

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**Propuesta de un sistema de comunicaciones de voz  
y de acceso a Internet para las escuelas del  
Municipio de Berlín, Usulután.**

PRESENTADO POR:

**ERICK RONALD CAMPOS HERNÁNDEZ  
EDMOND OSMANI ROMERO MORENO**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL 2011

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR :

**MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ**

SECRETARIO GENERAL :

**LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO :

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

SECRETARIO :

**ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

DIRECTOR :

**ING. JOSÉ WILBER CALDERÓN URRUTIA**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

Título :

**Propuesta de un sistema de comunicaciones de voz  
y de acceso a Internet para las escuelas del  
Municipio de Berlín, Usulután.**

Presentado por :

**ERICK RONALD CAMPOS HERNÁNDEZ  
EDMOND OSMANI ROMERO MORENO**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

**DR. CARLOS EUGENIO MARTÍNEZ CRUZ**

San Salvador, Abril 2011

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

**DR. CARLOS EUGENIO MARTÍNEZ CRUZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS TODOPODEROSO, por darme la vida y permitirme alcanzar mis objetivos.

A mis padres, por brindarme su apoyo incondicional.

A los docentes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, por haber compartido sus conocimientos y así permitirme crecer intelectualmente.

Al Dr. Carlos Martínez, por su esfuerzo y dedicación para realizar este proyecto.

A mi familia, en especial a Carmen Hernández, por su apoyo y comprensión.

A mis compañeros y amigos, en especial a Joan Amaya, Jesús Alvarenga, Nathaly Bonilla, Karen Campos, Manuel Barahona, Sixto Argueta, Edmond Romero, Carlos Palacios, Carlos Miranda y Román Tobías, por su valiosa amistad y comprensión.

A las Instituciones que brindaron su apoyo de manera desinteresada, lo cual permitió que el presente trabajo de graduación se desarrollara con éxito.

- UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
- SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES (SIGET).
- ALCALDÍA MUNICIPAL DE BERLÍN.
- CENTROS EDUCATIVOS DEL MUNICIPIO DE BERLÍN.

**Erick Ronald Campos Hernández**

A DIOS TODOPODEROSO, por darme la vida y la fortaleza para seguir siempre en el buen camino.

A mi madre, por darme todo lo necesario para poder alcanzar mis metas.

A mi abuela, por brindarme su apoyo y su consejo para poder seguir adelante.

A los docentes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, por haber puesto su empeño y dedicación en la enseñanza y así poder crecer intelectualmente.

Al Dr. Carlos Martínez, por su esfuerzo, dedicación y haber depositado la confianza en mí para lograr la realización de este proyecto.

A mi familia, en especial a Gerardo Moreno, Claudia Moreno, Hayde Amaya, Saúl Moreno, Carlos Palomo y Jaime Moreno por estar siempre conmigo en especial en los momentos más difíciles.

A mis compañeros y amigos, en especial a Jessica Díaz, Mauricio Ramos, Guillermo Escobar, Román Tobías, Luis Colacho, Erick Campos, Carlos Palacios, Sixto Argueta, Jesús Alvarenga, entre otros, por su valiosa amistad.

A las Instituciones que brindaron su apoyo para la realización de este proyecto:

- UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
- ALCALDÍA MUNICIPAL DE BERLÍN
- CENTROS ESCOLARES DEL MUNICIPIO DE BERLÍN

**Edmond Osmani Romero Moreno**

## **DEDICATORIA**

A DIOS TODOPODEROSO por el don de la vida, por darme la sabiduría y permitirme alcanzar mis metas.

A MIS PADRES: Raúl Antonio Campos y Rosa Emilia de Campos, por haberme inculcado buenos principios y deseos de superación; gracias por todo su amor, sacrificio, apoyo y motivación para continuar, especialmente en los momentos más difíciles.

A MIS HERMANOS: Glenda Xiomara y Edwin Antonio, por su apoyo, motivación y muestras de cariño aún en los momentos más difíciles.

A MI ABUELA: Carmen Ortega (Q.D.D.G.), por su dedicación y sabios consejos.

A MI FAMILIA: Por el apoyo y colaboración que me han brindado; especialmente a mi tía Carmen Hernández, (sin su apoyo no hubiera logrado éste triunfo). A todos muchas gracias porque en alguna medida contribuyeron a lo largo de la carrera.

AL CUERPO DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR: Por haber compartido sus conocimientos de manera desinteresada.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS: Que en todo momento me animaron, tendiéndome su mano, para seguir adelante y para lograr la meta.

A TODAS LAS PERSONAS, que de alguna manera contribuyeron a lo largo de mi carrera, y cooperaron de alguna manera en la culminación de éste triunfo.

**Erick Ronald Campos Hernández**

A DIOS TODOPODEROSO, por el regalo de la vida, la fortaleza, la sabiduría y permitirme seguir luchando para alcanzar mis metas.

A MI MADRE: Zayda María Moreno, por brindarme su amor y comprensión aún en los momentos más difíciles. Por educarme fomentando valores y principios que permitieron valorar su esfuerzo, dedicación y sacrificio para lograr darme el estudio y así alcanzar mis metas y anhelados sueños.

A MI HERMANITA: Valeria Moreno, por ser motivo de superación y sacrificio.

A MI ABUELA: Maribel Moreno, por darme todo su cariño, su apoyo y brindarme la confianza para poder alcanzar mis metas.

A MIS TÍOS: en especial a Gerardo Moreno, Claudia Moreno, Hayde Amaya y Saúl Moreno, agradeciéndoles por brindarme su apoyo y colaboración a lo largo de mi carrera y así formar parte de las personas q hicieron posible lograr este triunfo.

A MIS PRIMOS: En especial a Carlos Moreno y Jaime Moreno, por ser esas que me brindan la confianza para poder sentirme capaz de alcanzar mis metas.

A LOS DOCENTES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA: Por compartir sus conocimientos y contribuir en mi formación profesional.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS: Que siempre estuvieron conmigo brindándome su apoyo y confianza.

A TODAS LAS PERSONAS: Que de alguna manera contribuyen para alcanzar mis metas.

**Edmond Osmani Romero Moreno**

# ÍNDICE

TITULO	Nº DE PÁGINA
ANTECEDENTES.....	1
PLANTEAMIENTO EL PROBLEMA.....	2
OBJETIVOS.....	3
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.	
INTRODUCCIÓN.....	4
CAPITULO II: ASEQUIBILIDAD PARA EL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL EN EL SALVADOR	
2.1 METODOLOGÍA DE CANASTAS DEL SERVICIO.....	7
2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS CANASTAS DE SERVICIOS MÓVILES.....	7
2.1.2 PARIDAD DEL PODER ADQUISITIVO.....	9
2.2 TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y COMPARACIÓN DE CANASTAS ENTRE PAÍSES CENTROAMERICANOS.....	10
2.2.1 ADQUISICIÓN DE DATOS.....	10
2.2.2 DATOS A UTILIZAR.....	10
2.2.3 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	12
2.2.3.1 USUARIOS DE BAJO VOLUMEN.....	12
2.2.3.2 USUARIOS DE MEDIO VOLUMEN.....	13
2.2.3.3 USUARIOS DE ALTO VOLUMEN.....	15
2.3 ASEQUIBILIDAD DE LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA MÓVIL.....	17
CAPITULO III: ANÁLISIS DEL ESTADO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL MUNICIPIO DE BERLÍN	
3.1 PRESENTACIÓN DEL MUNICIPIO.....	24
3.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	24
3.2 ASPECTO SOCIAL.....	24
3.2.1 ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA.....	25
3.2.1.1 POBLACIÓN Y DESARROLLO.....	25
3.2.1.2 ESTRUCTURA POBLACIONAL E INDICADORES DEMOGRÁFICOS.....	26
3.2.1.3 DENSIDAD POBLACIONAL.....	26
3.2.1.4 ESTRUCTURA FAMILIAR.....	27

3.2.2 COMPONENTES SOCIALES Y CULTURALES.....	27
3.2.2.1 ANALFABETISMO Y EDUCACIÓN FORMAL.....	27
3.2.2.1.1 EQUIPAMIENTO SOCIAL EN EDUCACIÓN.....	28
3.2.2.2 SALUBRIDAD Y SANEAMIENTO.....	28
3.2.2.2.1 EQUIPAMIENTO SOCIAL EN SALUD.....	29
3.2.2.3 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LA VIVIENDA.....	30
3.2.3 INFRAESTRUCTURA TÉCNICA URBANA.....	33
3.3 ASPECTO ECONÓMICO.....	34
3.3.1 ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	34
3.3.2 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.....	35
3.3.3 PERSPECTIVAS ECONÓMICAS.....	36
3.4 ASPECTO FÍSICO.....	37
3.4.1 OROGRAFÍA DEL MUNICIPIO.....	37
3.4.2 HIDROGRAFÍA DEL MUNICIPIO.....	37
3.5 ESTADO ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES.....	38
3.5.1 LA RADIO.....	39
3.5.2 TELEVISIÓN.....	40
3.5.3 TELEFONÍA.....	41
3.5.4 INTERNET.....	43
 CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE RADIO PROPAGACIÓN	
4.1 ASPECTOS TÉCNICOS.....	44
4.2 SIMULACIÓN.....	44
4.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INSTALADA EN BERLÍN.....	46
4.3.1 ESPECIFICACIONES DE CADA NODO.....	46
4.3.2 MANEJO DE RADIO MOBILE.....	47
4.4 DESPLIEGUE DE LA RED.....	50
 CAPÍTULO V: RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED EN BERLÍN	
5.1 ESCENARIO ACTUAL DE LA RED.....	53
5.2 PRUEBAS REALIZADAS.....	54
5.3 ESTUDIO ECONÓMICO.....	58
 CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....	
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Canastas según perfil de usuario.....	8
Tabla 2.2	Distribución por destino de cada canasta.....	8
Tabla 2.3	Ponderaciones por horario y día de cada canasta.....	9
Tabla 2.4	Duraciones definidas para cada canasta en minutos por llamadas.....	9
Tabla 2.5	Ingresos familiares a nivel nacional.....	11
Tabla 2.6	Valor de la canasta para usuarios de bajo volumen, prepago postpago.....	12
Tabla 2.7	Valor de la canasta para usuarios de medio volumen.....	14
Tabla 2.8	Valor de la canasta para usuarios de alto volumen.....	15
Tabla 3.1	Rango de edades de la población.....	26
Tabla 3.2	Viviendas totales según área de residencia.....	31
Tabla 3.3	Cerros cercanos a la Ciudad de Berlín.....	37
Tabla 4.1	Simbología aplicada a la red.....	45
Tabla 4.2	Ubicación y altura de cana nodo instalado en Berlín.....	47
Tabla 4.3	Ubicación, dispositivo y número asignado de cada nodo.....	52
Tabla 5.1	Distancia entre nodo de Alcaldía y los otros desplazados en Berlín.....	53
Tabla 5.2	Ping desde el nodo 10.130.1.157.....	56
Tabla 5.3	Ping desde el nodo 10.130.1.156.....	56
Tabla 5.4	Ping desde el nodo 10.130.1.150.....	57
Tabla 5.5	Ping desde el nodo 10.130.1.158.....	57
Tabla 5.6	Ping entre los nodos MP.....	58
Tabla 5.7	Propuesta económica presentada por EUROSOLAR.....	59
Tabla A3.1	Bitácora de pruebas nodo 158.....	72
Tabla A3.2	Bitácora de pruebas desde Mesh Potato.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Representación gráfica de costos de canasta de bajo volumen en la modalidad prepago en Centroamérica.....	13
Figura 2.2	Representación gráfica de costos de canasta de bajo volumen en la modalidad postpago en Centroamérica.....	13
Figura 2.3	Representación gráfica de costos de canasta de medio volumen en dólares corrientes de la modalidad prepago en Centroamérica.....	14
Figura 2.4	Representación gráfica de costos de canasta de medio volumen en dólares corrientes de la modalidad postpago en Centroamérica.....	15
Figura 2.5	Representación gráfica de costos de canasta de alto volumen en dólares corrientes de la modalidad prepago en Centroamérica.....	16
Figura 2.6	Representación gráfica de costos de canasta de alto volumen en dólares corrientes de la modalidad postpago en Centroamérica.....	16
Figura 2.7	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingreso en El Salvador.....	18
Figura 2.8	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Usulután.....	21
Figura 2.9	Deciles que pueden adquirir la canasta de medio volumen.....	23
Figura 2.10	Deciles que pueden adquirir la canasta de alto volumen.....	23
Figura 3.1	Cerros Cercanos a la Ciudad de Berlín.....	37
Figura 3.2	Ríos que abastecen al Municipio de Berlín.....	38
Figura 3.3	Antena de la radio Sensación.....	39
Figura 3.3b	Equipo transmisor utilizado en la Radio Sensación.....	39
Figura 3.4	Equipo transmisor utilizado en radio.....	40
Figura 3.4b	Cabina de radio.....	40
Figura 3.5	Equipo utilizado por la compañía de cable en Berlín.....	41
Figura 3.6	Antena telefónica ubicada en las faldas del cerro El Pelón.....	42
Figura 3.7	Comportamiento de líneas fijas en la última década.....	43
Figura 4.1	Funcionamiento de la red total para 24 CE.....	45
Figura 4.2	Ubicación de los nodos en el Municipio.....	46
Figura 4.3	Funcionamiento de la red en Berlín.....	48
Figura 4.4	Cobertura de los nodos Alfredo Ramírez y radio Sensación.....	49
Figura 4.5 a	Nodo en Meardi.....	51
Figura 4.5 b	Nodo en Reyes Guerra.....	51
Figura 4.5 c	Nodo Alcaldía.....	51
Figura 4.5 d	Nodo Casa Sr. Campos.....	51
Figura 4.5 e	Nodo Dirección de Juventud.....	51

Figura 4.5 f	Nodo Alfredo Ramírez.....	51
Figura 5.1	Escenario actual entre nodos.....	54
Figura A1.1	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Ahuachapán.....	64
Figura A1.2	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Santa Ana.....	64
Figura A1.3	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Sonsonate.....	65
Figura A1.4	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Chalatenango.....	65
Figura A1.5	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en La Libertad.....	66
Figura A1.6	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en San Salvador.....	66
Figura A1.7	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Cuscatlán.....	67
Figura A1.8	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en La Paz.....	67
Figura A1.9	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Cabañas.....	68
Figura A1.10	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en San Vicente.....	68
Figura A1.11	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en San Miguel.....	69
Figura A1.12	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Morazán.....	69
Figura A1.13	Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en La Unión.....	70

## **ANTECEDENTES**

El Salvador fue la primera nación centroamericana en establecer servicio telegráfico (27 de abril de 1870), enlazando San Salvador con el Puerto de La Libertad. Pese a esto, el crecimiento de las telecomunicaciones en el país fue desarrollándose a paso lento, claro ejemplo es que hasta el año 1882 se introdujeron al país los primeros teléfonos traídos desde New York, tres años más tarde se estableció la primera línea telefónica entre San Salvador y Santa Tecla.

La Administración Nacional de Telecomunicaciones (ANTEL) fue constituida en 1963, la cual inició un proceso de expansión que concluyó en 1979 con 70 mil líneas telefónicas. El 1 de enero de 1996 dio inicio el proceso de privatización de ANTEL, como parte de una estrategia por crear un mercado más competitivo. En noviembre de 1998 se aprobó la venta de dicha institución.

Actualmente El Salvador cuenta con nueve operadores de telefonía fija, cuatro operadores de telefonía móvil y once operadores de larga distancia. Con esto se logra tener un mercado competitivo y así brindar a la población diferentes opciones en cuanto al servicio telefónico. Sin embargo, la telefonía fija ha entrado en un proceso de estancamiento, ya que según publicaciones de SIGET desde el año 2006 a la fecha únicamente se ha tenido un crecimiento del 6%.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Después de 12 años de privatización de ANTEL, el sector telecomunicaciones ha tenido una serie de cambios significativos en cuanto a avances tecnológicos, reducción de tarifas y mayor cantidad de ofertas a los consumidores, es decir ha permitido tener un mercado más competitivo. La reducción de las tarifas entró en vigencia el 1 de diciembre de 2009, reduciendo los costos a los consumidores hasta un 50%.

La incorporación de nuevas tecnologías ha permitido que los diferentes operadores ofrezcan a sus clientes una diversidad de productos y servicios a costos que hasta hace unos años no se hubiesen imaginado. La población por su parte busca los productos y servicios que mejor se adapten a su situación económica.

Actualmente las ofertas que las operadoras presentan a sus clientes están orientadas a la modalidad prepago, lo cual ha contribuido a que la telefonía fija haya caído en un periodo de estancamiento. Desde el año 2006 hasta el año 2009 únicamente se han reportado 63,351 nuevas líneas, diferente es el caso para la telefonía móvil, ya que en el mismo período de tiempo se tienen 3, 714,634 nuevas líneas móviles.

Ante esta situación surge la necesidad de buscar alternativas para beneficiar a los sectores de más bajos recursos en el país, utilizando tecnologías que permitan a estos dar mantenimiento a su misma red de telefonía, generar empleos buscando nuevos operadores, así como también reducir costos, con lo que se permitirá tener mercado más competitivo en la zonas de más bajos ingresos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo**

- Diseñar y probar parcialmente un sistema de telefonía y de acceso a internet en las escuelas rurales y urbanas del municipio de Berlín, Usulután.

### **Objetivos Específicos**

- Investigación del estado del sector de las telecomunicaciones en el municipio de Berlín.
- Calcular el grado de asequibilidad a los servicios de telefonía del municipio.
- Diseñar una red que de cobertura a la mayor parte de las escuelas del municipio de Berlín.
- Realizar el estudio de radiopropagación mediante la simulación.
- Implementar una red de prueba con cinco nodos que interconecte las zonas urbana y rural.
- Conectar la red del municipio a la red pública telefónica mediante la utilización de una pequeña central telefónica.

# CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Este documento titulado “Propuesta de un sistema de comunicaciones de voz y de acceso a Internet para las escuelas del municipio de Berlín, Usulután” tiene como finalidad dar a conocer los elementos necesarios y procesos previos para implementar una red en dicho municipio. El principal objetivo es dar a conocer todas las herramientas utilizadas en la implementación parcial de una red que comunique los Centros Educativos de la zona Urbana y Rural en Berlín. Se establece como punto de partida el proyecto EUROSOLAR ejecutado por la Unión Europea, el cual tiene como principal objetivo proporcionar energía solar y sistemas de comunicación a centros escolares pertenecientes a zonas rurales aisladas que no cuentan con ambos servicios.

El proyecto beneficiará a gran parte de países de Latinoamérica, siendo El Salvador uno de los países beneficiados. A nivel nacional se beneficiarán 48 comunidades, de las cuales 7 se encuentran en el municipio de Berlín, siendo este uno de los municipios más favorecidos por dicho programa.

El documento se divide en cinco capítulos, en los cuales se darán a conocer puntos específicos de todo el trabajo, desarrollados en la etapa de investigación previa e implementación de la red.

En el **Capítulo 2** se dará a conocer la forma bajo la cual la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) clasifica a los usuarios de telefonía a nivel de latinoamericano.

Entre la información que se dará a conocer en este capítulo podemos destacar la metodología utilizada para determinar el costo del servicio de telefonía móvil en cada uno de los países de Centroamérica, haciendo énfasis en el mercado salvadoreño. Se mostrará un estudio detallado, relacionando precios del servicio de telefonía (canasta) y el nivel de ingresos que tienen los hogares a nivel nacional, proceso denominado Asequibilidad de los Servicios de Telefonía Móvil. Es importante mencionar que dicho análisis nos permitirá tener una idea clara en cuanto al recurso económico destinado por los salvadoreños para adquirir dicho servicio, el cual varía significativamente en cada uno de los departamentos del país.

Posteriormente a este análisis es importante determinar la estructura social y territorial del municipio de Berlín, lo cual da origen a nuestro **Capítulo 3: Análisis del estado de las telecomunicaciones en el municipio de Berlín**. En este capítulo se darán a conocer aspectos importantes como geografía y demografía, los cuales permitirán establecer una postura en cuanto a la población actual del municipio, así como también la estructura económica social y cultural con la que se cuenta actualmente.

El principal objetivo de este capítulo es dar a conocer el estado actual de las telecomunicaciones en Berlín, razón por la cual se hará una breve descripción de cada uno de los elementos e instituciones que conforman este rubro. A la vez se darán a conocer los operadores de telefonía móvil y fija, operadores de cable e Internet que brindan los servicios dentro del municipio. Así como también se mostrará el comportamiento de la telefonía fija en la última década.

Conociendo la estructura geográfica del municipio se puede iniciar un estudio de radio propagación. En el **Capítulo 4** se darán a conocer los elementos necesarios para llevar a cabo un estudio de radio propagación, el cual nos permitirá establecer el nivel de factibilidad para implementar una red en un lugar determinado, para el caso en particular Berlín. También se darán a conocer los aspectos técnicos considerados para el diseño de la red, así como los elementos necesarios para realizar la simulación de la red en Radio Mobile, cuyos resultados fueron bastante aceptables, lo que nos impulsó a implementar la red en el municipio. Se darán a conocer parámetros importantes de cada uno de los nodos desplazados, tales como ubicación del dispositivo y distancia existente entre nodos. Se describen los nodos de mayor importancia, tales como Radio Sensación, Alcaldía y Centro Escolar Alfredo Ramírez, los cuales permiten enlazar la comunicación entre la zona urbana y rural, dando origen a enlaces de hasta 2 km.

Luego de haber implementado parcialmente la red y posteriormente llevar a cabo pruebas dentro de la misma, se dan a conocer los resultados en el **Capítulo 5: Resultados de la implementación de la red en Berlín**. En este capítulo se darán a conocer los comandos utilizados para llevar a cabo dichas pruebas, así como también se mostrarán las estadísticas de cada una de estas.

Es importante señalar que el aspecto económico juegan un papel importante en la ejecución del proyecto como tal, razón por la cual se dará a conocer un estudio económico, el cual nos

permitirá establecer el costo de operación de nuestra red y compararlos con el precio dado a conocer por EUROSOLAR.

Luego de haber realizado todo el proceso antes descrito, se dio origen al **Capítulo 6: Conclusiones y Líneas Futuras**. En este capítulo se darán a conocer algunas sugerencias que en un futuro permitirán que la red opere de una mejor manera.

