



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

Estudio Técnico de distribución de tráfico de servicios de voz para modelo  
de costes de una Red de Telecomunicaciones

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**  
Para optar el título profesional de Ingeniera Electrónica

**AUTOR:**

Burneo Gonzalez, Katia Janet

ORCID: 0000-0002-7046-8106

**Lima - Perú**

**2023**

## **Metadatos Complementarios**

### **Datos del autor**

Burneo Gonzalez, Katia Janet

DNI: 09391942

### **Datos del jurado**

JURADO 1

González Prado, Julio Cesar

DNI: 07702235

ORCID: 0000-0003-0384-7015

JURADO 2

Wong Lau, Carlos

DNI: 06617892

ORCID: 0000-0001-8848-0106

JURADO 3

Cuadrado Lerma, Luis Alberto

DNI: 10448199

ORCID: 0000-0001-9689-3461

JURADO 4

Rodriguez Alcazar, Jose Luis Antonio

DNI: 08242196

ORCID: 0000-0003-2238-3017

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 02.02.01

Código del Programa: 712026

## **DEDICATORIA**

A mi padre en homenaje póstumo, a mi madre por transmitirme la fuerza y constancia y a mi esposo e hijos, que, por su amor y confianza en mi capacidad, inspiraron el logro de este objetivo en mi vida profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis colegas, compañeros de trayectoria profesional por su apoyo, colaboración y conocimientos brindados y a las personas que me acompañaron durante este proceso para obtener mi título profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

METADATOS COMPLEMENTARIOS .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Contexto de la necesidad.....	4
1.3. Objetivos .....	5
1.3.1 Objetivo general .....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4. Alcance.....	6
CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL .....	7
2.1. Conceptos básicos de telefonía.....	7
2.1.1. Configuración de redes de telefonía de voz fija.....	7
2.1.2. Fundamentos básicos de ingeniería de tráfico.....	7
2.2. Configuración de redes.....	8
2.2.1. Redes jerárquicas.....	9
2.2.2. Políticas de encaminamiento .....	10
2.3. Planificación de las telecomunicaciones .....	10
2.3.1. Planificación de la red de conmutación.....	10
2.3.2. Plan de encaminamiento.....	11
2.4. Modelos de costes aplicados a redes de telecomunicaciones.....	11
2.4.1. Estructuración de etapas de costeo y fuentes de información necesaria .....	12
2.5. Descripción de conceptos utilizados .....	12
CAPITULO III: IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO .....	15
3.1. Necesidad .....	15
3.2. Análisis de la necesidad .....	15
3.3. Ámbito de aplicación y diseño de modelo .....	16
3.4. Revisión de fuentes de información .....	16

3.5. Desarrollo de estudio técnico de distribución de tráfico .....	17
3.5.1. Tipo de red .....	18
3.5.2. Tipo de central.....	18
3.5.3. Tipos de tramos de encaminamiento .....	19
3.5.4. Zonas de cobertura .....	20
3.5.5. Revisión de la estructura de red .....	21
3.5.6. Revisión de planes de encaminamiento.....	22
3.5.7. Modelado de servicios para estudio técnico de distribución de tráfico y presentación de resultados .....	30
3.8. Metodología de costeo .....	36
3.9. Utilización de los factores de uso de los tráficos y costes de servicios.....	37
3.10. Homologación, comparativos y propuestas de mejora.....	38
CONCLUSIONES.....	39
RECOMENDACIONES .....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
ANEXOS.....	42
Anexo A Informe de Originalidad (Turnitin).....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Topología de red en malla.....	8
<b>Figura 2.</b> Topología de red en estrella.....	9
<b>Figura 3.</b> Tráfico local originado desde abonados de unidades remotas o centrales locales de área metropolitana 1.....	23
<b>Figura 4.</b> Tráfico local originado desde abonados de unidades remotas o centrales regionales de áreas regionales 1 y 2.....	24
<b>Figura 5.</b> Tráfico local desde cabeceras en ruta directa o vía central de tránsito local en zona 1 metropolitana.....	25
<b>Figura 6.</b> Tráfico local desde cabeceras en ruta directa o vía central de tránsito local en zona 1 metropolitana.....	25
<b>Figura 7.</b> Tráfico larga distancia nacional para área 1 metropolitana.....	26
<b>Figura 8.</b> Tráfico larga distancia nacional para áreas regionales 1 y 2.....	28
<b>Figura 9.</b> Tráfico larga distancia nacional interregional para área 2 regional 1 y área 3 regional 2.....	29
<b>Figura 10.</b> Tráfico local área 1 metropolitana.....	30
<b>Figura 11.</b> Tráfico local área 2 cobertura regional 1 / área 3 regional 2.....	31
<b>Figura 12.</b> Tráfico larga distancia nacional.....	34
<b>Figura 13.</b> Modelo de costes por etapas.....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tipos de Central.....	19
<b>Tabla 2.</b> Tramos de encaminamiento .....	20
<b>Tabla 3.</b> Número de líneas por departamento .....	21
<b>Tabla 4.</b> Tráfico telefónico local. Uso tramos de encaminamiento de tráfico en minutos de las zonas 1, 2 y 3.....	33
<b>Tabla 5.</b> Tráfico telefónico larga distancia nacional. Uso tramos de encaminamiento de tráfico en minutos de las zonas 1, 2 y 3.....	36

## INTRODUCCIÓN

No es excepción que, para toda empresa, incluso una operadora de telecomunicaciones es importante operar con principios de calidad, eficiencia y rentabilidad. Más aún si el ámbito de regulación es constante para garantizar a los usuarios un correcto despliegue del servicio y con tarifas razonables para los usuarios. Por tanto, es preocupación de la gestión de la organización disponer de una adecuada distribución de recursos de telecomunicaciones y conocer sus costes para este fin, con lo cual se contribuye no sólo a una sostenibilidad como organización, sino también a la garantía del cumplimiento de las exigencias del regulador y por ende de la contribución y aporte necesario a la sociedad en el despliegue de los servicios de telecomunicaciones.

Disponer de modelos de dimensionamiento a través de estudios técnicos permiten conjugar los aspectos técnicos con los aspectos económicos, a través del despliegue de herramientas técnicas de dimensionamiento de ingeniería de telecomunicaciones que permiten realizar un adecuado modelo de distribución de tráfico simulando la operativa de los servicios, permitiendo cuantificar a la par los costes de red implicados.

Estos estudios técnicos se desarrollan como proyectos a medida de la operadora, pues implica un reconocimiento particular de la tipología de la red de conmutación, niveles de jerarquización en el despliegue y encaminamiento de los servicios de tráfico de voz que se conjugan con el desarrollo a medida de una metodología de costeo que permite evaluar con propiedad la rentabilidad del servicio. Toda vez que la red es viva, tanto en fluctuación de tráfico, diseño de encaminamiento y apertura o cierre de servicios, se deben proponer estudios técnicos con criterios amoldables y flexibles capaces de recoger este dinamismo evolutivo en el crecimiento continuo y despliegue de las redes de telecomunicaciones.

En el primer capítulo del desarrollo del presente trabajo se identifica la necesidad que lo promueve, necesidad que toda operadora de telecomunicaciones tiene y que debe atender con sus recursos internos de información y conocimiento en los profesionales que la conforman, también en este primer capítulo se establece el objetivo del proyecto que fue desarrollar el estudio técnico de distribución de tráfico para modelo de costes de una red de telecomunicaciones en una operadora de servicios.

En el segundo capítulo, se desarrollan los conceptos técnicos más relevantes del presente trabajo, necesarios para su comprensión, como aspectos de redes de conmutación, ingeniería de tráfico, topología de redes de servicios de voz y principios de costeo.

En el tercer capítulo, se realiza la descripción de la implementación realizada en el proyecto con los criterios de aplicación de dimensionamiento y desarrollo de modelos necesarios, así como la descripción de las fuentes de información que permitieron conseguir los resultados requeridos por la necesidad planteada.

Finalmente, el cuarto capítulo recopila las conclusiones y recomendaciones producto del desarrollo del presente trabajo.

## CAPITULO I: IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

### 1.1. Antecedentes

Las operadoras de telecomunicaciones que se han establecido en nuestro país en el periodo desde la etapa de la privatización de las telecomunicaciones iniciado desde el año 1994, permitió la entrada al mercado de operadoras de todos los ámbitos de servicios de telecomunicaciones y sentó las bases para que a partir de esa fecha se impulsara un desarrollo del sector a través de la inversión privada y la competencia. Este despliegue se acompañó del marco legal para el sector (Decreto legislativo 702 y decretos leyes 26095 y 26096) que permitió el control regulatorio necesario. En este trayecto las operadoras debían cumplir exigencias de despliegue, es por ello que se evaluaron estudios que analizaran el despliegue e implicancias en los usuarios, es así que Coopers & Lybran (C&L) asesoría técnica del CEPRI el cual es el Comité Especial de Promoción de la Inversión Privada en ENAFER, constituido por Resolución Suprema N.º 163-93-PCM de fecha 10 de mayo de 1993 y cuya conformación actual fue dispuesta mediante Resolución Suprema N.º 259-96-PCM de fecha 11 de julio de 1996, concluyó que si bien los beneficios inmediatos se centraron en los servicios de larga distancia, el principal problema estaba en los usuarios residenciales de menores ingresos por los significativos incrementos de tarifa en un periodo corto de plazo, por ello un esquema de rebalanceo de tarifas ordenado podía exigir compromisos de inversión asegurando expansión de líneas a la par que la mejora en la calidad de los servicios.

Luego de estudiar escenarios de liberalización del sector, el CEPRI Telecom determinó lineamientos estratégicos para este despliegue, dentro de los cuales se estableció que el esquema tarifario de servicios públicos de telecomunicaciones sería el de tarifas tope (price cap) para promover la eficiencia en el sector. En una siguiente etapa vino la precisión del esquema tarifario, definiéndose la clasificación de los servicios públicos de telecomunicaciones en función a su esquema de precio y se estableció un factor de ajuste a efectos de un rebalanceo tarifario.

Entre los años de inicio de privatización 1994 y 1999, Telefónica invirtió alrededor de USD 400 millones anuales a efectos de cumplimiento de compromisos y expansión de mercado. El mercado siguió evolucionando con la apertura de este (1998) y la entrada de AT&T Latin America (telecomunicaciones fijas para empresas), Americatel (larga distancia) y TIM y Nextel (telefonía móvil), que se sumaban a Bellsouth (telefonía móvil) y a Telecable (TV paga), previamente únicos competidores de Telefónica en el mercado.

Es así como a través de lo que la regulación logra en monopolios naturales, es importante replicar las condiciones de un mercado competitivo vía fijación de precios máximos para los servicios monopólicos. De esta forma se generan incentivos para que la empresa regulada se beneficie de las ganancias en eficiencia entre cada período de revisión tarifaria, vía reducción de costos, y éstas se transfieran a los usuarios.

