta capa, como su configuración proporcionarán una baja latencia entre equipos así como una redundancia de camino ante la caída de cualquier elemento que forme parte de la capa.

La distribución propuesta está compuesta por seis (6) semi-anillos, en cada uno de los cuales no se superan los cuatro (4) nodos de distribución, lo que facilitará la reconfiguración de la red en caso de incidente.

Los nodos de distribución de un mismo semi-anillo estarán distribuidos a lo largo de la Línea, lo que permitirá disponer de una gama de ópticas acotadas, evitando tener una alta disparidad de alcances.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

En la siguiente Figura se puede ver un ejemplo de arquitectura para la capa de Distribución:

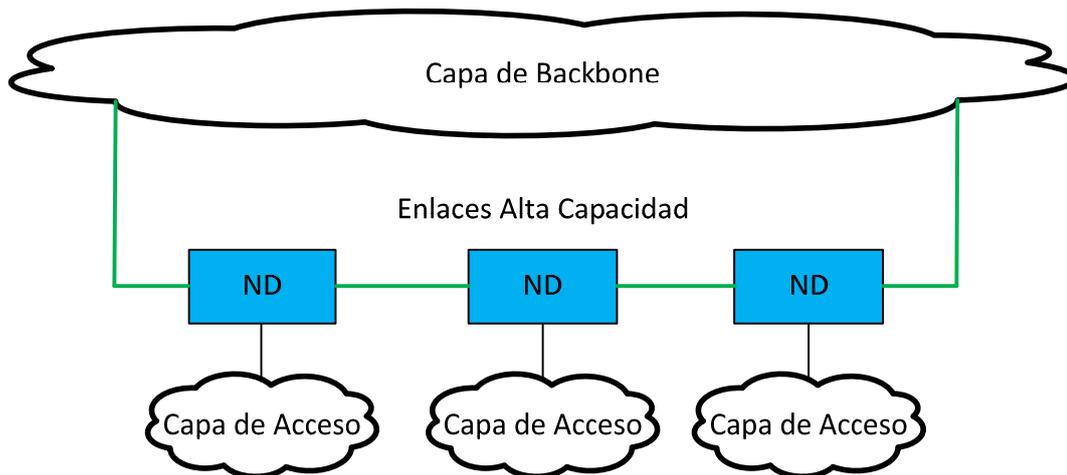


Figura 6.2 Esquema de la Capa de Distribución de Línea

Como se puede observar, el elemento principal de esta capa será el Nodo de Distribución (ND). Este equipo permitirá:

- Definir la frontera de las LAN de las instalaciones: estación, talleres y cocheras, subestaciones receptoras, etc.
- Realizar el enrutamiento entre diferentes LAN de estación del mismo semi-anillo o proporcionar el acceso a la capa de Backbone.

La fiabilidad y disponibilidad de capa de distribución se conseguirá mediante:

- Redundancia de los elementos críticos de cada equipo principal de estación (tarjeta de supervisión, fuente de alimentación, tarjetas de interfaces, etc.).
- Redundancia de caminos (semi-anillo).

La capacidad máxima de la capa de distribución será suficiente para transportar y distribuir toda la información con origen y/o destino a los dispositivos de campo en la línea con un margen mínimo de un 25% al alza sin necesidad de ampliaciones hardware, firmware o software.

6.3 CAPA DE DISTRIBUCIÓN DE CENTRO DE CONTROL

La capa de Distribución del Centro de Control asumirá las funcionalidades de distribución conectando la capa de Backbone de la Línea con la capa de acceso del Centro de Control.

Además, esta capa asumirá la interconexión entre la Red de Datos Multiservicio y otras redes, existentes o futuras, por lo que deberá preverse con las capacidades adicionales que se considere pertinente.

6.4 CAPA DE ACCESO

La capa de Acceso tendrá como principales funcionalidades:

- Permitir el acceso a la Red de Datos Multiservicio a todos aquellos servicios de datos de las instalaciones de la Línea según unas políticas de acceso que pueden estar basadas en:
 - Calidad del servicio
 - Seguridad
 - VLAN

- Permitir el enrutamiento o conmutación de datos a nivel local entre los diferentes elementos de los servicios de datos.

La capa de acceso integra todas las LAN: de estación, Talleres y Cocheras, subestaciones y Centro de Control (éste último explicado en el siguiente capítulo).

Cada LAN estará constituida por los Nodos de Acceso (NA) y el enrutamiento interno y externo es gestionado por un Nodo de Distribución. Los NA, considerados como conmutadores de nivel 2 proporcionarán acceso a la Red de Datos Multiservicio a los servicios de datos mediante los interfaces necesarios.

En las instalaciones se dispondrá de tantos NA como hagan falta, en función de la topología de la infraestructura y de los equipos a conectar. Cada NA tendrá un mínimo de un 25% de capacidad sobrante de interfaces de acceso.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

En el caso que así se requiera por números de puertos, los equipos de la capa de acceso estarán integrados en la capa de distribución, de manera que en puntos donde no haga falta un elevado número de puertos no se instale el equipo de acceso y las funcionalidades se integren en el equipo de distribución.

La conexión entre los nodos de acceso y los de distribución se realizarán mediante un anillo de 1 GE, estando soportado por fibra óptica o cableado de cobre.

El acceso a la Red de Datos Multiservicio se realizará de forma organizada y segura gracias a:

- La organización de los diferentes servicios en VLANs
- Aplicación de políticas de seguridad (listas de acceso, etc.)
- Aplicación de políticas de calidad de servicio

En la siguiente Figura se puede ver un ejemplo de arquitectura para la capa de Acceso:

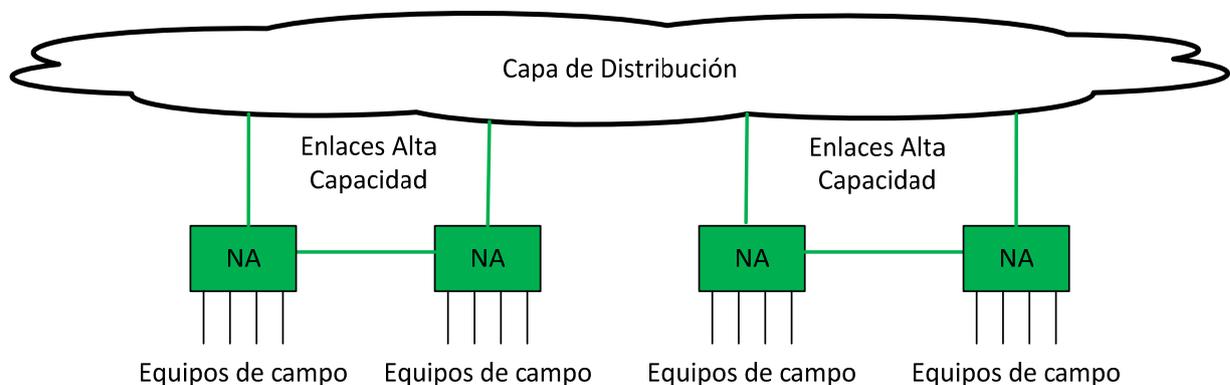


Figura 6.3 Esquema de la Capa de Acceso

Esta configuración permitirá dotar de redundancia de caminos para las comunicaciones. Además, se dotará de doble fuente de alimentación a los equipos.

6.5 CAPA DE ACCESO DE CENTRO DE CONTROL

La capa de Acceso de Centro de Control proporcionará acceso a la Red de Datos a los principales elementos de control y operación de la línea allí instalados.

Dado que proporcionan acceso, deben ser consideradas como componentes de la capa de acceso y por lo tanto funcionalmente mantienen la estructura presentada anteriormente. No obstante, la criticidad de los componentes a los cuales dará servicio hace necesaria dotarla de un mayor grado de redundancia y seguridad. Así, estos equipos dispondrán de doble fuente de alimentación.

Dentro de esta capa se definirán las posibles LANs del Centro de Control:

- LAN de Operadores
- LAN de Servidores
- LAN de Mantenimiento
- Etc.

6.6 SISTEMA DE GESTIÓN

El sistema de gestión proporcionará las herramientas para la realización de una configuración dinámica y eficaz de la Red de Datos Multiservicio, así como la supervisión de su funcionamiento y la generación de alarmas.

Este sistema de gestión se definirá en base al modelo de gestión definido por la ISO (FCAPS) donde las siglas hacen referencia a todas las funcionalidades por cubrir por un sistema de gestión:

- Fault (Alarmas): las alarmas del sistema son identificadas y atendidas.
- Configuration (Configuración): se controla el estado del hardware y software del sistema y es posible su modificación.
- Accounting (Tarificación): los recursos del sistema pueden ser distribuidos por los usuarios que paguen por ellos.
- Performance (Rendimiento): es posible identificar y solucionar situaciones de congestión y embotellamientos (cuellos de botella).

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

- Security (Seguridad): se controla el acceso a los recursos de la red.

Su funcionamiento estará basado en la aplicación del protocolo SNMP (Single Network Management Protocol) o estándares no propietarios similares. Principalmente, estos sistemas de gestión se basan en la realización de peticiones y consultas de datos desde un lugar de operación en los diferentes nodos de comunicación de la red. Las peticiones y consultas se realizan mediante el envío de estructuras de datos organizadas que son interpretadas por agentes de software instalados en los propios nodos de comunicación, que ejecutan las órdenes. Las actuaciones pueden realizarse mediante procedimientos de pooling o mediante interrupciones o traps.

A través de esta mecánica es posible:

- Recolectar alarmas y sucesos
- Configurar el equipamiento
- Optimizar la ocupación de enlaces y colas de transmisión
- Gestionar la autorización para un acceso seguro a la red

En el Centro de Control se dispondrá de un servidor de gestión donde residirá la aplicación responsable de supervisar y monitorizar cada uno de los agentes de software instalados en los diferentes nodos de comunicaciones de la Red de Datos Multiservicio.

6.7 EQUIPAMIENTO

Todos los LSR de la RED serán GigaRouters de alta capacidad de conmutación para equipos de gran densidad de puertos y altas necesidades de fiabilidad por paquete enrutado.

6.7.1 Características generales

- Redundancia multifuncional.
- Enrutamiento IP/IPX/MPLS.
- Capacidad de mezclar interfaces de alta densidad, baja/alta velocidad en el mismo chasis.
- Gran escalabilidad con tablas de enrutamiento complejas.
- Fácil integración con tecnologías de otros fabricantes.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

- Scripts basados en XML para facilitar la creación de APIs de terceros.
- Mecanismos de reinicio en caso de fallos.
- Reenrutamiento de tráfico en caso de fallos.
- Tecnología FastReroute para minimizar el tiempo de convergencia en caso de fallo de enlace.
- Rendimiento predecible para tráfico de latencia sensible (VoIP, Multicast video...).
- Separación de los niveles de control y reenvío evitando que las funciones de enrutamiento y reenvío compitan por los mismos recursos del sistema.
- Estructura modular con intercambio de tarjetas en caliente.
- Soporte avanzado de características MPLS (VPLs, VPN nivel 2, VPN nivel 3) y creación de paths RSVP/LDP.

6.7.2 Arquitectura

La arquitectura hardware y software de los nodos Gigabit tendrán una separación clara entre las funciones de control (Routing) y las de envío (Forwarding) de forma que cada una de ellas se implemente y modifique de forma independiente.

Componente de control. Utiliza los protocolos de encaminamiento para el intercambio de información con otros routers para la construcción y mantenimiento de las tablas de encaminamiento. Contiene los procesos del software que controlan las interfaces del router, los componentes del chasis, la administración del sistema y los accesos de los usuarios al router.

Procesa todas las actualizaciones de protocolos de rutas desde la red, de tal manera que el rendimiento de reenvío no se vea afectado.

Implementará cada protocolo de routing con un conjunto completo de características de Internet y proporcionará una gran flexibilidad para anunciar, filtrar y modificar rutas. Las políticas de enrutamiento se establecerán de acuerdo a parámetros de enrutamiento, como prefijos, longitud de los mismos y atributos BGP.

Componente de envío. Es la entidad lógica responsable del rendimiento del envío de paquetes. Físicamente está formado por el procesador de control, módulos de interfaces, y tarjetas de línea.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

El procesador de control realiza funciones de búsqueda de rutas y switching al destino, toma decisiones de encaminamiento, distribuye las células de datos a través de la memoria, procesa paquetes de excepción y de control, monitoriza los componentes del sistema y controla los reinicios de tarjetas y módulos. Al llegar los paquetes, la componente de envío busca en la tabla de envío, que mantiene la componente de control, para tomar la decisión de encaminamiento para cada paquete. En concreto, la componente de envío examina la información de la cabecera del paquete, busca en la tabla de envío la entrada correspondiente y dirige el paquete desde el interfaz de entrada al de salida a través del correspondiente hardware de conmutación.

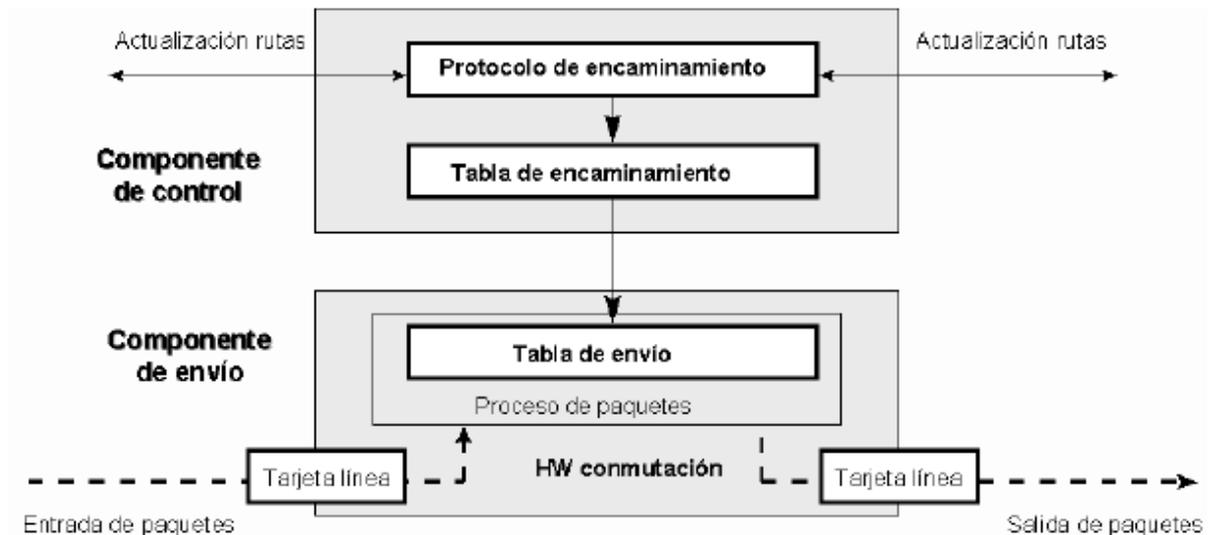


Figura 6.4 Arquitectura del equipo

Módulo de Interfaces. Son los encargados de conectar los interfaces al resto del router. Analizan, priorizan, y encolan los paquetes antes de enviarlos a través del Midplane a su interfaz de destino correspondiente. Utilizarán contadores por cola así como un incremento de la memoria para permitir un gran escalado de las redes.