## **CAPÍTULO 2: ASEQUIBILIDAD DEL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL EN EL SALVADOR**

### **2.1 METODOLOGÍA DE CANASTAS DEL SERVICIO**

Nuestro principal objetivo es establecer las barreras de acceso y uso por parte de los sectores de menores recursos, razón por la cual gran parte del análisis se utilizará el concepto de canasta de bajo volumen establecido por la OCDE, en la cual se contempla una canasta mínima de servicios que incluye 360 llamadas realizadas y 396 SMS enviados por año.

Para el cálculo del valor de las canastas se han tomado precios finales, es decir incluyendo los impuestos, el costo de un minuto y un mensaje de texto de las principales empresas que operan en el país. Cabe mencionar que se ha tomado como referencia el precio correspondiente a una recarga prepago.

De forma general, es importante reconocer las limitaciones de esta metodología, para la cual se tiene:

- a) La canasta de servicios propuesta por la OCDE es de manera arbitraria.
- b) Las canastas se calculan utilizando los precios publicados, no incluyen ofertas ni promociones.

#### **2.1.1 Características de las canastas de servicios móviles.**

**Composición de la Canasta:** La canasta refleja únicamente el costo mensual del servicio para los planes prepagos y postpagos. Es importante recalcar que se está empleando la metodología utilizada por la OCDE, debido a eso se ha tratado de seguir a cabalidad las especificaciones tomadas en el desarrollo de esta. En El Salvador el costo de la canasta varía de acuerdo a la cantidad, duración y destino de cada llamada. Esta metodología es utilizada por la mayoría de países de Centroamérica, excepto Costa Rica, como se explica más adelante.

Las canastas corresponden a los volúmenes de llamadas realizadas y mensajes de texto (SMS) enviados por mes, y se presentan en la siguiente tabla:

<b>Canasta</b>	<b>Llamadas realizadas</b>	<b>Mensajes de texto (SMS)</b>
<b>Bajo volumen</b>	30	33
<b>Medio volumen</b>	65	50
<b>Alto volumen</b>	140	55

*Tabla 2.1: Canastas según perfil de usuario.*

En estas canastas se diferencian cuatro tipos de destinos de llamadas, de los cuales también se ha distribuido a un porcentaje de posibles llamadas a cada uno estos, los tipos de llamadas se clasifican en: Llamadas a teléfonos fijos y móviles, diferenciando si son hacia el mismo operador u otro.

Las distribuciones por destino de cada canasta en base al porcentaje total de llamadas son:

<b>Canasta</b>	<b>Llamadas locales a fijos</b>	<b>Llamadas nacionales</b>	<b>Móviles mismo operador</b>	<b>Móviles otro operador</b>
Bajo volumen	17%	9%	50%	24%
Medio volumen	16%	8%	50%	26%
Alto volumen	15%	8%	50%	27%

*Tabla 2.2: Distribución por destino de cada canasta.*

En algunos países de América Latina las tarifas de telefonía móvil tiene variaciones de precio en base a distancia de llamada, así como también como franja horaria y dependiendo si la llamada realizada es durante día de semana o fin de semana. Cabe mencionar esto debido a que la metodología de la OCDE (que es en la que se ha basado este estudio) considera todos estos parámetros para poder obtener el costo total de cada canasta.

Para el caso de la región centroamericana todos los países (a excepción de Costa Rica) no trabajan bajo esta metodología de cobro, es decir, los precios de las tarifas no sufren variaciones con respecto a distancia y hora de llamada (en otras palabra la tarifa es igual en todo momento), por lo tanto solamente para Costa Rica se tomara en consideración el parámetro de franja horaria, ya que al igual que en los países restantes de la región no considera el cobro en base a distancia de llamada. A continuación, en la Tabla 2.3 se presentan las ponderaciones en base a horario y día de cada canasta, solamente es considerada para Costa Rica, por ser el único país que utiliza esta metodología de cobro.

<b>Canasta</b>	<b>Horario pico</b>	<b>Horario no pico</b>	<b>Fin de semana</b>
Bajo Volumen	48%	25%	27%
Medio Volumen	50%	24%	26%
Alto Volumen	60%	19%	21%

*Tabla 2.3: Ponderaciones por horario y día de cada canasta.*

La metodología de la OCDE, también ha propuesto para toda la región una duración de llamada, dicha propuesta es un promedio de la duración de llamada que cada perfil de usuario realiza a un destino diferente.

Se consideran tres duraciones de llamadas diferentes en base a: locales y nacionales a línea fija, mismo operador y otros operadores.

Las duraciones en minutos por llamada para cada una de las canastas son:

<b>Canastas</b>	<b>Locales y nacionales</b>	<b>Móviles mismo operador</b>	<b>Móviles otro operador</b>
<b>Bajo volumen</b>	1.7	1.9	1.7
<b>Medio volumen</b>	2	2.2	2
<b>Alto volumen</b>	1.9	2.2	2.1

*Tabla 2.4: Duraciones definidas para cada canasta en minutos por llamadas.*

### **2.1.2 Paridad del poder adquisitivo.**

El costo de las canastas se dará a conocer en dólares corrientes (dólar de Estados Unidos) y en dólares PPA (Paridad del Poder Adquisitivo), que tienen como finalidad representar el número de unidades de moneda local requeridas para comprar la misma cantidad de bienes y servicios en el mercado nacional, tal como un dólar lo haría en el mercado de EEUU.

De este modo, las mediciones realizadas en PPA involucran, en sus cálculos, tanto al tipo de cambio como a los índices de precios relativos de cada país. En resumen, PPA es un factor de conversión que muestra la relación de precios, en moneda nacional, de los mismos bienes y servicios en diferentes países. El principal objetivo del cálculo en PPA es obtener los valores reales de cantidades para la comparación entre países del producto y el gasto nacional.

## **2.2 TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y COMPARACIÓN DE CANASTAS ENTRE PAÍSES CENTROAMERICANOS.**

En esta sección se dará a conocer el proceso de recolección y tratamiento de datos, se mostrarán gráficas con las cuales se tendrá una mejor representación de los mismos, esto nos facilitará llevar a cabo la comparación entre las canastas de los países de la región centroamericana. Si bien es cierto estudiaremos el mercado de las telecomunicaciones a nivel regional, es importante mencionar que haremos énfasis en el mercado salvadoreño.

### **2.2.1 Adquisición de datos.**

#### **1- Tarifas vigentes de los operadores**

La adquisición de datos se hizo en base a la consulta de la página web del ente regulador de las telecomunicaciones en cada uno de los países en estudio, así como también las páginas oficiales de cada uno de los operadores.

Si bien es cierto la información obtenida es confiable y vigente a la vez, de manera general es importante reconocer algunas limitaciones en cuanto a la misma.

#### **2- Ingresos económicos por familia**

Es importante mencionar que en el presente estudio se cuenta únicamente con los datos correspondientes a El Salvador, los cuales fueron proporcionados por la División de Estadísticas Económicas de la Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC).

#### **Consideraciones importantes:**

Los precios de las tarifas utilizadas en el análisis no incluyen ofertas ni promociones de ningún tipo.

Para obtener el precio final de canasta, las tarifas y recargos mensuales ya incluyen el impuesto correspondiente a cada país.

### **2.2.2 Datos a utilizar.**

En esta sección se darán a conocer los datos utilizados para determinar el costo de la canasta de servicio telefónico.

**1- Canasta prepago:** Para obtener el valor de dicha canasta, se necesitan los costos referentes a: Mensajes de texto, llamadas a líneas fijas, llamada a móvil de la misma red, llamada a móvil de otra red, así como el referente al valor de la menor unidad de recarga.

**2- Canasta postpago:** Para obtener el valor de dicha canasta, se necesitan la información referente a: Minutos incluidos en el plan, mensajes de texto incluidos en el plan, así como todos los costos necesarios para obtener el valor de la canasta prepago.

**3- Ingresos económicos:** Los ingresos económicos por familia son indispensables para establecer el nivel de asequibilidad a los servicios de telefonía. A continuación se muestran los ingresos por familia correspondientes al segundo semestre del 2009.

DECIL	TOTAL HOGARES	TOTAL INGRESOS FAMILIA (\$)	INGRESOS FAMILIA PROMEDIO MENSUAL (\$)	POBLACIÓN
Primero	154,810	16,303,567.31	105.31	772,933
Segundo	154,810	28,814,632.84	186.13	729,774
Tercero	154,810	36,900,539.30	238.36	673,553
Cuarto	154,810	46,263,404.90	298.84	661,401
Quinto	154,810	57,297,665.36	370.12	655,311
Sexto	154,810	63,775,164.67	411.96	597,980
Séptimo	154,810	73,761,086.19	476.46	564,511
Octavo	154,810	90,954,480.98	587.52	546,104
Noveno	154,810	116,477,645.24	752.39	496,833
Decimo	154,818	240,541,205.02	1,553.70	452,553
TOTAL	1548,108	771,089,391.81	498.09	6,150,953

*Tabla 2.5: Ingresos familiares a nivel nacional.*

*Datos proporcionados por la División de Estadísticas Económicas de la Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC).*

En la Tabla 2.5 se dan a conocer los ingresos familiares por decil. Es importante aclarar que esta información es adquirida mediante *Encuestas de hogares y propósitos múltiples*, realizadas por el DIGESTYC, las cuales son procesadas por la *División de Estadísticas Económicas* de dicha institución.

**1- Tipo de cambio:** Esta información fue extraída de la página oficial del Fondo Monetario Internacional. Dicha información será utilizada para representar el valor de las canastas en dólares, tanto corrientes como PPA.

### 2.2.3 Procesamiento de datos.

#### 2.2.3.1 Usuarios de Bajo Volumen.

En esta sección se darán a conocer los resultados obtenidos luego de haber procesado los datos adquiridos. Se dará a conocer el valor de las canastas en las modalidades prepago y postpago para cada volumen: *bajo*, *medio* y *alto*, dichos costos se muestran en las Tablas 2.6, 2.7 y 2.8 respectivamente.

PAÍS	PREPAGO		POSTPAGO	
	COSTO TOTAL USD	COSTO TOTAL PPA	COSTO TOTAL USD	COSTO TOTAL PPA
El Salvador	\$9.45	\$17.64	\$7.20	\$13.45
Guatemala	\$11.32	\$20.49	\$5.02	\$9.09
Honduras	\$11.72	\$23.01	\$10.40	\$20.42
Costa Rica	\$3.31	\$5.77	\$3.24	\$5.65
Nicaragua	\$10.67	\$31.11	\$8.20	\$23.91
Panamá	\$7.43	\$13.60	\$6.00	\$10.97

Tabla 2.6: Valor de la canasta para usuarios de bajo volumen, prepago y postpago.

Siendo la canasta de bajo volumen la que mejor se acopla a la capacidad económica de gran parte de la población. En la Tabla 2.6 es evidente la variación de precios entre las modalidades (prepago y postpago), a pesar de que se dispone de la misma cantidad de mensajes y minutos. De la misma manera es evidente como existe una variación de precios (en dólares corrientes) en el valor de la canasta de un país a otro, independientemente que en su mayoría sean los mismos operadores que controlan el mercado de la región.

Tanto en dólares corrientes como dólares PPA, de la Tabla 2.6 se puede apreciar que Costa Rica es el país que posee el más bajo precio de canasta en ambas modalidades. Situación contraria a la que se percibe para Honduras y Nicaragua, que se perfilan como los países que poseen la tarifa más alta dentro de la región.

Por otra parte, El Salvador junto a Panamá se perfilan como los países que están más cercanos al valor promedio de la canasta de bajo volumen en la región, así como también se consideran como los países que menor variación en sus costos poseen entre modalidad prepago y postpago. En las Figuras 2.1 y 2.2 se representan los datos de la Tabla 2.6.

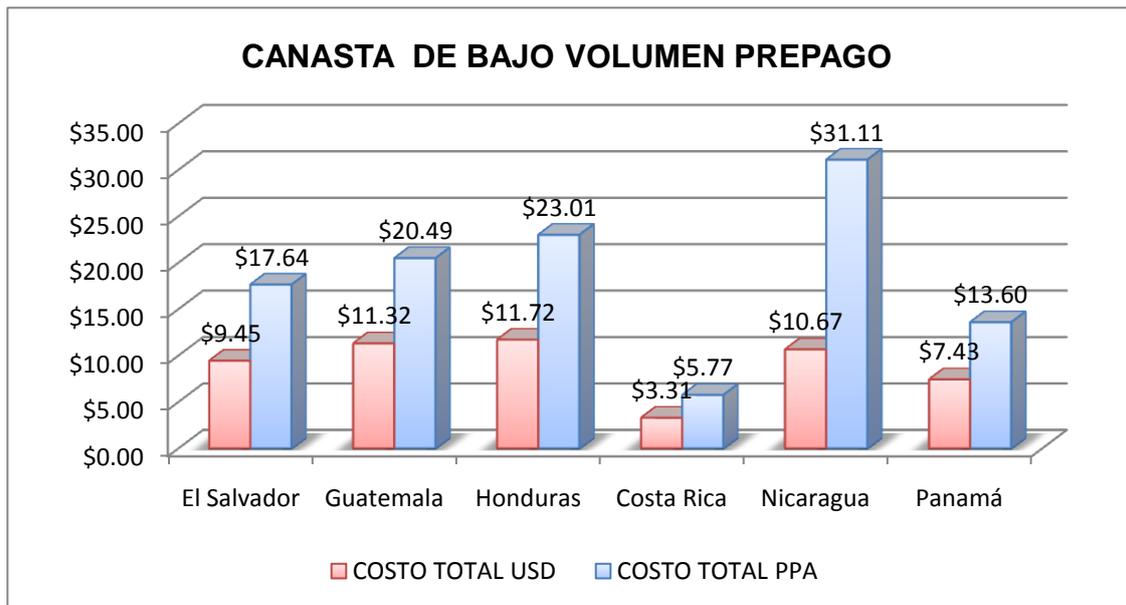


Figura 2.1: Representación gráfica de costos de canasta de bajo volumen en la modalidad prepago en Centroamérica.

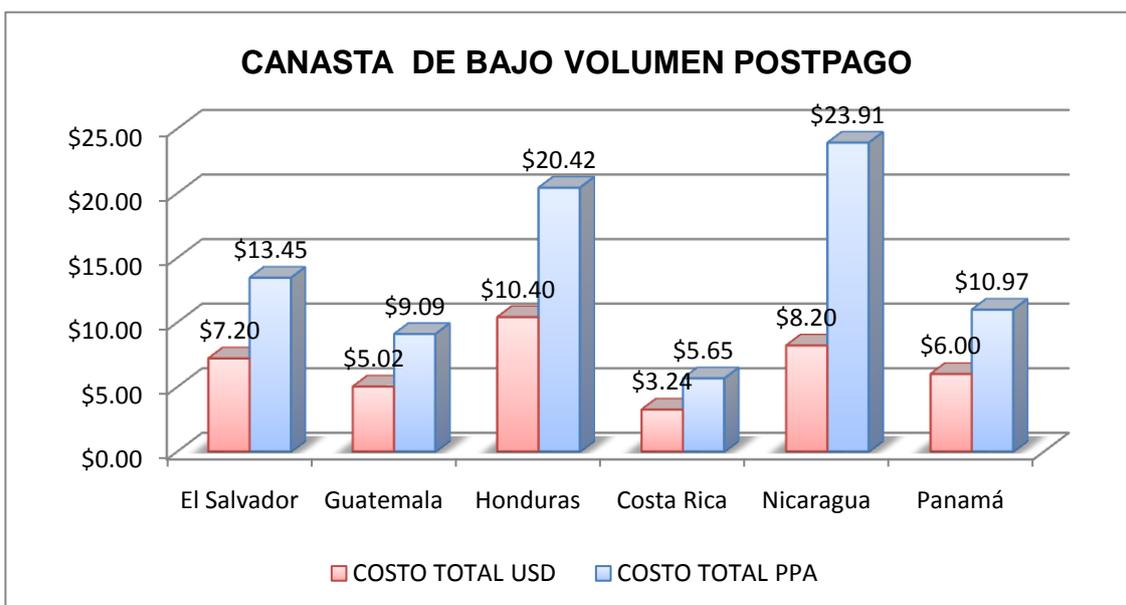


Figura 2.2: Representación gráfica de costos de canasta de bajo volumen en la modalidad postpago en Centroamérica.

### 2.2.3.2 Usuarios de Medio Volumen.

En la Tabla 2.7 se dan a conocer los costos de canasta de medio volumen. Las Figuras 2.3 y 2.4 ilustran los valores de las canastas para cada país, tanto en dólares corrientes como en dólares PPA.

PAÍS	PREPAGO		POSTPAGO	
	COSTO TOTAL USD	COSTO TOTAL PPA	COSTO TOTAL USD	COSTO TOTAL PPA
El Salvador	\$22.25	\$41.56	\$16.75	\$31.28
Guatemala	\$26.57	\$48.11	\$11.15	\$20.20
Honduras	\$27.21	\$53.44	\$24.46	\$48.05
Costa Rica	\$8.28	\$14.43	\$8.13	\$14.17
Nicaragua	\$23.47	\$68.42	\$20.95	\$61.08
Panamá	\$17.02	\$31.14	\$13.39	\$24.50

Tabla 2.7: Valor de la canasta para usuarios de medio volumen, prepago y postpago.

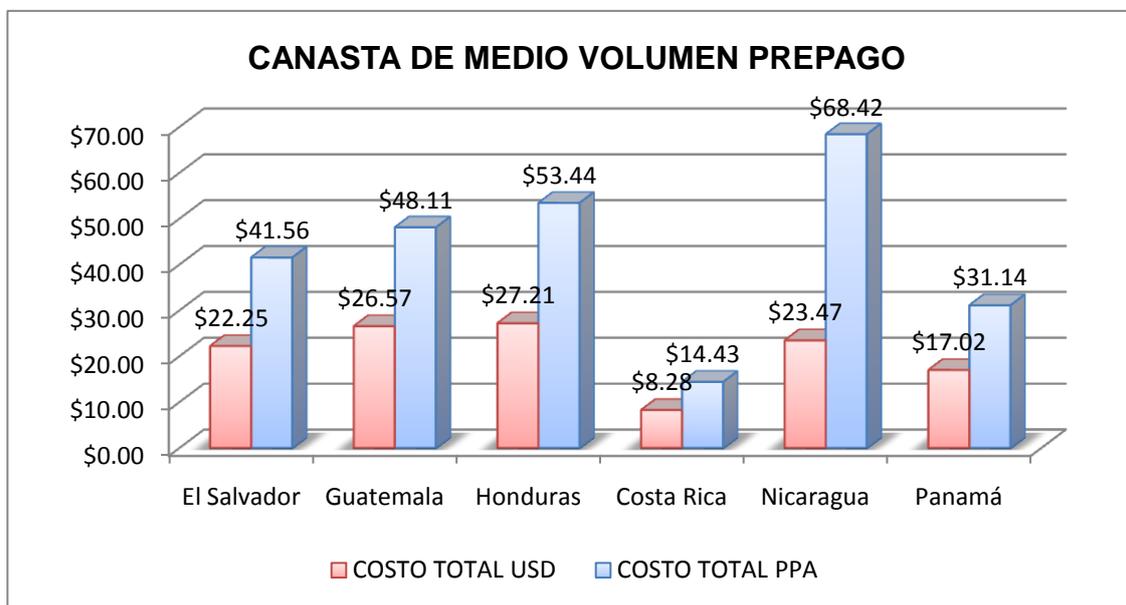


Figura 2.3: Representación gráfica de costos de canasta de medio volumen en dólares corrientes de la modalidad prepago en Centroamérica.

La Figura 2.3 muestra a Costa Rica como el país que más bajos costos posee en la región. Siendo el promedio del valor prepago \$20.84 USD, El Salvador es el país que posee el valor de canasta cercano al promedio.

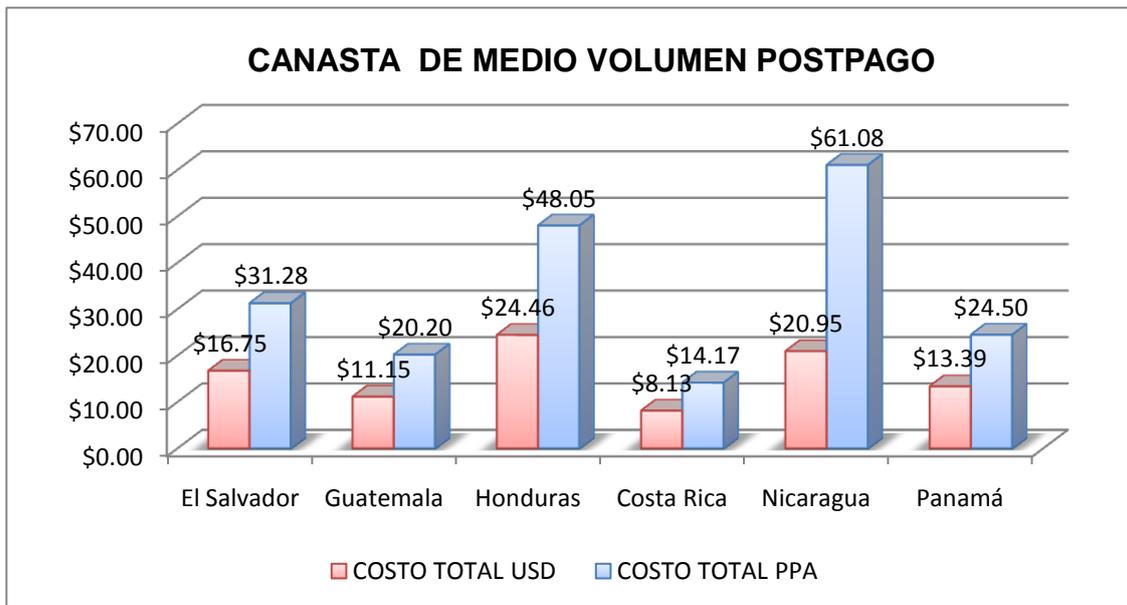


Figura 2.4: Representación gráfica de costos de canasta de medio volumen en dólares corrientes de la modalidad postpago en Centroamérica.

### 2.2.3.3 Usuarios de Alto Volumen.

PAÍS	PREPAGO		POSTPAGO	
	COSTO TOTAL USD	COSTO TOTAL PPA	COSTO TOTAL USD	COSTO TOTAL PPA
El Salvador	\$45.53	\$85.04	\$34.02	\$63.56
Guatemala	\$54.08	\$97.94	\$21.65	\$39.20
Honduras	\$54.88	\$107.78	\$49.91	\$98.03
Costa Rica	\$17.98	\$31.33	\$17.83	\$31.07
Nicaragua	\$46.75	\$136.30	\$35.02	\$102.10
Panamá	\$33.98	\$62.17	\$26.09	\$47.74

Tabla 2.8: Valor de la canasta para usuarios de alto volumen.