Bajo la premisa de que un sector abierto a la competencia genera mayores incentivos para que las empresas sean más eficientes, reduzcan sus costos y mejoren la calidad de sus servicios, resulta trascendente para las empresas de telecomunicaciones asegurar sus costes al regulador a la par que asegurar su propia sostenibilidad en la rentabilidad de los servicios ofrecidos.

La constante evolución de nuevos servicios en el día a día en el sector de las telecomunicaciones utilizando para ello nuevas tecnologías deviene en oportunidades para que el usuario obtenga un servicio del mayor beneficio posible por el valor adquirido en la contratación del mismo. Es por ello que frente a una realidad histórica caracterizada por una oferta típicamente estructurada y poco flexible, que correspondía únicamente a los servicios de telefonía según número de minutos contratados para la comunicación oral, se transforma luego en tarifas flexibles más acorde a las necesidades específicas de los usuarios, toda vez que el usuario encuentra en las empresas operadoras una oferta de servicios que, en términos de precios, se adecúa de mejor manera a su economía y satisfacción de sus necesidades de comunicación.

A la luz de este contexto conviene reparar en modelos de costes sustentados en estudios técnicos que permitirán a la par de garantizar las exigencias de costes del regulador, la sostenibilidad en el tiempo de la rentabilidad de los servicios.

## **1.2. Contexto de la necesidad**

Las operadoras de telecomunicaciones comparten para la prestación de sus servicios una amplia infraestructura de recursos, desde equipos de centrales, aplicativos de software, componentes complementarios de soporte al servicio, así como el propio recurso humano implicado.

En el caso específico de los servicios de voz, los equipos implicados en la medición de tráfico suelen tener una lectura en función de la propia arquitectura de la red, tanto a nivel de su topología, encaminamiento, enlaces establecidos, entre otros, por ello establecer la trazabilidad en el uso de la estructuración del tráfico de acuerdo al tipo de servicio de voz prestado requiere un modelamiento del mismo, haciendo las veces de su

planificación en diseño, bajo los criterios de conmutación y encaminamiento implicados, y bajo este esquema simular el tráfico de red con toma de lecturas disponibles, articulando el modelo para poder simular el tráfico vivo y poder medir el uso de tráfico como base para el modelamiento de costes de red que involucran.

Es importante considerar por ello el tipo de información disponible, así como la necesidad de depurarla en función de los criterios de dimensionamiento implicados, todo ello parte de la recopilación de fuentes de medición con los que pueda contar la operadora, de allí la necesidad de estructurar un modelo flexible de acuerdo con la disponibilidad de elementos requeridos en el modelamiento.

El estudio técnico de distribución de tráfico surge, así como un diseño a medida de la necesidad requerida y de los elementos disponibles, guardando para ello los criterios implicados en la flexibilidad de adecuación según la variabilidad de la topología y encaminamiento de la planificación del diseño de encaminamiento de tráfico de los servicios, anticipando incluso la adaptabilidad para la prestación de nuevos servicios

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

El objetivo del proyecto fue desarrollar el estudio técnico de distribución de tráfico de servicios de voz para modelo de costes de una red de telecomunicaciones.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Realizar el diagnóstico de la necesidad del estudio y determinar las fuentes de información involucradas, así como los criterios de dimensionamiento implicados.
- Formular el dimensionamiento de los servicios de tráfico de voz aplicando los criterios de tipología de red, plan de encaminamiento, catálogo de servicios de voz existente de acuerdo con la red de conmutación de servicios de voz prestados por la operadora.
- Desarrollar el modelamiento del estudio técnico de distribución de tráfico de servicios de voz en base a los criterios técnicos recogidos en el diagnóstico.
- Explicitar los criterios para el modelo de costes a utilizar para la aplicación del estudio técnico de distribución de tráfico de servicios de voz

#### **1.4. Alcance**

En el presente proyecto, se desea alcanzar lo siguiente:

- Disponer de un estudio técnico que pueda ser de alcance de una red nacional de servicios de voz conmutados y que tenga flexibilidad para la variabilidad del encaminamiento de los servicios según sea la tipología por replicar existente.
- Disponer de un estudio técnico de distribución de tráfico que pueda tener flexibilidad para la apertura o cierre de servicios según sea el catálogo de servicios a replicar existente.
- Desarrollar un estudio técnico que pueda tener la adaptabilidad a las fuentes de información disponibles.

## CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL

Dentro de la amplia gama de servicios de telecomunicaciones de concepto abierto al público se tiene el servicio telefónico, constituido a través de redes telefónicas, que prestan servicios de voz, así como servicios de valor agregado a través de las plataformas tecnológicas de conmutación, transmisión, planta externa, y señalización principalmente. El estudio técnico materia de este trabajo se enfoca en lo relacionado a la plataforma de conmutación servicios de tráfico local y de larga distancia nacional, para lo cual se desarrollarán conceptos de tráfico, tipología de redes, entre otros.

A continuación, se definen los principales conceptos teóricos que permitirán el entendimiento del estudio técnico materia de este trabajo, así como su aplicación al modelo de costes de servicio de red.

### **2.1. Conceptos básicos de telefonía**

La provisión del servicio de telefonía soporta múltiples conexiones de abonados con diferente interés de comunicación de origen a destino y por ello se deben establecer factores de dimensionamiento acordes que proporcionen un servicio eficiente y efectivo, es aquí donde entran a tallar los conceptos de conmutación, conmutador y tráfico, pues en contraparte de una red dedicada, que sería mucho más costosa, el dimensionamiento técnico aplica estos conceptos que se explican a continuación.

#### ***2.1.1. Configuración de redes de telefonía de voz fija***

La función de conmutación de un sistema telefónico establece trayectorias de comunicación de origen a destino a través de nodos, es decir centros de concentración geográfica de centrales de conmutación que permiten concentrar el tráfico con medios de transmisión comunes y emplazados en centrales de conmutación las cuales atienden un ámbito geográfico de servicio y se pueden establecer en ámbitos locales, interurbanos o de larga distancia.

#### ***2.1.2. Fundamentos básicos de ingeniería de tráfico***

Un conjunto de centrales de conmutación, establecidos en una estructura planteada por intereses de comunicación implica una red, para lo cual es necesario aplicar criterios de encaminamiento de origen a destino en atención a los tráficos de interés. Por tanto, tráfico es un concepto de magnitud para cuantificar a los intereses de comunicaciones

interconexión entre los usuarios de los servicios. En este sentido una red de telefonía constituye una estructura sistémica de interconexión para conectar diferentes usuarios de la red (Freeman, 1989).

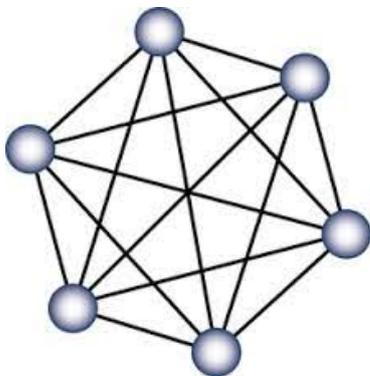
Las centrales telefónicas de una red se interconectan entonces a través de troncales o enlaces, el principal criterio de la ingeniería de tráfico es el de dimensionamiento de estos enlaces de acuerdo con los tráficos de interés. Para realizar este dimensionamiento se debe conocer la intensidad de tráfico representativa como tráficos promedio. Siendo el tráfico de naturaleza aleatoria en estos promedios se recoge el comportamiento usual por periodos, y observando las variaciones de los periodos se ilustran las lecturas de tráfico más altas en los periodos de tiempo de observación, es decir la hora pico (HP) y de acuerdo con ello se determinan la cantidad de enlaces necesarios entre los nodos. Aplicando criterios de topología de redes, se pueden, a partir de esta cuantificación de enlaces y nodos desplegados en una red, determinar qué rutas ameritan tener enlaces dedicados y qué rutas se deben encaminar a través de centrales de tránsito.

## 2.2. Configuración de redes

Se estableció previamente el criterio de enlaces de conexión entre centrales dedicados, para casos de volúmenes altos de tráfico. En este caso aplica, tal como se muestra en la Figura 1, se ilustra la configuración de malla, es decir enlaces dedicados de los nodos de la red de centrales interconectadas. Esta configuración de redes se utiliza en niveles de tráfico alto como por ejemplo de ámbito metropolitano.

**Figura 1.**

*Topología de red en malla.*

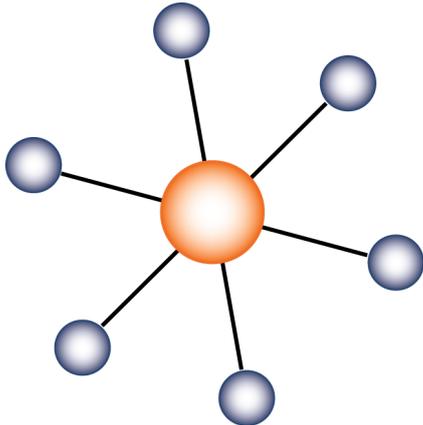


*Nota.* Huidobro (2002)

Otro tipo de configuración de red es la configuración de estrella, la cual se ilustra en la Figura 2, en la cual se utiliza una central de tránsito llamada tándem, de forma que las demás centrales queden conectadas a través de esta única central. Esta configuración de red es oportuna con niveles bajos de interés de tráfico entre los nodos.

**Figura 1.**

*Topología de red en estrella.*



*Nota.* Huidobro (2002)

Generalmente la mayoría de las redes son configuraciones de compromiso entre malla y estrella, por ejemplo, se puede tener centrales de ámbito metropolitano y de alta intensidad de tráfico en malla que a su vez se interconectan con ámbitos suburbanos a través de centrales de tránsito.

### ***2.2.1. Redes jerárquicas***

El concepto de jerarquía de redes surge a efectos de ordenamiento y estructuración de los conceptos desarrollados en el acápite anterior.

En estas estructuraciones se consideran criterios de eficiencia para el dimensionamiento de enlaces, a la par que se considera también tráficos de desborde, es decir un camino alternativo en caso de superar el dimensionamiento establecido como ruta principal.

De acuerdo al ámbito de tráfico de cobertura geográfica, así como nivel de jerarquía de acuerdo a la topología de red, se pueden tener centrales cabeceras de ámbito local que gobiernan unidades remotas de conmutación vía enlaces directos, así como centrales de tránsito de ámbito metropolitano denominadas tándem, o centrales de tránsito de ámbito de larga distancia nacional e internacional.

### ***2.2.2. Políticas de encaminamiento***

Para establecer las políticas de encaminamiento hay que conocer los tráficos de interés en los ámbitos de conmutación local, como por ejemplo centrales cabecera a nivel nacional, división de áreas de conmutación de ámbitos locales y nacionales, centrales de tránsito, subdivisión de ámbitos geográficos del tándem, zonificación de centrales en ámbito nacional.