Tarjetas físicas de interfaz. Tarjetas multiservicio que soporta interfaces WAN, LAN y servicios. Además, proporcionarán la velocidad de conexión requerida cumpliendo los estándares IEEE de aplicación, soportarán QoS, distribución de etiquetas / MPLS y velocidad de acceso garantizada (Committed Access Rate - CAR).

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

6.7.3 *Nodo Troncal*

Estos equipos se encargarán del grueso de las comunicaciones de la red, por lo que por ser puntos críticos de la misma, dispondrán de unas características superiores a la del resto de equipos de la red.

Observando el esquema de la red propuesto, se llega a la conclusión de que estos equipos necesitarán, como mínimo, los siguientes interfaces de comunicaciones:

- 2 puertos de 10 Gigabit Ethernet en fibra óptica
- 3 – 5 puertos de 1 Gigabit Ethernet en fibra óptica

Lo cual nos indica que la capacidad de conmutación máxima a la que trabajarían es de aproximadamente 30Gbps, utilizando una hipótesis poco realista de que todos sus interfaces estuvieran trabajando a máxima capacidad. Por esto los equipos que se propondrán tendrán una capacidad de conmutación que podrá variar desde la decena de Gbps hasta los Tbps, en función de la reserva que se estime necesaria. En este caso, los equipos deberán tener una capacidad de 80 Gbps, lo que asegurará una posible ampliación de la red.

Estos equipos, por ser tan críticos, estarán doblados, por ello en cada una de las localizaciones en las que se instalen se dispondrá de un segundo equipo trabajando a su vez. Esto permitirá disponer de una mayor disponibilidad de la red y una mayor simetría, lo que facilita su instalación.

Se dispondrá de dos nodos troncales en los extremos de la Línea, lo que permitirá una distancia óptima para los enlaces a 10 Gigabit Ethernet. Estos equipos estarán ubicados en las salas de comunicaciones de los emplazamientos.

Los Nodos Troncales estarán instalados en los siguientes emplazamientos:

- Centro de Control (2)
- Estación de Periférico Zapopan (2)

Estos nodos estarán interconectados en anillo, lo que mejorará la disponibilidad de la red.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Además de esta redundancia de equipos, estos nodos dispondrán de redundancia de elementos críticos, como son fuentes de alimentación, tarjetas supervisoras, etc. Así como reserva de interfaces de comunicaciones.

6.7.4 *Nodo Distribución*

Estos equipos se encargarán de la comunicación entre elementos de diferentes instalaciones, como pueda ser estaciones, subestaciones, etc.

Además, en función del número de equipos a conectar en una instalación, podrán asumir las tareas de la capa de acceso para simplificar la red.

Observando el esquema de la red propuesto, se llega a la conclusión de que estos equipos necesitarán, como mínimo, los siguientes interfaces de comunicaciones:

- 4 – 5 puertos de 1 Gigabit Ethernet en fibra óptica (11 puertos en el Centro de Control)
- 30 Puertos de 10/100/1000 Ethernet en cobre

Lo cual nos indica que la capacidad de conmutación no debería superar los 40 Gbps, utilizando una hipótesis poco realista de que todos sus interfaces estuvieran trabajando a máxima capacidad. Por esto los equipos que se propondrán tendrán una capacidad de conmutación que será aproximadamente de pocas decenas de Gbps, en función de la reserva que se estime necesaria.

Estos equipos, no tendrán el mismo grado de criticidad que los nodos troncales, pero aun así podrían provocar la caída de una instalación entera, como podría ser una estación, por este motivo los equipos podrán estar doblados, permitiendo disponer de una mayor disponibilidad de la red.

En principio, se dispondrá de un equipo de distribución en cada una de las instalaciones, pudiendo llegar a doblarse tal y como se ha comentado. Se instalarán en salas técnicas de los emplazamientos.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Los Nodos de Distribución estarán instalados en los siguientes emplazamientos:

- Centro de Control
- Talleres y Depósito
- Subestación de Alta Tensión de Tlaquepaque
- Estación Central Camionera
- Estación Nodo Revolución
- Estación Tlaquepaque Centro
- Estación Río Nilo
- Estación Plaza Revolución
- Estación CUCEI / UdG
- Estación Plaza de la Bandera
- Estación Independencia Sur
- Estación Catedral
- Estación Alcalde
- Estación Normal
- Estación Federalismo
- Estación Circunvalación
- Estación Plaza Patria
- Estación Basílica
- Estación Mercado del Mar
- Estación Belenes
- Estación Periférico Zapopan
- Subestación de Alta Tensión de Zapopan

En el caso del Centro de Control, debido a su clara criticidad, se propondrá de inicio la instalación de dos nodos de distribución.

Los equipos de distribución estarán interconectados en semi-anillos, lo que les permitirá disponer de dos enlaces hacia la capa troncal. En el caso de los equipos del Centro de Control la topología será mallada, permitiendo una conexión directa entre todos los elementos, lo que asegurará una disponibilidad muy alta.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Además de esta posible redundancia de equipos, estos nodos dispondrán de redundancia de elementos críticos, como son fuentes de alimentación, tarjetas supervisoras, etc. Así como reserva de interfaces de comunicaciones.

6.7.5 *Nodo Acceso*

Estos equipos se encargarán de proporcionar el acceso a la red de todos los elementos de la Línea que lo necesiten.

En principio se dispondrá de este equipo en todas las instalaciones, pero llegado el caso en que no hicieran falta tantos puertos de comunicaciones, este equipo podría estar integrado en el equipo de distribución.

Observando el esquema de la red propuesto, se llega a la conclusión de que estos equipos necesitarán, como mínimo, los siguientes interfaces de comunicaciones:

- 1-2 puertos de 1 Gigabit Ethernet en fibra óptica
- Puertos de 1 Gigabit Ethernet en cobre
- Puertos Fast Ethernet en cobre

Lo cual nos indica que la capacidad de conmutación máxima a la que trabajarían es de aproximadamente 50 Gbps, utilizando una hipótesis poco realista de que todos sus interfaces estuvieran trabajando a máxima capacidad. Por esto los equipos que se propondrán tendrán una capacidad de conmutación que será aproximadamente de pocas decenas de Gbps, en función de la reserva que se estime necesaria.

En principio, se dispondrá de equipos de acceso en cada una de los emplazamientos, y su número dependerá del número de interfaces de comunicaciones que se necesite en dicha instalación. Estarán instalados en salas técnicas o armarios, en función de los puntos que se hayan de cubrir.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Los Nodos de Acceso estarán instalados en los siguientes emplazamientos:

- Centro de Control
- Talleres y Depósito
- Subestación de Alta Tensión de Tlaquepaque
- Estación Central Camionera
- Estación Nodo Revolución
- Estación Tlaquepaque Centro
- Estación Río Nilo
- Estación Plaza Revolución
- Estación CUCEI / UdG
- Estación Plaza de la Bandera
- Salida de emergencia Revolución Poniente
- Estación Independencia Sur
- Estación Catedral
- Salida de emergencia Jardín de la Reforma
- Estación Alcalde
- Salida de emergencia Registro Civil
- Estación Normal
- Estación Federalismo
- Estación Circunvalación
- Estación Plaza Patria
- Estación Basílica
- Estación Mercado del Mar
- Estación Belenes
- Estación Periférico Zapopan
- Subestación de Alta Tensión de Zapopan

En el caso del Centro de Control, debido a su clara criticidad y sus funcionalidades bien distinguidas, se propondrá un equipo de acceso, como mínimo, por cada LAN.



SENERMEX Ingeniería y Sistemas SA de CV

Consultoría en Tránsito y Transportes SC

**DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED
MULTISERVICIOS**

Los equipos de acceso estarán interconectados en anillos, lo que les permitirá disponer de dos enlaces hacia la capa de distribución. En el caso de las salidas de emergencia la topología será en estrella, ya que los equipos a interconectar en estas instalaciones no serán de tan alta prioridad.

Además de esta redundancia de equipos, estos dispondrán de redundancia de fuentes de alimentación.

7 CRITERIOS DE REDUNDANCIA

La solución proyectada dispondrá estará basada en múltiples criterios de redundancia, ya sea criterios de redundancia física o redundancia lógica.

7.1 REDUNDANCIA FÍSICA

7.1.1 Protecciones de Red

Este tipo de protecciones son intrínsecas a la topología de anillo y van encaminadas a garantizar un camino de acceso para todos los equipos de la red en el caso de averías o fallos de los equipos, o rotura las fibras del anillo.

A nivel de red de cableado, los nodos que forman un anillo dispondrán de un enlace principal y otro de reserva. Estos equipos podrán utilizar indistintamente uno u otro, así como conmutar de uno a otro en caso de rotura de una de las fibras.

En caso de fallo de uno de los equipos de conmutación del anillo, serán los nodos adyacentes al mismo los que se encargarán de cerrar el anillo y reenrutar el tráfico.

7.1.2 Protecciones en los equipos de comunicaciones

Las tarjetas o módulos cuyo fallo implique la caída de los nodos críticos estarán redundadas en modo 1+1. Para las tarjetas de tributarios o los puertos a ser multiplexados en cada nodo, se dispondrá de un puerto de reserva que se utilizará en caso de fallo de cualquiera de los puertos existentes, redundancia en modo N+1.

7.1.3 Protecciones a nivel de servicio

Algunos sistemas soportados por la RED podrán ser considerados como críticos para la explotación ferroviaria de la Línea, por lo que dispondrán de redundancia en el sistema de transporte de datos. Esta redundancia se podrá conseguir, por ejemplo, mediante la conexión del equipamiento crítico a la RED mediante dos puntos de conexión a nodos diferentes.

7.2 REDUNDANCIA LÓGICA

La redundancia lógica estará basada en varios mecanismos disponibles en los equipos de la RED:

- Alta disponibilidad del plano de control:
 - Redundancia de configuración
 - Non-Stop Routing (NSR)
 - Non-Stop Service (NSS)
 - Graceful Restart (GR)
- Equal Cost Multi-Path (ECMP)
- Redundancia de Interfaz mediante agregación de enlaces LAG
- Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)
- Ingeniería de tráfico MPLS

7.2.1 Alta disponibilidad del plano de control

Las tarjetas de control (SF/CPM) redundantes soportan funcionalidades que mejoran los tiempos de conmutación y eliminan la interrupción de servicio en caso de cambio de conmutación entre la SF/CPM activa y la SF/CPM de reserva. Esta conmutación puede ser provocada por fallo de hardware o intencionalmente mediante comando por el operador.

Los aspectos manejados por estas funciones de alta disponibilidad se describen a continuación:

Redundancia de configuración

La configuración de la tarjeta SF/CPM activa se sincroniza automáticamente con la SF/CPM de reserva. Si se pierde la tarjeta activa entonces la de reserva estará lista para activar la configuración.

Non-Stop Routing (NSR)

Non-Stop Routing es la capacidad del router para continuar el envío de paquetes usando información actualizada de forwarding en caso de que se haya producido un fallo en el plano de control o una conmutación forzada de tarjetas SF/CPM.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

NSR requiere que la arquitectura del sistema tenga una separación clara de los planos de control y de datos y adicionalmente una arquitectura software que permita mantener las adyacencias de los protocolos activas en caso de conmutación.

Non-Stop Service (NSS)

La extensión del concepto NSR a los protocolos asociados al establecimiento y mantenimiento de los servicios va a ser lo que permita ofrecer NSS. Los siguientes servicios no son interrumpidos cuando se produce una conmutación de controladora:

- IES
- VPRN
- E-pipe
- VPLS

Graceful Restart (GR)

Con el fin de interoperar con otros routers vecinos que no dispongan de NSR, los equipos podrán soportar Graceful Restart en modo "helper" para permitir que otros nodos vecinos puedan realizar el graceful restart.

7.2.2 Equal Cost Multi-Path (ECMP)

ECMP es una estrategia de enrutamiento "next-hop", es decir, la decisión de encaminamiento tomada por el router únicamente afecta al siguiente nodo receptor, no a toda la ruta. Se basa en la obtención de múltiples caminos que disponen del mismo coste métrico de enrutamiento y en la repartición del tráfico entre estos.

7.2.3 Redundancia de Interfaz mediante agregación de enlaces LAG

El concepto de LAG (Link Aggregation Groups) surgió para introducir tanto redundancia como capacidad extra en conexiones punto a punto entre dos sistemas. Esto se consigue combinando enlaces múltiples dentro de un grupo y representando el grupo como un único enlace lógico. LAG entonces añade

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

capacidad extra (N enlaces), y redundancia ya que la caída de algún enlace tan solo reduce la capacidad total que existía en el LAG.

Los enlaces de un LAG pueden ser configurados manualmente o utilizar un protocolo de agregación de enlace (Link Aggregation Control Protocol, LACP). El tráfico se distribuye sobre los enlaces en el LAG utilizando un algoritmo de hashing para guardar la secuencia de flujos, basado en IP o cabecera MAC para tráfico unicast VPLS, cabecera IP para tráfico enrutado IP unicast/multicast, toda la pila de etiquetas para tráfico MPLS o el service/SAP id.