En las Figuras 2.5 y 2.6 se ilustra el comportamiento de los costos de canastas de alto volumen.

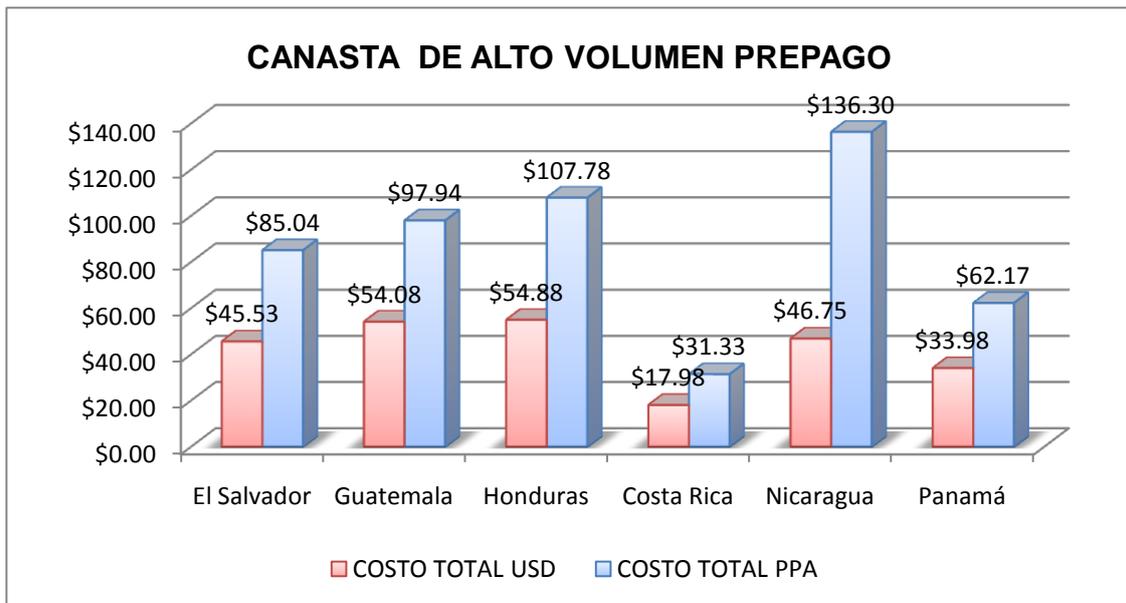


Figura 2.5: Representación gráfica de costos de canasta de alto volumen en dólares corrientes de la modalidad prepago en Centroamérica.

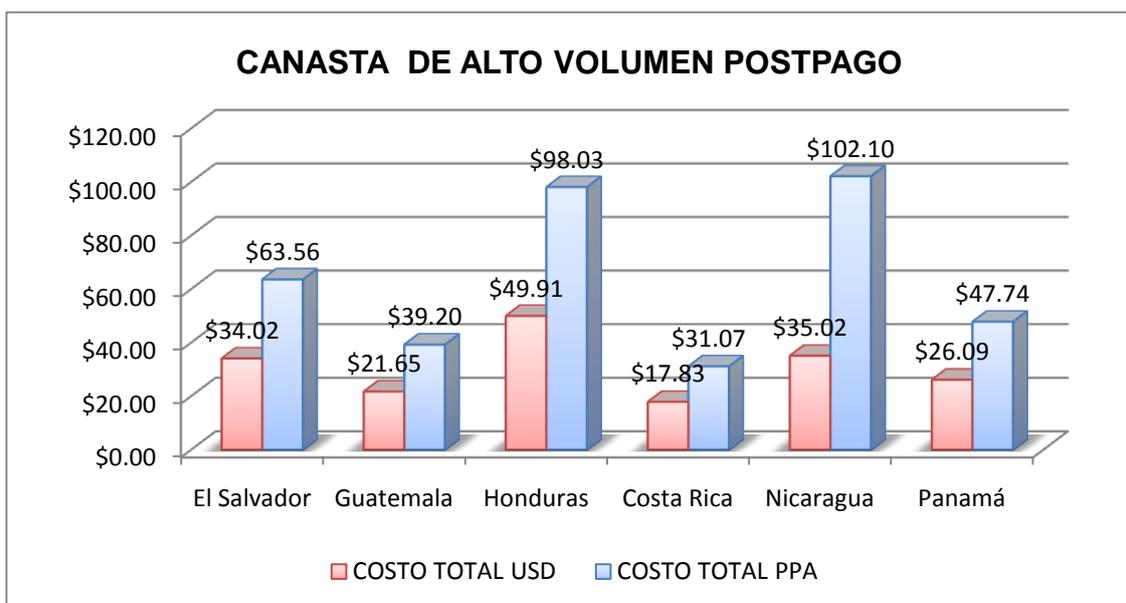


Figura 2.6. Representación gráfica de costos de canasta de alto volumen en dólares corrientes de la modalidad postpago en Centroamérica.

Es importante observar el comportamiento de las operadoras en la modalidad postpago, ya que en dólares corrientes el promedio es \$30.75 USD y en dólares PPA es de \$63.61. En esta modalidad podemos observar los precios bastante elevados que se dan en la región, llegando al punto de triplicar el valor de la canasta de un país de la región, tomando como referencia el caso de Nicaragua y Honduras respecto al bajo precio de Costa Rica.

### 2.3 ASEQIBILIDAD DE LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA MÓVIL

La asequibilidad se refiere a la capacidad de pago del servicio en los diferentes estratos de ingreso. Con la información referente a ingresos por familia proporcionada por DIGESTYC se dará a conocer el nivel de asequibilidad para El Salvador.

En particular, nuestro interés se focaliza en la asequibilidad de la canasta de bajo volumen para la base de la pirámide de ingresos. Con este fin se construyen dos indicadores:

- 1- El primer indicador de asequibilidad toma como referencia la proporción que representa el costo de la canasta de bajo volumen en la modalidad prepago en el tercer decil de ingresos. La utilización de esta modalidad de pago y este decil de ingresos tienen su fundamento:
  - 1.1 La modalidad prepago según la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) representa el 90.02% de las líneas de telefonía móvil en el país.
  - 1.2 La utilización del tercer decil tiene un doble fundamento: Representa una aproximación a los sectores de bajos ingresos (pero no marginales) de los países de la región centroamericana. Por otra parte según regresiones realizadas muestran que la asequibilidad en este decil de ingresos es el indicador de bienestar que mejor explica el nivel de penetración alcanzado por el servicio en los países de esta región, lo que sugiere relevancia para nuestro análisis.
- 2- Curva de asequibilidad. Se construye considerando la diferencia entre el costo de la canasta de bajo volumen en modalidad prepago y el 5% del ingreso de los potenciales usuarios en cada decil de ingreso. Según el DIRSI los datos más representativos de la región, que provienen de las encuestas nacionales de gasto, sugieren que cuando el servicio supera el umbral del 5% de los ingresos, la adquisición de este se reduce significativamente.

En la Figura 2.7, se muestra la gráfica del gasto disponible para El Salvador, se puede notar que para nuestro país la asequibilidad es adecuada, ya que tomando como referencia los dos indicadores mencionados anteriormente, los usuarios (familias) que se encuentran en el tercer

decil de ingresos pueden adquirir el servicio sin superar el 5% de estos, no así los usuarios que se encuentran en el primer y segundo decil de ingresos.

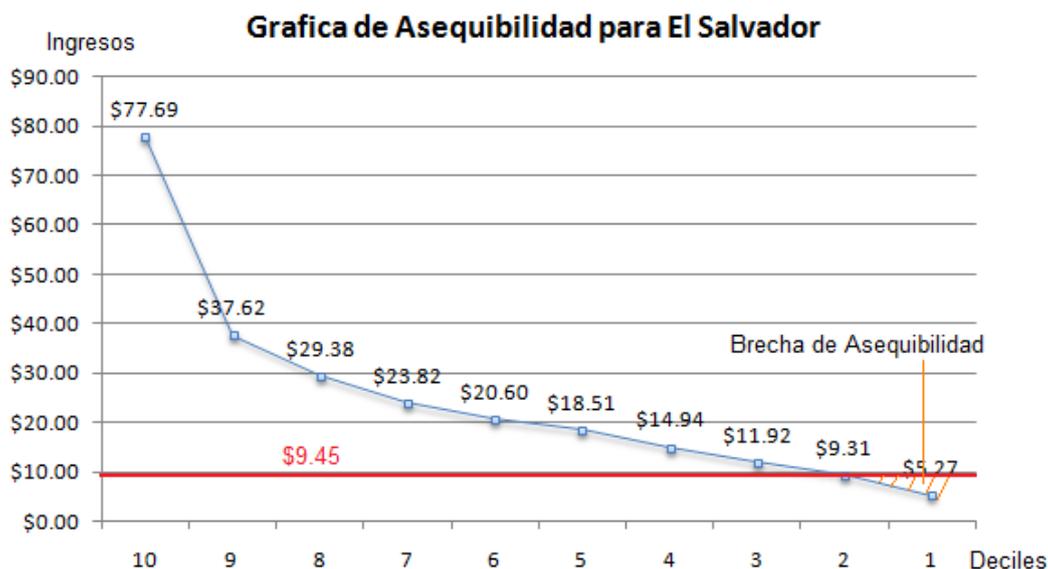


Figura 2.7: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingreso en El Salvador.

Como se puede ver en la figura anterior a excepción de los usuarios del primer decil de ingresos no pueden adquirir este servicio al igual que los del segundo, sin embargo los ingresos de los usuarios del segundo decil se encuentran muy cerca del límite de la brecha de asequibilidad, es decir que los ingresos en este decil son de \$9.31 y el costo de la canasta es de \$9.45.

La gráfica anterior nos deja como resultado afirmar que la asequibilidad en El Salvador es adecuada, y que cerca del 90% de las familias salvadoreñas pueden adquirir la canasta de bajo volumen de telefonía móvil. Sin embargo es importante mencionar que este resultado proviene de datos basados en ingresos promedios de los 14 departamentos. Uno de los principales objetivos de este estudio se basa en la asequibilidad que puede tener los diferentes departamentos que constituyen el país, principalmente el departamento de Usulután. Este último es de gran relevancia para nuestro estudio ya que nuestro trabajo principal, tiene como área de influencia el municipio de Berlín, ubicado en este departamento.

La asequibilidad de cada uno de los departamentos, puede entre otras cosas brindar un parámetro comparativo entre los niveles de pobreza y a su vez verificar cuales de estos son los más pobres, o con menores ingresos por familia y comparar cuales de estos pueden adquirir el servicio de telefonía móvil tomando como base el tercer decil de ingresos.

A continuación se presenta las gráficas de asequibilidad para algunos de los departamentos de El Salvador.

Ahuachapán es uno de los departamentos con niveles de ingresos más bajos en el país <sup>(1)</sup>, se puede apreciar que la brecha de asequibilidad es mayor con respecto al promedio del país, esto nos permite ver que la asequibilidad en este departamento no es tan adecuada como la del promedio país. El costo de la canasta de bajo volumen supera el ingreso del tercer decil, en otras palabras en este departamento los usuarios (familias) con ingresos a partir del cuarto decil pueden adquirir el servicio sin superar el umbral del 5% de sus ingresos.

En cuanto a Santa Ana se refiere, se puede ver que la brecha de asequibilidad para el departamento de Santa Ana es pequeña <sup>(1)</sup>. El costo de la canasta de bajo volumen solamente supera los estratos de los primeros dos deciles, lo cual nos indica que la adquisición del servicio es adecuado para más de 70% de los usuarios de este departamento. Si comparamos la asequibilidad de Ahuachapán con Santa Ana, nos damos cuenta que las familias de este ultimo cuentan con un mejor ingreso que las familias de Ahuachapán, obviamente esto se traduce en una adecuada adquisición del servicio de telefonía móvil.

La asequibilidad para el departamento de Sonsonate <sup>(1)</sup> está muy bien establecida de acuerdo al análisis, aunque cabe mencionar que el valor del tercer decil de ingresos se encuentra al límite del costo da la canasta de bajo volumen.

Para el departamento de Chalatenango el costo de la canasta de bajo volumen supera al tercer decil de los ingresos <sup>(1)</sup>, lo cual por consiguiente solamente los usuarios con ingresos del cuarto decil pueden adquirir el servicio sin superar el 5% de sus ingresos.

En el caso de La Libertad <sup>(1)</sup>, la brecha de asequibilidad es muy pequeña, solamente las familias con ingresos en el primer decil no pueden adquirir este servicio sin superar el umbral del 5%. Esto se debe a una combinación al bajo costo de las tarifas de telefonía móvil con los ingresos que perciben los usuarios de este departamento. Cabe mencionar que este es uno de los departamentos que mejores ingresos perciben las familias al igual que San Salvador. Estos departamentos son los que mejor se acomodan a la asequibilidad del servicio, al ser estos los dos con mejores ingresos, permiten establecer una brecha de asequibilidad bastante pequeña

que prácticamente solo las familias con los menores ingresos (primer decil) no pueden adquirir el servicio.

Al observar la Figura A1.6, tal y como era de esperar San Salvador es el departamento con los más altos niveles de ingresos de todo el país <sup>(1)</sup>, se puede destacar la pobre brecha de asequibilidad que se tiene, esto es un gran beneficio ya que la mayor parte de la población de este departamento puede adquirir satisfactoriamente la canasta de bajo volumen del servicio de telefonía móvil.

En cuanto a Cuscatlán podemos decir que la asequibilidad se encuentra en el límite <sup>(1)</sup>, ya que el costo de la canasta con el tercer decil de ingresos es muy cercano. De cualquier manera, se puede decir que la asequibilidad para este departamento es adecuada.

En la Figura A1.8, se presenta la gráfica de asequibilidad para el departamento de La Paz.

Al igual que en el caso del departamento de Cuscatlán, La Paz también se encuentra en el límite del costo de la canasta con el tercer decil de ingresos, pero de igual forma la asequibilidad es bastante aceptable para ambos casos.

Para el departamento de Cabañas la brecha de asequibilidad vuelve a ser mayor <sup>(1)</sup>. Los ingresos de este departamento son más bajos y eso lleva como resultado que el costo de la canasta supere el 5% de los ingresos en el tercer decil. Por esto se puede decir que para que los familias o usuarios que están dentro de este decil, deben superar el umbral del 5% para poder adquirir esta canasta.

En la Figura A1.10 se presenta la gráfica de asequibilidad para el departamento de San Vicente. Aquí se podrá apreciar que al igual que en el caso de Cabañas el costo de la canasta supera los ingresos del tercer decil, sin embargo eso no significa que se tenga una mala asequibilidad, al ser la brecha de asequibilidad pequeña permite establecer que al superar un poco el umbral del 5%, las familias o usuarios del tercer decil de ingresos pueden adquirir esta canasta.

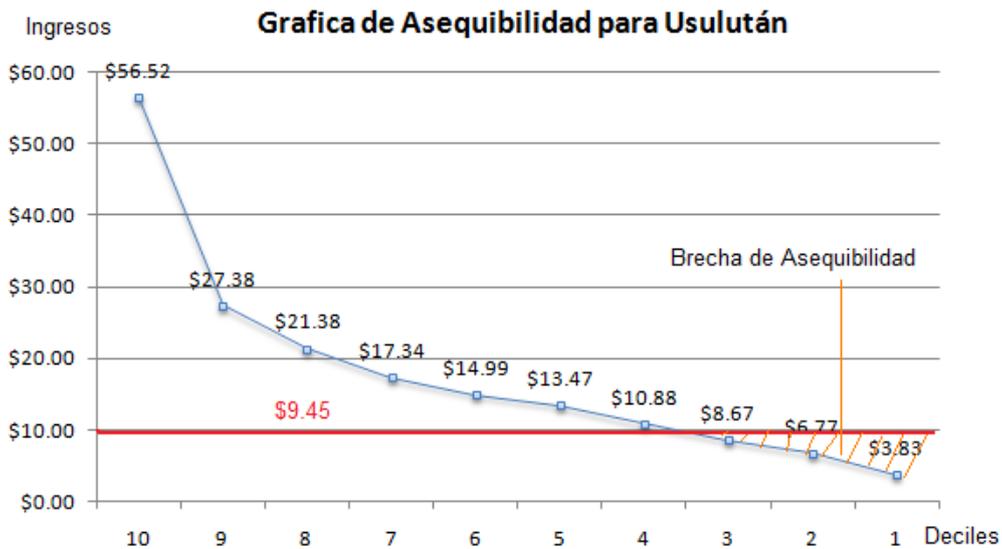


Figura 2.8: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Usulután.

Tal y como se menciona al inicio de este capítulo, este departamento es de gran interés para nuestro estudio. Al observar la Figura 2.8 se puede apreciar que la brecha de asequibilidad es mayor con respecto al promedio del país, aquí se puede ver que la canasta de bajo volumen tiene un costo mayor al del 5% de los ingresos del tercer decil.

En el departamento de San Miguel el promedio de ingresos para los distintos deciles son los más altos de toda la zona al Oriente del país, por lo tanto esto permite tener una brecha de asequibilidad pequeña, en donde el promedio de ingresos del tercer decil superan el costo de la canasta de bajo volumen modalidad prepago.

En el caso del departamento de Morazán resulta difícil tener una brecha de asequibilidad pequeña, esto en consecuencia a que este es uno de los dos departamentos con los menores promedios de ingresos junto con Ahuachapán. En la Figura A1.12 se muestra la gráfica de asequibilidad para este departamento.

El costo de la canasta supera el tercer decil de ingresos, Morazán es uno de los departamentos con los menores promedios de ingresos, debido a eso los usuarios que se encuentran dentro del tercer decil de ingresos deben superar el umbral del 5% de los ingresos para poder adquirir el servicio.

En La Unión la asequibilidad se encuentra en el nivel esperado para el decil analizado <sup>(1)</sup>. Los ingresos del tercer decil superan el costo de la canasta de bajo volumen modalidad prepago.

Las gráficas de asequibilidad para cada departamento, nos permiten establecer una idea de cómo se encuentra la disponibilidad de las familias salvadoreñas en los diferentes departamentos en cuanto a economía se refiere, para poder optar o adquirir la canasta de bajo volumen. A nivel general El Salvador representa una brecha de asequibilidad bastante pequeña, lo que resulta una asequibilidad adecuada en donde los hogares con ingresos en el tercer decil pueden adquirir sin problema la canasta de bajo volumen. Pero a nivel departamental esto es diferente, ya que al observar las gráficas presentadas anteriormente 7 de los 14 departamentos, no superaban el umbral del costo de la canasta de bajo volumen, es decir que tan solo siete superaban o presentaban una adecuada asequibilidad. Solamente en los departamentos Ahuachapán y Morazán, se obtiene una diferencia entre el costo de la canasta con el promedio de ingresos del tercer decil mayor a un dólar, para los 5 departamentos restantes la diferencia es mínima.

Para el caso de San Salvador y La Libertad que son los departamentos con mayores promedios de ingresos, el umbral del costo de la canasta solamente superaba a los ingresos del primer decil, la diferencia entre el tercer decil y el umbral del costo de la canasta es mayor a cinco dólares, debido a eso es que a pesar de que existen 7 departamentos que no superan el umbral, las diferencias que estos departamentos presentan con respecto a este, la asequibilidad para el promedio del país presenta resultados agradables.

Las gráficas de asequibilidad se realizan solamente para la canasta de bajo volumen, ya que de realizarse a las canastas de medio y alto volumen este análisis no tendría sentido, ya que el objetivo es examinar los niveles de adquisición que tienen los sectores más vulnerables del país. Sin embargo se presentara una gráfica para las canastas de medio y alto volumen, el cual el objetivo no será estudiar si es asequible o no, el objetivo es observar que deciles de ingresos pueden adquirir a cada una de las canastas en la modalidad prepago.

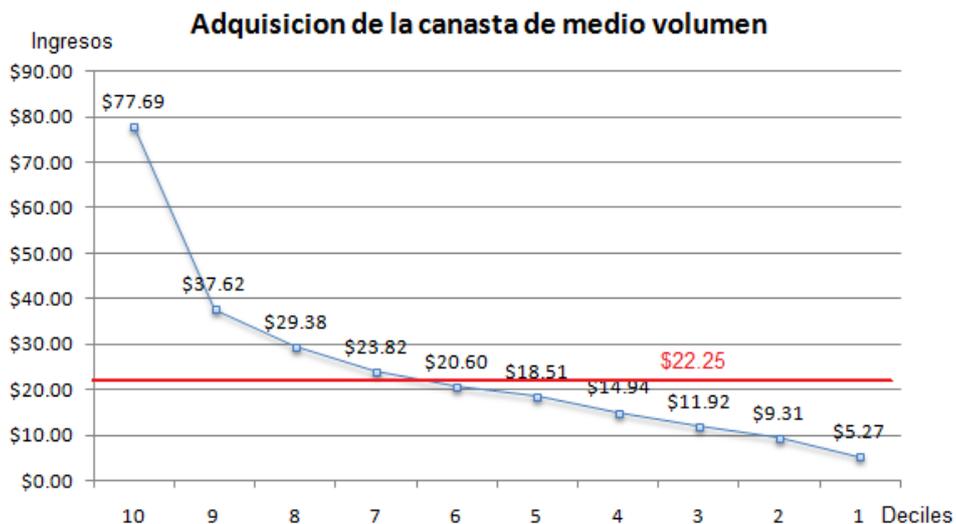


Figura 2.9: Deciles que pueden adquirir la canasta de medio volumen.

Como se puede ver en la Figura 2.9 los deciles de ingresos capaces de adquirirla canasta de medio volumen sin superar el umbral de los ingresos (5%), son los deciles que se encuentran arriba del sexto decil, es decir del séptimo decil en adelante.