Así mismo dentro de las políticas de encaminamiento se establece las rutas principales, las rutas de desborde, las rutas de contingencia en el volumen de tráfico.

### **2.3. Planificación de las telecomunicaciones**

Toda empresa operadora de telecomunicaciones debe velar por un uso eficaz y eficiente de sus recursos.

Las etapas de la planeación de la ingeniería de telecomunicaciones parte de un dimensionamiento a partir de la demanda, con lo cual se dimensiona el pronóstico de los tráficos de interés. En segundo lugar, partiendo de la capacidad y tecnología existente se determina el desarrollo de los planes fundamentales, los proyectos de expansión, modernización de la planta con lo cual se determinan los planes de inversión y programas de obras.

La calidad del servicio es un criterio relevante en los planes técnicos fundamentales, pues acorde a ello se dimensionará la suficiente contingencia, redundancia y desborde en caso de congestión para garantizar un nivel deseado de servicio.

Los planes técnicos fundamentales son los de conmutación, transmisión, señalización, encaminamiento, numeración, tarifas entre otros. El presente trabajo profundiza para el desarrollo del estudio técnico planteado en el plan de conmutación y plan de encaminamiento de la red de servicios de voz fija.

#### ***2.3.1. Planificación de la red de conmutación***

El plan de conmutación de una red de telefonía fija involucra el dimensionamiento de los nodos de conmutación y la interconexión de estos a través de enlaces de tráfico.

La red conmutada de telefonía pública conocida por sus siglas en inglés PSTN (Public Switched Telephone Network) se constituye para la interconexión entre los usuarios (abonados).

Existe una estructura jerárquica de los elementos de una red de conmutación, desde centrales cabecera, con dependencia de unidades remotas o URAS, y centrales de tránsito desde ámbito metropolitano como tándems o de tránsito de larga distancia.

### **2.3.2. Plan de encaminamiento**

El plan de encaminamiento selecciona la ruta más adecuada para cursar los tráficos de interés de los abonados de una red de telefonía, teniendo en cuenta para ello el volumen de tráfico, en caso se establezcan rutas directas o rutas a través de señales de tránsito, teniendo consideraciones de contingencia, desborde y redundancia que impliquen garantizar los criterios de calidad de servicio establecidos, es así que un interés de tráfico dado puede tener escenarios de encaminamiento, es decir rutas establecidas en orden de prioridad según el volumen de demanda del tráfico cursado.

## **2.4. Modelos de costes aplicados a redes de telecomunicaciones**

Las redes de telecomunicaciones abordan criterios y procedimientos de contabilización que han producido diversos modelos de costes. A continuación, se describen los siguientes:

- *Fully Allocated Costs (FAC)*. Su uso aplicado es en mercados de monopolio. En este caso considera los costes históricos de la red a través de la contabilización financiera de la misma. En este caso se asignan los costes totales, no se basa en un modelo eficiente sino histórico de reales y asignan los costes totales con un alto grado de arbitrariedad.
- *Activity Based Costs (ABC)*. Es una variación del FAC que toma en cuenta las actividades de la empresa, y por lo tanto reduce su arbitrariedad.
- *Current Cost Accounting (CCA)*. Estima el coste de reemplazar la infraestructura de red existente por la tecnología actual con los precios de mercado, considerando costes corrientes en vez de históricos. No establece directivas para el proceso de asignación de los costes.
- *Top-Down*. Partiendo de la información financiera contable de la empresa, se contabiliza el conjunto de la red y en segundo lugar se asignan los costes a los correspondientes elementos de red.

- *Bottom-Up*. Se basa en un costeo por dimensionamiento, es decir a partir de la demanda de tráfico, se plantea el diseño de red y se determinan los costes unitarios, así como la asignación de coste a cada elemento individual.

Un modelo de estructuración de costes puede considerar el dimensionamiento o planificación de los recursos de red propio de los estudios técnicos como criterios de reparto para poder repartir ya sea desde un estudio de costes del tipo FAC, o del tipo *Bottom-Up*.

El estudio técnico propiamente utilizado para el desarrollo de este trabajo se denomina estudio técnico de encaminamiento, cuyo resultado determina los factores de uso, es decir el criterio de distribución de tráfico, en este caso de los servicios de voz de tráfico local y tráfico de larga distancia nacional para el modelo de costes planteado de la red de telecomunicaciones. Para la estructuración de estos criterios de reparto se dispone de la información de tráfico de la red, cuyas fuentes de medición se alinean a los servicios de red que catalogue el modelo de costes.

#### ***2.4.1. Estructuración de etapas de costeo y fuentes de información necesaria***

Para calcular el criterio de reparto del tráfico para los distintos servicios, se requiere de información de la configuración de la planta (nodos, enlaces, etc.), reglas de encaminamiento y tráfico telefónico generado para cada servicio, con ello se simula el curso del tráfico sobre la red de telefonía básica de la red de telecomunicaciones.

Así mismo se requiere información de las lecturas de tráfico por tipos de encaminamiento y por servicio, con ello se podrá estimar el consumo en función del tráfico en minutos. Las fuentes de información en estos casos son las mediciones de las centrales, lo cual se obtiene desde la medición del tráfico en minutos obtenido con plataformas del tipo repositorio de datos como un *data warehouse*.

### **2.5. Descripción de conceptos utilizados**

A continuación, se describen algunos conceptos utilizados en el presente trabajo.

**RTB:** Para Huidobro (2002) La RTB Red de telefonía básica se define como aquella red conmutada de circuitos de voz a través de la cual se establecen llamadas de dos o más usuarios, mediante el establecimiento de una llamada (Huidobro, 2002).

**Servicios de valor agregado:** Para Ares (1997) los servicios suplementarios son aquellos servicios que pueden entregarse al usuario a través del uso de la señalización por canal común, en este caso las plataformas de este tipo de servicios aplican como de valor

agregado pues permiten dar un mayor valor comercial a la red de telefonía básica, y ello permite un elemento clave de diferenciación respecto a los competidores (Ares, 1997).

**Factor de uso de tráfico:** Para Freeman (1989) la denominación de este concepto se atribuye a las imputaciones de consumo de tráfico que se realiza en los tramos de red según el encaminamiento del servicio de red implicado (Freeman, 1989).

**Central local:** Para Huidobro (2002) cuando el ámbito de las centrales se centraliza en un área específica se denomina centrales locales o cabeceras, y reúnen las conexiones de todos los aparatos telefónicos de una determinada área, que se denomina rea local. Las centrales cabeceras pueden a su vez concentrar otros sistemas de conmutación como las unidades remotas de conmutación que amplían la extensión de cobertura del área local de la central (Huidobro, 2002).

**Central de tránsito:** Para Huidobro (2002) el papel de estas centrales es para cursar llamadas entre centrales primarias, actuando como concentradores, cuando las centrales primarias no tienen ruta directa por los recursos locales de la red de telefonía básica para determinado ámbito de cobertura geográfica (Huidobro, 2002).

**Unidad remota de conmutación:** Para Huidobro (2002) se definen como centros de conmutación de menor categoría que las centrales locales, que dependen de los centros locales. La calidad del servicio de telefonía proporcionado a los usuarios, a través de una unidad remota debe ser equivalente al que se ofrece a los usuarios conectados directamente al centro local (Huidobro, 2002).

**Encaminamiento:** Para Freeman (1989) este concepto corresponde al trayecto constituido por una sucesión de centrales y enlaces entre los que se distribuye un consumo a través de la red entre un origen y un destino y se determina a través de la forma como procede la llamada a través de las diferentes posibilidades en la red (Freeman, 1989).

**Data warehouse:** Para Date (2001) es un repositorio de fuente de datos que hace las veces de un almacén electrónico donde generalmente una empresa u organización mantiene una gran cantidad de información para la toma de decisiones o usos específicos. Los datos de un data warehouse deben almacenarse de forma segura, fiable, fácil de recuperar y de fácil de administración (Date, 2001).

**Ejercicio de simulación de tráfico:** Según Philips' Telecommunicatie Industrie (1985) la simulación de tráfico permite someter un modelo a ensayos profundos bajo ciertas condiciones, obteniéndose resultados, un ejercicio de simulación es por tanto un conjunto formado por los datos de una simulación realizada en el software para un servicio

determinado con una política asociada y los resultados obtenidos en el proceso de encaminamiento (Industrie, 1985).

**Política de encaminamiento:** Para Freeman (1989) esta definición corresponde al conjunto de reglas que indican cómo encaminar un consumo de tráfico, por ello corresponde a una condición lógica que define para una relación de consumo de tráfico el camino que debe seguir por la red para alcanzar el destino (Freeman, 1989).

## **CAPITULO III: IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

### **3.1. Necesidad**

Una empresa que gestiona una red de telecomunicaciones, portadora de servicios de voz requiere para garantizar la sostenibilidad y eficiencia de sus recursos técnicos, poder identificar la rentabilidad de sus servicios. Un elemento complejo implicado en los costes de la red es determinar la asignación de estos a cada uno de los servicios que presta la operadora, toda vez que son recursos de infraestructura de telecomunicaciones comunes a la prestación de los servicios y su asignación dependerá del uso que estos recursos tengan en los servicios de red implicados.

Si bien una operadora de telecomunicaciones administra variados recursos de red como planta externa, conmutación de voz, de datos, recursos de transmisión, recursos de señalización, plataformas de valor agregado entre otras, el estudio que abordará el presente trabajo aborda en específico el estudio técnico para la distribución de tráfico de servicios de voz para modelo de costes de una red de telecomunicaciones.

Para identificar entonces estos factores de uso y en el caso específico de los recursos asignados al encaminamiento del tráfico a través de los recursos de conmutación de la red es que se hace necesario el planteamiento de un estudio técnico que modele la lógica de esta cuantificación y que calcule los costes las veces que se requiera.

Para dar desarrollo a este proyecto intervinieron consultores externos pues este proyecto fue de envergadura regional, así como mi persona como especialista interna, diseñando el estudio a medida del dimensionamiento de la red de conmutación y encaminamiento de la propia operadora. El proyecto en implementación y desarrollo fue de tres años y su vigencia duró más de una década en el protagonismo de metodología de distribución de costes de la red.

### **3.2. Análisis de la necesidad**

El objetivo principal de la atención de esta necesidad fue el cálculo de los factores de uso del tráfico para los servicios de voz de la red de telecomunicaciones. El cálculo de estos factores de uso del tráfico de encaminamiento se realizó a partir del consumo que cada uno de estos. Estos consumos por tramo de encaminamiento dependieron fundamentalmente de la siguiente información para su cálculo:

- Los consumos de tráfico de cada servicio para un determinado periodo de tiempo, el cual fue proporcionado en forma de matriz de tráfico de la forma central origen – central destino para cada uno de los servicios que se estudiaron.
- La estructura de encaminamientos de cada servicio de voz de la red de telecomunicaciones, que determinó cómo se encaminaban las llamadas del servicio a través de esta.