La siguiente figura muestra un ejemplo de dos dispositivos comunicados con dos enlaces que está interconectados utilizando un LAG.

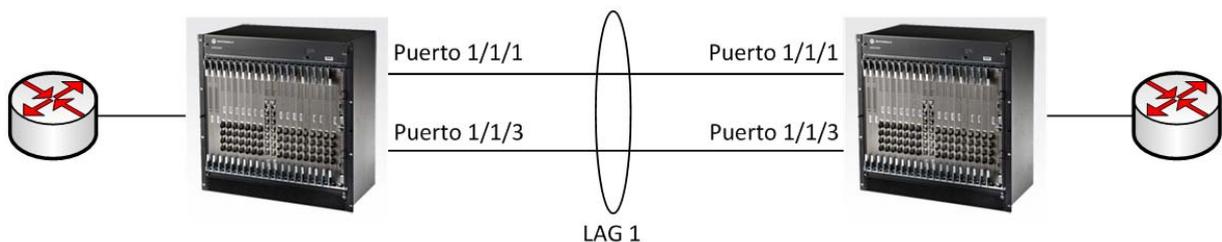


Figura 7.1 Interconexión básica LAG (Link Aggregation Group)

7.2.4 Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)

VRRP permite mantener la redundancia del router por defecto en una conexión de acceso basada en Ethernet. La implementación de VRRP en los equipos soportará políticas de control para manipular la elección del nodo activo y del standby.

Los temporizadores inferiores a 1 segundo de VRRP permiten al equipo primario soportar la transición al router secundario en menos de 500 msec.



SENERMEX Ingeniería y Sistemas SA de CV

Consultoría en Tránsito y Transportes SC

**DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED
MULTISERVICIOS**

7.2.5 Ingeniería de tráfico MPLS

El equipamiento soportará enrutamiento IP basado en políticas e ingeniería de tráfico MPLS. Se soportarán LSPs señalizados y estáticos. Los LSPs señalizados pueden ser explícitos o calculados según restricciones.

8 ESTUDIO DE LOS SISTEMAS TRANSPORTADOS

En el presente apartado se estudiarán los sistemas que se soportarán en la Red de Datos Multiservicio para la comunicación entre los distintos elementos que los conforman. Lo que permitirá conocer los datos necesarios para saber el tráfico que circulará por la RED.

Los sistemas que estarán soportados por la RED son:

- Control Automático del Tren
- Radiotelefonía
- Videovigilancia
- Telefonía
- Grabación
- Interfonía
- Sonorización y Voceo
- Teleindicadores
- Cronometría
- Red de Datos Multiservicio
- Bitácora y Gestor Maestro
- Peaje
- Control de Accesos a Áreas Restringidas
- Centro de Control
- Mando y Control de Tráfico
- Mando y Control de Estaciones
- Mando y Control de Energía
- Mando y Control de Seguridad
- Securización

8.1 CONTROL AUTOMÁTICO DEL TREN

8.1.1 Introducción

Este sistema permitirá al tren circular en seguridad a la velocidad programada, y controlado desde el centro de control, para lo cual se instalara equipo embarcado e instalado en las vías (balizas y antenas); controlará el movimiento de las agujas en las zonas de maniobra y señalará en la cabina de los trenes las condiciones de conducción a los operadores de los trenes. Para esto se requiere que la línea se divida en circuitos de vía como un apoyo para este sistema. La información de tráfico generada por el sistema será enviada a los sistemas de información al usuario.

8.1.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema de la arquitectura del sistema:

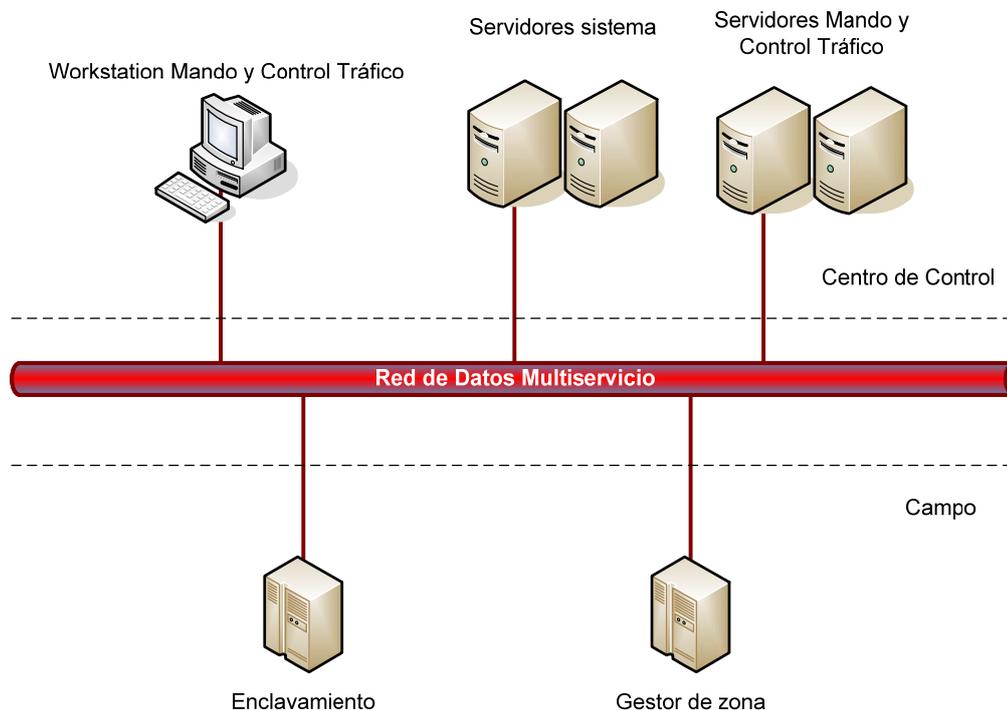


Figura 8.1 Arquitectura Sistema ATC

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Como se ve en la figura anterior, el subsistema consta del equipo de mando y control centralizado (ATS), el equipo fijo del subsistema ATP a base de una computadora con redundancia 2 de 3, el enclavamiento electrónico de señalización, también redundante en su lógica central, con su sistema de entradas y salidas en seguridad, del sistema ATP + ATO embarcado, con redundancia 2 de 3, el equipo en vía de señalización, el equipo en vías del ATP + ATO a base de balizas de comunicación y antenas así como la red de comunicaciones a base de fibra óptica.

8.1.3 Tráfico estimado

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Control de Tráfico; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema ATC.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Servidor sistema: 2 Mbps
- Enclavamiento: 1 mbps
- Gestor de Zona: 4 Mbps

8.2 RADIOTELEFONÍA

8.2.1 Introducción

El sistema de radiotelefonía es el enlace entre los conductores de los trenes y los reguladores de tráfico de la línea, teniendo integradas otras funciones de comunicación, se encuentra instalado en el centro de control, a bordo de los trenes y a lo largo de toda la línea, talleres y deposito, utiliza radiofrecuencias, por lo cual requiere de antenas para su transmisión/recepción y en el túnel un cable radiante.

8.2.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestran dos esquemas con las arquitecturas del sistema:

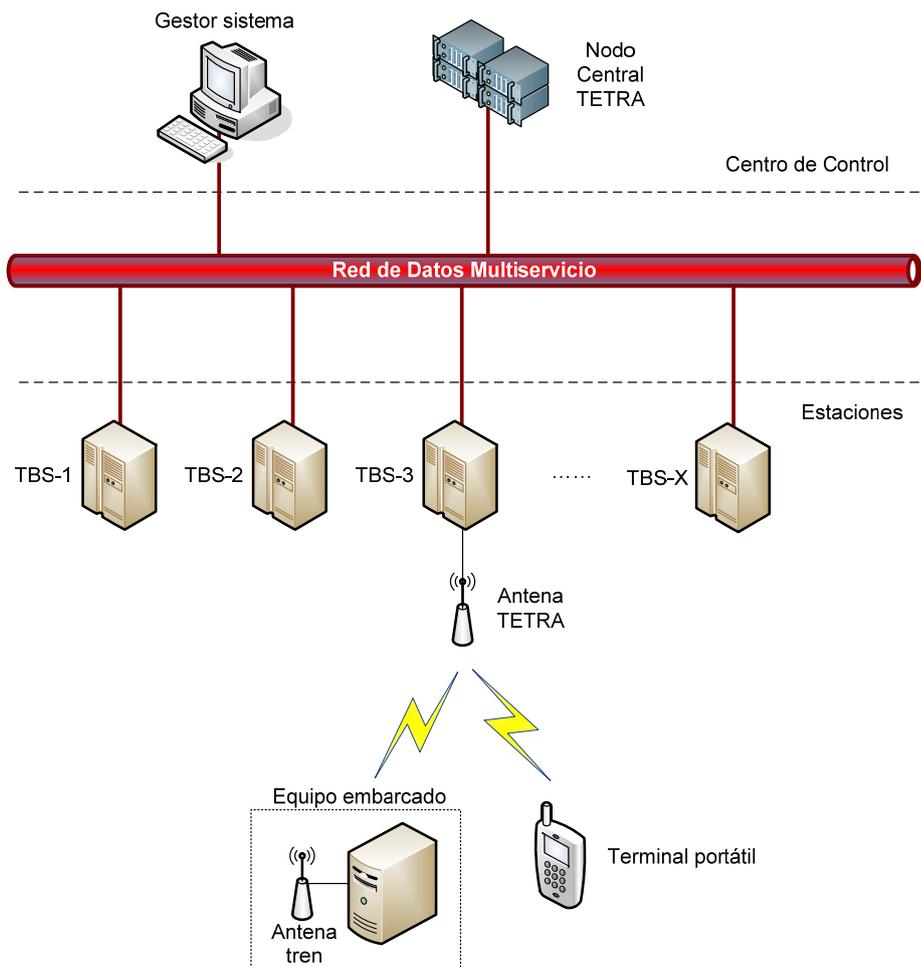


Figura 8.2 Arquitectura Sistema RAD (subsistema TETRA)

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

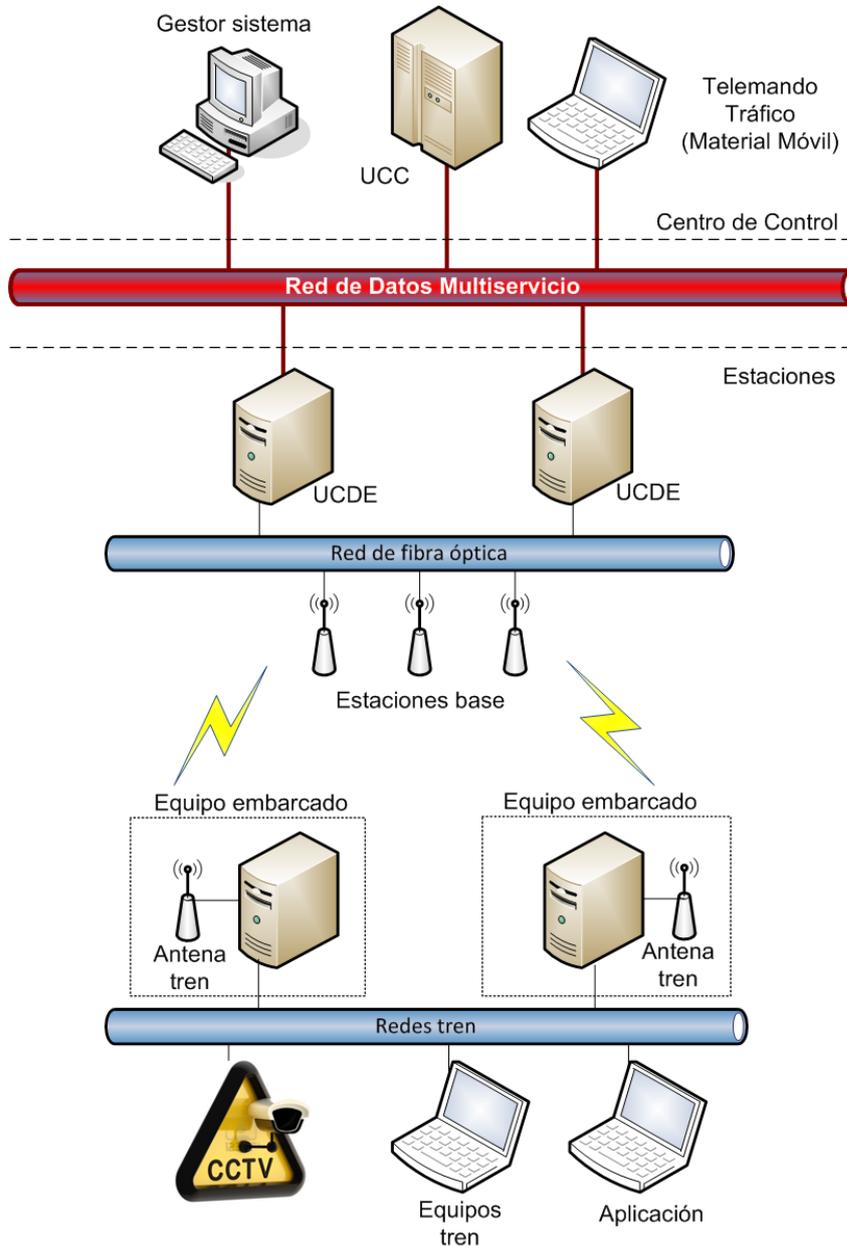


Figura 8.3 Arquitectura Sistema RAD (subsistema Banda Ancha)

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**8.2.3 Tráfico estimado**

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Radiotelefonía; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema RAD.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Gestor del sistema: 1 Mbps
- TETRA:
 - Una estación base por estación y Centro de Control, donde cada TBS inyectará 448 Kbps.
 - Nodo de Conmutación en el Centro de Control, que inyectará 8,512 Kbps
- Wi-Fi:
 - Unidad control: 4 Mbps
 - 4 Semianillos de puntos de acceso: 16 Mbps cada uno.
 - Unidad control de estación: 64 Mbps.