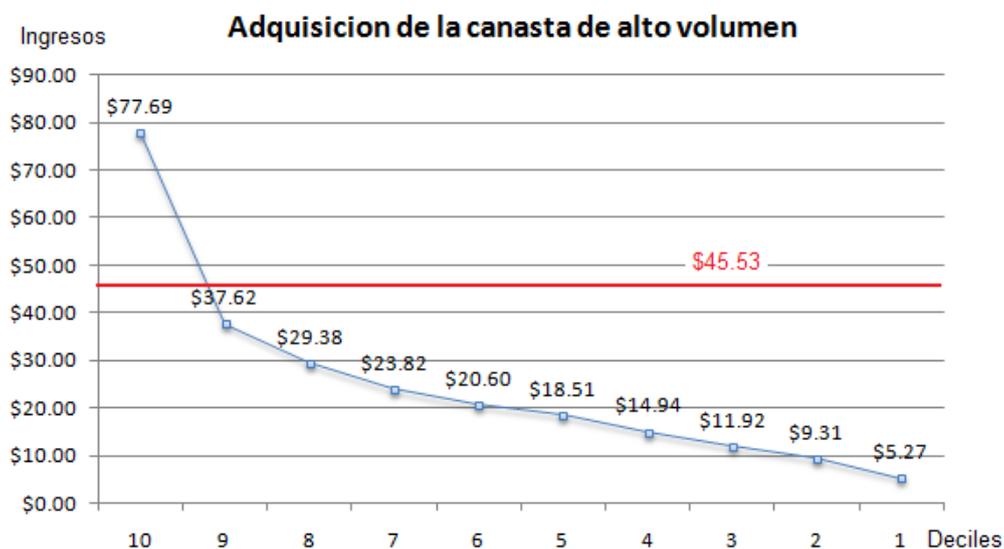


Figura 2.10: Deciles que pueden adquirir la canasta de alto volumen.

Para la canasta de alto volumen únicamente los hogares con promedio de ingresos del decimo decil son los que pueden adquirir dicha canasta sin superar el umbral del 5% de los ingresos. En la Tabla 2.8 se da a conocer el precio de la canasta de servicio de telefonía para los usuarios de alto volumen. Dicha tasa tiene un valor de \$45.53 prepago y \$34.02 postpago, razón por la cual esta canasta no está al alcance de la gran mayoría de salvadoreños, ya que de acuerdo a las estimaciones utilizadas por la OCDE para adquirir esta canasta se debe tener un salario de \$ 1,553.70

# **CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DEL ESTADO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL MUNICIPIO DE BERLÍN**

## **3.1 PRESENTACIÓN DEL MUNICIPIO**

### **3.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA**

Berlín está situado en el Departamento de Usulután; se encuentra a 112.8 kilómetros de la ciudad Capital y a 34 km de la ciudad de Usulután, presenta una extensión del territorio municipal de 146.96 km<sup>2</sup>. La cabecera municipal es la ciudad de Berlín, situada a 1020 msnm, entre las coordenadas geográficas centrales: 13° 29' 43" N y 88° 31' 50" O. El Municipio está limitado al Norte por los municipios de: San Vicente y Mercedes Umaña; al Noreste por los Municipios de Mercedes Umaña; al Este por los municipios de Alegría y Mercedes Umaña y al Sureste por el Municipio de Tecapán; al Sur por los municipios de San Francisco Javier y Tecapán; al Sur Oeste, y al Oeste por el Municipio de San Agustín; al Noroeste por los Municipios de San Vicente y San Agustín.

Berlín actualmente tiene una población total de 17,787 personas, se estructura para su administración municipal como centro Urbano la ciudad de Berlín y el área rural se divide en 16 cantones los cuales a su vez se subdividen en unidades territoriales menores que forman 62 caseríos<sup>[2]</sup>.

Actualmente han surgido nuevas comunidades reubicadas por los recientes desastres del Huracán MITCH y los terremotos del 13 de Enero y 13 de Febrero del 2001; como es el caso de la colonia El Progreso, El Higueral, en el cantón Los Talpetates. En algunos casos la instalación de los asentamientos obedece a un accionar privado del dueño de la propiedad que favorece la entrega de lotes sin título de propiedad en un arreglo similar al comodato, actualmente constituyen en su mayoría colonos de fincas de café; de acuerdo a estas consideraciones están: Caserío San Felipe Arriba de Cantón San Felipe; Caserío Los Jiménez de Cantón San Francisco; Caserío Hacienda Nueva y parte del Caserío Cerritos del Cantón Concepción. En estos caseríos el 30 y 40% del asentamiento son colonos de fincas según reflejan datos del levantamiento de campo.

## **3.2 ASPECTO SOCIAL**

Uno de los principales desafíos de El Salvador son el abatimiento de la pobreza extrema y la disminución de la desigualdad económica y social que existe entre los diferentes estratos de la población, no quedando fuera el municipio de Berlín en esta escala de pobreza <sup>[2]</sup>.

La pobreza se manifiesta en las personas a través de la diferencia de oportunidades e ingresos; así como por las necesidades básicas insatisfechas, que enunciaremos en los siguientes apartados; entre otras incidencias notorias que podemos encontrar en el Municipio de Berlín y que veremos más adelante sus repercusiones en el municipio son:

#### **POBREZA RURAL:**

- a) Disminución del ingreso real, reducción de salarios reales, analfabetismo y pocas oportunidades de empleo.
- b) Bajos niveles de inversión.

#### **DECRECIMIENTO EN EL SECTOR AGROPECUARIO:**

Bajos niveles de productividad: limitada capacidad de gestión, reducido acceso a tecnología y servicios, pobres condiciones de los recursos naturales, bajos niveles de inversión, infraestructuras en mal estado, políticas sectoriales insuficientes y la caída de los precios del rubro caficultor.

### **3.2.1 ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA**

La estructura poblacional que manifiesta el Municipio de Berlín en la organización de su población nos ayudan conocer más la conformación de la sociedad misma y sus relaciones.

#### **3.2.1.1 POBLACIÓN Y DESARROLLO**

El crecimiento poblacional registrado en el departamento de Usulután según DYGESTIC se manifestó a la inversa en el municipio de Berlín durante el mismo período de 1971-1992, en el cual se observó una disminución de sus habitantes (variación en términos absolutos de 5,662 habitantes); en 1971 se tiene una población total del municipio de Berlín de 23,614 habitantes, la cual experimentó un decremento del 23.98%; la población total al final de 1992 era de 17,952 habitantes, con una disminución poblacional del 0.88% anual.

El municipio a pesar de la migración de población por las condiciones adversas que manifestó en esos años el país en general y que afectó a este municipio grandemente, ya constituía el tercero de los municipios que albergaba mayor población del departamento, antecedido por los municipios de Jiquilisco y Usulután. Con esta situación aumentaron sus poblaciones en forma significativa los municipios de Santiago de María, Puerto El Triunfo, Mercedes Umaña y Usulután.

A fin de obtener una población por ámbito de residencia con base a la realidad de los datos del municipio se tomó como base las viviendas urbanas registradas por el departamento de Catastro

de la Alcaldía Municipal de 1650 viviendas más las comunidades faltantes habitadas y proporcionaron la cantidad de 1911 viviendas, con las cuales se calcula como promedio de 6 miembros por familia.

El comportamiento migratorio del municipio se ha incrementado ante la falta de fuentes de trabajo; esto produce que la población emigre principalmente al Área Metropolitana de San Salvador. Los Estados Unidos es otro de los destinos de la migración por medios ilegales, indocumentados estos últimos en busca de nuevas oportunidades. No se tienen datos específicos de las cantidades de población del municipio que esta emigración involucra, sin embargo se tiene el conocimiento de que el 7.9% de la población total es receptora de remesas<sup>(1)</sup>.

### 3.2.1.2 ESTRUCTURA POBLACIONAL E INDICADORES DEMOGRÁFICOS

Berlín cuenta con una población de 17,787 habitantes al año 2,007 de los cuales 8,749 son hombres y 9,038 son mujeres según datos obtenidos del VI Censo de Población realizado por el DIGESTYC, esto muestra que el sector femenino difiere levemente el 1.62 % con respecto al sector masculino, presentando una tendencia de aumentar el número de mujeres.

En la siguiente tabla se muestra el comportamiento y las cantidades de población por rango de edades en el Municipio. En ellas se analiza que un elevado porcentaje del 45.02% de la población se encuentra entre los 0 y 17 años de edad en relación a la población total, reflejando con ello un futuro prometedor para el Municipio, al sumarse a la población económicamente activa que aportará al desarrollo del mismo.

RANGO	POBLACIÓN	PORCENTAJE
0 – 3	1,519	8.54
4 – 6	1,324	7.45
7 - 17	5,162	29.03
18 – 59	7,896	44.38
60 o mas	1,886	10.60
TOTAL	17,787	100.00

*Tabla 3.1: Rango de edades de la población.*

### 3.2.1.3 DENSIDAD POBLACIONAL

La densidad poblacional que presenta el Municipio ofrece variaciones relativas dependiendo exclusivamente de las cantidades de población la cual ha ido aumentando en el transcurso de los años. La extensión territorial del municipio es de 146.96 km<sup>2</sup>, para el año 2002 fecha de la

realización de este estudio se estima que la densidad poblacional en el territorio es de 166 habitantes/ km<sup>2</sup>.

La población del Municipio es relativamente alta en relación a los demás municipios del departamento de Usulután y su distribución espacial en el territorio presenta una densidad promedio intermedia a nivel nacional. Así mismo la población está concentrada en pocas zonas en el área rural y en equilibrio en los dos ámbitos el rural y urbano, facilitando con ello el desarrollo de la población de ambos sectores.

#### **3.2.1.4 ESTRUCTURA FAMILIAR**

La estructura familiar: es la compuesta por las características generadas según la conformación del núcleo familiar, determinada por el número de miembros, tipo de relaciones entre los miembros y tipos de familias.

De acuerdo a información proporcionada por líderes comunitarios, el promedio de personas por familia es de 6, situación que obliga a las personas a buscar actividades que generen ingresos a su familia, lo que contribuye al alto índice de deserción estudiantil de la zona.

El número de familias afectadas por los terremotos en el territorio municipal es de 4,242 familias pero sobresalen los territorios más afectados, los cantones de Los Talpetates, San Juan Loma Alta, San José y San Francisco. Las familias con más apremiante necesidad la constituyen aquellas donde el jefe del hogar es una mujer sola y bajo la cual recae la responsabilidad de mantener a su grupo familiar.

#### **3.2.2 COMPONENTES SOCIALES Y CULTURALES**

La salud y la educación, son fundamentales para la acumulación de capital humano y social, porque de ellas depende en gran manera, la aptitud de las personas para integrarse en los procesos económicos, sociales, políticos y culturales. Por tanto una de las mejores y más importantes inversiones en capital humano que puede realizar el municipio es invertir en mejorar estos rubros, los cuales inciden favorablemente en el corto y mediano plazo en el aprovechamiento más eficiente de las oportunidades y desarrollo del municipio.

##### **3.2.2.1 ANALFABETISMO Y EDUCACIÓN FORMAL**

Los datos más recientes son los obtenidos en el año 2007, de los cuales podemos mencionar que Berlín posee una tasa de matriculación combinada equivalente al 54.2%, así como una tasa de alfabetismo adulto del 68.1%, lo que da lugar a tener un índice educacional de 0.635% <sup>[3]</sup>.

La población estudiantil registrada según los datos de matrículas en el área urbana y rural del Municipio es de 5,287 alumnos matriculados desde los niveles de parvularia a bachillerato hasta el año 2,008.

Según el censo realizado en el año 2007, dentro del área urbana el número de personas en valores absolutos entre los 4 a los 17 años es de 6,486 habitantes, en el área urbana son 4,460 entre niños y jóvenes de este estrato de población en edad escolar y son parte de la población estudiantil solo 2,897; esto refleja que el 35% de la población mencionada no asiste a ningún centro escolar y son en su mayoría jóvenes que desertaron o no tienen posibilidades de continuar con sus estudios en los niveles de III Ciclo y Educación Media.

### **3.2.2.1.1 EQUIPAMIENTO SOCIAL EN EDUCACIÓN**

33 Centros educativos, distribuidos de la siguiente manera:

- 1 Centro de Educación Parvularia
- 31 Centros de Educación Básica (28 en el área rural y 3 en el área urbana).
- 1 Centro de Educación Media (Instituto Nacional “Prof. Gabriel Humberto Rodríguez”).

De los 27 Centros Escolares de la zona rural solo 23 de ellos cuentan con secciones parvularia; 8 Centros Escolares escasamente tienen hasta I ciclo, de estos solo 3 Centros Escolares tienen el I ciclo completo (1° al 3° Grado). Los centros Escolares que tienen II ciclo son 11, pero de estos, II ciclo completo solo lo tienen 7 Centros escolares (1° a 6° grado). La mayor deficiencia existe radicalmente en que en todo el territorio en áreas rurales solo existen 5 Centros Escolares cuyos niveles educativos llegan hasta III ciclo.

### **3.2.2.2 SALUBRIDAD Y SANEAMIENTO**

La problemática de la salubridad y el saneamiento se ha visto evidenciadas ante amenazas en tiempos de desastres naturales, manifestando poblaciones con grandes vulnerabilidades en los rubros de la salud, cuyas repercusiones ocasionadas por diversas causas, tales como: Los daños en los sistemas de aguas potables de acueductos, favorecieron que las comunidades que eran abastecidas a través de estos carecen del vital líquido debido a que los derrumbes de piedras y tierra rompieron el sistema de tuberías.

En la actualidad la atención en el área de salud con que cuenta la población en el municipio de Berlín centralizada en el área urbana con un establecimiento que se encarga de la atención preventiva y curativa de primer nivel que es la Unidad de Salud Municipal, siendo esta el nexo directo con los hospitales de segundo nivel que es el Hospital General de Santiago de María y el Hospital Departamental de Usulután según el esquema de planificación del SIBASI. La Unidad de Salud cuenta con poco personal médico y recursos básicos.

En el área rural solo existen dos establecimientos que funcionan como Casas de Salud en San Juan Loma Alta por parte del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) y El Recreo; siendo esta última una clínica comunitaria auspiciada por la empresa GESAL, la cual colaboró con la construcción y le corresponde al Ministerio de Salud su mantenimiento. La comunidad reporta que se necesitan mayor frecuencia en la atención en salud y medicinas, actualmente se está construyendo la Casa de Salud en El Tablón.

Existe una Casa Materna de funcionamiento comunal en Cantón Los Talpetates que es apoyada por IBE (Iglesia Bautista Emmanuel), LAS DIGNAS y el MSPAS. Para la atención preventiva se cuenta con 9 promotores/as para el área rural que atienden 9 cantones con 40 caseríos del total de 60 caseríos existentes del área rural. Los cantones que no cuentan con promotor/a de salud asignados por el MSPAS son: El Corozal, San Isidro, Colón, Virginia y El Recreo.

### **3.2.2.2.1 EQUIPAMIENTO SOCIAL EN SALUD**

#### **Equipamiento de Salud**

Los establecimientos de salud de primer nivel existentes en el área rural resultan insuficientes para las cantidades de población de estas áreas rurales localizadas en áreas de difícil acceso y siendo comunidades en riesgo nutricional y de salud por las consideraciones precarias de pobreza extrema, cuyas familias no cuentan con una salubridad y un saneamiento adecuado en sus comunidades, lo cual constituye una amenaza para su precaria salud. Actualmente los establecimientos de Salud de primer nivel en el área rural según se mencionó son tres: Una casa de salud en San Juan Loma Alta atendida por el MSPAS y otra en construcción en El Tablón, una casa de salud en El Recreo auspiciada por la empresa Geotérmica ubicada en Berlín, una casa materna comunitaria atendida por IBE y MSPAS.

### **3.2.2.3 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LA VIVIENDA**

La calidad de vida de la población es reflejada ampliamente en las condiciones y características físicas que presenta la vivienda donde residen los hogares, es decir calidad de materiales de construcción, sean estos techos, paredes, pisos, mayores comodidades o estándar de vida de los hogares.

#### **1- Situación problemática de las viviendas:**

Entre las afectaciones, características y condiciones de habitabilidad de las viviendas de la población según su área de residencia, ya sea rural o urbana del municipio de Berlín se reflejaron elementos principalmente entre ambas en la utilización de sistemas constructivos predominantes, el uso de materiales en paredes, techos y pisos, la dotación de servicios y la tenencia de la vivienda. Estos datos serán reflejados en los apartados siguientes donde se establecerán las características actuales de la vivienda.

El total de viviendas construidas por FUNDESA hasta inicios del 2002 es de 190; por PROCOMES 322, por ASDI 58, por CLUB ROTARIO 26, FUNDABERLÍN 24, REDES 127, y CARITAS con 21 sumando 7768 viviendas de tipo permanente construidas posteriormente a los terremotos.

Entre las características del tipo de viviendas aportadas por estos organismos e instituciones están: Las viviendas de FUNDESA son construidas de sistema mixto; el área destinada para la vivienda es de 31.36 m<sup>2</sup> (5.6m x 5.6m)

Las viviendas construidas por PROCOMES son del tipo vivienda progresiva, consta de la construcción de piso, techo y columnas de las viviendas únicamente, siendo el beneficiario el que posteriormente levanta el resto de la vivienda por cuenta propia. El área destinada para la vivienda es de 22.88 m<sup>2</sup> de dimensiones un solo espacio de 4.40 m x 5.20m. El costo por unidad habitacional es de \$1000.00

ASDI (Asociación Salvadoreña de Desarrollo Integral). Durante los años de 1995 1997 se construyeron 42 viviendas de sistema mixto financiado por la “Unión Europea” en las siguientes comunidades:

San Felipe 11 Viviendas.

La Mediagua 15 Viviendas.

Casa de Zacate 4 Viviendas.

El Zapote 12 Viviendas.

En la comunidad Brisas del Sol, se desarrolló un proyecto de vivienda durante los años de 2000-2001, fueron 40 viviendas de sistema mixto, financiados por SOLIDARIDAD INTERNACIONAL.

A pesar de que con este apoyo se han beneficiado grandemente los pobladores que perdieron sus viviendas, aún falta mucho por hacer y continúa siendo una necesidad establecer un programa de construcción de viviendas de carácter permanente para continuar cubriendo la necesidad de estas en el Municipio.

#### **1- Tipología de la vivienda según área de residencia:**

La tipología de la vivienda antes y después de los terremotos marca un elemento básico de diferencia, el predominio de las viviendas con sistema constructivo de bahareque sucumbe ante los movimientos telúricos y va siendo sustituida por sistemas constructivos menos vulnerables a los movimientos sísmicos como son las viviendas con paredes de bloque de concreto o ladrillo de obra. Entre las tipologías de las viviendas de la población rural y urbana del municipio de Berlín se reflejaron que difirieron principalmente entre ambas sus características en la utilización de los sistemas constructivos más permanentes, dotación de servicios y números reducidos de vivienda con piso de tierra.

La determinación de unidades habitacionales del municipio según su área de residencia refleja básicamente una interrelación de proporcionalidad directa con los datos poblacionales de ambas áreas, según cuadro a continuación:

<b>ÁREA DE RESIDENCIA</b>	<b>VIVIENDAS</b>
URBANA	1,617
RURAL	2,321
TOTAL	3,938

*Tabla 3.2: Viviendas totales según área de residencia.*

Las características de las viviendas rurales eran antes del terremoto consistía en la utilización de cubierta con teja de barro, después de los daños casi totales en las cubiertas de los techos, prevalece actualmente las cubiertas de lamina de zinc ondulada la cual es más económica, con la desventaja que ésta incrementa el calor dentro de la vivienda, lo cual no favorece la comodidad de las mismas. Las características de las viviendas urbanas antes del terremoto consistían en la amplia utilización de cubierta con teja de barro, después de los daños en las cubiertas de los techos, prevalecen actualmente las viviendas con cubiertas de lámina de Galvanizada ondulada. En lo que se refiere a los pisos estos mantienen una mayoría pisos de tierra en un 66.24% de las viviendas, debido a los reducidos ingresos familiares.

## **2- Tenencia de la vivienda:**

A pesar de que se cuenta con un porcentaje significativo de seguridad en la tenencia de la tierra ya que el 72.33% habita viviendas propias, un amplio margen de la población que suman el 27.77% de las viviendas del área rural no cuentan con seguridad en la tenencia de la tierra ya que habitan en viviendas alquiladas, como colonos de las fincas de café u otra forma como es el de compartir el lote con otros miembros de la familia a los cuales pertenece la propiedad. Esta falta de tenencia de lotes para vivienda no favorece la accesibilidad a financiamiento para la construcción de viviendas ya sea por esfuerzo propio o por medio de ayudas internacionales, en el último caso no resultan favorecidos por los mismos por no contar con propiedades a nombre del jefe/a de la familia.

## **3- Problema de los servicios básicos, salud y medio ambiente:**

El levantamiento de información básica nos releva que los más altos índices de carencias en las viviendas se encuentran en los servicios básicos, como abastecimiento de agua potable, energía eléctrica y sistemas de eliminación de excretas, siendo para la población cuyo ámbito de residencia es en áreas rurales y asentamientos ilegales, más difícil es su obtención y, consecuentemente volviéndose vulnerables ante cualquier enfermedad.

Según diagnóstico para el año 2002, en el ámbito municipal, el 17% y 93% de las viviendas rural y urbana respectivamente disponen de energía eléctrica y 83% de las viviendas rurales utilizan kerosén, gas propano, candela u otro medio para suplir esta necesidad; en cuanto al abastecimiento de agua, en el municipio, el 53.5% de las viviendas se abastecen de éste vital líquido a través de cañería domiciliar, y el restante 46.5% la obtienen a través de pozos, ríos, quebradas, etc.; la

disponibilidad de un sistema de eliminación de excretas es solamente factible para el 60% de la población a escala nacional, el área rural es mayormente afectada en éste sentido.

### **3.2.3 INFRAESTRUCTURA TÉCNICA URBANA**

La Infraestructura Técnica son todos aquellos servicios básicos que requieren los espacios físicos y que determinan el denominado proceso de Urbanización del territorio, el cual le confiere una parte de los componentes bajo lo cual se establece la determinación del concepto de Urbano a las áreas físicas que ocupan las ciudades.

#### **Sistemas de Agua Potable:**

El Abastecimiento de Agua Potable en el área urbana es administrado por la empresa TETRALOGÍA S.A de C.V. El Abastecimiento de Agua Potable se proporciona como sistema con redes de tuberías que le permiten como cobertura física a los cuatro barrios consolidados del área urbana, San José, El Centro, El Calvario, La Parroquia, y áreas inmediatas de las colonia El Jardín, La Abundancia y juntas se registran 1,315 acometidas domiciliarias en la ciudad. También existen áreas con accesibilidad al servicio de agua potable de tipo colectivo (con 5 cantareras) en las Colonias: La Chicharra, El Milagro, Las Mercedes. Sin contar las colonias que están abastecidas de agua potable por sistemas colectivos, en la actualidad la cobertura del servicio abarca el 54.56% de las viviendas urbanas. Por tanto, las viviendas sin abastecimiento domiciliario en la actualidad son equivalentes a 1,095 unidades habitacionales aproximadamente. Si establecemos proyecciones de requerimiento de viviendas para la población estimada del año 2008, las unidades habitacionales por crecimiento poblacional serán de 1,009 unidades, estas unidas al déficit actual demandarán servicio de abastecimiento domiciliario la cantidad de 2,104 viviendas en el área urbana.