De acuerdo con estas necesidades de información se conformaron los grupos de trabajo tanto con los equipos de operación y mantenimiento de la red para efecto de las fuentes de lectura de tráfico de las centrales, como con el equipo de planificación para efecto de los criterios de dimensionamiento y del cual lideré como responsable del estudio técnico para este cálculo.

### **3.3. Ámbito de aplicación y diseño de modelo**

El estudio técnico de distribución de tráfico tuvo un ámbito de servicios de voz referidos a un diseño de tráfico local y de larga distancia nacional dentro de la red de abonados de la cobertura de una operadora para un modelo de costes de una red de telecomunicaciones. A efectos de la presentación del presente trabajo y como contribución al mismo se ha abstraído el modelamiento a un ámbito genérico de dimensionamiento y de aplicación al costeo para su explicación.

### **3.4. Revisión de fuentes de información**

Hubo varias fuentes de información requeridas para el presente estudio técnico:

- Información sobre tráfico de los servicios a través de una matriz de tráfico de la forma central origen – central destino para cada uno de los servicios que se estructuran en el estudio técnico realizado.
- Información que se usó en la creación de la topología que configuró composición de la estructura de la red, datos como la estructuración de las áreas geográficas, tipos de centrales, código de identificación de cada central.

Esta información se empleó para el cálculo de los factures de uso utilizados para repartir el tráfico. Los detalles de la información que se recabaron de cada central fueron:

- Central telefónica.

- Funcionalidad de la central (central cabecera, unidad de conmutación remota, central de tránsito, etc.)
- Departamento al que pertenecía la central.
- Central digital cabecera. En el caso de las unidades remotas, se identificó la central cabecera de la que dependían.
- Líneas instaladas en la central.

### **3.5. Desarrollo de estudio técnico de distribución de tráfico**

Como se mencionó en el capítulo 1, el objetivo del presente estudio técnico fue el cálculo de la distribución de tráfico de servicios de voz para modelo de costes de una red de telecomunicaciones, el cual se realizó mediante el cálculo de los factores de uso de tráfico de cada uno de los tramos de encaminamiento descritos en la estructura de red según el uso de los servicios de conmutación de voz definidos.

Para efectos de este cálculo de factores de uso, la operadora de red de telecomunicaciones utilizó un software de simulación de tráfico, en el cual se cargó la información descrita relacionada a la estructura de red de la operadora, el modelado de los encaminamientos y los consumos de tráfico de los distintos servicios. A través de este software se simularon los tráficos según el recorrido del encaminamiento para cada uno de los servicios definidos.

Para la realización de la simulación del comportamiento de los servicios conmutados de voz en el software, fue necesario cargar la configuración de la red. Esta información se utilizó en el modelado de los distintos comportamientos de los minutos de tráfico de los servicios que fueron considerados. Así, por ejemplo, se emplearon para determinar cuándo un tráfico se originaba y se entregaba en la misma área geográfica de cobertura para determinar si aplicaba como un tráfico de servicio local o de larga distancia nacional, pues ello conllevó a la aplicación de distintas reglas de encaminamiento.

Luego de que finalizaba la simulación que el software llevó a cabo, el resultado proporcionado fue una matriz en la que se reflejó, para cada uno de los tramos de encaminamiento de red que fueron considerados, cuál fue el uso, en minutos, que los distintos servicios de conmutación de voz estaban realizando de los mismos.

Éste dato fue el que permitió obtener los porcentajes de reparto de los tramos de encaminamiento sobre los servicios, que se asociaban luego al modelo de costes de la red de telecomunicaciones.

A continuación, se describen los elementos de información de estructura de red que fueron necesarios para la carga de la información en el software de simulación de usos de tráfico.

### ***3.5.1. Tipo de red***

La red de la operadora materia de este trabajo fue la red de telefonía básica del propio operador. En esta red se utilizaron para el cálculo del estudio técnico los servicios de tráfico local y de tráfico de larga distancia nacional.

### ***3.5.2. Tipo de central***

Según los criterios de funcionalidad y jerarquía, en la Tabla 1 se describen los tipos de centrales que fueron parte del presente estudio técnico.

Las centrales locales y regionales se ubicaban en un nodo de cobertura geográfico, cuya extensión geográfica de cobertura se realizaba a través de unidades remotas o URAS. Existían varias tecnologías de centrales digitales que manejaban esta configuración, como las centrales AXE del proveedor Ericson, 5ESS del proveedor Lucent o S12 del proveedor Alcatel.

Las centrales locales estaban ubicadas en áreas metropolitanas y las centrales regionales en dos zonas regionales definidas.

Las centrales de tránsito local se ubicaban en la red por dupla a efectos de establecer redundancia de ruta y desborde en las llamadas, y estaban presentes en el área definida como metropolitana.

Las centrales de tránsito nacional estaban instaladas geográficamente en la zona metropolitana y conmutaban el tráfico de larga distancia nacional de tipo interregional.

Las centrales de tránsito regionales se ubicaban instaladas en el nodo principal de cada una de las dos zonas regionales y se encargaban de conmutar el tráfico nacional dentro de su propia zona regional de cobertura.

**Tabla 1.***Tipos de Central*

<b>IDENTIFICADOR</b>	<b>Funcionalidad principal</b>	<b>Jerarquía / encaminamiento</b>
URA	Unidad remota de conmutación	Red de telefonía básica (RTB) /Vía central local
CL	Central local	Red de telefonía básica (RTB)/ Rutas directas o vía CTL
CR	Central regional	Red de telefonía básica (RTB)/ Rutas directas o vía CTR o CTN
CTL	Central tránsito local	Tránsito local (vía doblete)
CTR	Central de tránsito regional	Tránsito regional
CTN	Central tránsito nacional	Tránsito nacional (vía doblete)
AbR	Abonado unidad remota	Vía central local (cabecera)
AbCL	Abonado central digital	Vía central local
AbCR	Abonado central regional	Vía central regional

*Nota.* Elaboración Propia

### **3.5.3. Tipos de tramos de encaminamiento**

En la Tabla 2 se describen los tramos de encaminamiento de la red de telecomunicaciones que fueron necesarios a utilizar en el modelamiento de los servicios de telefonía local y servicio de telefonía larga distancia de los abonados de la propia operadora.

**Tabla 2.***Tramos de encaminamiento*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ID</b>
Encaminamiento de unidad remota de abonados T1 hacia su central cabecera	
Encaminamiento central local hacia su abonado	T2
Encaminamiento de ruta directa entre centrales locales T3	
Encaminamiento central local y central de tránsito local T4	
Encaminamiento de central local de área metropolitana a central de tránsito nacional T5	
Encaminamiento entre central regional y central de tránsito regional T6	
Encaminamiento entre central regional y central de tránsito nacional T7	

*Nota.* Elaboración Propia**3.5.4. Zonas de cobertura**

Para la configuración de las llamadas de larga distancia nacional se cargaron los departamentos de las zonas de cobertura implicadas, los cuales se estructuraron a efecto de la explicación del presente trabajo en dos zonas regionales.

Esta información, se utilizó en el modelado de los distintos comportamientos de los minutos de tráfico de los servicios considerados. Así, por ejemplo, se empleó para determinar cuándo un tráfico se originaba y se entregaba en el mismo o en distinto departamento, pues ello conllevaba la aplicación de distintas reglas de encaminamiento. En la Tabla 3 se muestra la estructura de la información de los departamentos con sus respectivos números de líneas instaladas, para cada una de las áreas que fueron establecidas: Área 1: Metropolitana Área 2: Regional 1, Área 3: Regional 2.

**Tabla 3.***Número de líneas por departamento*

Dpto	Num. Líneas	Área
1	4.288	Area 2
2	50.048	Area 2
3	6.464	Area 3
4	104.062	Area 3
5	12.224	Area 3
6	21.632	Area 2
7	43.008	Area 3
8	2.496	Area 2
9	12.672	Area 2
10	46.478	Area 3
11	59.608	Area 2
12	104.416	Area 2
13	62.144	Area 2
14	1.294.397	Area 1
15	25.088	Area 3
16	3.328	Area 3
17	10.944	Area 3
18	4.416	Area 2
19	66.822	Area 2
20	27.072	Area 3
21	19.136	Area 3
22	28.609	Area 3
23	8.896	Area 2
24	14.45	Area 3

*Nota.* Elaboración Propia**3.5.5. Revisión de la estructura de red**

En la estructura de la red de la operadora, se detallaron las centrales de conmutación, áreas de cobertura, funcionalidad y jerarquía a partir de lo cual se estableció su encaminamiento.

La red de telecomunicaciones materia de este estudio técnico y que prestaba servicios de voz se componía de distintos tipos de centrales. Estas centrales se agrupaban, básicamente, de acuerdo con criterios de funcionalidad y jerarquía. A continuación, se describen los tipos de central que fueron consideradas en el estudio técnico realizado:

- Cada central de la red de telecomunicaciones de servicios de voz tenía asignado un tipo denominado principal, que determinaba la funcionalidad principal que realizaba.

- En cada caso era necesario especificar la jerarquía y encaminamiento asociado, con lo cual se facilitaba el modelado del encaminamiento de los distintos servicios.

Así mismo para la estructuración de la distribución geográfica se definieron zonas de cobertura nacional. En el presente estudio técnico se nombra una de ellas de ámbito metropolitano y 2 de ámbito de cobertura regional:

**Área 1 metropolitana:** Cobertura metropolitana. En los nodos de conmutación de esta zona se encontraban las centrales locales con sus respectivas unidades remotas, así mismo se encontraban ubicados en dos de los nodos metropolitanos 2 centrales de tránsito locales y en otros 2 nodos metropolitanos 2 centrales de tránsito nacionales.

**Área 2: Cobertura regional 1;** abarcaba la zona centro y sur.

**Área 3: Cobertura regional 2;** abarcaba la zona norte y oriente.

La definición de estas áreas facilitó la definición de las reglas de encaminamiento que simularon el comportamiento de los minutos de tráfico de los servicios de red definidos para los servicios de tráfico local y de larga distancia nacional

### **3.5.6. Revisión de planes de encaminamiento**

Una vez revisados todos los aspectos relativos a la configuración de la planta de la red de telecomunicaciones de los servicios de voz relacionados a los recursos de conmutación y los servicios de red de telefonía que se consideraron, se definieron las reglas que debían seguir los minutos de cada uno de estos servicios, y en base a lo cual se pudo determinar el factor de uso del tráfico con la simulación que fue realizada del comportamiento de tráfico de éstos.