El tráfico del subsistema WiFi hacia el Centro de Control será:

- Videovigilancia: contemplado en VID
- Telemando material móvil: 2 x 400 Kbps (operadores tráfico) + 200 Kbps (alarmas y estados)
- Telefonía e interfonía: contemplado en el sistema TEL e INT
- Sonorización y Voceo: contemplado en SON
- Información al pasajero: contemplado en TLI
- Descarga contenidos: 4 Mbps

8.3 VIDEOVIGILANCIA

8.3.1 Introducción

El sistema permite la vigilancia remota a través de las diferentes cámaras instaladas a todo lo largo de las instalaciones de la CDG, que envían la señal en tiempo en tiempo real al centro de mando y control de seguridad; con esto se podrán observar todos los acontecimientos que sucedan en las instalaciones de la CDG, estas imágenes se proyectaran a nivel de estaciones en el centro de mando y control de seguridad y podrán ser grabadas y almacenadas durante 30 días mínimo, este sistema servirá para la seguridad de usuarios como ayuda a la operación y el mantenimiento seguro de las instalaciones.

8.3.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

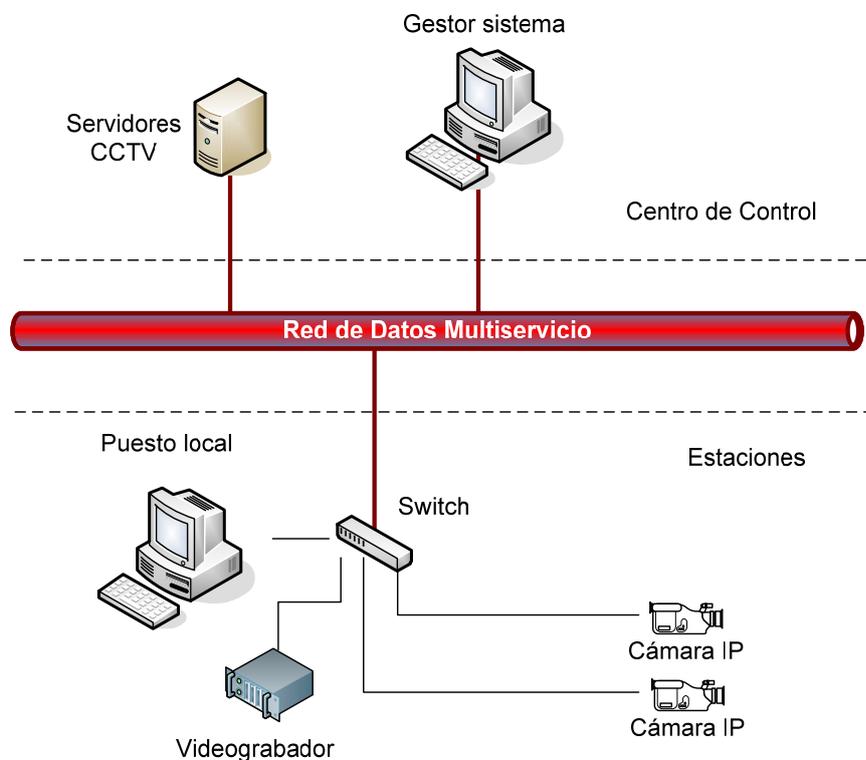


Figura 8.4 Arquitectura Sistema VID

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**8.3.3 Tráfico estimado**

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Videovigilancia; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema VID.

A nivel local el tráfico generado por el sistema se estima en (protocolo H.264):

- Visualización de imágenes en tiempo real: 4CIF / 30 fps – 2Mbps
- Grabación de imágenes en situación convencional: 2CIF / 15 fps – 0.5 Mbps
- Grabación de imágenes en situación excepcional (generación de un evento): 4CIF / 30 fps – 2 Mbps

A nivel de distribución el tráfico generado será:

- Videograbación cámaras locales
- Videograbación cámaras estación adyacente (en modo degradado se graban la mitad de las cámaras de la estación adyacente)

A nivel troncal el tráfico generado será:

- Visualización cámaras por operadores

A nivel del Centro de Control:

El tráfico generado en el Centro de Control por este sistema se deberá a las cámaras locales y a la visualización de imágenes por parte de los operadores.

En cada puesto de operación existirá una pantalla de 32 pulgadas para cada operador que no sea de Seguridad incluyendo el Coordinador de Seguridad, lo que por tanto significa:

- 3 pantallas de video de 32 pulgadas para el área de Atención al Usuario (3 operadoras).
- 1 pantalla de video de 32 pulgadas para el Coordinador de Seguridad.
- 2 pantallas de video de 32 pulgadas para los Reguladores de Tráfico (2 operadores).

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

- 1 pantalla de video de 32 pulgadas para el Supervisor.
- 2 pantallas de video de 32 pulgadas para los Operadores del TES (2 operadores).
- 2 pantallas de video de 32 pulgadas para los dos puestos de simulación (1 instructor y un alumno).

Adicionalmente existirán 4 pantallas de 40 pulgadas para los Operadores del TSG (2 operadores).

Esto es, 11 pantallas de 32 pulgadas y 4 de 40 pulgadas. Si se suponen 6 cámaras en las de 32 pulgadas y 9 cámaras en las de 40 pulgadas, el número de cámaras que se verá en los puestos de operación del CCO es de 102 cámaras.

A esto, habría que añadirle las que se podrían visualizar en los Videowall (habrá 3):

- El Videowall del área de Seguridad tiene una configuración de 2x4 y cada panel tiene un tamaño de 55 pulgadas.
- El Videowall del área de Energía tiene una configuración de 1x3 y cada panel tiene un tamaño de 70 pulgadas.
- El Videowall del área de Tráfico tiene una configuración de 1x4 y cada panel tiene un tamaño de 70 pulgadas.

Si en cada cubo de 55 pulgadas se pueden visualizar 4 imágenes y en cada uno de los de 70 se pueden visualizar 6, esta otra adición resulta 82 cámaras más. Siendo esta estimación de máximos que no se va a alcanzar nunca, ya que habitualmente también habrá otros elementos en los Videowall (como el trazo de la línea, como un escritorio, etc.) por lo que en vez de 82 cámaras se estarán viendo en ellos como mucho yo 60 cámaras.

Esto hace un total de 162 cámaras, de las cuales se estima que la visualización de imágenes sea un 75% en directo y un 25% desde los videograbadores.

Además, se implementará Multicast, por lo que considerando que un 50% de las imágenes serán compartidas por los operadores y los videowalls, se estima un ancho de banda no superior a 150 Mbps.

8.4 TELEFONÍA

8.4.1 Introducción

Este sistema es el enlace principal de comunicación entre el personal técnico, operativo, administrativo y de seguridad y brindara el servicio a todas las instalaciones de CDG. Podrá ser integrado a otros subsistemas de comunicación; servirá de enlace a la red pública de telefonía.

8.4.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

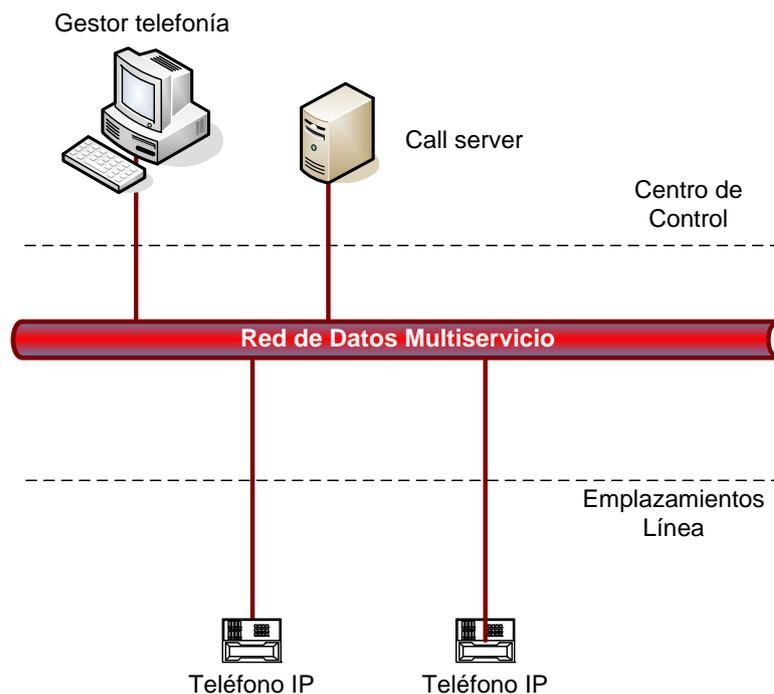


Figura 8.5 Arquitectura Sistema TEL

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**8.4.3 Tráfico estimado**

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Telefonía; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema TEL.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Call server: 2 Mbps
- Gestor de telefonía: 1 Mbps
- Teléfono IP: 64 Kbps

8.5 GRABACIÓN**8.5.1 Introducción**

El sistema de Grabación procede a almacenar todas las llamadas de voz entrantes y salientes del centro de control y el local del jefe de estación así como las llamadas internas. Adicionalmente también grabará todas las llamadas del sistema de radiocomunicaciones y todos los voiceos emitidos de viva voz. Para ello, se dispondrá de un grabador en el Centro de Control con acceso por red a todos los sistemas de voz y sonorización a los cuales da servicio.

8.5.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

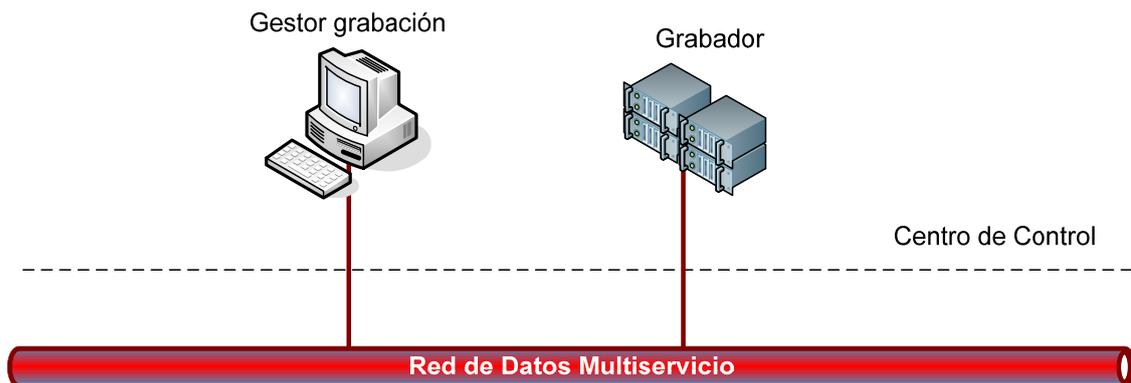


Figura 8.6 Arquitectura Sistema REC

8.5.3 Tráfico estimado

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Grabación; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema REC.

Se estima que el tráfico que necesitará este sistema será de:

- Grabador: 4 Mbps
- Gestor de grabación: 4 Mbps

8.6 INTERFONÍA

8.6.1 Introducción

Este sistema tiene como objetivo proporcionar un servicio de información o atención a emergencias a los usuarios en las estaciones o el interior del tren. Algunos interfonos contarán con una cámara de video a fin de transmitir la imagen del usuario generando la llamada hacia el centro de control. Adicionalmente existirán interfonos en los elevadores así como en las máquinas del sistema de peaje.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

8.6.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

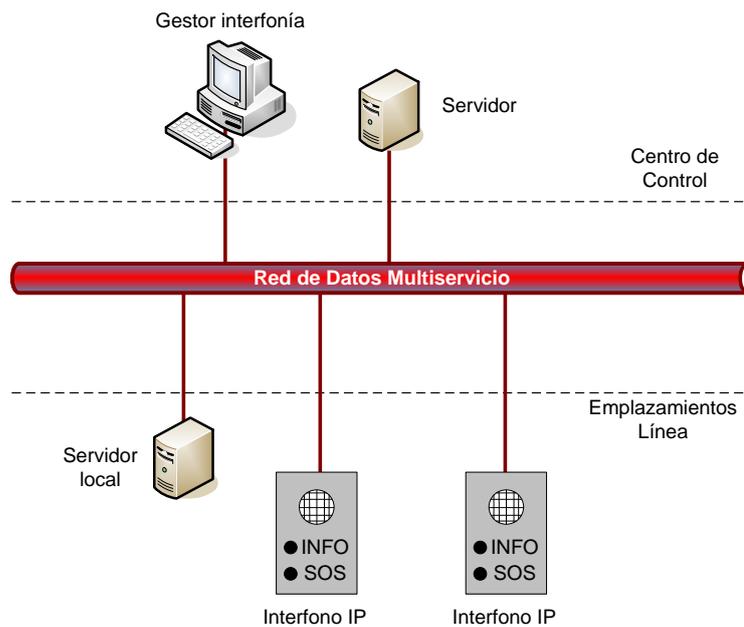


Figura 8.7 Arquitectura Sistema INT

8.6.3 Tráfico estimado

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Interfonía; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema INT.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Servidor: 2 Mbps
- Gestor de interfonía: 1 Mbps
- Servidor local: 256 Kbps
- Interfono IP: 64 Kbps

8.7 SONORIZACIÓN Y VOCEO

8.7.1 Introducción

Para emitir anuncios instantáneos o grabados de relevancia a los usuarios o trabajadores del organismo operador, existe el sistema de sonorización y voceo en las estaciones e interior del material rodante cuyos mensajes se emiten desde el centro de atención e información al usuario jefe de estación o regulador de la línea. También sirven para emitir música ambiental que aumenta el confort a los pasajeros. El sistema es capaz de emitir de forma automáticamente anuncios referentes al tráfico, información que recibe del sistema ATC.