#### **Energía Eléctrica:**

Las coberturas de energía eléctrica en el área urbana son establecidas con medidores domiciliarios del servicio. Este servicio según se mencionó lo suministra la Empresa Eléctrica de Oriente S.A. de C.V. (EEO) siendo el número de abonados registrados en el área urbana de 1,774. Las coberturas de áreas físicas con servicio de Energía Eléctrica en el área urbana son totales.

#### **Sistema de Drenaje de Aguas Negras:**

Del sistema de redes de tubería de Aguas Negras del área urbana no se tienen planos que denoten las características del mismo. La información es insuficiente con la que cuenta TETRALOGÍA

como para ser específicos al diagnosticar con elementos cuantitativos. En el levantamiento de Información Básica se constato la localización de los pozos de aguas negras y los puntos de desalojo a las quebradas del área urbana. Existen dos puntos de descargas en el Barrio San José en la quebrada La Oscurana que pasa por el Barrio continua su cauce en los límites de la lotificación El Bálsamo con rumbo norte. Punto de descarga de aguas negras al costado poniente de la Colonia El Milagro.

#### **Drenajes de Aguas Lluvias:**

Los drenajes de aguas Lluvias de la ciudad de Berlín cubren el 70 % del área consolidada de la ciudad, presentando problemas generales de obstrucción e inadecuado funcionamiento. Berlín sufre constantes inundaciones y rebalses de drenajes del sistema. Principalmente se reportan problemas en la zona del Instituto Nacional localizado en el Barrio La Parroquia; gran parte de la obstrucción de dichos drenajes de ahí convergen dos quebradas La Oscurana y El Jardín; siendo requerido estudiar una solución a dicho sector como primera prioridad del sistema de drenajes de aguas lluvias de la ciudad.

### **3.3 ASPECTO ECONÓMICO**

El aspecto económico es valorizado primordialmente en las determinaciones de los diversos rubros de actividades económicas a que se dedica la población del municipio y las potencialidades o limitantes que presenta la población.

#### **3.3.1 ACTIVIDADES ECONÓMICAS**

Las actividades económicas del municipio de Berlín tienen como característica la de diversificarse en pocos rubros. Su economía se basa en forma predominante en el sector primario, la población del municipio se dedica predominantemente al sector Agrícola y actividades agropecuarias combinadas. El 85 % de la población se dedica a esta actividad primaria y la actividad terciaria que constituye la actividad comercial y los servicios constituyen el 15 % restante.

En el área urbana, el rubro económico que genera ingresos familiares es el comercio, pero éste ejecutado mayoritariamente por hombres, aunque no se tienen datos específicos se establece que según datos del departamento la tasa específica de participación de la mujer en el mercado de trabajo es menor del 38.7% lo cual refleja el desplazamiento de la actividad económica de las mujeres y relegándolas al ámbito del hogar.

En las actividades agrícolas las mujeres tienen una mínima participación, ya que un gran porcentaje se dedica a los quehaceres del hogar, con excepción de los tiempos de cortas de café donde aumenta la participación de la misma. Entre la producción agrícola con fines de venta que producen los cantones del área baja y central del municipio está la producción de cereales como: maíz, frijol, maicillo, arroz, entre otros. También se tiene la producción de frutas y hortalizas en los caseríos San José Los Patios, El Recreo y San Lorenzo.

Dentro de la actividad agrícola es sumamente importante en el municipio el desarrollo de la caficultura y la producción de cereales, y hortalizas en menor escala. La Caficultura hasta hace pocos años era la actividad predominante en el municipio, la cual se ha venido reduciendo para dar paso a las presiones económicas en el territorio; cada día más va cediendo superficie la cual cambia de uso para ser destinada a lotificaciones o para revertir las áreas de cultivo permanente de café en áreas cultivables de cereales. Esta reconversión no resulta favorable para el medio natural circundante.

La caficultura es una fuente importante para la generación de empleos y desde muchos años ha sido la base de la estabilidad socioeconómica del Municipio. Es importante señalar que el sector cafetalero ha sido congruente con la política de género fomentando la unidad familiar ya que las mujeres tienen una gran oportunidad en el acceso al trabajo y salario en ambas fases operativas de la empresa.

### **3.3.2 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA**

Según las características del municipio; la población dependiente constituye el 70.3%, dentro de la cual la mujer forma parte de un componente muy alto, esto debido en parte por la poca accesibilidad de la mujer a la educación formal y al rol doméstico en que ha estado relegada tradicionalmente.

La oferta de la mano de obra (PEA) para el municipio de Berlín ascendía al 24.80% de la población de 1992, de ésta el 93.20% se encuentra ocupada o desempeñando de labores diversas. Esto nos indica que se tenía una tasa de desempleo de 6.8%. Según los datos estimados del levantamiento de Información Básica del Municipio para el año 2002, por medio de las entrevistas y cuestionarios comunitarios reportaban un marcado enfoque de las comunidades al problema económico que genera la falta de empleo permanente en sus comunidades.

De estos resultados se obtuvo que la población en edad de trabajar (PET) definida como aquella parte de la población total que esta apta para el trabajo para el 2002 es de 7,260 habitantes, 2,968 en área urbana y 4,292 en el área rural, bajo el criterio utilizado en el país que la edad mínima para el cálculo de este indicador es de 10 años a más. En las encuestas se revelaba que el número de miembros por familia que era potencialmente apto para trabajar o estaba en busca de trabajo era en su mayoría 2 miembros/ familia y en una minoría 1 miembro/ familia.

Siendo por tanto, que la población económicamente activa (PEA) definida como aquella parte de la PET que ofrece su fuerza de trabajo al mercado laboral, donde la PEA del municipio es equivalente a 5,020 personas, y un porcentaje de un 31 % de ellas actualmente desocupadas o con trabajo estacional o parcial.

### **3.3.3 PERSPECTIVAS ECONÓMICAS**

El municipio de Berlín con una economía donde la actividad principal del sector rural es la agrícola, destaca principalmente los cultivos de café, y le siguen los cultivos de maíz y frijol. Prevalcía en la actividad caficultora la cual estaba inmersa en un panorama económico más amplio que el local o nacional.

La crisis del café se sumó a un panorama económico regional poco satisfactorio en 2001, caracterizado por un debilitamiento de la demanda externa, en especial por la desaceleración de la economía estadounidense y el persistente deterioro de los términos del intercambio. La información sobre la evolución económica de los países centroamericanos indica que las dificultades por las que atraviesa el sector cafetalero acentuaron sensiblemente la tendencia a la desaceleración del ritmo de actividades económicas de la región. Los bajos precios internacionales ocasionaron importantes pérdidas de ingresos de divisas que afectaron la balanza comercial, profundizando las necesidades de financiamiento externo. Las exportaciones de café son parte importante del producto interno bruto (PIB). El peso específico de la caficultura en El Salvador es de 2.5% de su PIB.

### 3.4 ASPECTO FÍSICO

#### 3.4.1 OROGRAFÍA DEL MUNICIPIO

Debido a su ubicación geográfica, Berlín cuenta con diversos rasgos orográficos tales como cerros y lomas, entre los cuales se pueden mencionar:

CERROS		
NOMBRE	UBICACIÓN (distancia hasta la Ciudad)	ELEVACIÓN (msnm)
El Pelón	1.7 km	1,536
El Pinal	1.9 km	1,100
Las Palmas	2.1 km	1,528

Tabla 3.3: Cerros cercanos a la Ciudad de Berlín.

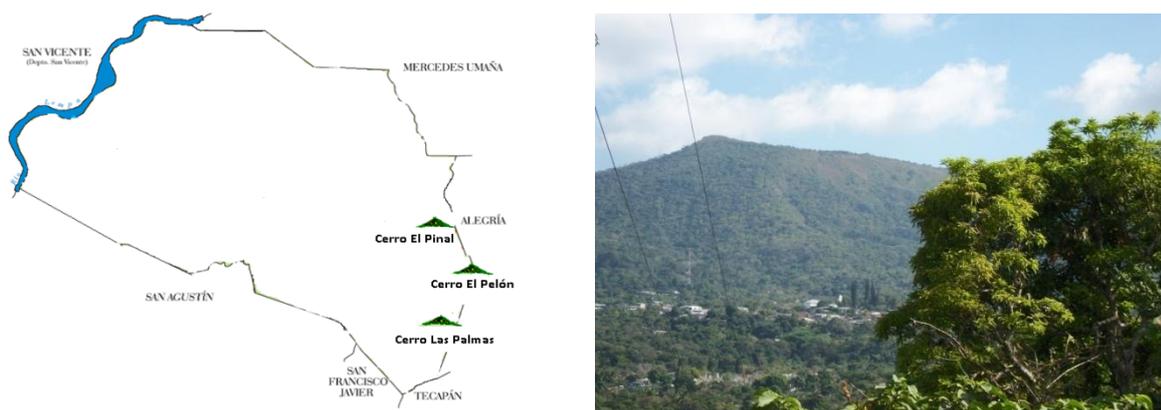


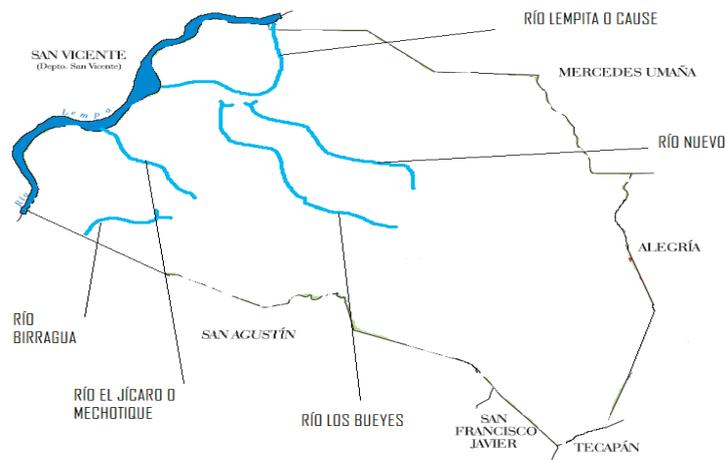
Figura 3.1: Cerros Cercanos a la Ciudad de Berlín.

Entre las lomas ubicadas en las cercanías del municipio se tienen: El Coyol, Del Flor, El Bonetillo, El Ojushte Chacho, Los Novillos, El Lechero, El Mal Paso, El Paterno, El Cimarrón, El Papayo, Las Hornillas, El Planón y El Cordoncillo.

#### 3.4.2 HIDROGRAFÍA DEL MUNICIPIO

Berlín cuenta con 6 ríos, los cuales se encuentran ubicados en la región noroeste del municipio, tal como se muestra en la Figura 3.2. Entre estos ríos se encuentra el río Lempa, el cual constituye la línea divisoria entre San Vicente y Usulután, que a la vez abastece a los cantones Las Piletas, El Corozal y Talpetates. Con relación a su posición en la cuenca del río Lempa se establece su ubicación como en la parte baja de la misma; esta zona a su vez se divide en

tres zonas de elevación: alta, media y baja; correspondiendo Berlín a la zona alta de la cuenca baja del río Lempa.



*Figura 3.2: Ríos que abastecen al Municipio de Berlín.*

De la Figura 3.2 es importante mencionar que el río Los Bueyes nace a 6.5 km de la ciudad de Berlín y desemboca en el río Lempita. También es importante mencionar que el municipio cuenta con 21 quebradas de invierno, entre las cuales tenemos: Quebrada San Isidro, El Mangle y El Pozón, así como los ríos El Potrerón y Montañita.

Existe una zona denominada “Zona de Vulnerabilidad del Bajo Lempa”, cuyo nombre es atribuido debido a la facilidad con la que esta zona es afectada directamente por los efectos acumulados de la cuenca del río Lempa, así como también las cuencas de la Bahía de Jiquilisco y el Estero de Jaltepeque.

Es importante mencionar algunas de las zonas de infiltración o captación del recurso hídrico, las cuales dan origen a las microcuencas que luego desembocan en el Río Lempa. Algunas de las zonas son: Los cerros El Pelón, Las Palmas y El Taburete. Los alrededores del cerro Verde (Cantón Las Piletas y El Corozal) y la zona de Santa Anita, Municipio de Mercedes Umaña, el cual constituye una valiosa captación hídrica explotada por Tetralogía, con el fin de proveer el suministro de agua potable para los municipios de la región, incluyendo Berlín.

### **3.5 ESTADO ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES**

En esta sección se darán a conocer los medios de difusión y el equipo con el que actualmente cuenta Berlín para transmitir información a sus habitantes.

### 3.5.1 LA RADIO

Actualmente Berlín cuenta con dos estaciones de radio que transmiten en FM, las cuales se describen a continuación. Esta información fue obtenida en base a la consulta personal con los directores y propietarios de dichas estaciones.

#### 1. Radio Sensación:

Radio Sensación 98.1 FM inició sus operaciones el 10 de mayo del 2005, transmitiendo su primer programa oficial a las 5:00 am, tomando en cuenta que la transmisión la llevan a cabo en el horario de 5:00 am a 10:00 pm. Únicamente en período de emergencia transmiten las 24 horas del día. La cobertura de esta radio es a nivel regional, es decir la zona oriental y parte de la zona central del país. Dicha cobertura se hace a través de una antena de 40 metros de altura y un transmisor de 125W. En las Figuras 3.3a y 3.3b se muestran los equipos utilizados en dicha estación.



*Figura 3.3a: Antena de la radio Sensación. Figura 3.3b: Equipo transmisor utilizado en la Radio Sensación.*

Dicha estación transmite en línea a través de la página web [www.visitaberlin.net](http://www.visitaberlin.net), portal a través del cual se comunican con las personas que escuchan su programación. Cabe destacar que la programación de la radio es variable, ya que transmiten programas culturales, educativos y religiosos, servicios sociales, así como programas musicales. Otro medio de comunicación con las personas que la escuchan es vía telefónica al 2634-2742 y al 2663-2873.

El Director de la radio Arturo Isidro Pérez Vásquez hizo de nuestro conocimiento que se debe realizar un pago anual a la SIGET, el cual en el año 2009 fue de \$3,817.00.

## 2. Radio La B Grande:

Radio La B Grande 103.7 FM inició sus operaciones en Febrero de 1998, cuya programación es 24 horas.

De igual manera que radio Sensación la cobertura de esta radio es a nivel regional, es decir la zona oriental y parte de la zona central del país. Dicha cobertura se hace a través de una antena de 35m de altura y un transmisor de 100W. En la Figura 3.4a se muestra el equipo utilizado en dicha estación.



*Figura 3.4a: Equipo transmisor utilizado en radio*



*Figura 3.4b: Cabina de radio*

En la Figura 3.4a podemos apreciar el equipo utilizado para la transmisión, cuyo fabricante es OMB modelo EM 20-30, así como también se puede observar la frecuencia de operación del mismo.

El propietario el Sr. Alirio Antonio Campos hizo de nuestro conocimiento que ha adquirido la concesión para 20 años, así como también tiene un técnico asignado que cada tres meses lleva a cabo labores de mantenimiento en las instalaciones de la radio. A la vez nos comentó que ante cualquier imprevisto cuenta con una planta eléctrica y un transmisor de emergencia. Para comunicarse a la cabina de la radio se puede hacer vía internet o vía teléfono al 2622-5777.

### 3.5.2 TELEVISIÓN

A pesar de su ubicación geográfica los habitantes de Berlín carecen de la señal de televisión abierta, situación que es aprovechada por los operadores de cable, los cuales en los últimos 4 años se han incrementado en el Municipio. Actualmente las empresas TIGO, CLARO Y SKY brindan los servicios a la población. Sin embargo existe una compañía de cable que tiene 10 años de operar en la zona, el cual se describe a continuación.

### **1. Canal 40 de Berlín:**

En el primer año de operación esta compañía prestaba sus servicios con el nombre de Cablevisión el Zamorano, posteriormente con el nombre de Cablevisión de Oriente y actualmente como Canal 40 de Berlín. Según la información proporcionada por el encargado de las operaciones, el señor Salvador Gonzales esta situación se debe a los cambios de administración que ha padecido la empresa en el período de operación.

Actualmente ofrecen 40 canales por el precio de \$12.00 al mes, cuentan con dos canales cuya programación es originada desde sus instalaciones. El canal 22 es utilizado para transmitir películas, series y eventos realizados en el Municipio, mientras que el canal 40 es programación totalmente Cristiana.



*Figura 3.5: Equipo utilizado por la compañía de cable en Berlín.*

Actualmente cuentan con el equipo necesario para transmitir hasta 70 canales, sin embargo la reducción de ingresos debido a la disminución de clientes causado por el incorporación de la competencia al mercado y el aumento de tarifa otorgada a la SIGET de acuerdo al número de canales, impide que ellos aumenten la oferta de servicio a los habitantes del Municipio. El encargado de operaciones hizo de nuestro conocimiento que cuentan con 10 antenas parabólicas, como las que se muestran en la Figura 3.5, así como también comentó que a pesar de una disminución significativa de clientes, con los ingresos que tienen actualmente pueden permanecer en operación durante mucho tiempo.

### **3.5.3 TELEFONÍA**

En la actualidad los habitantes de Berlín cuentan con el servicio de telefonía móvil y fija. En la telefonía móvil existen 3 empresas que tienen muy buena cobertura dentro de todo el

Municipio: TIGO, CLARO y DIGICEL. La compañía TELEFÓNICA y su servicio móvil MOVISTAR poseen cobertura en algunas zonas del municipio, la cual no es del todo constante.

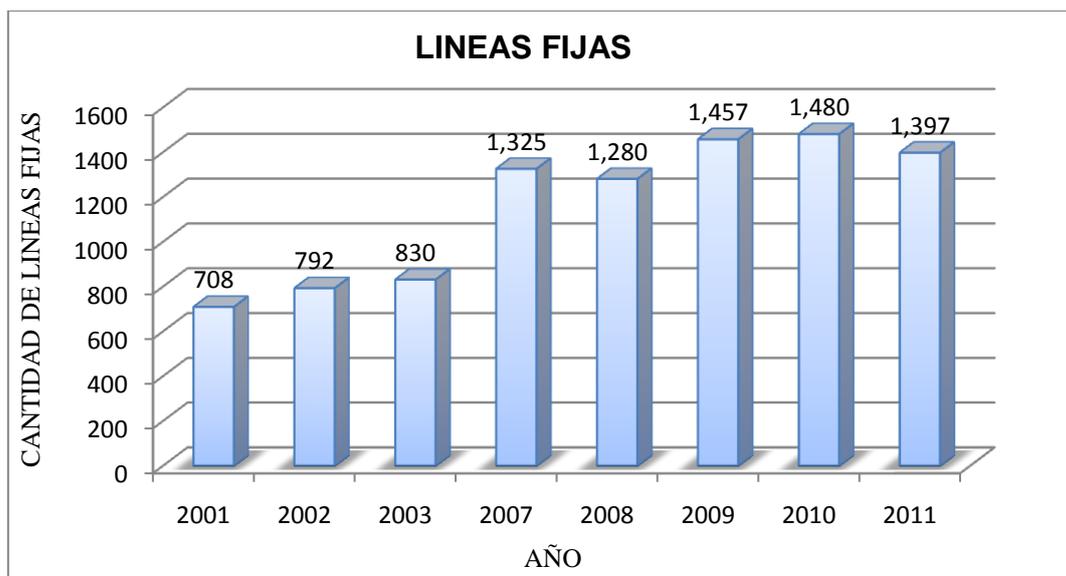
Debido a los cerros y montañas que rodean al Municipio, este es aprovechado por las compañías de telefonía para instalar sus antenas, tal como se muestra en la Figura 3.6



*Figura 3.6: Antena telefónica ubicada en las faldas del cerro El Pelón.*

En cuanto a telefonía fija la empresa que hasta hace unos años representaba monopolio en la zona era CLARO, sin embargo con la introducción de TIGO al mercado local se ha logrado tener una mayor cobertura en la zona, reducir los precios y agilizar los trámites para adquirir este importante servicio.

Tomando como referencia el directorio telefónico que cada año la compañía CLARO proporciona a sus clientes, analizaremos el comportamiento del servicio de telefonía fija en el Municipio de Berlín.



*Figura 3.7: Comportamiento de líneas fijas en la última década.*

Los datos mostrados en la Figura 3.7 fueron obtenidos a través del conteo de líneas fijas proporcionados en el directorio telefónico de cada año mostrado en el gráfico. Es importante mencionar que en dicho conteo se incluyen todas las líneas que en el directorio aparecen, es decir que se han incluidos las diferentes líneas fijas pertenecientes a una misma institución. En los últimos años se puede apreciar el comportamiento variable, el cual pudo haber sido afectado por la reducción de las tarifas de telefonía móvil así como también la participación de otra compañía en el mercado local. Según el censo realizado en el año 2007, únicamente el 25.2% del total de hogares cuentan con el servicio de telefonía fija <sup>[2]</sup>. Es decir, el 74.8% de los hogares de Berlín no cuentan con este servicio.

### **3.5.4 INTERNET**

Actualmente en Berlín operan 5 ciber que brindan el servicio de internet a gran parte de la población que en su mayoría son parte de la población estudiantil. Hoy en día el ancho de banda que se maneja entre estos va desde los 512 kbps hasta los 2 Mbps, permitiendo a los usuarios tener una mejor oferta a la hora de adquirir el servicio. A pesar de que ellos obtienen los ingresos necesarios para el mantenimiento del equipo y contratación del servicio, este se ha visto reducido en los últimos años. Anteriormente TELECOM era la única empresa que brindaba el servicio en la zona, sin embargo hoy en día la compañía TIGO también ofrece este servicio dentro del Municipio. Habiendo mayor competencia en el mercado local los precios se vuelven más accesibles, razón por la cual hoy en día una parte considerable de la población cuenta con el servicio de internet en sus casas.

# CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE RADIO PROPAGACIÓN

## 4.1 ASPECTOS TÉCNICOS

El principal objetivo de nuestra red es establecer un sistema de comunicación entre Centros Escolares de la Zona Rural y Urbana. Se incluye la posibilidad de beneficiar no únicamente a la población estudiantil, sino que permitir que la comunidad en general tenga acceso a este servicio.