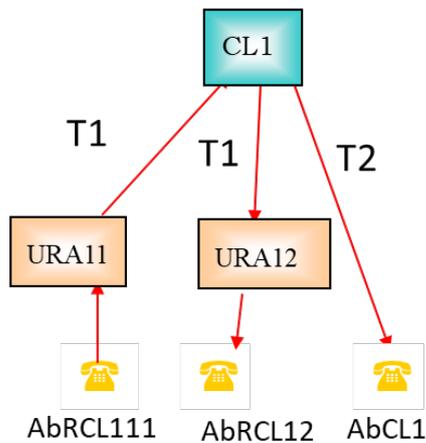
Para ello se definieron un conjunto de políticas de encaminamiento. Para cada una de las políticas se incluía un esquema en el que se mostraba el encaminamiento que se estaba realizando y las reglas que se estaban utilizando.

#### **3.5.6.1. Plan de encaminamiento de servicios de tráfico local.**

Para la definición de los encaminamientos de tráfico local fue importante su estructuración según el área geográfica respectiva. Para el caso del Área 1: Metropolitana se tenían los tramos de encaminamiento T1, T2, dentro de su zona de cobertura de cabecera y que se ilustra en la Figura 3.

**Figura 2.**

*Tráfico local originado desde abonados de unidades remotas o centrales locales de área metropolitana 1.*



*Nota.* Elaboración Propia

T1: Tramo de encaminamiento de una unidad remota de abonados hacia su central local (cabecera).

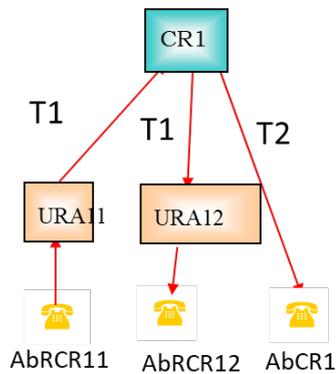
T2: Tramo de encaminamiento de una central local hacia su abonado.

En la Figura 3 se muestra el encaminamiento para el tráfico de ámbito local que era originado en una central local o en una unidad remota de una central local de ámbito metropolitano, donde el abonado AbRCL11 era el abonado de la unidad remota 1 de la Central Local 1, el AbRCL12 era el abonado de la unidad remota 2 de la central local 1 y el AbCL1 era el abonado directo de la central local 1. El tráfico de interés entre las unidades remotas con dominio de la cabecera local 1 se establecía en llamada hacia la central local 1.

En la figura 4 se ilustra el tráfico de ámbito local en este caso originado desde abonados de unidades remotas o centrales regionales.

### Figura 3.

*Tráfico local originado desde abonados de unidades remotas o centrales regionales de áreas regionales 1 y 2.*



*Nota.* Elaboración Propia

T1: Tramo de encaminamiento de una unidad remota de abonados hacia su central regional (cabecera).

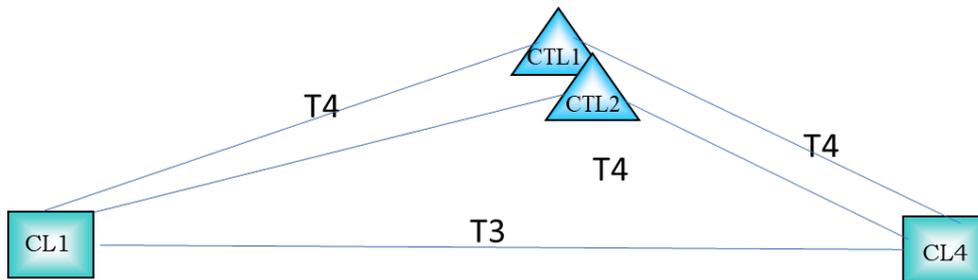
T2: Tramo de encaminamiento de una central regional hacia su abonado

En el Figura 4 se muestra el encaminamiento para el tráfico de ámbito local que era originado en una central regional o en una unidad remota de una central regional, donde el abonado AbRCR11 era el abonado de la unidad remota 1 de la Central Regional 1, el AbRCR12 era el abonado de la unidad remota 2 de la central regional 1 y el AbCR1ers el abonado directo de la central regional 1.

El encaminamiento desde las centrales locales de la zona metropolitana se ilustra en la Figura 5 y se encaminaba según el volumen de tráfico a través de rutas directas o a través de las centrales de tránsito en encaminamiento vía doblete, a efectos de desborde y contingencia.

**Figura 4.**

*Tráfico local desde cabeceras en ruta directa o vía central de tránsito local en zona 1 metropolitana.*



*Nota.* Elaboración Propia

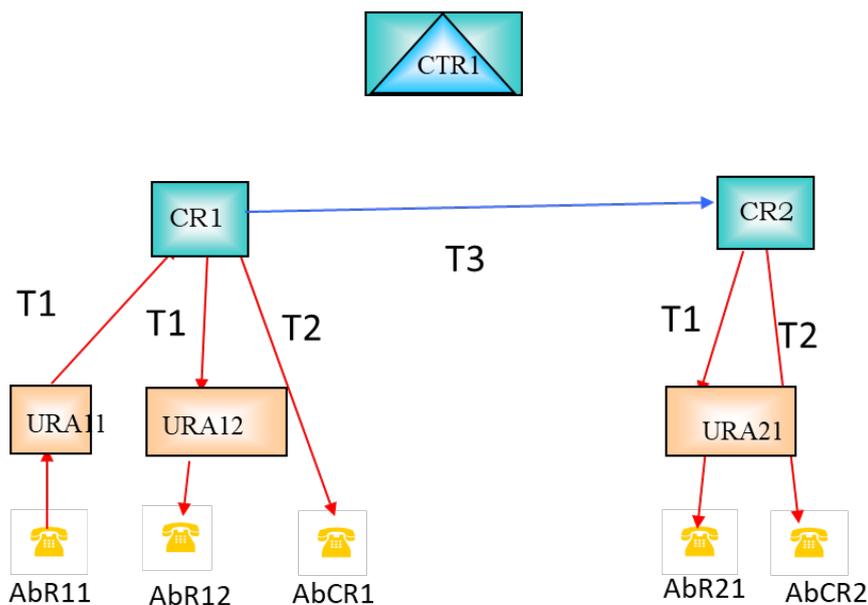
T3: Tramo de encaminamiento de ruta directa entre centrales locales

T4: Tramo de encaminamiento entre central local y central de tránsito local

Finalmente, en la Figura 6 se ilustra el tráfico local desde cabeceras regionales. Para este tráfico no intervenía la central de tránsito regional, pues la zona de cobertura de las cabeceras y remotas establecían un ámbito de tráfico departamental local.

**Figura 5.**

*Tráfico local desde cabeceras en ruta directa o vía central de tránsito local en zona 1 metropolitana.*



*Nota.* Elaboración Propia

T1: Tramo de encaminamiento de una unidad remota de abonados hacia su central regional (cabecera).

T2: Tramo de encaminamiento de una central regional hacia su abonado.

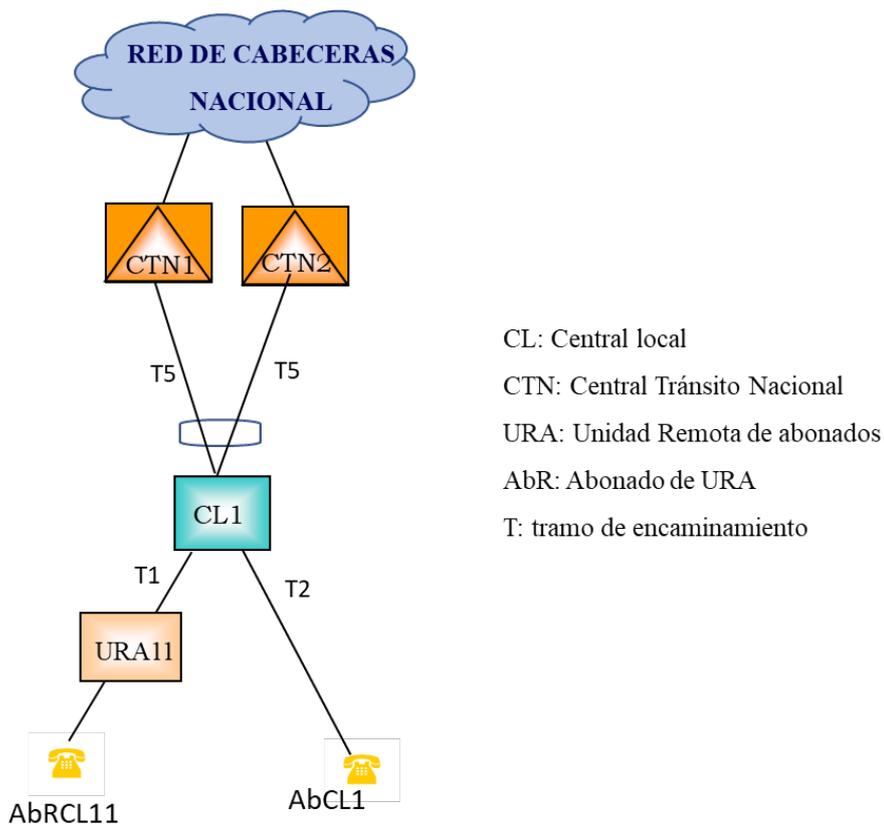
T3: Tramo de encaminamiento de ruta directa entre centrales regionales.

### 3.5.6.2. Plan de encaminamiento de servicios de larga distancia nacional.

Para la definición de los encaminamientos de tráfico de larga distancia nacional era importante estructurarlos según el área geográfica respectiva. Para el caso del Área 1: Metropolitana, tal como se muestra en la Figura 7 se tenían los tramos de encaminamiento T1, T2, T5.

**Figura 6.**

*Tráfico larga distancia nacional para área 1 metropolitana.*



*Nota.* Elaboración Propia

T1: Tramo de encaminamiento unidad remota de abonados – a central local (cabecera) de la zona 1 metropolitana.

T2: Tramo de encaminamiento central local hacia su abonado.

T5: Tramo de encaminamiento de central local de área metropolitana 1 a central de tránsito nacional.

En la Figura 7 se muestra el encaminamiento para el tráfico larga distancia nacional para el Área 1 Metropolitana en una central local o en una unidad remota de una central local de ámbito metropolitano, donde el abonado AbRCL11 era el abonado de la unidad remota 1 de la Central Local 1 y el AbCL1 era el abonado directo de la central local 1. En este caso el tráfico de interés de larga distancia nacional se encaminaba siempre en ruta doblote a través de las dos centrales de tránsito nacional.