8.7.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

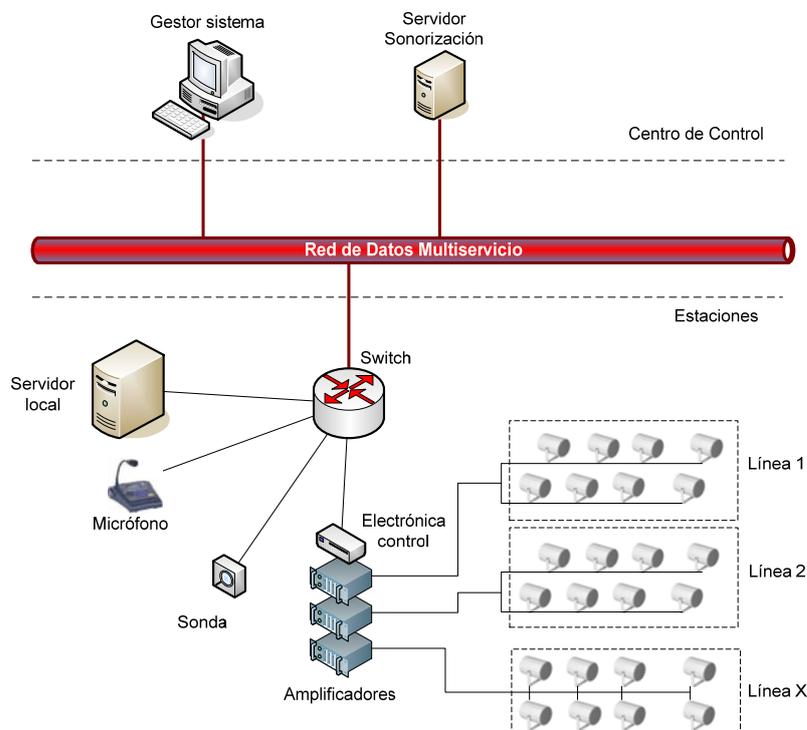


Figura 8.8 Arquitectura Sistema SON

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**8.7.3 Tráfico estimado**

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Sonorización y Voceo; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema SON.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Servidor: 2 Mbps
- Gestor de interfonía: 1 Mbps
- Servidor local: 256 Kbps
- Micrófono: 64 Kbps
- Sonda: 24 Kbps
- Electrónica de control: 192 Kbps

8.8 TELEINDICADORES**8.8.1 Introducción**

Este sistema tiene dos tipos de teleindicadores, los instalados en los andenes y Cetrans y los instalados en los carros del tren, ambos sirven para dar información visual al público usuario sobre las condiciones de operación normal o degradada del servicio o para entretener durante la espera o el trayecto a los usuarios. Esta información será emitida desde el centro de atención e información al usuario. También se visualizara la hora actual. El sistema es capaz de emitir de forma automáticamente anuncios referentes al tráfico, información que recibe del sistema ATC.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**8.8.2 Arquitectura del sistema**

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

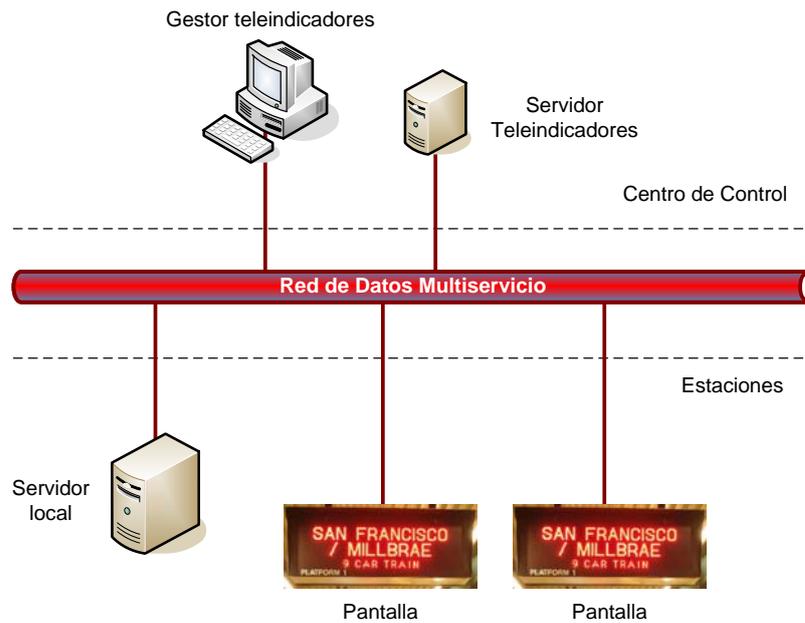


Figura 8.9 Arquitectura Sistema TLI

8.8.3 Tráfico estimado

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Teleindicadores; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema TLI.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Gestor sistema: 1 Mbps
- Servidor: 6 Mbps
- Servidor local: 6 Mbps
- Pantalla: 2 Mbps

8.9 CRONOMETRÍA

8.9.1 Introducción

Es un sistema instalado en el centro de control que distribuye un patrón de sincronismo horario a todos los sistemas informatizados, utilizando para ello la red de datos multiservicio y de acuerdo a los protocolos de transmisión normalizados.

8.9.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

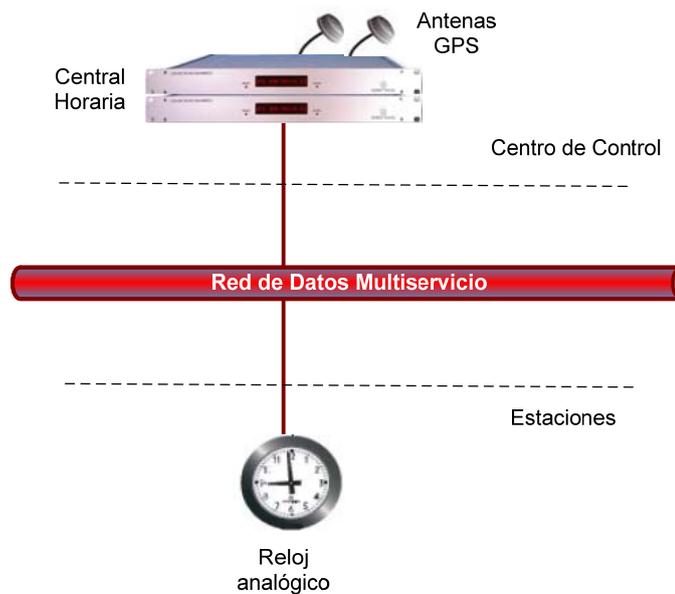


Figura 8.10 Arquitectura Sistema CRO

8.9.3 Tráfico estimado

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Cronometría; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema CRO.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Central horaria: 512 Kbps
- Reloj: 24 Kbps

8.10 RED DE DATOS MULTISERVICIO***8.10.1 Introducción***

La red de datos multiservicio proporciona a todos los sistemas de la línea el acceso a un sistema de transporte masivo de datos de alta fiabilidad y calidad presente en toda la línea y el material rodante. Por tanto, los distintos sistemas de la línea hacen uso de la RED a fin de transmitir información entre los elementos que los conforman, con independencia de la ubicación geográfica o el tipo o volumen de datos de los mismos.

8.10.2 Arquitectura del sistema

La arquitectura del presente sistema se describe en el capítulo 6 del presente documento, y en el apéndice 1 - "Esquema de la arquitectura de RED".

8.10.3 Tráfico estimado

En este caso, al tratarse del mismo sistema que es objeto del presente estudio, los equipos que inyectarán tráfico a la RED serán:

- Equipos de comunicaciones: aportará tráfico de autogestión (SNMP)
- Servidor de gestión del sistema: aportará tráfico de gestión de la RED (SNMP)

Cada equipo conectado o perteneciente a la RED, que disponga de SNMP, proporcionará un tráfico de autogestión de 5Kbps cada 30 segundos (configuración típica para este tipo de pulling). Estimando que todos los equipos no transmitirán en el mismo instante, sino de manera homogénea, el ancho de banda requerido por equipo será de 0.1667 Kbps.

8.11 BITÁCORA Y GESTOR MAESTRO

8.11.1 Introducción

Este subsistema se encarga de recibir la información en tiempo real proporcionada por los sistemas informatizados con el objeto de tener un registro de los eventos operativos y de mantenimiento a fin de elaborar un registro histórico, elaborando reportes y programas de mantenimiento. Utiliza la red de datos multiservicio y la red de nivel físico y se encuentra ubicado en el centro de control.

8.11.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

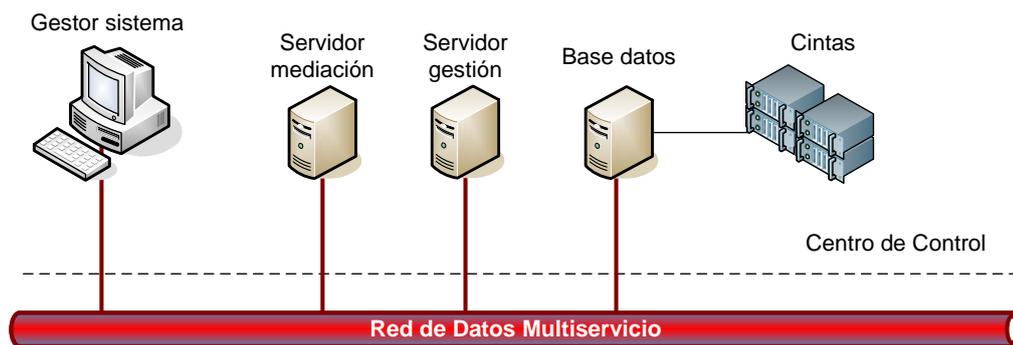


Figura 8.11 Arquitectura Sistema BIT

8.11.3 Tráfico estimado

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Bitácora y Gestor Maestro; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema BIT.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Gestor sistema: 1 Mbps
- Servidor gestión: 4 Mbps

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

- Servidor mediación: 2 Mbps
- Base de datos: 10 Mbps

8.12 PEAJE

8.12.1 Introducción

El sistema de peaje sirve para delimitar el acceso a la línea, el cual se autoriza a través del prepago del peaje utilizando una tarjeta sin contacto, el sistema se compone de: barrera de acceso al vestíbulo interior, expendedoras y recargadoras automáticas de tarjetas, concentrador de estación, concentrador de línea, como equipos principales.

8.12.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

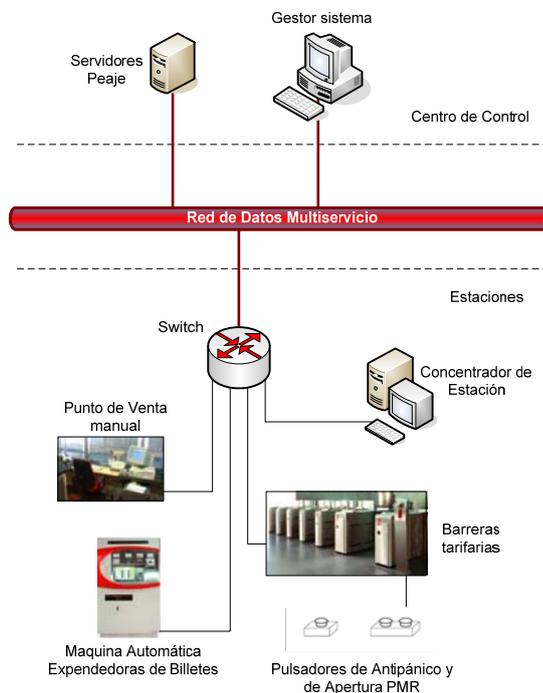


Figura 8.12 Arquitectura Sistema PJE

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**8.12.3 Tráfico estimado**

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Peaje; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema PJE.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Gestor sistema: 1 Mbps
- Servidor del sistema: 2 Mbps
- Servidor pago: 2 Mbps
- Concentrador estación: 10 Mbps
- Punto venta manual: 1 Mbps
- Validadora: 256 Kbps
- Distribuidora: 1 Mbps

8.13 CONTROL DE ACCESOS A ÁREAS RESTRINGIDAS**8.13.1 Introducción**

El control de accesos a locales restringidos, está conformado por lectores de tarjetas sin contacto ubicados en todos los accesos a los locales restringidos tanto al interior como al exterior de las mismas, en la bajada a vías y en las puertas de entrada a las estaciones.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

8.13.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

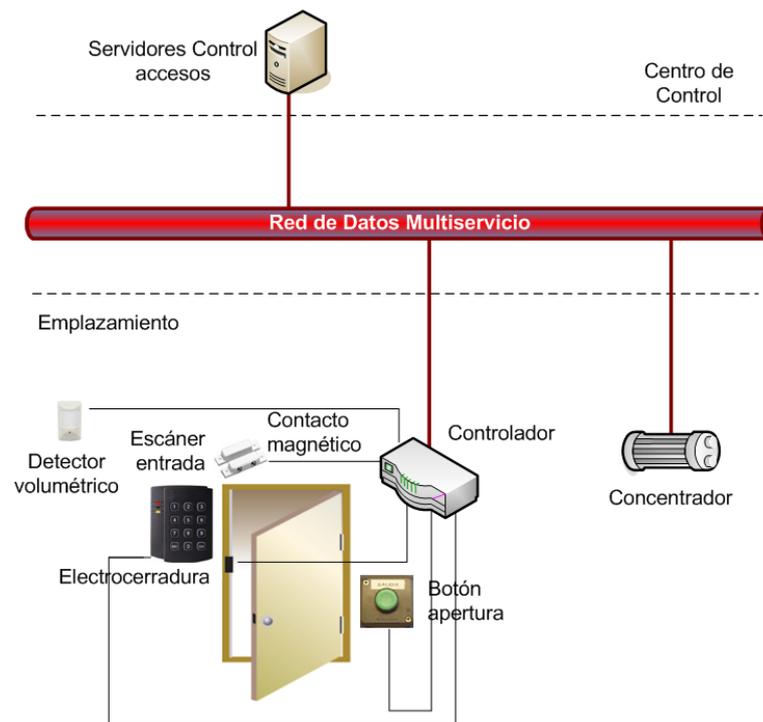


Figura 8.13 Arquitectura Sistema ACC

8.13.3 Tráfico estimado

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Control de Accesos a Áreas Restringidas; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema ACC.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Servidor: 1 Mbps
- Controladora: 256 Kbps
- Concentrador: 1 Mbps

8.14 CENTRO DE CONTROL

8.14.1 Introducción

Este centro de control centralizará todas las informaciones provenientes de la línea a través de la red de nivel físico y la de la red de datos multiservicio, para el mando y control de los subsistemas de tráfico, energía, seguridad, estaciones y de telecomunicaciones; para esto existirá un centro de atención de información al usuario que atenderá los requerimientos de los usuarios; existirá centro de regulación de tráfico, el centro de mando y control de estaciones, el centro de control de energía y el centro de seguridad; existirán varias salas para la instalación de equipos de control, servidores, equipos de alimentación; equipos de alimentación ininterrumpida y áreas para personal administrativo, además se grabarán y emitirán mensajes de importancia para el público.