Para dar vida a tal proyecto es necesario utilizar herramientas que se acoplen a las necesidades locales. Se debe tener en cuenta el aspecto económico. En esta etapa se evaluaron las especificaciones técnicas de los dispositivos a utilizar, así como también la viabilidad en cuanto a la adquisición de los mismos.

Dentro de las necesidades y objetivos principales se hace énfasis en la adquisición de equipo que incluya un software el cual pueda adaptarse a nuestras necesidades. En base a una investigación previa se logró determinar que el dispositivo que contaba con las herramientas que mejor se adaptan a nuestras necesidades es el router Mesh Potato (MP) <sup>(2)</sup>.

## 4.2 SIMULACIÓN.

Se toma como referencia el estudio de radio-propagación para 24 Centros Escolares (CE), de los cuales cinco pertenecen a la zona urbana y los restantes a la zona rural. Dicho estudio fue realizado por medio de una simulación con el software RADIO MOBILE, en la cual se diseñó una red inalámbrica WIFI que permita la comunicación entre los CE antes mencionados <sup>[4]</sup>.

La red fue diseñada creando dos sistemas de los cuales uno pertenece a las características del MP y el otro a las del Nano Station 2 (NS2), de las cuales para el primer sistema se crearon tres redes que sirven para la interconexión de los CE que han sido clasificados de acuerdo a la zona de ubicación. Cabe mencionar que los detalles de cómo fue diseñada la red se obtienen en un trabajo de investigación realizado previamente. Para la identificación de los nodos pertenecientes a cada red, se presentan en la Tabla 4.1, las figuras que representan la ubicación de los nodos en las redes. Cabe mencionar que los símbolos con forma de antena parabólica, representa los CE que han sido beneficiados por el programa EUROSOLAR en la cual se tiene instalada una antena parabólica como parte de este beneficio.

ROL DEL CENTRO EDUCATIVO	SÍMBOLO
NODO RURAL	
NODO EUROSOLAR	
NODO ÁREA URBANA	
PUNTO DE INTERCONEXIÓN (SUPERNODO)	

Tabla 4.1: Simbología aplicada a la red.

Con la simbología mostrada en la tabla anterior, se representa el funcionamiento de la red total diseñada para 24 CE, identificando los nodos que pertenecen a cada una de las tres redes elaboradas para clasificarlas en base a la ubicación a la que se encuentran dichos CE. Dicho funcionamiento de la red y los nodos con su respectiva simbología se pueden ver en la figura mostrada a continuación.

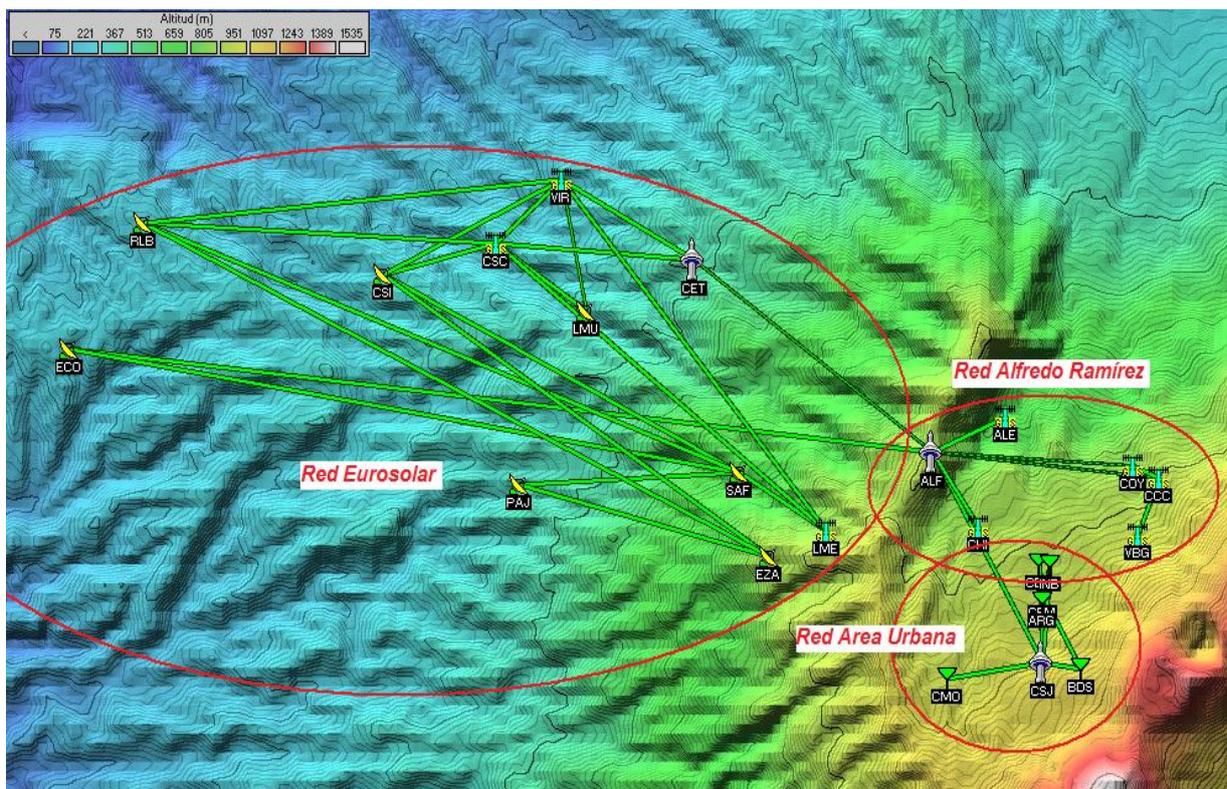


Figura 4.1: Funcionamiento de la red total para 24 CE.



En la sección de anexos se dan a conocer los parámetros técnicos de los dispositivos que se utilizarán para el diseño e implementación de la red. A continuación en la Tabla 4.2 se darán a conocer los parámetros físicos necesarios para el desarrollo de la simulación de la red instalada en el municipio.

<b>NODOS INSTALADOS EN EL MUNICIPIO DE BERLÍN</b>		
<b>LUGAR</b>	<b>COORDENADAS</b>	<b>ALTURA DEL NODO (m)</b>
Instituto Nacional de Berlín.	13°29'52.94"N 88°31'41.91"O	7
Escuela Parvularia.	13°29'51.53"N 88°31'48.01"O	7
Centro Escolar Meardi	13°29'43.92"N 88°31'46.00"O	12
Centro Escolar Dr. Alonso Reyes Guerra.	13°29'41.47"N 88°31'46.63"O	6
Centro Escolar Alfredo Ramírez.	13°30'31.37"N 88°32'24.88"O	8
Alcaldía Municipal.	13°29'53.48"N 88°31'49.35"O	8
Dirección de Juventud.	13°29'50.00"N 88°31'52.44"O	6
Radio Sensación.	13°29'48.26"N 88°31'33.47"O	25
Casa #1 Sr. Antonio Campos.	13°29'47.92"N 88°32'2.21"O	7
Casa #2 Sr. Santiago Aguirre.	13°29'44.69"N 88°31'57.02"O	6
Casa #3 Sr. Freddy Campos.	13°29'32.88"N 88°31'48.61"O	6

*Tabla 4.2: Ubicación y altura de cada nodo instalado en Berlín.*

Es importante mencionar que las coordenadas se obtuvieron en base a la visita de cada lugar, y las alturas luego de instalar cada dispositivo.

#### **4.3.2 Manejo de Radio Mobile.**

Si bien es cierto Radio Mobile toma en cuenta aspectos importantes como elevación del terreno, clima de la zona, ubicación geográfica y altura de cada nodo, es necesario comentar que los resultados obtenidos al momento de la implementación no serán exactamente iguales a los de la simulación, debido a otros factores como lo es la cantidad de viento y sobretodo la



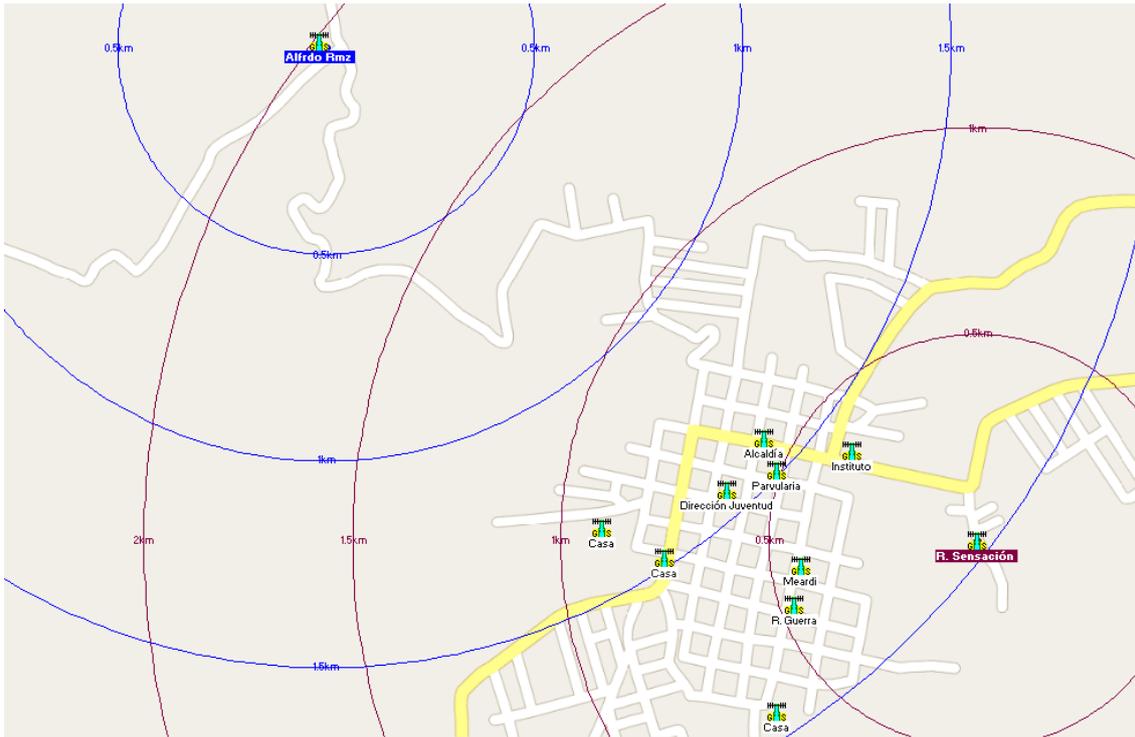


Figura 4.4: Cobertura de los nodos Alfredo Ramírez y radio Sensación.

Cada anillo de rango de distancia representa 500 m, los de color azul son los provenientes del MP instalado en Alfredo Ramírez y los de color rojo tienen origen en el nodo de radio Sensación. De la Figura 4.4 podemos apreciar que en un escenario ideal bastaría el nodo de la radio para dar cobertura a toda la zona urbana del Municipio, sin embargo lo accidentado del terreno y el alto grado de vegetación no permiten que se de este escenario, razón por la cual es necesario instalar otros nodos, con los cuales se tiene una mejor cobertura en toda la zona.

Del enlace y de los resultados obtenidos en Radio Mobile podemos mencionar que la distancia (línea vista) entre Alfredo Ramírez y la radio es de 2 km, cuya variación de altitud es de 154.6 m. En dicho enlace la frecuencia promedio es 2.430 GHz, existiendo 106.1 dB en pérdidas de espacio libre.

Hasta el momento hemos hecho énfasis en la red que se ha desplazado en el Municipio, sin embargo es importante dar a conocer el comportamiento de una red a nivel de todo el Municipio.

#### **4.4 DESPLIEGUE DE LA RED**

Es importante mencionar que los lugares utilizados en la simulación son aquellos en los cuales ya se contaba con previa autorización, con el fin de llevar a cabo un despliegue organizado y que nos permitiera tener éxito en dicha labor, se tomó a bien realizar la simulación con las características de las estructuras y longitud de los mástil con que se disponía para realizar el despliegue.

Para implementar la red en el Municipio se consideraron 3 aspectos importantes a la hora de instalar cada uno de los nodos: Seguridad, fuente de energía y altura de la estructura sobre la cual se instalaría el dispositivo. De estos 3 aspectos el que más inconvenientes presentó fue la fuente de energía, ya que en la mayoría de las instituciones de la zona se cuenta con pocos tomacorriente en las aulas, lo que nos obligó a utilizar extensiones de hasta 30 m, tal como fue el caso del nodo instalado en la antena de la radio.

Si bien es cierto Berlín es un Municipio cuya zona urbana es bastante pequeña, tiene la peculiaridad de poseer un terreno bastante accidentado, que dependiendo el caso puede llegar a favorecer o perjudicar en el desempeño de la red. Claro ejemplo de ello es la diferencia en la altitud de una institución respecto a otra, la cual según Radio Mobile en algunos casos era hasta de 32 m como es el caso del Centro Escolar Dr. Alonso Reyes Guerra (1037 msnm) y el Instituto Nacional (1005 msnm).

El mejor uso de este recurso se da en el enlace Alfredo Ramírez (977 msnm) y radio Sensación (1039 msnm), cuya altitud permite tener línea vista entre ambos nodos, tomando en cuenta el nivel de vegetación del lugar.

En las Figuras 4.5a, a la Figura 4.5f se muestran algunos de los nodos instalados en Berlín.



*Figura 4.5 a: Nodo en Meardi*



*Figura 4.5 b: Nodo en Reyes Guerra*



*Figura 4.5 c: Nodo Alcaldía*



*Figura 4.5 d: Nodo Casa Sr. Campos*



*Figura 4.5 e: Nodo Dirección de Juventud*



*Figura 4.5 f: Nodo Alfredo Ramírez*

El despliegue se hizo en un solo día gracias a la colaboración de los compañeros de VoIP Ciclo II-2010. A continuación se da a conocer el dispositivo que está ubicado en cada uno de los lugares.

<b>EQUIPO INSTALADO EN CADA UNO DE LOS PUNTOS SELECCIONADOS</b>		
<b>LUGAR</b>	<b>DISPOSITIVO</b>	<b>NUMERO ASIGNADO</b>
Casa #1 Sr. Antonio Campos.	DIR-300.	150
Instituto Nacional de Berlín.	DIR-300.	151
Escuela Parvularia.	DIR-300.	153
Centro Escolar Dr. Alonso Reyes Guerra.	DIR-300.	154
Dirección de Juventud.	DIR-300.	156
Casa #2 Sr. Santiago Aguirre.	DIR-300.	157
Centro Escolar Meardi	DIR-300.	158
Casa #3 Sr. Freddy Campos.	DIR-300.	160
Alcaldía Municipal.	MP	140
Centro Escolar Alfredo Ramírez.	MP	142
Radio Sensación.	MP	143

*Tabla 4.2: Ubicación, dispositivo y número asignado de cada nodo.*

Es importante destacar que los MP fueron ubicados en lugares estratégicos, tomando en cuenta la seguridad, la altitud del terreno y la altura de la estructura sobre la cual se dejaría el equipo. Si bien es cierto el nodo ubicado en la radio Sensación permitirá que los otros tengan una mejor señal, era importante que existiera otro punto el cual tenga una posición estratégica en cuanto al tráfico de información entre todos los nodos de la red, es por eso que se instaló el MP en la Alcaldía Municipal (Figura 4.5 c).

La distancia más larga que se recorrió para instalar un nodo fue hasta Alfredo Ramírez, sitio que está a 4 km del la ciudad de Berlín. Entre los nodos desplazados dentro de la zona urbana, el tramo más largo fue de 1 km.

Durante el despliegue del equipo pudimos apreciar la topología del terreno sobre el cual se desplegó cada equipo, quedando en evidencia como el Municipio está rodeado de montañas, las cuales cuentan con zonas de mucha vegetación. Estas características afectan directamente el comportamiento de la red, sin embargo la posición sobre la cual se instaló cada equipo permitió que el funcionamiento de la misma sea satisfactorio.

# CAPÍTULO 5: RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED EN BERLÍN

## 5.1 ESCENARIO ACTUAL DE LA RED

Tomando como referencia el nodo de la Alcaldía Municipal, a continuación se establece la distancia que hay desde este hacia los 10 nodos restantes ubicados en el Municipio.

<b>DISTANCIA HACIA NODO ALCALDÍA MUNICIPAL</b>		
<b>NODO</b>	<b>DISTANCIA DEL ENLACE (RUTA ENTRE NODOS )</b>	<b>DISTANCIA DEL ENLACE (LÍNEA VISTA)</b>
Centro Escolar Alfredo Ramírez.	3.50 km.	1.61 km.
Radio Sensación.	0.62 km.	0.50 km.
Casa Sr. Freddy Campos.	0.77 km.	0.64 km.
Casa Sr. Antonio Campos.	0.55 km.	0.42 km.
Centro Escolar Dr. Reyes Guerra	0.50 km.	0.39 km.
Casa Sr. Santiago Aguirre.	0.47 km.	0.35 km.
Centro Escolar Meardi.	0.42 km.	0.31 km.
Dirección de Juventud.	0.20 km.	0.14 km.
Instituto Nacional de Berlín	0.21 km.	0.20 km.
Escuela Parvularia	0.14 km.	0.08 km.

*Tabla 5.1: Distancia entre nodo de Alcaldía y los otros desplazados en Berlín.*

En la Tabla 5.1 podemos apreciar dos distancias, ruta entre nodos se refiere a la distancia entre un punto y otro a través de la vía pública y línea vista hace referencia a la distancia punto a punto que hay entre ambos nodos.

Luego de haber identificado la distancia entre nodos, es importante dar a conocer algunos elementos que posiblemente pueden afectar el correcto funcionamiento de la red implementada.



*Figura 5.1: Escenario actual entre nodos.*

Con la Figura 5.1 damos a conocer algunos de los posibles elementos que interfieran en la comunicación entre nodos. Con esta Figura se muestra el escenario entre los nodos Meardi y la casa del Sr. Santiago Aguirre. Con la ayuda de Google Earth se ha determinado que dicho enlace tiene una distancia de 330 m línea vista. La flecha indica el lugar desde donde fue tomada la fotografía.

Para que exista comunicación entre 2 nodos cuyo dispositivo instalado sea un DIR-300, al menos cada uno de ellos debe tener como mínimo un radio de cobertura de 165 m, con lo que podemos decir que el comportamiento del DIR-300 está dentro del parámetro que el fabricante da a conocer en su hoja de datos <sup>(2)</sup>, el cual establece que en exteriores este router alcanza hasta un rango de 400 m.

En cuanto al MP podemos mencionar que en base a la experiencia adquirida durante las pruebas realizadas previamente al despliegue de la red, este tiene un alcance de hasta 2 km línea vista. Conociendo el alcance de este dispositivo y tomando en cuenta la longitud del enlace entre puntos ubicados en la zona urbana y rural, se tomo a bien instalar dos de estos dispositivos para establecer comunicación entre el punto ubicado en la zona urbana el cual está en la Radio Sensación y el punto ubicado en la zona rural en el Centro Escolar Alfredo Ramírez. Es importante mencionar que dicho enlace tiene una longitud de 1.99 km.

## **5.2 PRUEBAS REALIZADAS**

En esta sección se presenta algunas de las pruebas que fueron realizadas para verificar el funcionamiento de la red implementada. Cabe mencionar que una forma de realizar las

pruebas fue estableciendo llamadas telefónicas desde los distintos puntos donde se encontraban instalado los dispositivos, es decir, donde se tenía ubicado cada nodo. Otra forma de poder realizar pruebas, es teniendo acceso a los nodos, es decir estableciendo comunicación computadora-dispositivo, el cual una vez teniendo acceso al sistema de los dispositivos, se ejecutan comandos compatibles con el firmware OpenWrt, los cuales permiten verificar si existe comunicación y la calidad que esta puede tener entre los nodos.

Los comandos utilizados para realizar dichas pruebas son:

- a) PING: Comprueba el estado de la conexión del host local con uno o varios equipos remotos por medio del envío de paquetes de solicitud y de respuesta. Mediante esta utilidad puede diagnosticarse el estado, velocidad y calidad de una red determinada.
- b) TELNET: Este nos permite tener acceso al sistema del dispositivo, al ejecutar este comando se puede decir que se encuentra dentro de este.
- c) BATMAND: Este comando nos muestra en pantalla todos los nodos que se encuentran disponibles, es decir los nodos con los cuales se tiene comunicación.
- d) TRACEROUTE: Este comando nos permite ver la ruta o los saltos realizados, para poder establecer comunicación desde un nodo hacia otro nodo determinado.

Para poder demostrar de una mejor forma lo realizado se muestra como se realizo la comunicación ente el nodo 10.130.1.156 ubicado en Dirección de Juventud hasta el nodo 10.130.1.143 ubicado en la Radio Sensación.

```
ping 10.130.1.143 -s 1400 -c 100
```

Podemos apreciar en la sintaxis que luego de escribir el comando ping se indica la dirección IP del dispositivo con el cual se espera establecer comunicación. El parámetro `-s` permite establecer el tamaño de los paquetes y `-c` permite definir la cantidad de paquetes que se desean enviar. Para el caso en particular se envían 100 paquetes de 1400 bytes.

Es importante decir que luego de haber hecho ping, en la terminal aparecerá un resumen de porcentajes de pérdidas de paquetes, esto nos permite poder presentar dichas pruebas de manera estadística mediante tablas. Cabe mencionar que dichas estadísticas representan un promedio, el cual se obtuvo de la realización de varias pruebas con el objetivo de obtener un dato más confiable. Además es de mencionar que también se realizaron pruebas con

diferentes números de bytes de datos, para observar que efectos tiene el variar estos datos en la calidad de la comunicación. A continuación se presenta las tablas que contienen los valores estadísticos de dichas pruebas.

DESDE	HACIA	PÉRDIDAS EN %				
		1400	1000	800	700	500
157	151	58.7	53.0	32.3	20.7	13.0
	153	60.7	61.3	37.3	15.3	17.7
	154	77.7	58.3	49.7	48.7	34.7
	156	86.0	94.7	76.3	67.7	58.0
	158	0.7	4.0	2.0	1.7	1.0
	160	98.3	96.0	93.7	95.0	83.3
	140	46.7	39.7	25.7	19.3	14.3
	142	85.3	90.0	83.0	79.3	60.3
	143	52.0	41.0	28.0	22.7	18.3

*Tabla 5.2: Ping desde el nodo 10.130.1.157.*

Es importante mencionar que entre este nodo y el ubicado en la Radio Sensación se tenía el enlace más largo dentro de la zona Urbana, también mencionar que entre este nodo y el ubicado en el Centro Escolar Meardi se tuvo el menor porcentaje de pérdida de paquetes, tal y como se muestra en la Tabla 5.2. Si bien es cierto se logró tener el mejor nivel de comunicación entre estos nodos, es importante dar a conocer el escenario que se tiene en dicho enlace, el cual se muestra en la Figura 5.1.