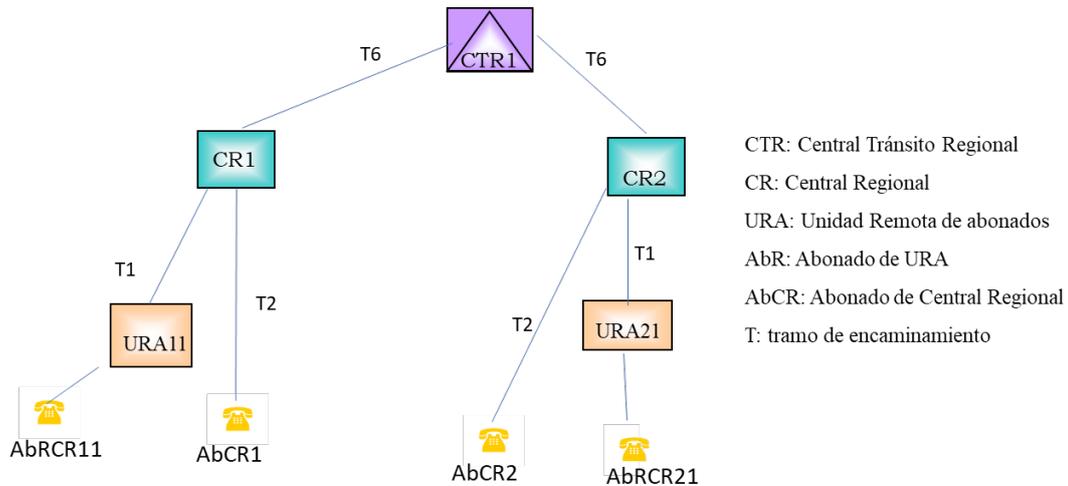
**CTN: Central de tránsito nacional:** central de tránsito que cursaba tráfico interregional, es decir entre las 3 áreas establecidas. Cabe precisar que las centrales del área metropolitana 1 tenían establecido el encaminamiento por doblote a estas dos centrales de tránsito, las cuales por efecto de seguridad se encontraban ubicadas en dos nodos geográficamente distintos dentro de la cobertura del área 1.

Para las áreas Regionales 2 y 3 se configuraban dos tipos de encaminamiento para el tráfico de larga distancia nacional, según era el ámbito del destino.

Un primer caso era el tráfico larga distancia nacional dentro de la propia zona regional, en este caso se tenían los tramos de encaminamiento T1, T2 y T6 los cuales se ilustran en la Figura 8.

**Figura 7.**

*Trafico larga distancia nacional para áreas regionales 1 y 2.*



*Nota.* Elaboración Propia

T1: Tramo de encaminamiento unidad remota de abonados – a central regional (cabecera) de las zonas regionales 2 y 3.

T2: Tramo de encaminamiento central regional hacia su abonado.

T6: Tramo de encaminamiento entre central regional y central de tránsito regional.

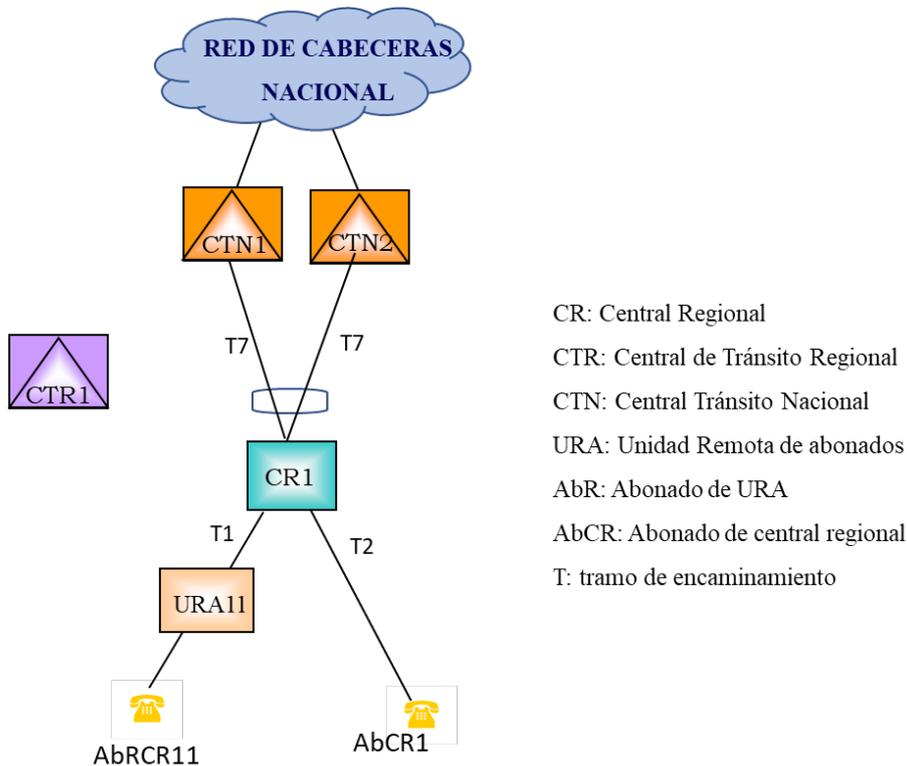
**CTR: Central de tránsito regional:** Cursaba tráfico de larga distancia nacional dentro de la propia región de cobertura.

En la Figura 8 se muestra el encaminamiento para el tráfico larga distancia nacional regional para las áreas: Área 2 regional 1 y Área 3 regional 2 en una central regional o en una unidad remota de una central regional, donde el abonado AbR11 era el abonado de la unidad remota 1 de la central regional 1 y el AbCR1 era el abonado directo de la central regional 1. El AbR21 era el abonado de la unidad remota 2 de la central regional regional para las áreas: Área 2 regional 1 y Área 3 regional 2 en una central regional o en una unidad remota de una central regional, donde el abonado AbR11 era el abonado de la unidad remota 1 de la central regional 1 y el AbCR1 era el abonado directo de la central regional 1. El AbR21 era el abonado de la unidad remota 2 de la central regional 2 y el AbCR2 era el abonado de la central regional 2. En este caso el tráfico de interés de larga distancia nacional dentro de la misma región se encaminaba a través de la central de tránsito regional.

Un segundo caso era el tráfico larga distancia nacional con destino fuera de su región, en este caso se tenían los tramos de encaminamiento T1, T2 y T7 los cuales se ilustran en la Figura 9.

**Figura 8.**

*Trafico larga distancia nacional interregional para área 2 regional 1 y área 3 regional 2.*



*Nota.* Elaboración Propia

T1: Tramo de encaminamiento unidad remota de abonados – a central regional (cabecera) de las zonas regionales 2 y 3.

T2: Tramo de encaminamiento central regional hacia su abonado.

T7: Tramo de encaminamiento entre central regional y central de tránsito nacional.

En la Figura 9 se muestra el encaminamiento para el tráfico larga distancia nacional para las áreas: área 2 regional 1 y área 3 regional 2 en una central local o en una unidad remota de una central regional, donde el abonado AbRRCR11 era el abonado de la unidad remota 1 de la central regional 1 y el AbCR1 era el abonado directo de la central regional 1. En este caso el tráfico de interés de larga distancia nacional entre regiones se encaminaba siempre en ruta doblete a través de las dos centrales de tránsito nacional.

### 3.5.7. Modelado de servicios para estudio técnico de distribución de tráfico y presentación de resultados

A continuación, se presenta el desarrollo del modelado para los servicios materia de explicación de este trabajo: tráfico local y tráfico de larga distancia nacional.

En ambos casos se registró para el modelado en el software de simulación la información de tráfico de las centrales proporcionado por un Datawarehouse de la operadora como fuente de información que procesó las lecturas de toda la red de centrales involucradas.

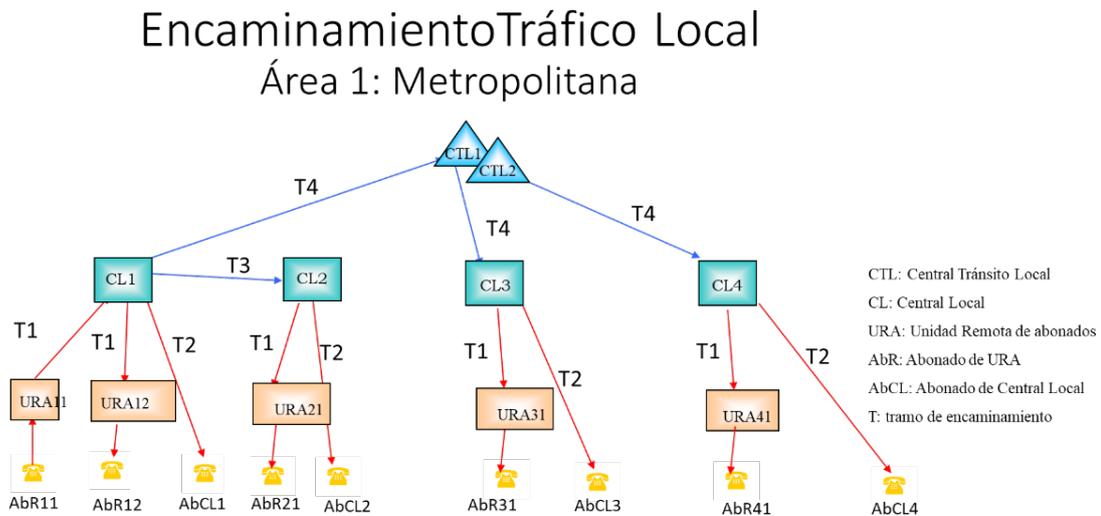
#### 3.5.7.1. Ejercicio de encaminamiento de servicio de tráfico local.

En la figura 10 se muestra la política de encaminamiento del servicio tráfico local.

#### Política de encaminamiento empleada:

Figura 9.

Trafico local área 1 metropolitana.



Nota. Elaboración Propia

T1: Tramo de encaminamiento de una unidad remota de abonados hacia su cabecera.

T2: Tramo de encaminamiento de una central local hacia su abonado.

T3: Tramo de encaminamiento de ruta directa entre centrales locales.

T4: Tramo de encaminamiento entre central local y central de tránsito local.

**Rutas de encaminamiento:**

**Llamada local entre abonado AbR11 a abonado AbR12:**

Abonado de unidad remota 1 encaminaba a través de central local 1  
AbR11-URA11-T1-CL1-T1-URA12-AbR12

**Llamada local entre abonado AbR11 a abonado AbCL1:**

Abonado de unidad remota 1 encaminaba a través de central local 1  
ABR11-URA11-T1-CL1-T2-AbCL1

**Llamada local entre abonado AbR11 a abonado AbR21:**

Abonado de unidad remota encaminaba a unidad de remota de central local 2 a  
través de ruta directa que fue establecida entre CL1 y CL2:

AbR11-URA11-T1-CL1-T3-CL2-T1-AbR21

**Llamada local entre abonado AbR11 a abonado AbCL2:**

Abonado de Unidad remota encaminaba a central local 2 a través de ruta directa  
que fue establecida entre CL1 y CL2:

AbR11-URA11-T1-CL1-T3-CL2-T2-AbCL2

**Llamada entre abonado AbR11 y abonado AbR1**

Abonado de Unidad remota encaminaba a abonado de unidad remota de central  
local 3 a través de central de tránsito local.