8.14.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

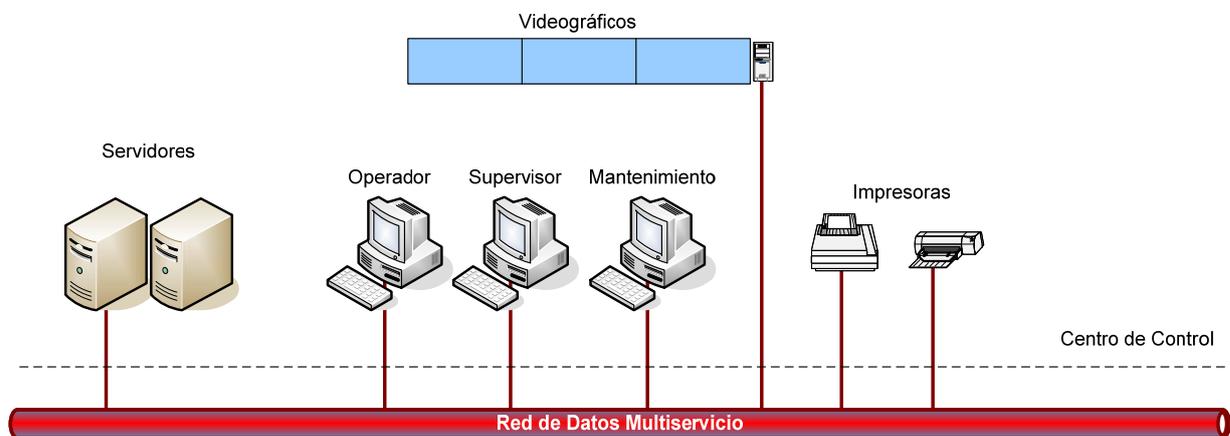


Figura 8.14 Arquitectura Sistema CTR

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**8.14.3 Tráfico estimado**

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Centro de Control; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema CTR.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Servidor: 1 Mbps
- Workstation: 2 Mbps
- Videográfico: 1 Mbps
- Impresora: 40 Kbps

8.15 MANDO Y CONTROL DE TRÁFICO**8.15.1 Introducción**

Se encarga de centralizar las informaciones de tráfico provenientes de la línea proporcionada por el sistema de señalización (ATC), a través de la red de datos multiservicio y la red de nivel físico. Su sede es el centro de control en donde se procesan las informaciones recibidas para operar la línea a través de la interfaz hombre maquina IHM que se encuentra a disposición del regulador de tráfico y supervisor de la línea, mediante pantallas (puestos de operación) y el tablero de control óptico (videowall). Además se enviarán órdenes para mandos de itinerarios al sistemas de señalización; y se efectuará la regulación automática del tráfico de trenes mediante programas efectuados por los servidores de ATS.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**8.15.2 Arquitectura del sistema**

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

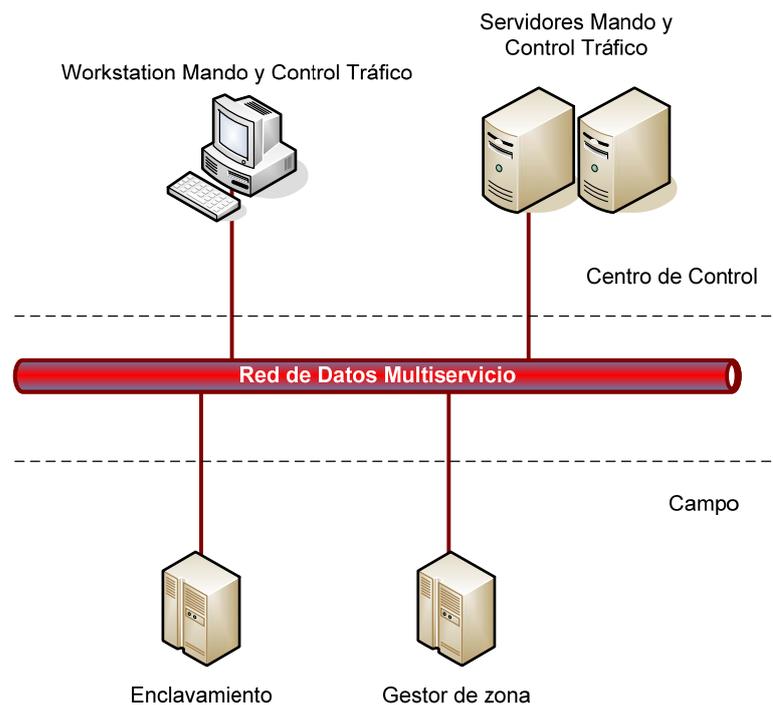


Figura 8.15 Arquitectura Sistema TTR

8.15.3 Tráfico estimado

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Mando y Control de Tráfico; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema TTR.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Gestor del sistema: 1 Mbps
- Servidor del sistema: 512 Kbps

8.16 MANDO Y CONTROL DE ESTACIONES

8.16.1 Introducción

El mando y control de estaciones es para supervisar el correcto funcionamiento de los equipos electromecánicos, eléctricos y electrónicos instalados en las estaciones, esta supervisión se realiza desde el centro de control a través de dos centros de mando que controlan en principio la mitad cada uno de ellos, en donde aparecen las arquitecturas de las estaciones con la ubicación de los equipos a controlar, en caso de falla de alguno de esos equipos se presenta una alarma visible y audible que debe ser reconocida por el operador, en el centro de control se encuentran los equipos que contiene la lógica de este sistema así como los locales técnicos de las estaciones. Esta supervisión se logra utilizando la red de datos multiservicio y la red física.

8.16.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

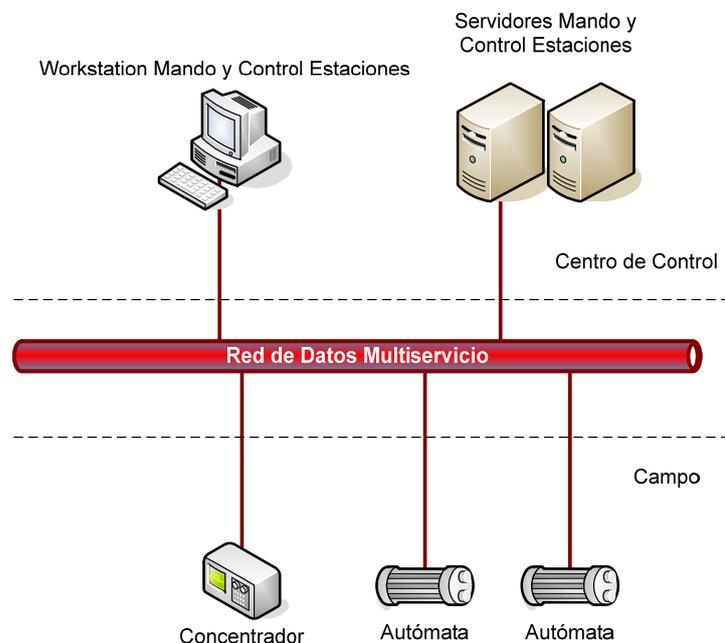


Figura 8.16 Arquitectura Sistema TES

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**8.16.3 Tráfico estimado**

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Mando y Control de Estaciones; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema TES.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Gestor del sistema: 1 Mbps
- Servidor del sistema: 512 Kbps
- CN3: 8 Kbps
- NN4: 8 Kbps

8.17 MANDO Y CONTROL DE ENERGÍA**8.17.1 Introducción**

El mando y control de energía es para supervisar el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos de alta, media y baja tensión (SEAT's, SR's, SAF's) instalados CDG, esta supervisión se realiza desde el centro de control a través de dos centros de mando que controlan en principio la mitad cada uno de ellos, en donde aparece la ubicación de los equipos a controlar, en caso de falla de alguno de esos equipos se presenta una alarma visible y audible que debe ser reconocida por el operador, en el centro de control de energía, ubicado en el centro de control, donde además se encuentran los equipos que contiene la lógica de este sistema así como en los locales técnicos de las estaciones. Esta supervisión se logra utilizando la red de datos multiservicio y la red física.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

8.17.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

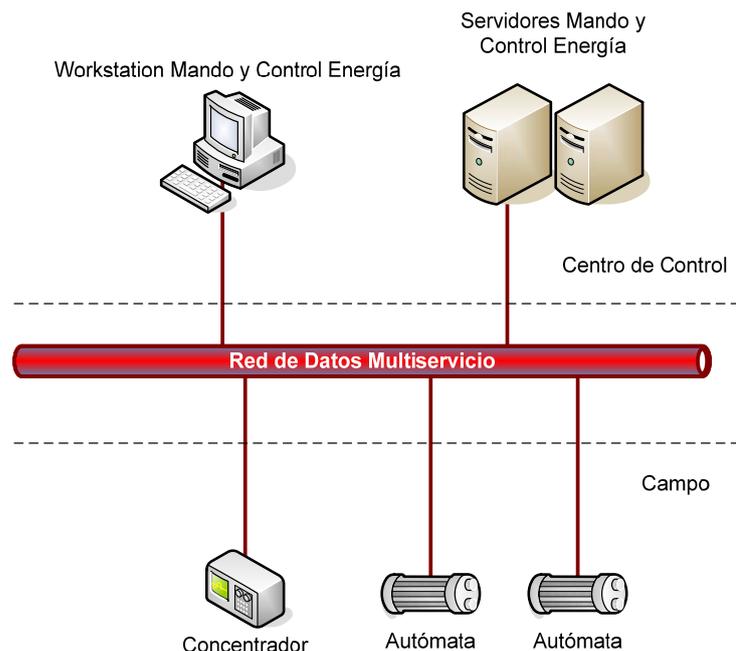


Figura 8.17 Arquitectura Sistema TEN

8.17.3 Tráfico estimado

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Mando y Control de Energía; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema TEN.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Gestor del sistema: 1 Mbps
- Servidor del sistema: 512 Kbps
- Autómata: 8 Kbps
- Concentrador: 8 Kbps

8.18 MANDO Y CONTROL DE SEGURIDAD

8.18.1 Introducción

El sistema de seguridad está conformado por cuatro subsistemas estos son: VID, ACC, PCI y VEN estos cuatro sistemas serán monitoreados en el centro de seguridad el cual contara con los equipos necesarios para este fin, así como también se podrán hacer algunos telemandos desde este mismo punto. Todo lo anterior deberá estar respaldado por un protocolo de respuesta a emergencias y/o eventos.

8.18.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura del sistema:

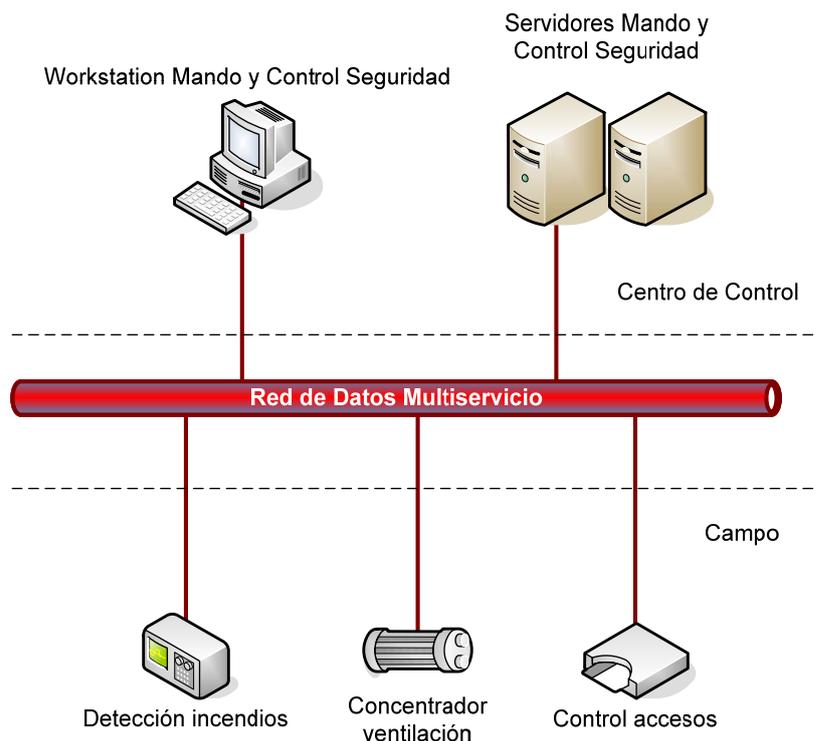


Figura 8.18 Arquitectura Sistema TSG

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**8.18.3 Tráfico estimado**

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Mando y Control de Seguridad; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema TSG.