DESDE	HACIA	PÉRDIDAS EN %				
		1400	1000	800	700	500
156	143	32.8	21.0	16.8	14.6	6.2
	142	92.8	76.2	60.0	57.0	39.8
	151	4.0	-	-	-	-
	153	0.4	-	-	-	-

*Tabla 5.3: Ping desde el nodo 10.130.1.156*

La Tabla 5.3 da a conocer ilustra la mala calidad de la comunicación que se tiene en las instalaciones de Dirección de Juventud. Dentro de los posibles obstáculos que impiden la buena recepción de señal entre nodos de la red se puede destacar que existe en todos sus alrededores una serie de árboles que impiden tener línea vista con dicho nodo.

DESDE	HACIA	PÉRDIDAS EN %				
		1400	1000	800	700	500
150	151	51.3	28.3	25.7	23.0	13.3
	153	44.7	29.3	25.7	20.0	13.7
	154	84.0	78.3	60.7	62.0	53.7
	156	76.5	71.5	67.3	55.3	35.5
	157	0	0	0	0	1.0
	158	3.3	2.3	3.3	5.3	4.5
	160	0	0	0	0	0
	140	40.0	20.0	19.0	25.0	12.3
	142	90.3	82.7	71.7	78.3	43.3
	143	67.0	46.0	32.3	21.3	32.3

*Tabla 5.4: Ping desde el nodo 10.130.1.150*

Respecto a los resultados mostrados en la Tabla 5.4 podemos decir que es uno de los nodos que se encuentran más dispersos en cuanto a los ubicados otros ubicados en los Centros Escolares. Este nodo únicamente puede comunicarse con otros de la red a través del nodo 157, el cual debido a su ubicación permite que este tenga acceso a la red implementada.

Esta conclusión tiene como principal fundamento los resultados obtenidos durante la primera serie de pruebas realizadas, ya que a pesar de estar instalado en una estructura con altura bastante considerable no se podía establecer comunicación con ningún otro dispositivo perteneciente a la red.

Este inconveniente estaba relacionado con la polarización del dispositivo instalado. Es importante recordar que tanto el MP como el DIR-300 cuentan con antena de polarización vertical.

DESDE	HACIA	PÉRDIDAS EN %				
		1400	1000	800	700	500
158	150	8	5.4	6	6	5.4
	151	64.6	57.8	37.4	35.8	24
	153	60.8	50.2	45.2	41.4	29.8
	154	51.8	42	38.6	41.8	23.4
	156	71	83.8	75.6	66.4	55.4
	157	2	1.4	1	2.6	2.2
	160	98	100	99	95	100
	140	62.2	40.6	19.8	21.2	18.8
	142	92.6	71.6	77.6	63.4	48.2
	143	61.8	49.6	37.6	31	17.2

*Tabla 5.5: Ping desde el nodo 10.130.1.158*

Uno de los nodos de mayor importancia dentro de la red es el ubicado en el Centro Escolar Meardi debido a la ubicación geográfica y a la altura de la estructura sobre la cual se encuentra instalado el router.

En la Tabla 5.5 se dan a conocer los resultados obtenidos en las pruebas realizadas desde este nodo, en la cual podemos apreciar la excelente comunicación que hay con el nodo 157 y 150, enlaces cuya distancia es de 332m y 350m respectivamente.

DESDE	HACIA	PÉRDIDAS EN %				
		1400	1000	800	700	500
140	142	64.8	40.0	34.2	28.3	18.0
	143	1.25	2.25	1.25	0.25	0.25
143	142	60.67	44.33	34.83	27.33	15.83

Tabla 5.6: Ping entre los nodos MP.

Es importante observar las estadísticas obtenidas en cuanto a los MP <sup>(3)</sup>, ya que estos fueron utilizados para los enlaces de mayor longitud. Las pruebas fueron realizadas desde el nodo 140 ubicado en la Alcaldía y el 143 ubicado en la Radio Sensación, teniendo resultados satisfactorios en cuanto a calidad de voz. Si bien es cierto existe un promedio de pérdidas del 60, la comunicación telefónica durante las diferentes pruebas fue bastante buena y en ningún momento se perdió la comunicación.

Un dato importante a señalar es que debido a la cantidad de vegetación que rodea el entorno del nodo 142 ubicado en el Centro Escolar Alfredo Ramírez, es que durante las pruebas con el comando ping se tenían resultados bastante variables, razón por la cual se debe aclarar que los valores presentados en la Tabla 5.6 son los promedios obtenidos de dichas pruebas. Dichos porcentajes oscilan entre el 47% y el 79%.

### 5.3 ESTUDIO ECONÓMICO

Esta sección tiene como principal objetivo dar a conocer el costo de operación que tendría la red, en caso de que esta se implemente de manera permanente en el municipio. A la vez se dará a conocer el costo del servicio si es la empresa Digicel quien lo brinde, cuya cotización se fue proporcionada en septiembre del 2010, por lo que es necesario tomar en cuenta la variación de precios hasta la fecha.

Utilizando el concepto de anualidad vencida (pago a fin de mes), se utilizaron los siguientes parámetros.

A = Pagos mensuales.

i = Interés mensual.

n = número de pagos.

PV(a) = anualidad vencida.

Digicel ofrece, entre las características más importantes el E1 con 30 canales digitales de 64kbps + 2 canales de para control y señalización del sistema, soporte de 30 llamadas simultáneas, 3,000 minutos a red fija y otros operadores, bloqueo de 100 números por cada E1 y \$0.04 por cada mensaje de texto, por una mensualidad de \$87.61 más IVA. Contrato por 18 meses.

El valor de i utilizado es en base a la inflación del país <sup>[6]</sup>. El resultado se obtiene de la siguiente fórmula:

$$PV(a) = \left(\frac{A}{i}\right) + \left(1 - \frac{1}{(1+i)^n}\right)$$

PV(a) = \$1,684.35 + \$25 de activación.

PV(a) = \$1709.35.

Mientras que el servicio prestado utilizando el prototipo de la red mesh en Berlín, tiene un costo de \$ 2,712 por año <sup>[4]</sup>, y el costo inicial del proyecto donde se contemplan todos los dispositivos necesarios para dar el servicio de voz e internet a 24 Centros Educativos es de \$5,916.

<b>EL SALVADOR</b>	
Ente ejecutor	Ministerio de Educación
Participación financiera de la Comisión Europea	2,229,655 €
Participación financiera de El Salvador	532,971 €
Comunidades beneficiadas	48
Link página web país y organismo competente	<a href="http://mined.gob.sv">http://mined.gob.sv</a>

*Tabla 5.7: Propuesta económica presentada por EUROSOLAR.*

Si combinamos el costo de 2 planes E1 de Digicel y el costo de nuestra red para 24 Centros Educativos el valor asciende de \$9,107.7. De la Tabla 5.7 se puede determinar que el costo asignado al MINED para 24 Centros Educativos, el cual es de \$266,485.

Según los valores obtenidos para nuestra red, con los fondos requeridos por esta organización se pueden beneficiar 702 Centros Educativos.

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.**

- El Salvador cuenta con la participación de 4 grandes operadores de telefonía, que desde el proceso de privatización hasta la fecha han logrado reducir las tarifas hasta un 50%. Sin embargo, a nivel Centroamericano representa un mercado poco competitivo, debido a que posee la cuarta canasta más cara en la región, por debajo de Costa Rica cuyo mercado aún es controlado por el Gobierno de ese país.
- El acelerado incremento en el número de nuevas líneas móviles (615,542 en el último año), ha permitido que el mercado nacional se haya ido renovando, hasta permitir a los usuarios tener servicios a costos relativamente bajos, que hasta hace unos años no se podían adquirir. Sin embargo, la diferencia de precios entre modalidades (prepago y postpago) sigue siendo considerable, lo cual indica que los operadores han hecho énfasis en innovar, marginando de esta manera a los sectores de menos recursos cuyo ingreso no es suficiente para adquirir un plan postpago.
- El costo actual de la canasta de telefonía móvil en El Salvador ha permitido que se tenga un nivel de asequibilidad del servicio bastante adecuado, sin embargo en departamentos como Ahuachapán y Morazán el nivel de asequibilidad es bajo, debido a los promedios de ingresos que los hogares perciben en estos, al existir departamentos como San Salvador y La Libertad con promedio de ingresos elevados, el nivel del asequibilidad mejora significativamente como promedio en todo el país.
- A pesar que en El Salvador los costos de la tarifas de telefonía son relativamente bajos, las canastas de medio y alto volumen, solamente pueden ser adquiridos por los estratos con promedio de ingresos del séptimo y decimo decil respectivamente, sin superar el umbral del 5% de los ingresos.
- Las telecomunicaciones en el municipio presentan una buena influencia dentro de los habitantes del lugar, se cuenta con la presencia de dos radioemisoras, un canal de televisión y una compañía de televisión por cable, sin embargo en cuanto a la telefonía se refiere, las familias de la zona rural no cuentan con un servicio de telefonía fija, debido a la dificultad que se tiene para prestar este servicio.

- Desde el año 2001 hasta el 2007 se presentó un incremento en las líneas de telefonía fija casi constante, sin embargo en los últimos años este incremento ha sido reducido hasta el punto de que en el 2010 se tuvo una baja en el número de líneas telefónicas, esto puede deberse a la baja de las tarifas de la telefonía móvil, así como también su área de cobertura. Sin embargo es importante establecer nuevas alternativas para poder llevar las comunicaciones a esos lugares que no lo tienen, y así contribuir al desarrollo económico y social del municipio.
- El estudio de radio propagación es de vital importancia ya que nos permite establecer los parámetros mínimos necesarios para la interconexión entre los diferentes nodos que forman parte de la red.
- El estudio económico representa un fuerte fundamento en la búsqueda de nuevas alternativas tecnológicas para la solución de los problemas sociales y económicos que agobian a la sociedad.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Universidad de San Andrés – Argentina. Tarifas y brecha de asequibilidad de los servicios de telefonía móvil en América Latina y el Caribe. Diciembre 2009.
- [2] PNUD. Almanaque 262. Estado del desarrollo humano en los municipios de El Salvador. 2009.
- [3] Alcaldía Municipal de Berlín. Plan Territorial de Urgencia. 2008.
- [4] Edmond Romero. Diseño de una red inalámbrica WIFI para los Centros Educativos del municipio de Berlín. 2010.
- [5] Rony Sánchez y Román Tobías. Proyecto de Ingeniería I: Redes Mesh y voz sobre IP. 2010.
- [6] Banco Central de Reserva de El Salvador, consultado el 2 de marzo de 2011.  
[www.bcr.gob.sv/?x21=73](http://www.bcr.gob.sv/?x21=73)

# ANEXOS

## ANEXO A1: GRAFICAS DE ASEQUIBILIDAD.

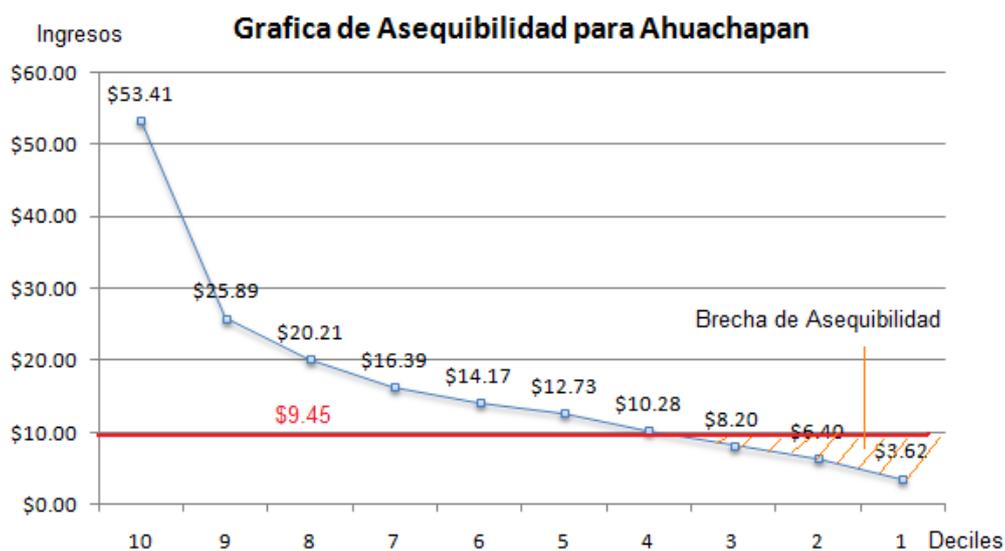


Figura A1.1: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Ahuachapán.

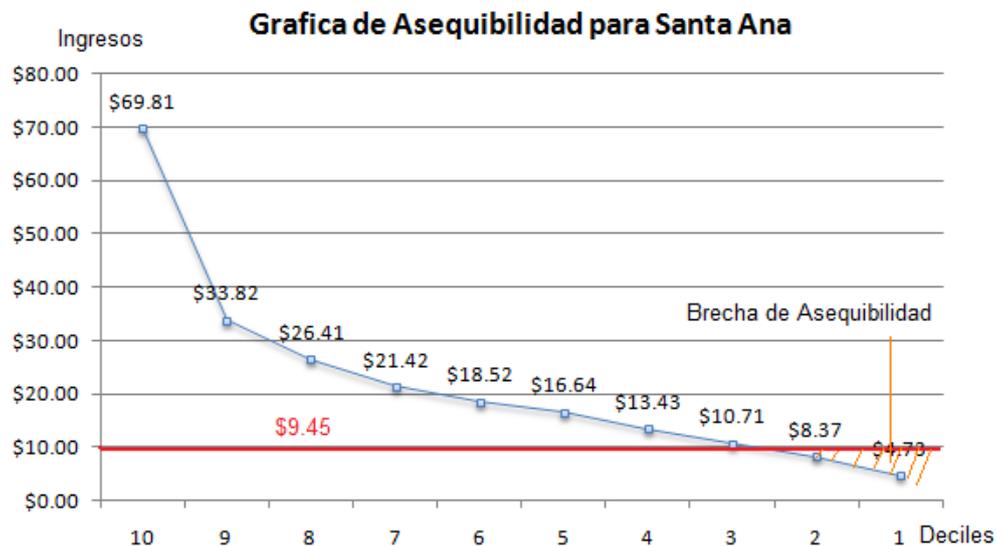


Figura A1.2: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Santa Ana.

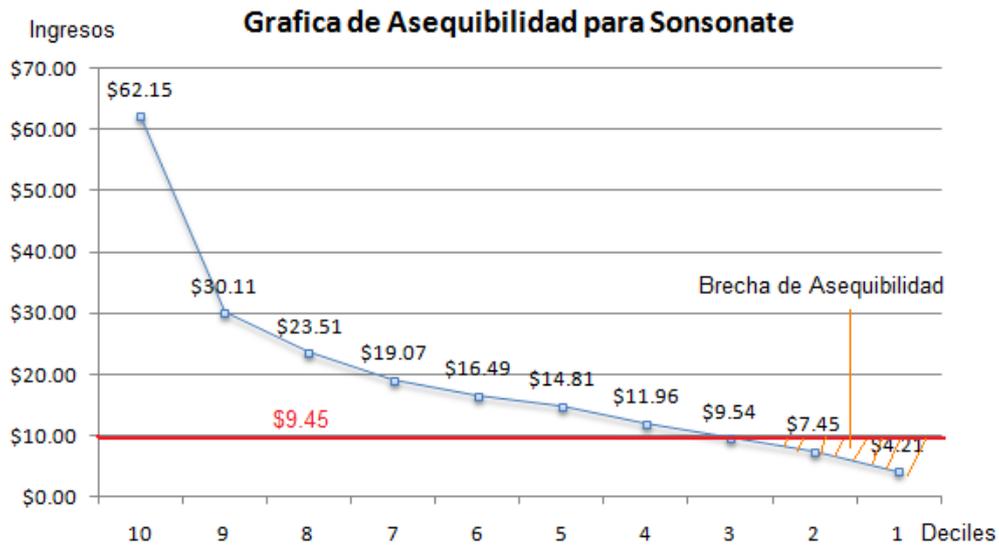


Figura A1.3: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Sonsonate.

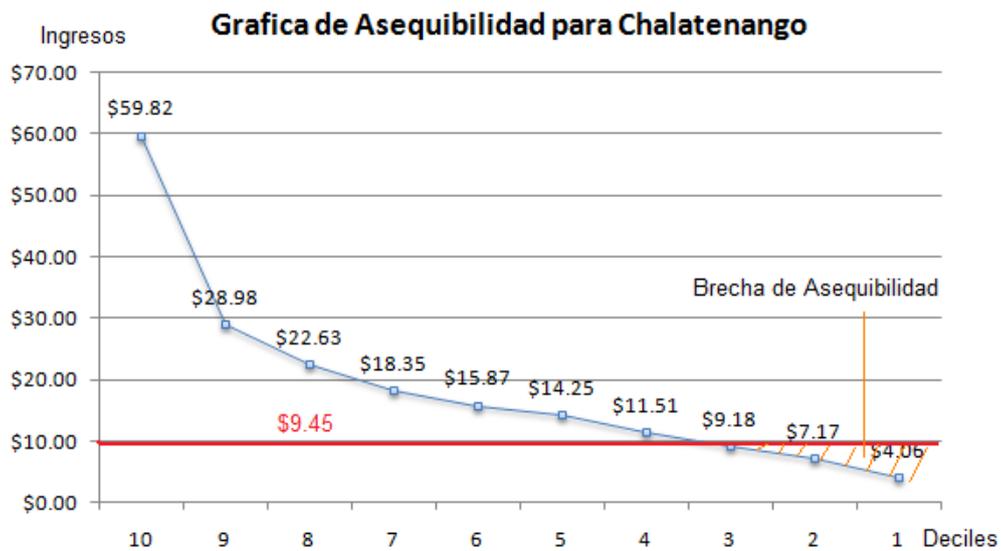


Figura A1.4: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Chalatenango.

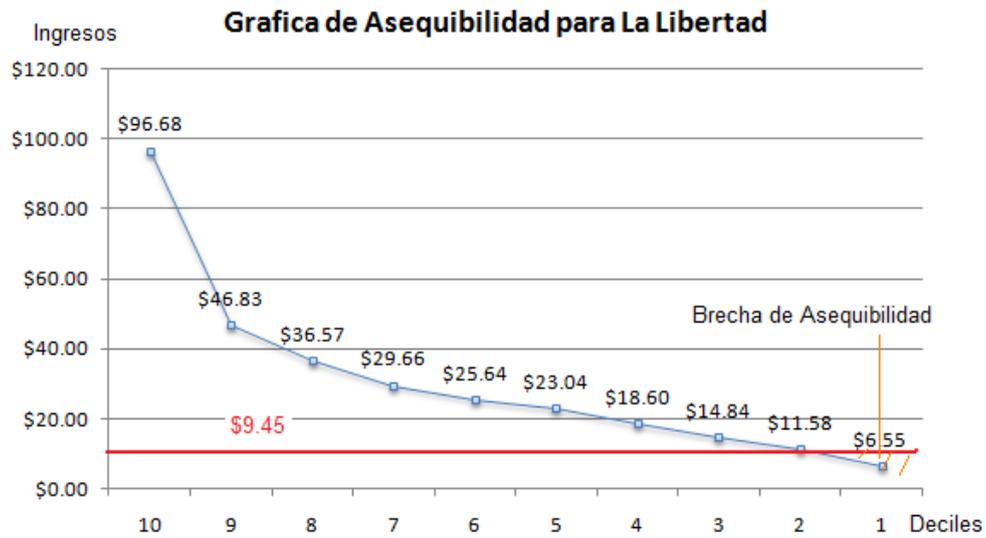


Figura A1.5: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en La Libertad.

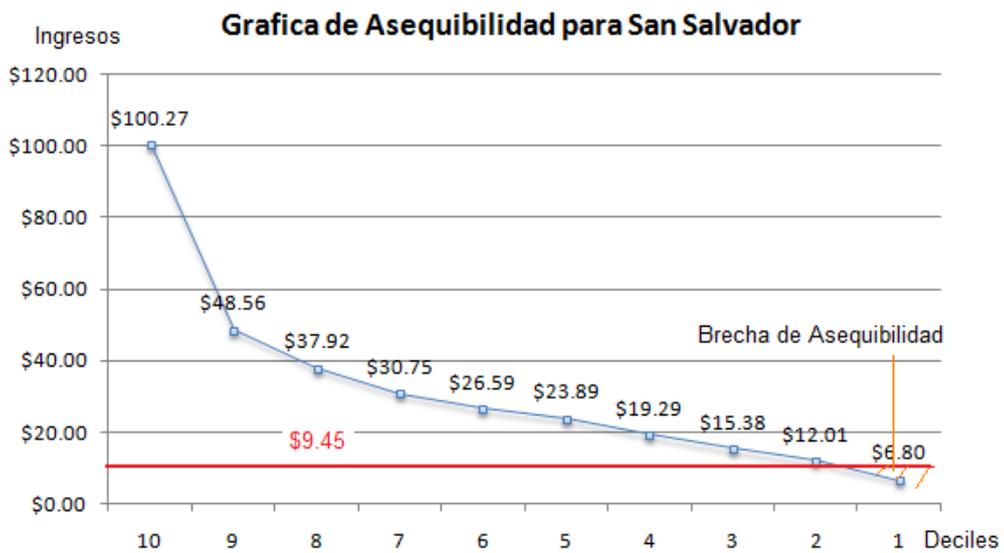


Figura A1.6: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en San salvador.

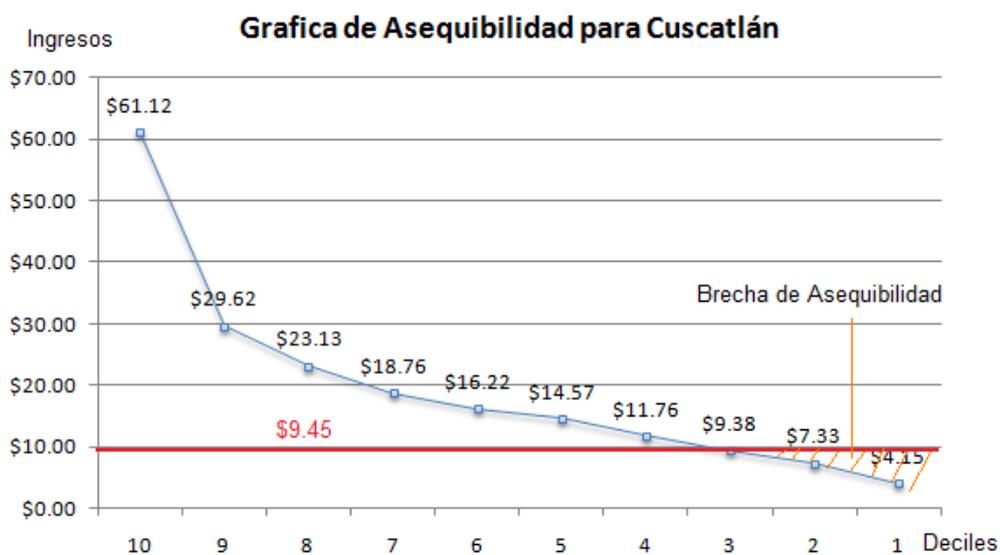


Figura A1.7: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Cuscatlán.

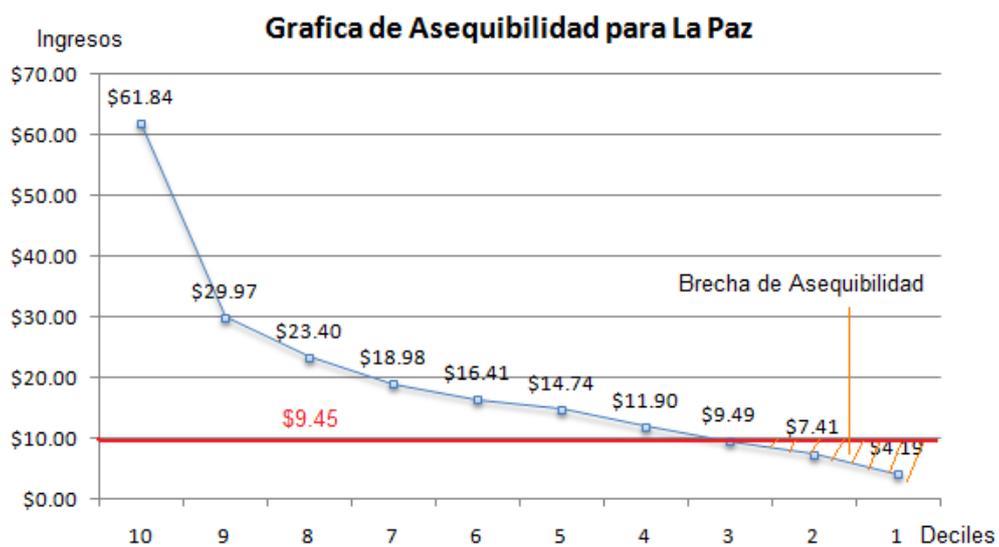


Figura A1.8: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en La Paz.

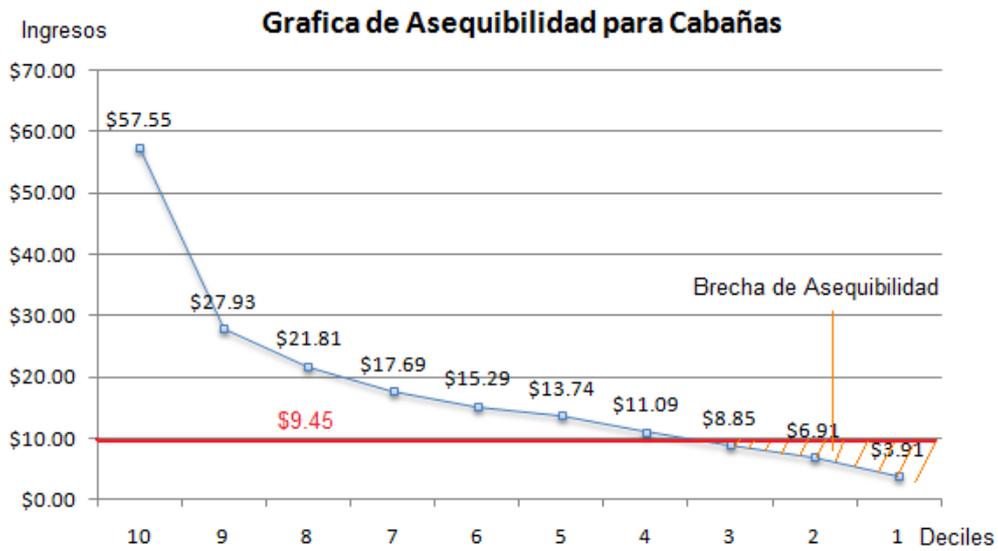


Figura A1.9: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Cabañas.

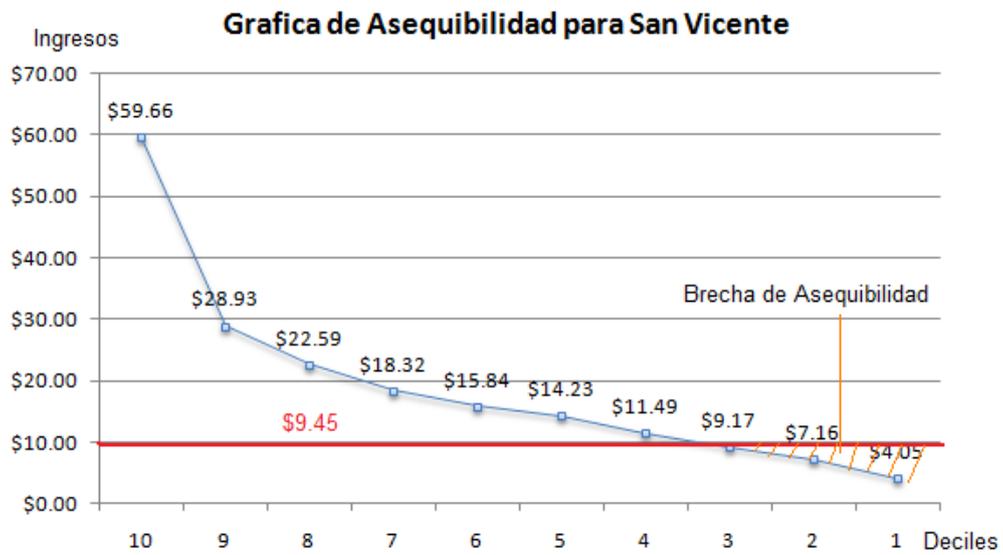


Figura A1.10: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en San Vicente.

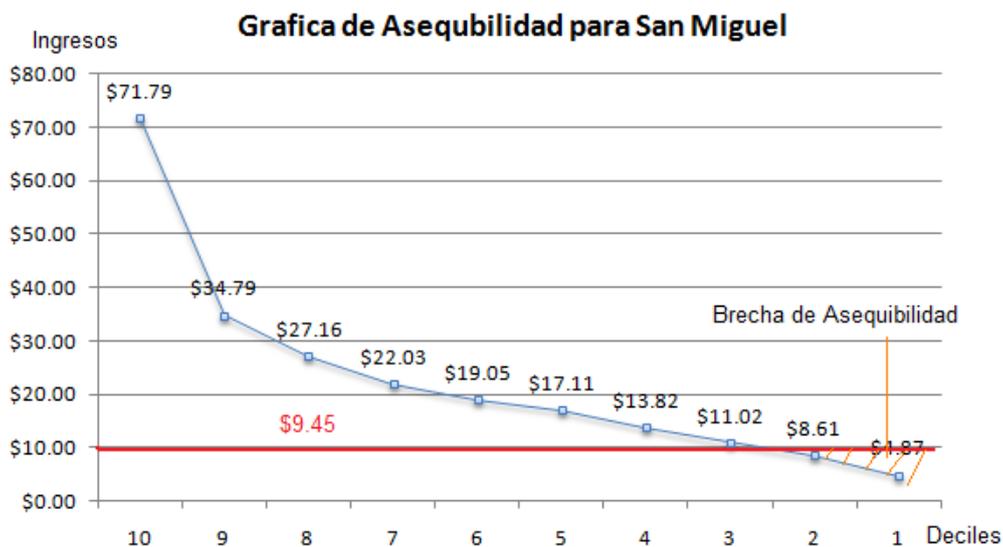


Figura A1.11: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en San Miguel.

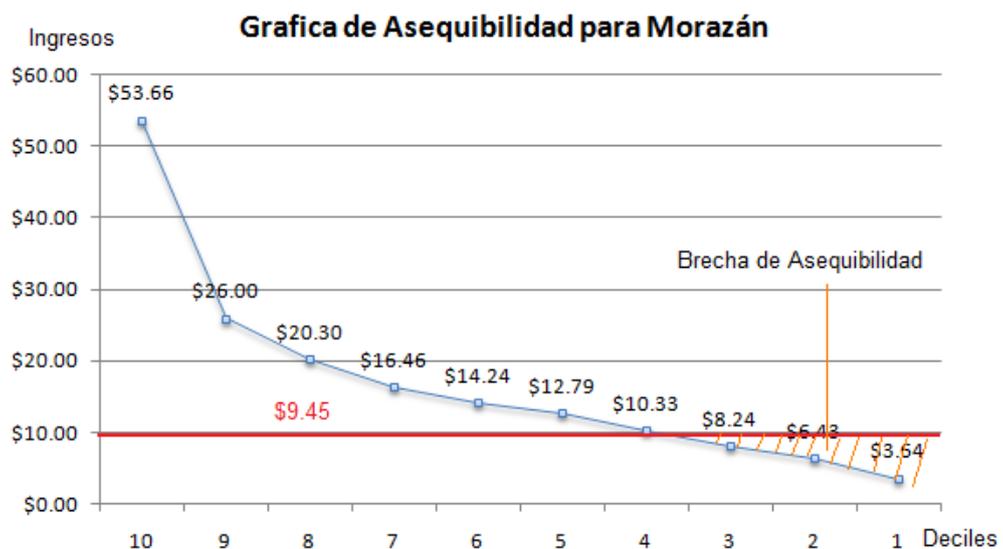


Figura A1.12: Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en Morazán.

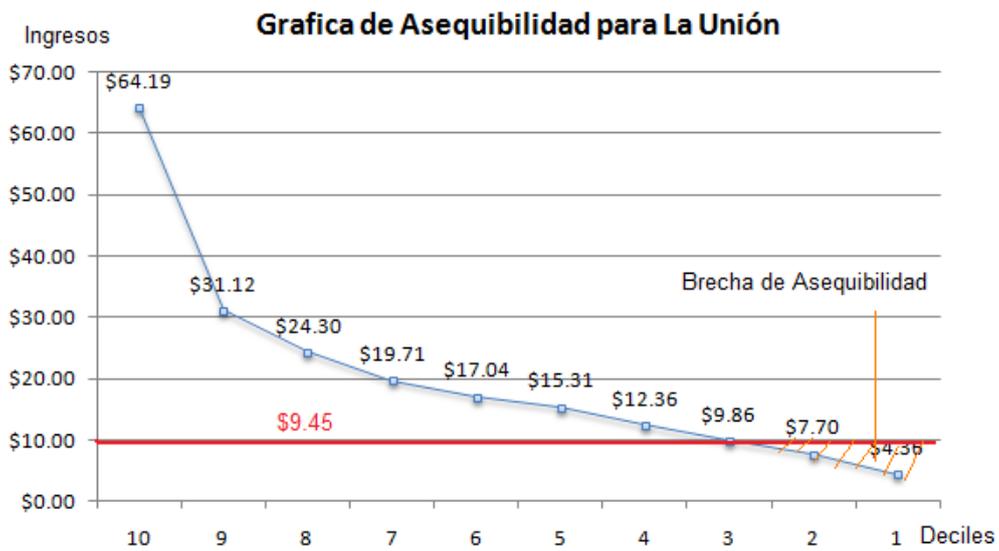


Figura: A1.13 Gasto disponible para telefonía móvil según decil de ingresos en La Unión.

## ANEXO A2: ESPECIACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO.

# DLINK DIR-300 DATASHEET



### FICHA TECNICA

Estándares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.11g</li> <li>• IEEE 802.11b</li> <li>• IEEE 802.3</li> <li>• IEEE 802.3u</li> </ul>
Puertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 Puertas LAN 10/100 Mbps Fast Ethernet MDI/MDIX</li> <li>• 1 Puerta WAN 10/100 Mbps Fast Ethernet MDI/MDIX (Soporta Dirección IP estática, DHCP Client, PPPoE, PPTP, L2TP y Bigpond)</li> </ul>
Técnicas de Modulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)</li> <li>• CCK (Complementary Code Keying)</li> </ul>
Wireless Frequency Range	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.4GHz to 2.462GHz</li> </ul>
Wireless Signal Rates	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 54Mbps</li> <li>• 48Mbps</li> <li>• 36Mbps</li> <li>• 24Mbps</li> <li>• 18Mbps</li> <li>• 12Mbps</li> <li>• 11Mbps</li> <li>• 9Mbps</li> <li>• 6Mbps</li> <li>• 5.5Mbps</li> <li>• 2Mbps</li> <li>• 1Mbps</li> </ul>
Potencia de Transmisión Wireless	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 dBm +/- 2 dBm</li> </ul>
Receiver Sensitivity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 54Mbps OFDM, 10% PER, -68dBm</li> <li>• 48Mbps OFDM, 10% PER, -68dBm</li> <li>• 36Mbps OFDM, 10% PER, -75dBm</li> <li>• 24Mbps OFDM, 10% PER, -79dBm</li> <li>• 18Mbps OFDM, 10% PER, -82dBm</li> <li>• 12Mbps OFDM, 10% PER, -84dBm</li> <li>• 11Mbps CCK, 8% PER, -82dBm</li> <li>• 9Mbps OFDM, 10% PER, -87dBm</li> <li>• 6Mbps OFDM, 10% PER, -88dBm</li> <li>• 5.5Mbps CCK, 8% PER, -85dBm</li> <li>• 2Mbps QPSK, 8% PER, -86dBm</li> <li>• 1Mbps BPSK, 8% PER, -89dBm</li> </ul>
VPN Pass Through/ Multi-Sessions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPTP</li> <li>• L2TP</li> <li>• IPSec</li> </ul>
Antena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antena desmontable tipo dipolo</li> <li>• Conector Reverse SMA</li> </ul>

Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WEP 64/128-Bit Data Encryption (User-Selectable)</li> <li>• Wi-Fi Protected Access (WPA/ WPA2)</li> <li>• (TKIP, MIC, IV Expansion, Shared Key Authentication)</li> <li>• 802.1x</li> </ul>
Firewall	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Network Address Translation (NAT)</li> <li>• Stateful Packet Inspection (SPI)</li> <li>• VPN pass-through</li> <li>• Multi-session PPP/L2TP/IPSec</li> <li>• IP/Mac Address Filtering</li> <li>• URL Filtering</li> <li>• Scheduling</li> <li>• Domain Blocking</li> </ul>
Requerimientos Mínimos del sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador con: Windows XP SP2, Mac OS X (v10.4/v.10.3) o Linux-Based Operating System</li> <li>• Internet Explorer 6 o Firefox v1.5 o superior</li> <li>• Tarjeta de Red Ethernet</li> <li>• Para acceso a Internet Cable or DSL Modem</li> <li>• Suscripción a un Internet Service Provider (ISP)</li> </ul>
Administración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet Explorer v.6 o superior o Firefox v.1.5 o superior</li> <li>• Netscape Navigator v6 o superior</li> <li>• DHCP Server y Cliente</li> </ul>
Alimentación Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 VDC 1,2 A (External Power Adapter)</li> </ul>
Leds de Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Power</li> <li>• Status</li> <li>• Internet</li> <li>• WLAN (Wireless Connection)</li> <li>• LAN</li> </ul>
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 112.6 x 147.5 x 31.8 mm</li> </ul>
Peso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 246 Gramos (0.5 lb)</li> </ul>
Temperatura de Operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0° a 55° C</li> </ul>
Humedad de Operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10% a 95% (no condensada)</li> </ul>
Certificación EMI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FCC Class B</li> <li>• CE</li> </ul>

## ESPECIFICACIONES

### Información general

Atheros AR2317 sistema en un chip (SoC)  
Silicio laboratorios chipset puerto FXS  
MIPS 4k procesador de 180 MHz  
Un puerto LAN 10/100  
8 Mbytes Flash EEPROM serie  
16 Mbytes de RAM



### Wireless LAN

IEEE 802.11b / g  
Banda de frecuencia: 2.4 a 2.462GHz  
Tipo de antena: Antena interior omnidireccional PCB  
Transmisión de potencia PIRE: 1.24 Mbit 20dBm o 36 a 54 Mbit 17dBm

### Interfaces / Puertos

Puerto LAN: 1 x RJ-45  
Puerto FXS: 1 x RJ-11

### Firmware

El kernel de Linux 2.26.3  
OpenWRT Kamikaze (versión adaptada)  
BATMAN malla de enrutamiento demonio Versión 0.3  
Asterisk 1.4.11

### Medio Ambiente

Humedad de funcionamiento: 5 a 95% de condensación  
Temperatura de funcionamiento: -20 ° a +70 °

### Eléctrica

Tipo de alimentación: amplia gama, protegido puerto DC  
Opciones de energía: Adpator de la CA (suministrado) o PoTL PoE (alimentación a través de la línea telefónica)  
DC Tensión de entrada: 90-40 VCC  
CC de entrada de energía: 2,5 W nominales DC  
Protegidas Puertos: DC, teléfono RJ11, RJ45 Ethernet  
Protección: sobretensión, invierta DC, un rayo cerca, la electricidad estática

### Física

Cubierta: con protección UV, resistente a la intemperie recinto al aire libre  
LED indicadores de estado: Encendido - LAN - etc  
Color de caso: Beige  
Ancho: 106 mm  
Profundidad: 55 mm  
Altura: 228mm  
Peso: 0,3 Kg

<b>Función</b>	<b>Beneficio</b>
Wifi integrado y ATA en una sola caja	Bajo consumo de energía, facilidad de instalación, menos cables, menos puntos de falla, y bajo costo.
Malla, cliente o AP modo Wi-Fi	Puede ser un componente de acoplamiento de redes Wi-Fi o conectarse a las redes Wi-Fi
configuración de una sola IP	Establecer una IP y el dispositivo está listo para hacer un recibir llamadas telefónicas. Rápidamente construir redes de voz e IP y despliegue de una PBX inalámbrica en cuestión de minutos.
Interfaz gráfica de usuario Web o teléfono de interfaz de usuario	Configurar a través de una interfaz web o en el menú IVR teléfono. Con la interfaz de usuario del teléfono portátil no es necesario para la instalación en el lugar.
Ultravioleta-resistente, caja resistente a la intemperie	Larga vida al aire libre, sin necesidad de comprar un recinto separado para su uso fuera de la puerta.
Construido en los puntos de montaje	Instalación sencilla y de bajo costo al aire libre.
Diseño robusto	Soporta el abuso que destruirían otros productos, como subidas de tensión, caídas de tensión, DC inversa, el exceso de voltaje de CC, y la electricidad estática.
Amplia gama de alimentación de CC	Funciona con cualquier voltaje DC de 10V a 40V, o cualquier tensión alterna de 110 a 250VAC a través de la oferta de la pared-enchufe tipo. Un panel solar se puede conectar directamente - a ahorrar dinero en un regulador de energía solar.
Eficiente de energía	Consume sólo 2,5 W (CC). Se puede ejecutar en un panel solar 10W.
Power over Ethernet (PoE) y alimentación a través de la línea telefónica (PoTL)	Sólo un cable de ejecución para la energía y teléfono. Y los inyectores PoE PoTL incluido.
Abierto de Diseño de Hardware	Ningún otro proveedor de lock-in. Abierto a la mejora de nadie.
Open Firmware Fuente	Linux, OpenWRT, Batman, y Asterisk. Estable, el software desarrollado por la comunidad confiable. Susceptibles de mejora, adaptación e innovación.
Asterisco	Extremadamente configurable, añadir menús IVR, conecte los teléfonos IP y los sistemas de facturación



**ANEXO A3: BITÁCORA DE PRUEBAS NODOS MAS IMPORTANTES.**

<b>PORCENTAJES DE PERDIDAS DE PAQUETES</b>						
Desde	Hacia	1400 bytes	1000 bytes	800 bytes	700 bytes	500 bytes
158	150	11	7	6	2	2
		10	5	8	8	3
		1	9	6	8	4
		6	2	3	6	10
		12	4	7	6	8
	151	45	44	31	18	19
		46	36	29	19	32
		53	56	45	34	20
		89	79	45	48	29
		90	74	37	60	20
	153	21	13	12	35	16
		31	67	26	16	22
		60	29	52	34	25
		93	81	56	68	46
		99	61	80	54	40
	154	64	46	58	40	46
		63	74	33	69	32
		48	26	42	40	3
		41	36	32	31	23
		43	28	28	29	13
		51,8	42	38,6	41,8	23,4
	156	84	87	85	80	57
		80	88	80	28	67
		29	71	72	75	33
		72	82	71	72	65
		90	91	70	77	55
	157	5	4	3	3	2
		2	1	0	4	4
		1	0	1	3	2
		1	1	1	1	2
		1	1	0	2	1
	140	63	36	36	28	7
		44	23	16	17	8
		96	61	37	29	26
		73	48	4	13	20

		35	35	6	19	33
	142	91	67	83	71	39
		86	62	95	73	56
		98	89	81	68	35
		92	76	58	58	47
	143	39	57	27	56	29
		53	23	58	14	19
		48	42	56	23	12
		76	62	28	28	13
		93	64	19	34	13

Tabla A3.1: Bitácora de pruebas nodo 158

<b>PORCENTAJES DE PERDIDAS DE PAQUETES</b>						
<b>Origen y destino</b>		<b>Tamaño en Bytes de cada paquete.</b>				
Desde	Hacia	1400	1000	800	700	500
140	142	49	45	26	22	18
		66	36	31	27	22
		74	46	44	27	22
		79	44	42	42	14
		62	39	34	24	14
	143	2	4	1	0	1
		2	3	0	0	0
		1	1	3	1	0
		0	1	1	0	0
143	142	55	45	33	16	18
		70	51	46	38	15
		76	54	37	29	23
		57	32	29	33	11
		59	48	25	21	12

Tabla A3.2 Bitácora de pruebas desde Mesh Potatos.