AbR11-URA11-T1-CL1-T4-CTL1-T4-CL3-T1-URA31-AbR31

**Llamada entre abonado AbR11 y abonado AbCL3**

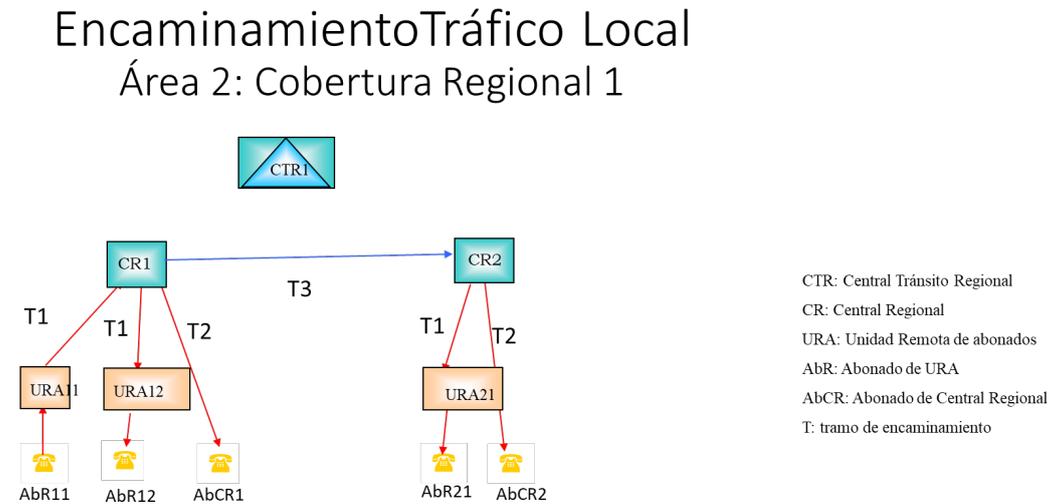
Abonado de unidad remota encaminaba a abonado de central local 3 a través de  
central de tránsito local.

AbR11-URA11-T1-CL1-T4-CTL1-T4-CL3-T2-AbCL3

Para el caso del área 2 o área 3: cobertura regional 1 y 2 se establecían de manera similar  
y se tenían los tramos de encaminamiento T1, T2, T3 según se ilustra en la Figura 11.

**Figura 10.**

*Trafico local área 2 cobertura regional 1 / área 3 regional 2.*



*Nota.* Elaboración Propia

T1: Tramo de encaminamiento de una Unidad remota de abonados hacia su central regional cabecera.

T2: Tramo de encaminamiento de una central regional hacia su abonado

T3: Tramo de encaminamiento de ruta directa entre centrales regionales de tráfico de ámbito local.

#### **Rutas de encaminamiento:**

##### **Llamada entre abonado AbR11 a abonado AbR12:**

Abonado de Unidad remota 1 encaminaba a través de central regional 1:

AbR11-URA11-T1-CR1-T1-URA12-AbR12

##### **Llamada entre abonado AbR11 a abonado AbCR1**

Abonado de unidad remota 1 encaminaba a través de central regional 1

AbR11-URA11-T1-CR1-T2-AbCR1

##### **Llamada entre abonado AbR11 a abonado AbR21**

Abonado de Unidad remota encaminaba a unidad de remota de central regional 2 a través de ruta directa que fue establecida entre CR1 y CR2:

AbR11-URA11-T1-CR1-T3-CR2-T1-AbR21

##### **Llamada entre abonado AbR11 a abonado AbCR2**

Abonado de unidad remota encaminaba a central regional 2 a través de ruta directa establecida entre CR1 y CR2:

**Resultados:**

Se debe tener en cuenta que en los resultados que fueron proporcionados tras la ejecución de este ejercicio en el software de simulación, diseñado por el área de investigación y desarrollo de la propia operadora, aparecían recorridos que correspondían con conmutación directamente en las centrales remotas, en el caso en que el usuario que iniciaba la llamada y su interlocutor dependían de la misma central remota. Sin embargo, las centrales remotas de este operador no realizaban conmutación, por lo que la llamada de un abonado de una remota hacia otro abonado de esta remota debía encaminarse primero a la central cabecera de la cual dependía y bajar nuevamente a la central remota para establecer la comunicación con el abonado destino, como el simulador no podía aplicar esta regla se tuvo que realizar un ajuste por fuera posterior de los resultados obtenidos con lo que se pudo reflejar adecuadamente.

Los resultados proporcionados por el software de simulación de tráfico para la ejecución de este ejercicio, en cuanto al uso de tramos de encaminamiento de red, fueron los que se ilustran en la Tabla 4.

**Tabla 4.**

*Tráfico telefónico local. Uso tramos de encaminamiento de tráfico en minutos de las zonas 1, 2 y 3.*

TRAMO DE ENCAMINAMIENTO	TRÁFICO EN MINUTOS	FACTORES DE USO PARA TRÁFICO LOCAL
T1: Encaminamiento Unidad Remota de abonados – local / regional (Cabecera) de las Zonas 1, 2 y 3	463,993,003.10	0.2995
T2: Encaminamiento Central local/Regional hacia su abonado	717,717,282.80	0.4633
T3: Encaminamiento de ruta directa entre centrales locales/regionales	231,805,458.10	0.1496
T4: Encaminamiento Central local y Central de tránsito local	135,544,314.80	0.0875
<b>TOTAL TRAFICO LOCAL</b>	<b>1,549,060,058.80</b>	<b>1.0000</b>

*Nota.* Elaboración Propia



### **Rutas de encaminamiento:**

#### **Llamada entre abonado AbR11 a abonado AbR41**

Llamada de larga distancia nacional entre el abonado AbRCL11 del área 1 metropolitana, se encaminaba el tráfico a través de la central de tránsito nacional vía doblete al abonado AbRRCR41 del área 3: regional 2:

AbRCL11-URA11-T1-CL1-T5-CTN1/CTN2-T7-CR4-T1-URA41-AbRRCR41

#### **Llamada entre abonado AbRRCR11 a abonado AbRRCR21**

Llamada de larga distancia nacional entre el abonado AbRRCR11 del área 2 regional 1, se encaminaba el tráfico a través de la central de tránsito regional al abonado AbRRCR21 de la misma área 2 regional 1:

AbRRCR11-URA11-T1-CR1-T6-CTR1-T6-CR2-T1-URA21-AbRRCR21

#### **Llamada entre abonado AbCR1 a abonado AbCR4**

Llamada de larga distancia nacional entre el abonado AbCR1 del área 2 regional 1, se encaminaba el tráfico a través de la central de tránsito nacional al abonado AbCR4 del área 3 regional 2:

AbRRCR1-T2-CR1-T7-CTN1/CTN2-T7-CR4-T2-AbCR4

#### **Llamada entre abonado AbRRCR31 a abonado AbCR4**

Llamada de larga distancia nacional entre el abonado AbRRCR31 del área 3 regional 2, se encaminaba el tráfico a través de la central de tránsito regional al abonado AbCR4 de la misma área regional:

AbRRCR31-URA31-T1-CR3-T6-CTR2-T6-CR4-T2-AbCR4

### **Resultados:**

Se debe tener en cuenta que en los resultados que fueron proporcionados tras la ejecución de este ejercicio en el software de simulación aparecían recorridos que correspondían con conmutación directamente en las centrales remotas, o de las centrales locales o regionales. Los resultados que fueron proporcionados por el software de simulación de tráfico para la ejecución de este ejercicio, en cuanto al uso de tramos de encaminamiento de red, fueron los que se ilustran en la Tabla 5.

**Tabla 5.**

*Tráfico telefónico larga distancia nacional. Uso tramos de encaminamiento de tráfico en minutos de las zonas 1, 2 y 3.*

<b>TRAMO DE ENCAMINAMIENTO</b>	<b>TRÁFICO EN MINUTOS</b>	<b>FACTORES DE USO PARA TRÁFICO LARGA DISTANCIA NACIONAL</b>
T1: Encaminamiento Unidad Remota de abonados – local / regional (Cabecera) de las Zonas 1, 2 y 3	43,765,713.41	0.2012
T2: Encaminamiento Central local/Regional hacia su abonado	80,801,240.14	0.3715
T5: Encaminamiento de central local de área metropolitana 1 a Central de tránsito Nacional	56,560,868.10	0.2601
T6: Encaminamiento entre Central Regional y Central de tránsito regional	24,240,372.04	0.1115
T7: Encaminamiento entre Central Regional y Central de tránsito nacional	12,120,186.02	0.0557
<b>TOTAL TRAFICO LOCAL</b>	<b>217,488,379.71</b>	<b>1.0000</b>

*Nota.* Elaboración Propia

### **3.8. Metodología de costeo**

El ámbito de este trabajo se soportó en una metodología de costes que logró obtener costos de la infraestructura de Red, cuyos resultados sirvieron de fuente de información para calcular la rentabilidad de los servicios finales a clientes y así obtener resultados de segmentos de clientes y servicios por unidades de negocio.

La metodología de costes que utilizó la operadora se ilustra en la Figura 13, la cual abarcó cuatro etapas en las cuales se obtenían los porcentajes de reparto hasta llegar a servicio de red. La metodología iniciaba su proceso con la identificación activos, a través del análisis de las cuentas contables, hasta los servicios de red, y utilizó para ellos los denominados estudios técnicos, que determinaban el criterio de reparto y asignaciones de recursos de red en cada etapa.

**Figura 12.**

*Modelo de costes por etapas.*



*Nota.* Elaboración Propia

En una primera etapa se identificaron la composición de las cuentas contables de amortización de los activos, su relativo coste histórico y su relación con los equipos de Red.

La segunda etapa de formulación de equipos de Red se catalogaron tanto equipos como infraestructura, se asociaban costes como energía y aire acondicionado a estos equipos.

La tercera etapa correspondía a la agrupación de equipos e infraestructura para el modelamiento de los servicios de red. Era en esta etapa específica que intervenían los factores de uso calculados en el estudio técnico de distribución de tráfico de servicios de voz para modelo de costes de una red de telecomunicaciones explicado en el presente trabajo.

La cuarta etapa cuantificaba los costes de los servicios de red en función del modelamiento de los servicios y de los costes históricos.

Finalmente, los resultados de estos costes de red servían de fuente de información para calcular la rentabilidad de los servicios finales a clientes, incluso agrupados por segmento, es decir tipo de cliente.