Se estima que el tráfico inyectado a la RED será de:

- Gestor del sistema: 1 Mbps
- Servidor del sistema: 512 Kbps
- Centralita incendios: 1 Mbps
- Concentrador ventilación: 8 Kbps

8.19 SECURIZACIÓN**8.19.1 Introducción**

La seguridad consiste en la preservación de la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información en la que se deberá mantener la exactitud y completitud de la misma, así como de los sistemas e instalaciones implicados en la conservación de la misma, en donde la información no se pone a disposición ni se revela a individuos, entidades o procesos no autorizados.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

8.19.2 Arquitectura del sistema

A continuación se muestra un esquema con la arquitectura lógica del sistema SES:

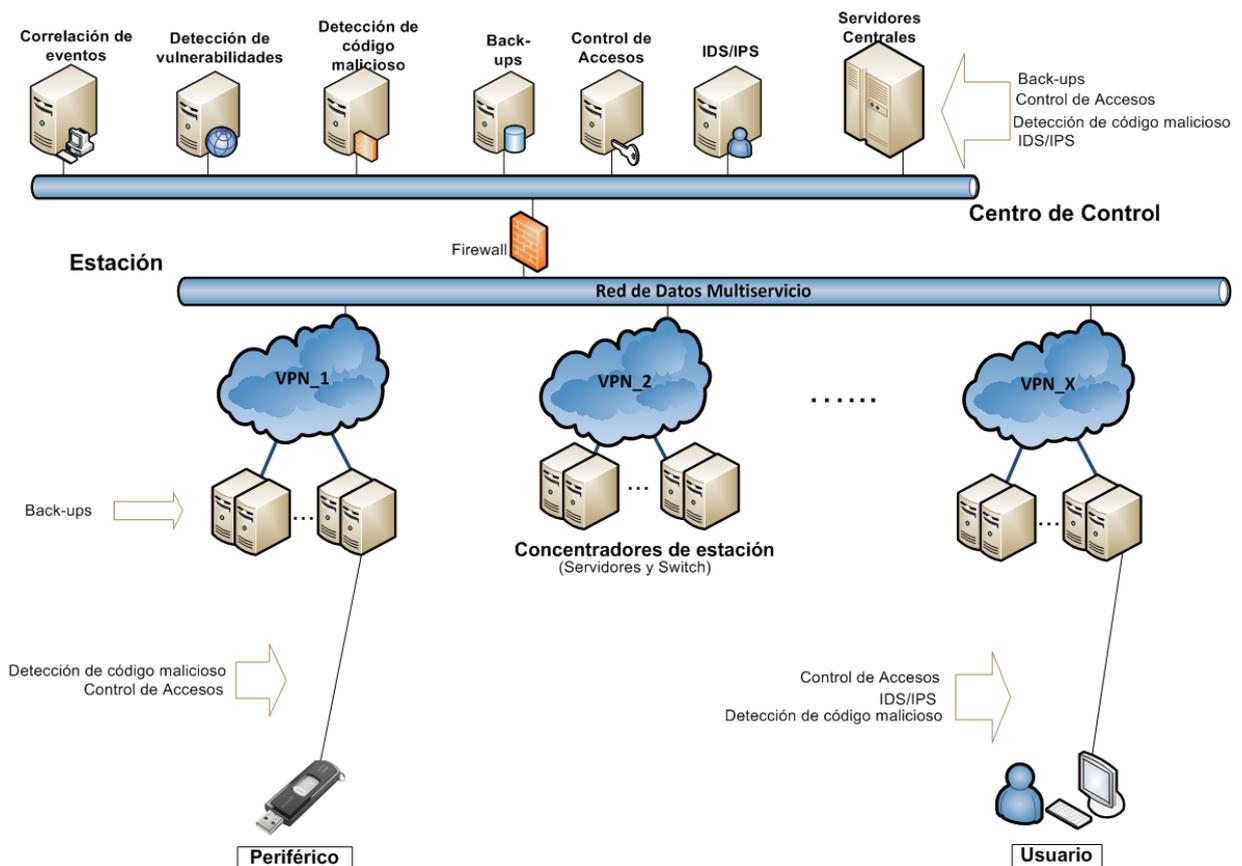


Figura 8.19 Ubicación de equipos y puntos de aplicación de las funcionalidades del sistema

8.19.3 Tráfico estimado

La Red de Datos Multiservicio proporcionará el sistema de comunicaciones para el Sistema de Securización; el cual utilizará los equipos de comunicaciones de la RED para la transmisión de la información entre los usuarios y equipamiento del sistema SES. Además, esta red proporcionará acceso al SES al tráfico que circula por la red, de manera que el SES pueda analizar, detectar y prevenir posibles anomalías en el tráfico analizado.

**DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED
MULTISERVICIOS**

El tráfico estimado para este sistema es:

- Control de acceso: necesitará un ancho de banda propio de 1 Mbps.
- Firewall: dispondrá de 40 Mbps de ancho de banda para controlar tráfico ofimático.
- Antivirus: necesitará un ancho de banda propio de 20 Mbps.
- IDS / IPS: necesitará un ancho de banda propio de 10 Mbps.
- Backups: se estima que con un ancho de banda dedicado de 100 Mbps, en poco más de tres horas se habrá hecho el backup de todos los sistemas de la Línea. Por lo que se dedicará este ancho de banda en horario de fuera de servicio de la Línea, con el compromiso de aumentarlo en momentos de necesidad y baja ocupación de la RED.
- Correlación de eventos: necesitará un ancho de banda propio de 10 Mbps.
- Detección de vulnerabilidades: no generará tráfico propio.

9 ESTUDIO DE TRÁFICO

El tráfico que se generará en la Red de Datos Multiservicio vendrá determinado por el sistema que se soporta, el número de elementos controlados por zona y la topología de red. Cada sistema soportado tendrá unas necesidades distintas de tráfico y el tráfico generado en una zona estará muy influenciado por el número de elementos a controlar, que si aumentan considerablemente se podrían producir embotellamientos, con la consiguiente congestión del sistema. Además una topología de red que no contenga cuellos de botella o que aporte cierta redundancia permitirá mayores flujos de tráfico.

Para cada uno de los sistemas soportados por la RED se ha realizado una estimación de tráfico en el capítulo anterior. Esta estimación está basada en los datos disponibles a fecha de realización del presente documento.

Analizando las premisas expuestas anteriormente, se puede deducir que el patrón de tráfico tendrá las siguientes características:

- Combinación de tráfico determinista y aleatorio. Comportamiento a ráfagas.
- Se deberá independizar los tráficos de los distintos sistemas o servicios a través de la asignación de diferentes VLANs o VPNs.

9.1 MULTICAST

9.1.1 Introducción

Las aplicaciones multimedia de sonido, gráficos, animación, texto y vídeo, se han convertido en un medio eficaz de comunicación corporativa. Sin embargo, el envío de medios de comunicación en redes de datos requiere una gran cantidad de ancho de banda. Este requisito se soluciona configurando Multicast en la red.

Multicast es la entrega de información a un grupo de destinos simultáneamente, usando la estrategia más eficiente para entregar los mensajes sobre cada enlace de la red sólo una vez.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**9.1.2 Unicast frente a Multicast**

Para entender la diferencia fundamental entre tráfico unicast y tráfico multicast, se expone el siguiente escenario:

- 1 servidor
- 3 receptores

El servidor ha de emitir tráfico hacia los tres receptores.

Si utilizamos tráfico unicast para la comunicación entre el servidor y los tres receptores, el servidor deberá transmitir tres copias para que los receptores reciban la información del servidor.

Si utilizamos tráfico multicast para la comunicación entre el servidor y los receptores, se puede observar que el servidor únicamente ha de emitir una sola vez el tráfico.

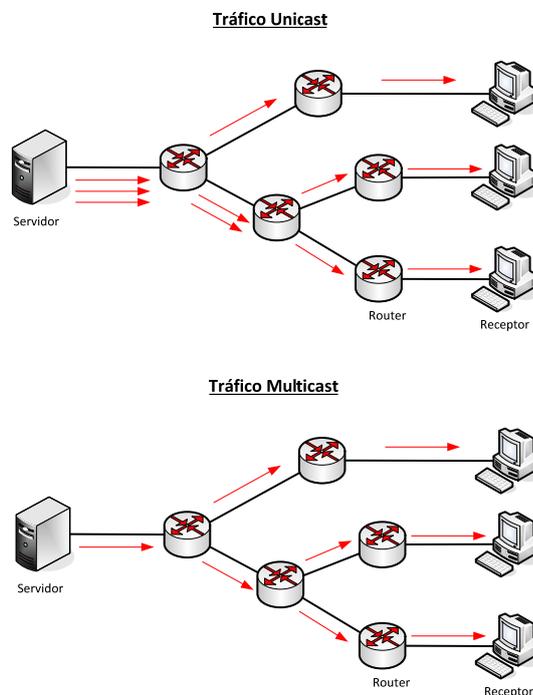


Figura 9.1 Ejemplo tráfico Unicast y Multicast

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

La transmisión Multicast ofrece muchas ventajas sobre Unicast:

- Aumento de la eficiencia: el ancho de banda se utiliza de manera más eficiente debido a que múltiples flujos de datos son reemplazados con una única transmisión.
- Optimizado ejecución: Un menor número de copias de los datos que requieren la transmisión y el procesamiento.
- Aplicaciones distribuidas: Aplicaciones multicast bajo demanda no serían posibles utilizando tráfico unicast, debido al crecimiento de los demandantes (unicast 1:1).

9.1.3 Conclusión

Para todos aquellos sistemas de la Línea que se puedan beneficiar del tráfico Multicast se realizarán configuraciones de RED que lo permitan, de manera que el tráfico en la RED se pueda ver sensiblemente reducido.

Estos sistemas podrán ser:

- Videovigilancia
- Sonorización y Voceo
- Teleindicadores
- Cronometría
- Peaje
- Mando y Control de Tráfico
- Mando y Control de Estaciones
- Mando y Control de Energía
- Mando y Control de Seguridad

9.2 ESTUDIO

A continuación se muestran los resultados del estudio en formato de tablas Excel, en donde para cada emplazamiento se detalla el tráfico cursado por la RED.

La estimación de tráfico realizada ha tenido en cuenta los siguientes datos:

- Anchos de banda estipulados en el capítulo anterior
- N° de equipos de cada sistema soportado por la RED en cada ubicación
- Dirección del tráfico por ubicaciones
- Factor de utilización

9.2.1 *Red de Acceso*

El tráfico estimado incluye el generado por los equipos finales que se conectan a la RED en una ubicación, y el recibido por el resto de elementos desde otros emplazamientos (por ejemplo desde el Centro de Control).

Se ha estimado el tráfico de cada sistema conectado a la RED.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSTalleres y Depósito

Sistemas	Talleres y Depósito
ATC	0
RAD	24.288
VID	55.752
TEL	184
REC	0
INT	74
SON	116
TLI	0
CRO	0
RED	35
BIT	0
PJE	0
ACC	729
CTR	0
TTR	0
TES	41
TEN	64
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	81.916

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSSEAT Tlaquepaque

Sistemas	SEAT Tlaquepaque
ATC	0
RAD	0
VID	11.615
TEL	74
REC	0
INT	18
SON	0
TLI	0
CRO	0
RED	14
BIT	0
PJE	0
ACC	435
CTR	0
TTR	0
TES	14
TEN	78
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	12.880

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Central Camionera

Sistemas	Estación Central Camionera
ATC	20.700
RAD	24.373
VID	67.367
TEL	202
REC	0
INT	258
SON	83
TLI	29.900
CRO	14
RED	46
BIT	0
PJE	5.715
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	23
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	149.923

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Estación Nodo Revolución

Sistemas	Estación Nodo Revolución
ATC	0
RAD	24.373
VID	67.367
TEL	202
REC	0
INT	258
SON	83
TLI	29.900
CRO	14
RED	44
BIT	0
PJE	5.715
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	18
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	129.216

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Estación Tlaquepaque Centro

Sistemas	Estación Tlaquepaque Centro
ATC	0
RAD	24.373
VID	67.367
TEL	202
REC	0
INT	258
SON	83
TLI	29.900
CRO	14
RED	44
BIT	0
PJE	5.715
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	18
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	129.216

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Río Nilo

Sistemas	Estación Río Nilo
ATC	20.700
RAD	24.373
VID	67.367
TEL	202
REC	0
INT	258
SON	83
TLI	29.900
CRO	14
RED	49
BIT	0
PJE	5.715
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	64
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	149.967

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Plaza Revolución

Sistemas	Estación Plaza Revolución
ATC	0
RAD	24.373
VID	67.367
TEL	202
REC	0
INT	258
SON	83
TLI	29.900
CRO	14
RED	44
BIT	0
PJE	5.715
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	23
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	129.221

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación CUCEI / UdG

Sistemas	Estación CUCEI / UdG
ATC	0
RAD	24.373
VID	67.367
TEL	202
REC	0
INT	258
SON	83
TLI	29.900
CRO	14
RED	45
BIT	0
PJE	5.715
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	23
TSG	638
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	129.227

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Plaza de la Bandera

Sistemas	Estación Plaza de la Bandera
ATC	20.700
RAD	24.373
VID	102.212
TEL	276
REC	0
INT	258
SON	94
TLI	29.900
CRO	14
RED	61
BIT	0
PJE	6.672
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	64
TSG	638
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	185.870

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSSalida de Emergencia Revolución Poniente

Sistemas	SE Revolución Poniente
ATC	0
RAD	0
VID	9.292
TEL	0
REC	0
INT	37
SON	0
TLI	0
CRO	0
RED	3
BIT	0
PJE	0
ACC	361
CTR	0
TTR	0
TES	0
TEN	0
TSG	0
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	9.693

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Estación Independencia Sur

Sistemas	Estación Independencia Sur
ATC	0
RAD	24.373
VID	102.212
TEL	276
REC	0
INT	258
SON	94
TLI	29.900
CRO	14
RED	55
BIT	0
PJE	6.672
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	23
TSG	638
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	165.123

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Catedral

Sistemas	Estación Catedral
ATC	0
RAD	24.373
VID	102.212
TEL	276
REC	0
INT	258
SON	94
TLI	29.900
CRO	14
RED	54
BIT	0
PJE	6.672
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	18
TSG	638
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	165.118

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSSalida de Emergencia Jardín de la Reforma

Sistemas	SE Jardín de la Reforma
ATC	0
RAD	0
VID	9.292
TEL	0
REC	0
INT	37
SON	0
TLI	0
CRO	0
RED	3
BIT	0
PJE	0
ACC	361
CTR	0
TTR	0
TES	0
TEN	0
TSG	0
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	9.693

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Alcalde

Sistemas	Estación Alcalde
ATC	0
RAD	24.373
VID	102.212
TEL	276
REC	0
INT	258
SON	94
TLI	29.900
CRO	14
RED	58
BIT	0
PJE	6.672
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	64
TSG	638
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	165.168

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSSalida de Emergencia Registro Civil

Sistemas	SE Registro Civil
ATC	0
RAD	0
VID	9.292
TEL	0
REC	0
INT	37
SON	0
TLI	0
CRO	0
RED	3
BIT	0
PJE	0
ACC	361
CTR	0
TTR	0
TES	0
TEN	0
TSG	0
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	9.693

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Normal

Sistemas	Estación Normal
ATC	0
RAD	24.373
VID	102.212
TEL	276
REC	0
INT	258
SON	94
TLI	29.900
CRO	14
RED	54
BIT	0
PJE	6.672
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	18
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	165.112

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Federalismo

Sistemas	Estación Federalismo
ATC	0
RAD	24.373
VID	67.367
TEL	202
REC	0
INT	258
SON	83
TLI	29.900
CRO	14
RED	43
BIT	0
PJE	5.715
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	23
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	129.220

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Circunvalación

Sistemas	Estación Circunvalación
ATC	0
RAD	24.373
VID	67.367
TEL	202
REC	0
INT	258
SON	83
TLI	29.900
CRO	14
RED	47
BIT	0
PJE	5.715
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	64
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	129.265

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Plaza Patria

Sistemas	Estación Plaza Patria
ATC	20.700
RAD	24.373
VID	67.367
TEL	202
REC	0
INT	258
SON	83
TLI	29.900
CRO	14
RED	44
BIT	0
PJE	5.715
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	23
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	149.921

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Basílica

Sistemas	Estación Basílica
ATC	0
RAD	24.373
VID	67.367
TEL	202
REC	0
INT	258
SON	83
TLI	29.900
CRO	14
RED	47
BIT	0
PJE	5.715
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	64
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	129.265

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Mercado del Mar

Sistemas	Estación Mercado del Mar
ATC	0
RAD	24.373
VID	67.367
TEL	202
REC	0
INT	258
SON	83
TLI	29.900
CRO	14
RED	43
BIT	0
PJE	5.715
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	18
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	129.215

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Belenes

Sistemas	Estación Belenes
ATC	0
RAD	24.373
VID	67.367
TEL	202
REC	0
INT	258
SON	83
TLI	29.900
CRO	14
RED	47
BIT	0
PJE	5.715
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	64
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	129.265

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSEstación Periférico Zapopan

Sistemas	Estación Periférico Zapopan
ATC	20.700
RAD	24.373
VID	67.367
TEL	202
REC	0
INT	258
SON	83
TLI	29.900
CRO	14
RED	44
BIT	0
PJE	5.715
ACC	582
CTR	0
TTR	0
TES	28
TEN	23
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	149.921

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOSSEAT Zapopan

Sistemas	SEAT Zapopan
ATC	0
RAD	0
VID	11.615
TEL	74
REC	0
INT	18
SON	0
TLI	0
CRO	0
RED	14
BIT	0
PJE	0
ACC	435
CTR	0
TTR	0
TES	14
TEN	78
TSG	633
SES	0
TRÁFICO (Kbps)	12.880

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS**9.2.2 Red de Acceso Centro de Control**

El tráfico estimado incluye el generado por los equipos finales que se conectan a la RED en el Centro de Control, así como todo el tráfico con origen y destino el Centro de Control.

Se ha estimado el tráfico de cada sistema conectado a la RED.

Sistemas	Centro Control
ATC	4.600
RAD	3.443
VID	228.850
TEL	1.806
REC	4.600
INT	2.086
SON	575
TLI	14.950
CRO	294
RED	4.633
BIT	4.888
PJE	2.588
ACC	1.599
CTR	25.070
TTR	1.739
TES	1.762
TEN	1.757
TSG	2.889
SES	93.150
TRÁFICO (Kbps)	401.277

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

9.2.3 Red de Distribución Línea

El tráfico estimado incluye todo el tráfico que se genere en un emplazamiento y tenga como destino otro emplazamiento.

El tráfico que circula de WiFi se supone sin VID, TEL, INT, SON ni TLI, los cuales ya se suponen en sus respectivos sistemas.

El sistema que más tráfico aporta es el de VID, para el cual se ha supuesto que cada semi-anillo soporta una parte proporcional de las imágenes visualizadas en el Centro de Control, y que además en cada uno fallase la videograbación de la estación con más cámaras, por lo que se ha de redirigir ese tráfico a las estaciones colindantes.

En el peor caso, que todas las imágenes visualizadas en el Centro de Control fueran del mismo semi-anillo, el tráfico soportado ese semi-anillo se multiplicaría por dos (252 Mbps sólo para VID).

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Semi-anillo 1

Semi-Anillo 1			
Sistemas	Estación Central Camionera	Estación Plaza de la Bandera	Estación Circunvalación
ATC	20.700	20.700	0
RAD	5.448		
VID	127.212		
TEL	202	276	202
REC	0	0	0
INT	258	258	258
SON	83	94	83
TLI	9.900	9.900	9.900
CRO	14	14	14
RED	46	61	47
BIT	0	0	0
PJE	5.715	6.672	5.715
ACC	582	582	582
CTR	0	0	0
TTR	0	0	0
TES	28	28	28
TEN	23	64	64
TSG	633	638	633
SES	0	0	0
TRÁFICO (Kbps)	227.652		

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Semi-anillo 2

Semi-Anillo 2			
Sistemas	Estación Nodo Revolución	Estación Independencia Sur	Estación Plaza Patria
ATC	0	0	20.700
RAD	5.448		
VID	127.212		
TEL	202	276	202
REC	0	0	0
INT	258	294	258
SON	83	94	83
TLI	9.900	9.900	9.900
CRO	14	14	14
RED	44	58	44
BIT	0	0	0
PJE	5.715	6.672	5.715
ACC	582	943	582
CTR	0	0	0
TTR	0	0	0
TES	28	28	28
TEN	18	23	23
TSG	633	638	633
SES	0	0	0
TRÁFICO (Kbps)	207.257		

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Semi-anillo 3

Semi-Anillo 3				
Sistemas	SEAT Tlaquepaque	Estación Tlaquepaque Centro	Estación Catedral	Estación Basílica
ATC	0	0	0	0
RAD	5.448			
VID	127.212			
TEL	74	202	276	202
REC	0	0	0	0
INT	18	258	258	258
SON	0	83	94	83
TLI	0	9.900	9.900	9.900
RED	14	44	54	47
BIT	0	0	0	0
PJE	0	5.715	6.672	5.715
ACC	435	582	582	582
CTR	0	0	0	0
TTR	0	0	0	0
TES	14	28	28	28
TEN	78	18	18	64
TSG	633	633	638	633
SES	0	0	0	0
TRÁFICO (Kbps)	187.459			

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Semi-anillo 4

Semi-Anillo 4			
Sistemas	Estación Río Nilo	Estación Alcalde	Estación Mercado del Mar
ATC	20.700	0	0
RAD	5.448		
VID	127.212		
TEL	202	276	202
REC	0	0	0
INT	258	294	258
SON	83	94	83
TLI	9.900	9.900	9.900
CRO	14	14	14
RED	49	62	43
BIT	0	0	0
PJE	5.715	6.672	5.715
ACC	582	943	582
CTR	0	0	0
TTR	0	0	0
TES	28	28	28
TEN	64	64	18
TSG	633	638	633
SES	0	0	0
TRÁFICO (Kbps)	207.346		

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Semi-anillo 5

Semi-Anillo 5				
Sistemas	Talleres y Depósito	Estación Plaza Revolución	Estación Normal	Estación Belenes
ATC	0	0	0	0
RAD	5.448			
VID	127.212			
TEL	184	202	276	202
REC	0	0	0	0
INT	74	258	294	258
SON	116	83	94	83
TLI	0	9.900	9.900	9.900
CRO	0	14	14	14
RED	35	44	58	47
BIT	0	0	0	0
PJE	0	5.715	6.672	5.715
ACC	729	582	943	582
CTR	0	0	0	0
TTR	0	0	0	0
TES	41	28	28	28
TEN	64	23	18	64
TSG	633	633	633	633
SES	0	0	0	0
TRÁFICO (Kbps)	188.471			

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

Semi-anillo 6

Semi-Anillo 6				
Sistemas	Estación CUCEI / UdG	Estación Federalismo	Estación Periférico Zapopan	SEAT Zapopan
ATC	0	0	20.700	0
RAD	5.448			
VID	92.367			
TEL	202	202	202	74
REC	0	0	0	0
INT	258	258	258	18
SON	83	83	83	0
TLI	9.900	9.900	9.900	0
CRO	14	14	14	0
RED	45	43	44	14
BIT	0	0	0	0
PJE	5.715	5.715	5.715	0
ACC	582	582	582	435
CTR	0	0	0	0
TTR	0	0	0	0
TES	28	28	28	14
TEN	23	23	23	78
TSG	638	633	633	633
SES	0	0	0	0
TRÁFICO (Kbps)	172.228			

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

9.2.4 Red de Distribución Centro de Control

El tráfico estimado incluye todo el tráfico que se genere en un emplazamiento y tenga como destino otro , siempre y cuando uno de los dos emplazamientos sea el Centro de Control.

Se ha estimado el tráfico de cada sistema conectado a la RED.

Centro de Control	
Sistemas	Centro Control
ATC	4.600
RAD	3.443
VID	182.850
TEL	1.438
REC	4.600
INT	2.013
SON	575
TLI	14.950
CRO	294
RED	4.633
BIT	4.888
PJE	2.588
ACC	575
CTR	25.070
TTR	1.739
TES	1.739
TEN	1.739
TSG	2.314
SES	93.150
TRÁFICO (Kbps)	353.196

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

9.2.5 Red Troncal

El tráfico estimado incluye todo el tráfico generado en la Línea salvo el propio de las redes de acceso.

Se ha estimado el tráfico de cada sistema conectado a la RED.

Anillo Backbone						
Sistemas	Semi-Anillo 1	Semi-Anillo 2	Semi-Anillo 3	Semi-Anillo 4	Semi-Anillo 5	Semi-Anillo 6
ATC	41.400	20.700	0	20.700	0	20.700
RAD	5.448	5.448	5.448	5.448	5.448	5.448
VID	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
TEL	681	681	754	681	865	681
REC	0	0	0	0	0	0
INT	773	810	791	810	883	791
SON	259	259	259	259	375	248
TLI	29.700	29.700	29.700	29.700	29.700	29.700
CRO	41	41	41	41	41	41
RED	153	147	159	154	184	146
BIT	0	0	0	0	0	0
PJE	18.102	18.102	18.102	18.102	18.102	17.146
ACC	1.746	2.107	2.180	2.107	2.836	2.180
CTR	0	0	0	0	0	0
TTR	0	0	0	0	0	0
TES	83	83	97	83	124	97
TEN	152	64	179	147	170	147
TSG	1.903	1.903	2.535	1.903	2.530	2.535
SES	0	0	0	0	0	0
TRÁFICO (Kbps)	611.987					

10 RESUMEN EJECUTIVO Y CONCLUSIONES

Una vez analizados los datos de tráfico que cursará la Red de Datos Multiservicio se llega a la conclusión de que los enlaces de comunicaciones que dispone son suficientes para absorber dicho tráfico, y que además presentan una reserva importante de cara a aumentar el número de equipos de los sistemas transportados o incluir sistemas nuevos.

La tecnología MPLS permite balancear la carga entre los diferentes enlaces de un equipo, lo que permite armonizar todo el tráfico de la RED.

La topología proyectada permitirá absorber todo el tráfico necesario incluso en el caso de fallo de algún enlace.

A continuación se analizan los diferentes niveles de la RED.

Capa de Acceso

A nivel de acceso en la Línea, los enlaces a 1 GE en modo normal tendrán que cursar un tráfico equivalente al 5-10% de su capacidad por tratarse de una topología en anillo, y en caso de fallo de un enlace, el tráfico por el enlace restante no superaría el 20% de su capacidad. En las SEAT y salidas de emergencia este porcentaje es incluso menor.

La capa de acceso del Centro de Control sí que tendrá que cursar un tráfico mucho mayor que en el resto de la Línea, unos 400 Mbps aproximadamente, pero gracias a su topología con doble enlace para cada equipo y la división de la capa en diferentes LANs, el tráfico cursado por cada enlace será muy inferior.

Como se puede observar la capa de acceso permitirá adecuar la RED a la demanda de tráfico necesario, y con suficientes reservas para el futuro.

Capa de Distribución

Para la capa de distribución de Línea, con enlaces a 1 GE, en modo normal el tráfico a cursar estará entre un 5% y un 15% por enlace, y en caso de fallo de un enlace el tráfico cursado no superará el 25%.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

En el caso de distribución en el Centro de Control, con enlaces a 1 GE, el tráfico soportado por los enlaces teniendo en cuenta que la carga estará balanceada entre los dos nodos, no superará el 20%. Y en el hipotético caso de que fallara un nodo de distribución, el nodo restante sería capaz de absorber todo el tráfico que entrase o saliese del Centro de Control.

Con esto se ve que el dimensionamiento y topología de este nivel permitirá cursar el tráfico asociado sin problemas, y además, los equipos de distribución estarán preparados para hacer el upgrade a enlaces de 10 GE, lo que permitiría cursar mucho más tráfico en el caso de que así se requiriese.

Capa de Backbone

El nivel de backbone es de todos los niveles el más sobredimensionado, ya que con sus enlaces a 10 GE será capaz de absorber más tráfico del que tendrá. Y en el caso de que fallara uno de los nodos del Centro de Control, el otro podría cursar la totalidad del tráfico de la capa.

Este sobredimensionamiento en los enlaces de backbone permitirá, si se realizan los upgrades en los enlaces de distribución, que la capa Backbone no se haya de modificar y que continúe cursando todo el tráfico de la RED sin problemas.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED
MULTISERVICIOS

APÉNDICE 1. ESQUEMA DE LA ARQUITECTURA DE RED

En el presente apéndice se presenta el esquema de la arquitectura de la Red de Datos Multiservicio.

DGTFM2112-ME-B00-TCRED-00100 ESTUDIO DEL TRÁFICO ESTIMADO EN LA RED MULTISERVICIOS