### **3.9. Utilización de los factores de uso de los tráficos y costes de servicios**

Una vez fueron calculados los tramos de uso en minutos de los tráficos de cada uno de los servicios, el objetivo era obtener a nivel de porcentaje de utilización de cada servicio de red utilizando es decir los factores de uso en porcentaje a través de los tramos de

encaminamiento de la red de telecomunicaciones específicamente para cada servicio estudiado.

Las etapas de los costes explicados en el acápite anterior, desde las primeras etapas de la cadena de reparto se adjudicaban por tanto a los servicios de red en la última etapa de asignación a través de los factores de uso calculados en el estudio técnico anteriormente explicado en las veces de driver de reparto de coste, permitiendo estimar el importe económico en costes de los tramos de encaminamiento de la red por cada servicio de red.

### **3.10. Homologación, comparativos y propuestas de mejora**

Este estudio técnico se desarrolló durante un año su implementación, catalogación de fuentes de información, depuración de fuentes, estructuración de bases de datos y elaboración propiamente de los estudios técnicos en base al modelamiento de la planificación de los servicios de red.

Año a año los costes eran comparados, identificándose en el análisis aspectos de mejora, así como revisión de rentabilidad de precios y productividad tanto de los recursos de infraestructura como de los recursos humanos para la toma de decisiones de la alta gerencia, así como referencia comparativa para los modelos de costes solicitados por el organismo regulador.

Cada año se realizaba el cálculo de este estudio técnico y lograban siempre identificar aspectos de mejora, ya sea en el perfilamiento de las fuentes de información, afinar criterios de dimensionamiento u automatizar procesos de cálculo.

## CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta el análisis y la evaluación descrita en este informe se dio con el objetivo general de desarrollar el estudio técnico de distribución de tráfico de servicios de voz para modelo de costes de una red de telecomunicaciones, como un diseño a medida que permitió replicar a la operadora en múltiples oportunidades el cálculo a efectos de evaluar de manera continua de los recursos de telecomunicaciones. Así mismo en el desarrollo del presente trabajo se dio paso a paso el cumplimiento de cada objetivo específico, desde el diagnóstico de la necesidad, análisis de las fuentes de información, criterios de dimensionamiento hasta la propia elaboración del modelo.
- La importancia de elaborar este estudio técnico permite garantizar a la operadora el uso eficiente, generando competitividad en el sector a la par de garantizar al organismo regulador los costes a mantener sin dejar de ser sostenible en el tiempo.
- El presente trabajo ilustra el modelamiento y etapas de dimensionamiento y criterios empleados en el diseño del estudio técnico con fines didácticos de explicación, cuidando la apertura de la información para garantizar la confidencialidad de los datos.
- El presente trabajo es un aporte a la aplicación del dimensionamiento y planificación de las redes de servicios de tráfico de voz local y larga distancia a efectos de explicitar su uso como elemento de variables de coste en las propias redes de telecomunicaciones, donde los criterios de distribución en este caso el factor de uso de tráfico obedece a reglas de encaminamiento establecidas, pero a su vez amoldables a cualquier operadora.

## RECOMENDACIONES

- Dado que los fines son didácticos en el presente trabajo se ha desarrollado con los principales servicios de voz en la operadora, sin embargo, se puede replicar en ámbitos de tráficos de interconexión con otras operadoras, diseños de plataformas de valor agregado entre otros.
- Si bien el trabajo explicita el proceso del estudio técnico en cada etapa, se indica que la simulación del tráfico obedece a la aplicación de un software, el cual es necesario a efectos de replicar el presente modelo en otras aplicaciones prácticas.
- La información a detalle de la operadora no se apertura por criterio de confidencialidad, sin embargo, el material explicado permite explicar con fines didácticos el modelo expuesto.
- Se recomienda seguir profundizando en los criterios de modelamiento de redes conjugado con criterios económicos del negocio, a fin de ilustrar los aportes técnicos que pueden ser factibles en las operadoras desde el punto de vista técnico a la rentabilidad y eficiencia de las operadoras de servicios de telecomunicaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ares, R. (1997). *Enlaces Redes y Servicios. Red Telefónica e ISDN*. . Belforte SA.

Date, C. (2001). *Introducción a los sistemas de bases de datos*. ((Séptima edición). ed.).  
Pearson Educación.

Freeman, R. (1989). *Ingeniería de sistemas de telecomunicaciones. Diseño de redes digitales y analógicas*. ((Primera Edición) ed.). Editorial LIMUSA.

Huidobro, J. (2002). *Todo sobre comunicaciones*. ((Cuarta edición) ed.). (T. Editores, Ed.) Spain: Paraninfo,S.A.

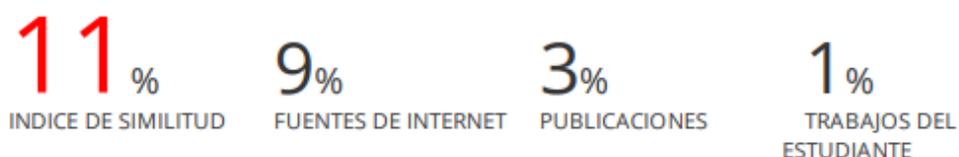
Industrie, P. T. (1985). *Philips telecommunication review : PTR*.  
<https://nla.gov.au/nla.cat-vn1719153>

## ANEXOS

### Anexo A Informe de Originalidad (Turnitin)

#### Estudio Técnico de distribución de tráfico de servicios de voz para modelo de costes de una Red de Telecomunicaciones

##### INFORME DE ORIGINALIDAD



##### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<a href="http://repositorio.up.edu.pe">repositorio.up.edu.pe</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<a href="http://repositorio.unican.es">repositorio.unican.es</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<a href="http://www.coit.es">www.coit.es</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<a href="http://www.gaceta.go.cr">www.gaceta.go.cr</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<a href="http://dnconsultores.com">dnconsultores.com</a> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<a href="http://www.ositran.gob.pe">www.ositran.gob.pe</a> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	

		<1 %
10	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://www.derechoenzapatillas.com">www.derechoenzapatillas.com</a> Fuente de Internet	<1 %
12	Camacho Tufiño Juan Carlos. "La privatización de empresas paraestatales : el caso de las telecomunicaciones en México como objetivo de modernización de la empresa ó política económica", TESIUNAM, 2009 Publicación	<1 %
13	<a href="http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080">repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
15	Galicia Lona Roberto Arturo, Quiroz Nicolás Jorge. "Perspectivas tecnológicas de Telmex ante el desarrollo de las telecomunicaciones en México", TESIUNAM, 2008 Publicación	<1 %
16	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
17	Cuenca Hernandez Juan Carlos, Guzman Rojas Juan Carlos, Hong Cirion Patricia, Palma Rodriguez Laura Ines et al. "Diseno de una	<1 %

red de comunicaciones via satellite con acceso TDMA de datos para agencias de viajes", TESIUNAM, 1995

Publicación

---

18	Ramos Rodríguez Jaime Alberto. "Eficiencia de la regulación en la telefonía fija en México", TESIUNAM, 2009	<1 %
Publicación		
19	repositorio.espe.edu.ec:8080	<1 %
Fuente de Internet		
20	sistemastectuxtla.net	<1 %
Fuente de Internet		
21	vsip.info	<1 %
Fuente de Internet		
22	Delgado Vieyra Sandra Nayeli. "Estudio del comportamiento dinámico entre protocolos de señalización (SIP y H.323) para el soporte de VOIP", TESIUNAM, 2015	<1 %
Publicación		
23	catalogosiidca.csuca.org	<1 %
Fuente de Internet		
24	archive.org	<1 %
Fuente de Internet		
25	www.shcp.sse.gob.mx	<1 %
Fuente de Internet		

---

[www.strm.org.mx](http://www.strm.org.mx)

26	Fuente de Internet	<1 %
27	Beltran Molina Rafael, Espinosa de los Monteros Rebolledo Gerardo. "Recarga artificial de acuíferos como solución a su sobreexplotación", TESIUNAM, 2003 Publicación	<1 %
28	bogotafreeplanet.com Fuente de Internet	<1 %
29	Almaraz Anaya Juan Luis, Villanueva Zuñiga Carlos, Vazquez Perez Guadalupe. "Aplicación de voz sobre IP para un caso de telefonía pública", TESIUNAM, 2006 Publicación	<1 %
30	Pacheco Muñoz Cecilio. "Aplicación del método del marco equivalente a una estructura de concreto para edificio de oficinas", TESIUNAM, 1983 Publicación	<1 %
31	app.ingemmet.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
32	hmuller.home.cern.ch Fuente de Internet	<1 %
33	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	www.juntadeandalucia.es	

Fuente de Internet

<1 %

---

**35** "Diseño e implementación de un filtro activo híbrido-serie multietapa de 9 niveles", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2012  
Publicación

<1 %

---

**36** León Zaragoza Julio Gilberto de. "Red de videovigilancia IP para el Instituto de Ingeniería", TESIUNAM, 2008  
Publicación

<1 %

---

**37** María Esther Liébana Durán. "Propuesta de clasificación tipológica de colegios con criterios de eficiencia energética. Estudio del caso de la ciudad de Valencia a través de la metodología del coste óptimo.", Universitat Politècnica de Valencia, 2021  
Publicación

<1 %

---

**38** Mendoza Gonzalez Jorge. "Implementacion y puesta en servicio de una central telefonica celular tipo MSC 5000 en Popotla Cd. de Mexico, dentro de la red celular de TELCEL", TESIUNAM, 2001  
Publicación

<1 %

---

**39** Velazquez Campoverde Claudia, Nava Lizardi Yessica. "Liberalizacion telefonica en Mexico, el papel de la inversion extranjera directa en

<1 %

## la competitividad de TELMEX en el mercado interno (1997-2001)", TESIUNAM, 2003

Publicación

40	<a href="http://doku.pub">doku.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
41	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="http://www.atlatl.com.mx">www.atlatl.com.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://www.dr-zippie.net">www.dr-zippie.net</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://www.iagua.es">www.iagua.es</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://www.laneta.apc.org">www.laneta.apc.org</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="http://www.loot.co.za">www.loot.co.za</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://www.mercosur.org.uy">www.mercosur.org.uy</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://www.sepsiq.org">www.sepsiq.org</a> Fuente de Internet	<1 %

50 Rentería Alcántara Evelyn Ivonne. <1 %  
"Consultoría en Gestión Organizacional a través de la aplicación de la teoría del Aprendizaje Organizacional", TESIUNAM, 2009  
Publicación

---

51 Sosa Garnica Ma. Isabel. "Desarrollo de un modelo financiero mediante el uso de dinamica de sistemas", TESIUNAM, 1985 <1 %  
Publicación

---

52 Daza Bonilla Susana,Rodríguez Cisneros Ivette Ondina. "Medición de la calidad de los servicios. Caso : oficinas TELMEX, Acapulco", TESIUNAM, 2008 <1 %  
Publicación

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado