



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS,
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MAESTRÍA EN REDES Y TELECOMUNICACIONES

Tema:

**“LAS TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES Y SU
INCIDENCIA EN LAS COMUNICACIONES MÓVILES DENTRO
DE LOS PREDIOS DE LA FUNDACIÓN NUESTRA SEÑORA DE
GUADALUPE EN LA CIUDAD DE AMBATO”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de Magister en Redes y
Telecomunicaciones

AUTOR: Ing. Edison Iván Aldás Serrano

DIRECTOR: Ing. M.Sc. Hernando Buenaño

Ambato – Ecuador

2011

AL CONSEJO DE POSGRADO DE LA UTA

El comité de defensa de la Tesis de Grado “LAS TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES Y SU INCIDENCIA EN LAS COMUNICACIONES MÓVILES DENTRO DE LOS PREDIOS DE LA FUNDACIÓN NUESTRA SEÑORA DE GUADALUPE EN LA CIUDAD DE AMBATO”, presentada por: Ing. Edison Iván Aldás Serrano y conformada por: Ing. M.Sc. Franklin Silva, Ing. M.Sc. Geovanni Brito, Ing. M.Sc. Marco Jurado, Miembros del Tribunal de Defensa, Ing. M.Sc. Hernando Buenaño, Director de Tesis de Grado y presidido por: Ing. M.Sc. Oswaldo Paredes, Presidente del Tribunal de Defensa; Ing. M.Sc. Luis Anda Torres, Director del CEPOS - UTA, una vez escuchada la defensa oral y revisada la Tesis de Grado escrita en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas por el Tribunal de Defensa la Tesis, remite la presente Tesis para uso y custodia en la biblioteca de la UTA.

.....
Ing. M.Sc. Oswaldo Paredes
Presidente del Tribunal de Defensa

.....
Ing. M.Sc. Luis Anda Torres
DIRECTOR del CEPOS

.....
Ing. M.Sc. Hernando Buenaño
Director de Tesis

.....
Ing. M.Sc. Franklin Silva
Miembro del Tribunal

.....
Ing. M.Sc. Geovanni Brito
Miembro del Tribunal

.....
Ing. M.Sc. Marco Jurado
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de investigación con el tema: “LAS TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES Y SU INCIDENCIA EN LAS COMUNICACIONES MÓVILES DENTRO DE LOS PREDIOS DE LA FUNDACIÓN NUESTRA SEÑORA DE GUADALUPE” EN LA CIUDAD DE AMBATO” nos corresponde exclusivamente a: Ing. Edison Iván Aldás Serrano, Autor e Ing. M.Sc. Hernando Buenaño, Director de la Tesis de Grado; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Técnica de Ambato.

.....
Ing. Edison Iván Aldás Serrano
Autor

.....
Ing. M.Sc. Hernando Buenaño
Director de Tesis

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de esta tesis o parte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi tesis, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta tesis, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

.....
Ing. Edison Iván Aldás Serrano

AGRADECIMIENTO

A Dios, por enseñarme el camino correcto de la vida, guiándome y fortaleciéndome cada día.

A mi querida Esposa, mi ayuda idónea, por su amor, paciencia, comprensión y motivación, sin lo que hubiese sido imposible lograr terminar estos estudios.

A mis Padres, Hermana y Hermanos por creer y confiar siempre en mí, apoyándome en todas las decisiones que he tomado en la vida.

A mi maestro, tutor y amigo, Ing. Hernando Buenaño, por sus consejos y por compartir desinteresadamente sus amplios conocimientos y experiencia.

DEDICATORIA

Dedico la presente Proyecto de Investigación a los seres que más amo en este mundo: mi esposa, Jeanette y mi hijo, Mauricio, por ser la fuente de mi inspiración y motivación para superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

AL CONSEJO DE POSGRADO DE LA UTA	i
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	ii
DERECHOS DE AUTOR	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN EJECUTIVO	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
EL PROBLEMA	3
Planteamiento del problema	3
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
Antecedentes investigativos	8
Hipótesis	26
CAPÍTULO III	27
METODOLOGÍA	27
Enfoque	27
Modalidad de la investigación	27
Nivel o tipo de investigación	28
Población y muestra	28
Operacionalización de variables	29
Plan de recolección de información	30
Plan de procesamiento de información	30
CAPÍTULO IV	31

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	31
Análisis e interpretación de los resultados de la entrevista	31
Análisis e interpretación de los resultados de las encuestas	32
Análisis e interpretación de resultados de la Observación de Campo	39
Análisis de tecnologías usadas por operadoras de telefonía móvil	42
Análisis de Técnicas de cobertura en interiores	51
Análisis general	71
Verificación de la Hipótesis	72
Hipótesis estadística	72
CAPÍTULO V	75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
Conclusiones.....	75
Recomendaciones	76
CAPÍTULO VI	77
PROPUESTA	77
Datos informativos	77
Análisis de Requerimientos	86
Red actual de telefonía fija de la Fundación N.S.G.	87
Conexión actual a internet de la Fundación N.S.G.	87
Diseño la red con femtoceldas.....	88
Ubicación de las FAP	90
Instalación y Configuración de los FAPs Thomson	92
BIBLIOGRAFÍA	99
ACRÓNIMOS	103
ANEXOS	105

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°. 1: Red de inclusiones conceptuales	8
Gráfico N°. 2: Modelo básico de las telecomunicaciones.....	10
Gráfico N°. 3: Modelo básico de un sistema de comunicaciones	10
Gráfico N°. 4: Red de telefonía fija.....	11
Gráfico N°. 5: Circuito de comunicación.....	12
Gráfico N°. 6: Clasificación de redes inalámbricas por área de cobertura.....	18
Gráfico N°. 7: Abonados de operadoras de telefonía móvil.....	33
Gráfico N°. 8: Intensidad de señal de MOVISTAR en el interior.	34
Gráfico N°. 9: Intensidad de señal de PORTA en el interior.	35
Gráfico N°. 10: Intensidad de señal de ALEGRO en el interior.	36
Gráfico N°. 11: Deseo de cobertura celular total.	37
Gráfico N°. 12: Uso de tecnología celular.....	38
Gráfico N°. 13: Cobertura celular en la planta baja.	40
Gráfico N°. 14: Cobertura celular en el Primer Piso.....	41
Gráfico N°. 15: Porcentaje de mercado que cubren de las operadoras de telefonía móvil en el Ecuador.	43
Gráfico N°. 16: Cobertura GSM en la provincia de Tungurahua.....	45
Gráfico N°. 17: Cobertura CDMA en la provincia de Tungurahua.	50
Gráfico N°. 18: Cobertura GSM en la provincia de Tungurahua.....	51
Gráfico N°. 19: Cobertura de radio de celda externa en un edificio de 3 pisos	52
Gráfico N°. 20: Cobertura de radio de un repetidor en un edificio de 3 pisos.	55
Gráfico N°. 21: Cobertura de radio de un DAS en edificio de 3 pisos.....	58
Gráfico N°. 22: Cobertura de radio de cable radiante en edificio de 3 pisos.	59
Gráfico N°. 23: Corte transversal de un cable radiante.....	60
Gráfico N°. 24: Cobertura de radio de celdas indoor en edificio de tres pisos.	61
Gráfico N°. 25: Comparación de los tamaños de celda.....	65
Gráfico N°. 26: Escenario típico femtocelda - macrocelda.....	66
Gráfico N°. 27: Escenario típico Femtocelda - Macrocella.	82
Gráfico N°. 28: Mercado mundial previsto de infraestructura Femtocell.....	84
Gráfico N°. 29: Desarrollo de Femtoceldas 3G en el 2012.....	85

Gráfico N° 30: Red de telefonía de la Fundación.....	87
Gráfico N° 31: Conexión a Internet de la Fundación.....	88
Gráfico N° 32: Femtocelda THOMSON TG870	89
Gráfico N° 33: Nueva red de Telecomunicaciones para la Fundación.	90
Gráfico N° 34: Red de Femtoceldas en la Fundación.	91
Gráfico N° 35 : Conexión del Femtocell Gateway.....	92
Gráfico N° 36 : División DSL - Voz	94
Gráfico N° 37 : Instalación completa	95
Gráfico N° 38 : Menú principal del CD	96
Gráfico N° 39 : Menú de bienvenida.....	96
Gráfico N° 40 : Botón WPS	97

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°. 1: Empresas de servicio móvil en Ecuador	21
Cuadro N°. 2: Abonados por concesionario y por tecnología 2001- 2010.....	22
Cuadro N°. 3: Estándares 2G y 3G.....	26
Cuadro N°. 4: Operacionalización variable independiente	29
Cuadro N°. 5: Operacionalización variable dependiente	30
Cuadro N°. 6: Abonados de operadoras de telefonía móvil.	33
Cuadro N°. 7: Intensidad de señal de MOVISTAR en el interior.	34
Cuadro N°. 8: Intensidad de señal de PORTA en el interior.....	35
Cuadro N°. 9: Intensidad de señal de ALEGRO en el interior.....	36
Cuadro N°. 10: Deseo de cobertura celular total.....	37
Cuadro N°. 11: Uso de tecnología celular	38
Cuadro N°. 12: Cobertura celular en la planta baja.....	40
Cuadro N°. 13: Cobertura celular en el Primer Piso.	41
Cuadro N°. 14: Porcentaje de mercado que cubren de las operadoras de telefonía móvil en el Ecuador.	43
Cuadro N°. 15: Cobertura CDMA en la provincia de Tungurahua.....	46
Cuadro N°. 16: Comparación entre Picoceldas y Femtoceldas.....	68
Cuadro N°. 17: Comparación entre tecnologías de cobertura en interiores.	70
Cuadro N°. 18: Análisis de hipótesis estadística.	72
Cuadro N°. 19: Cálculos de Chi-cuadrado	74
Cuadro N°. 20: Decisión final.	74
Cuadro N°. 21: Ubicación de los FAPs.....	91

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRIA EN REDES Y TELECOMUNICACIONES II ED

TEMA: “LAS TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES Y SU INCIDENCIA EN LAS COMUNICACIONES MÓVILES DENTRO DE LOS PREDIOS DE LA FUNDACIÓN NUESTRA SEÑORA DE GUADALUPE EN LA CIUDAD DE AMBATO”.

AUTOR:

Ing. Iván Aldás S.

TUTOR:

Ing. M.Sc. Hernando Buenaño

Enero del 2011.

RESUMEN EJECUTIVO:

El presente proyecto de investigación propone la aplicación de la tecnología Femtocell para mejorar las comunicaciones móviles dentro de los predios de la fundación “Nuestra Señora de Guadalupe”, para lo cual se realizó el análisis de las tecnologías utilizadas en las telecomunicaciones y en especial las técnicas de cobertura de interiores. La investigación fue del tipo explorativa, descriptiva y explicativa y se llevó a cabo en las instalaciones de la Fundación N.S.G. Se utilizó una población formada por personal y pacientes, a los cuales se les aplicó una encuesta para determinar el estado de las comunicaciones móviles dentro de la fundación, posteriormente se utilizó una lista de cotejo para determinar y analizar la cobertura celular en cada oficina de la misma. En base a los resultados analizados se presenta una propuesta donde la tecnología de las Femtoceldas fue la mejor opción para solucionar el problema, por lo que se seleccionaron los puntos de acceso femtocell buscando la ubicación óptima dentro de la Fundación N.S.G. para que la misma quede bajo cobertura 3G.

Descriptor: Macrocelas, Microcelas, Repetidores, Cable radiante, Sistema de Antenas Distribuido, Picoceladas, Femtoceladas.

INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones avanzan conforme lo hace la tecnología, y en especial las referentes a las comunicaciones móviles. La cobertura celular se ha incrementado al tal punto que en los rincones más alejados del país se dispone de este servicio, pero sigue siendo un problema lograr que dicha cobertura penetre en los edificios, fenómeno que se da por múltiples factores.

La presente investigación tiene como objetivo dar a conocer las técnicas que se utilizan para enfrentar el fenómeno de la pobre cobertura celular presente en los predios de la Fundación “Nuestra Señora de Guadalupe “ y en otras estructuras similares, haciendo especial énfasis en las soluciones brindadas por la tecnología de Femtoceldas.

Para conseguir el objetivo propuesto, el proyecto se ha estructurado por las siguientes secciones:

El Capítulo I, presenta el planteamiento del problema, en el que se determina las causas y consecuencias, así como la justificación, los objetivos y delimitación del proyecto.

El Capítulo II, presenta el marco teórico, el que se constituye en una parte esencial de la presente investigación, donde se describen los conceptos de las tecnologías de las comunicaciones en forma global.

El Capítulo III, presenta la metodología de la investigación realizada, se define la población, muestra, técnicas e instrumentos para la recolección y procesamiento de la información.

El Capítulo IV, presenta el análisis e interpretación de los resultados obtenidos al aplicar la entrevista al técnico encargado de la red, las encuestas a los usuarios y al personal de la Fundación “Nuestra Señora de Guadalupe”, así como

los resultados de la lista de cotejo y se finaliza con el análisis del estado actual de las tecnologías de telecomunicaciones presentes en la Fundación y con una comparación de las técnicas de cobertura en interiores.

El Capítulo V, presenta las conclusiones a las que se llegaron luego de un análisis minucioso, y las recomendaciones pertinentes al caso.

El Capítulo VI, describe una propuesta de solución basada en Femtoceldas para el problema que padece la Fundación “Nuestra Señora de Guadalupe” en el ámbito de la cobertura celular en interiores.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Tema: Las tecnologías de telecomunicaciones y su incidencia en las comunicaciones móviles dentro de los predios de la Fundación “Nuestra Señora de Guadalupe” en la ciudad de Ambato.

Planteamiento del problema

En la última década las comunicaciones móviles y las redes inalámbricas se han constituido en las tecnologías más determinantes en la forma como las personas y los negocios entienden la comunicación y el intercambio de información. La comunicación interpersonal y el acceso a contenidos multimedia de valor para el usuario, independiente del lugar, momento y dispositivo de acceso del usuario, están abriendo la era de la comunicación masiva de datos móviles. Hasta el momento, las redes de segunda generación (2G) han sido desplegadas exitosamente alrededor del mundo usando distintas arquitecturas con capacidades similares. Estas capacidades han sido extendidas con los sistemas 2.5G, ofreciendo servicios basados en la conmutación de paquetes e introduciendo Internet dentro de las comunicaciones móviles personales usando la infraestructura de 2G. Estos sistemas empezaron a ser inadecuados para soportar los requisitos de altas velocidades de comunicación de datos y servicios avanzados esperados por los usuarios. Estos requisitos influyen directamente sobre las redes debido a que las expectativas del usuario se están incrementando hacia servicios más sofisticados, entre ellos podemos mencionar: multimedia, contenidos (voz y vídeo) y servicios profesionales relacionados con los sistemas fijos de banda ancha. Los sistemas de redes móviles de tercera generación (3G) han sido diseñados para soportar los requisitos anteriormente mencionados, esto podría haber resuelto el problema de la movilidad global. Las soluciones 3G estandarizadas son Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA) basada

en Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) y CDMA2000, una extensión de Interim Standard 95 (IS-95). Sus cuerpos de desarrollo y promoción 3rd Generation Partnership Project (3GPP) y 3GPP2 respectivamente, actualmente están dirigiéndose hacia una armonización de un Protocolo de Internet (IP) en el núcleo de la red. Esta integración, alta velocidad, seguridad, servicios multimedia, red multi-operador, tecnologías de acceso múltiple, están empezando a ser desarrolladas en un contexto comúnmente denominado como redes de cuarta generación (4G).

Sin embargo a pesar de la evolución no se dispone de cobertura móvil total en algunos espacios como el interior de los edificios o lugares naturales protegidos. Razón por la cual en algunos países del primer mundo se están implementando sistemas basados en tecnologías híbridas.

En nuestro país de acuerdo al reporte entregado por las empresas de telefonía móvil hasta enero del 2010, la Superintendencia de Telecomunicaciones estableció que en el Ecuador están presentes tres tecnologías de acceso a la red móvil, de las cuales la denominada GSM brinda servicio al 90% de las líneas móviles del país; UMTS al 6% y CDMA al 4%. Todas ellas con el problema común de la escasa cobertura en el interior de edificios.

Dentro de los predios de la Fundación Nuestra Señora de Guadalupe de la ciudad de Ambato también se presenta el problema de cobertura móvil, por ello se hace inmediata la necesidad de desarrollar una solución integral que permita a los usuarios que se encuentran en las instalaciones de la Fundación disfrutar de todos los servicios que ofrece la tecnología móvil de última generación.

Análisis Crítico

La implantación de redes móviles no se ha llevado a cabo satisfactoriamente debido a que los operadores necesitan de nuevas licencias, también por la lentitud y precio elevado de la infraestructura. Además las redes móviles actuales (3ra generación) trabajan a frecuencias superiores, por lo que a mayor frecuencia la

señal se amortigua, tiene menor alcance y sobretodo presenta problemas con la penetración en estructuras y para tener igual cobertura que con los sistemas de 2da generación se precisan de más antenas. Las consecuencias se evidencian en la disminución de la calidad de voz y de los servicios de vídeo lo que a la larga conlleva a una menor tasa de tráfico.

Prognosis

Los doctores, enfermeras, funcionarios y los usuarios que se encuentren dentro de los predios de la Fundación, continuaran sin posibilidad de disfrutar de servicios eficaces de comunicación móvil o de simplemente realizar o recibir llamadas que en su mayoría pueden ser de mucha importancia e incluso de emergencia dada la naturaleza de sus funciones. Todos ellos anteriormente citados deberán seguir perdiendo tiempo desplazándose a las afueras del edificio para captar una señal estable en su móvil. Todo esto hará que los usuarios busquen los servicios de otras operadoras de telefonía móvil que tengan mejor cobertura en interiores o al menos exigirán que sus operadoras actuales mejoren su cobertura ya sea instalando estaciones bases más cercanas a la Fundación o aumentando la potencia de transmisión de las mismas, cosas que las operadoras no estarán dispuestas a realizar por el alto costo y permisos extras que representan. A la larga las operadoras perderán clientes como también lo hará la Fundación si no se ataca el problema de forma inmediata.

Formulación del problema

¿Cómo optimizar las comunicaciones móviles dentro de los predios de la fundación “Nuestra Señora de Guadalupe” en la ciudad de Ambato?

Preguntas directrices

- ¿Cuál es la situación de las comunicaciones móviles en la Fundación “Nuestra Señora de Guadalupe”?
- ¿Cuáles son las tecnologías de telecomunicaciones que actualmente se aplican en sistemas de comunicación móvil?

- ¿Es factible elaborar una propuesta de solución que permita optimizar los servicios de comunicación móvil dentro de los predios de la Fundación “Nuestra Señora de Guadalupe”?

Delimitación del objeto de investigación

Campo: Ing. Electrónica

Área: Telecomunicaciones

Aspecto: Comunicación móvil

Delimitación espacial

La investigación se desarrolló en los espacios físicos de la Fundación “Nuestra Señora de Guadalupe” en la ciudad de Ambato ubicada en la Av. Los Chasquis s/n y José García.

Delimitación temporal

La presente investigación se desarrolló en el periodo 2010.

Unidades de Observación

Personal de la fundación

Justificación

El diseño de los sistemas inalámbricos es uno de los campos más excitantes en la Ingeniería hoy en día. Las aplicaciones inalámbricas que incluyen telefonía celular, las redes de área local inalámbrica (WLAN's), los sistemas satelitales de posicionamiento global (GPS), sistemas de distribución multipunto local (LMDS), los sistemas de identificación por radio frecuencia (RFID), etc., constituyen un gran mercado y experimentan un crecimiento y una evolución continua.

3G es una abreviatura para la Tercera Generación de telefonía móvil. Los servicios asociados con la tercera generación proporcionan la posibilidad para transferir tanto voz y datos (una llamada telefónica) y datos no-voz (como la descarga de programas, intercambio de correo-e, y mensajería instantánea). Los sistemas 3G deben de incluir al mismo tiempo las funcionalidades de 2.5G y 2G.

La incompleta infraestructura telefónica móvil de nueva generación implementada actualmente en Ambato nos obliga a realizar una investigación con el fin de determinar alternativas diferentes y viables que no requieren de la construcción de nuevas estaciones bases o el incremento en la potencia de transmisión de las mismas por el alto costo y los riesgos que representan.

El presente proyecto tratará de determinar una alternativa de solución rápida y económica para resolver los problemas en lugares donde la cobertura de telefonía móvil se ve reducida por ejemplo, en interiores de edificios o saturada debido a que se concentran un alto número de usuarios. Esta solución beneficiaría principalmente a las operadoras, ya que verán así aliviada la necesidad de ampliar el número o la capacidad de las antenas cercanas.

Los usuarios también serán los beneficiarios, ya que estarán seguros que cuando se encuentre dentro de un edificio el mismo estará siempre bajo cobertura de fidelidad inalámbrica (WiFi) y móvil, y así logrando que sus conexiones de datos sean robustas.

Objetivo general

Establecer la incidencia de las tecnologías de telecomunicaciones en las comunicaciones móviles dentro de los predios de la Fundación “Nuestra Señora de Guadalupe” en la ciudad de Ambato.

Objetivos específicos

1. Determinar la situación de las comunicaciones móviles en la Fundación “Nuestra Señora de Guadalupe”.
2. Determinar cuáles son las tecnologías de telecomunicaciones que actualmente se aplican en sistemas de comunicación móvil.
3. Elaborar una propuesta de solución para optimizar los servicios de comunicación móvil dentro de los predios de la Fundación “Nuestra Señora de Guadalupe”.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes investigativos

Realizado un recorrido de las principales bibliotecas de las Universidades que ofertan la carrera de Ingeniería Electrónica de la ciudad de Ambato, se verificó que no existen trabajos que pueden servir como referencia para el desarrollo del presente proyecto en el ámbito del mejoramiento de las comunicaciones móviles dentro de edificios.

Fundamentación legal

El presente proyecto se fundamentará en los estándares propuestos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y en las normativas de la Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador (SUPERTEL).

Categorías fundamentales

Se utilizó la red de inclusiones conceptuales mostrada en el Gráfico 1 para estructurar el presente marco teórico.

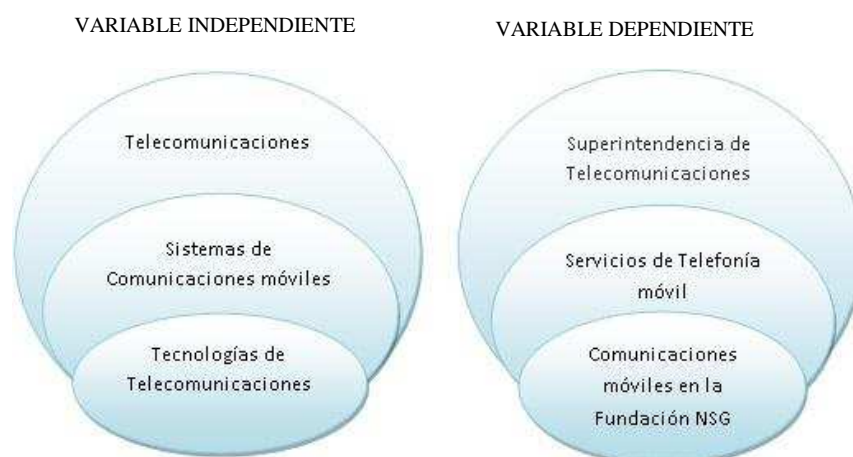


Gráfico N°. 1: Red de inclusiones conceptuales

Elaborado por: Investigador

Telecomunicaciones

Recientemente la palabra "telecomunicación" se ha incorporado al vocabulario cotidiano; en la televisión y en los diarios encontramos anuncios que nos dicen que las telecomunicaciones nos cambiarán la vida y nos llevarán hacia el progreso, y que tendremos cada vez más y más servicios diferentes: internet, teléfonos móviles con video incorporado, etc., todo esto en el contexto de un nuevo tipo de empresas llamadas operadores de telecomunicaciones. Entre este maremágnum de información se hace difícil adivinar exactamente qué es la telecomunicación. Su definición más sencilla y comprensible es ésta: es toda emisión, recepción y transmisión, de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos y cualquier tipo de datos, por cable, radio, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

Sistema de Telecomunicaciones

Es el conjunto de equipos y enlaces tanto físicos como electromagnéticos, utilizables para la prestación de un determinado servicio de telecomunicaciones.

Etimológicamente, telecomunicaciones proviene de las raíces: tele (distancia) y comunicare (compartir), esto es compartir a distancia. En el sentido moderno, telecomunicaciones es la transmisión por medios electrónicos de sonido, datos, imágenes, voz, video y cualquier otra información, empleando medios analógicos y/o digitales.

Modelo Básico de las telecomunicaciones

Los tres elementos básicos que integran un sistema de comunicaciones son: fuente o emisor, destino o receptor y finalmente el medio de transmisión que bien puede ser alámbrico o inalámbrico como se puede visualizar en el Gráfico 2.



Medio de transmisión

Gráfico N°. 2: Modelo básico de las telecomunicaciones

Fuente: www.fcaenlinea.unam.mx/apuntes/interiores/docs/98/6/telecomunicaciones.pdf

En el Gráfico 3 se puede apreciar el modelo básico de un sistema de comunicaciones:

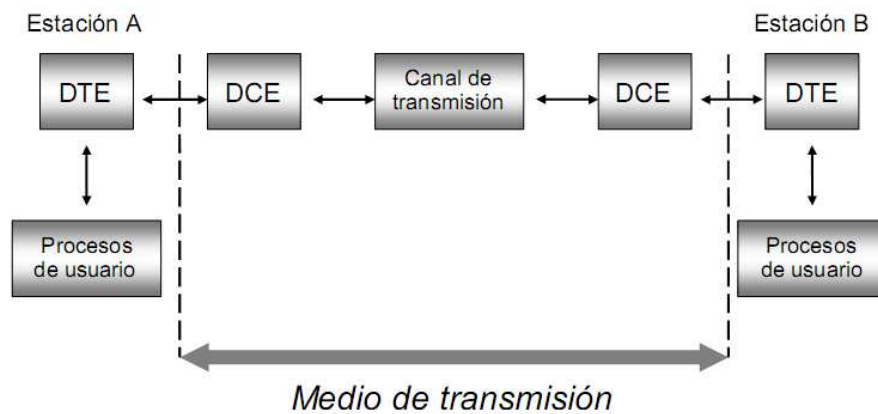


Gráfico N°. 3: Modelo básico de un sistema de comunicaciones

Fuente: www.fcaenlinea.unam.mx/apuntes/interiores/docs/98/6/telecomunicaciones.pdf

- **DTE:** Equipo Terminal de Datos, es donde se generan y procesan las tareas e información del usuario.
- **DCE:** Equipo de Comunicación de Datos, es un equipo utilizado para conectar, establecer, mantener y terminar una conexión, además realiza cualquier tipo de conversión de señales, codificación y demás procesos requeridos por el DTE, el ejemplo más común de un DCE es el módem.

Dependiendo de la aplicación, y desde el punto de vista del usuario, el medio de transmisión puede o no incluir el equipamiento DCE.

Clasificación según el medio de propagación (transmisión)

- a. **Telecomunicaciones Terrestres:** Son aquellas cuyo medio de propagación son líneas físicas, estas pueden ser cables de cobre, cable coaxial, guías de ondas, fibra óptica, par trenzado, etc.
- b. **Telecomunicaciones Radioeléctricas:** Son aquellas que utilizan como medio de propagación la atmósfera terrestre, transmitiendo las señales en ondas electromagnéticas, ondas de radio, microondas, etc. dependiendo de la frecuencia a la cual se transmite.
- c. **Telecomunicaciones Satelitales:** Son aquellas comunicaciones radiales que se realizan entre estaciones espaciales, entre estaciones terrenas con espaciales, entre estaciones terrenas (mediante retransmisión en una estación espacial). Las estaciones espaciales se encuentran a distintas alturas fuera de la atmósfera.

Tecnologías de Telecomunicaciones

Telefonía Fija Alámbrica

Es un servicio de telecomunicaciones que permite el intercambio bidireccional de tráfico de voz en tiempo real, entre diferentes usuarios a través de una red de conmutación de circuitos como se puede visualizar en el Gráfico 4.

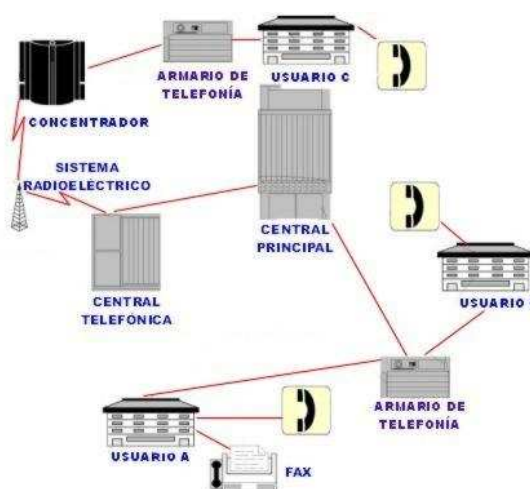


Gráfico N°. 4: Red de telefonía fija

Fuente: <http://supertel.gob.ec/index.php/pdf/Telefonia-Fija/funcionamiento-de-la-telefonía-fija.pdf>

Para que se establezca una llamada telefónica, debe establecerse un circuito de comunicaciones entre 2 puntos, como se observa en el Gráfico 5:

- El usuario llamado (A)
- El usuario llamante (B)

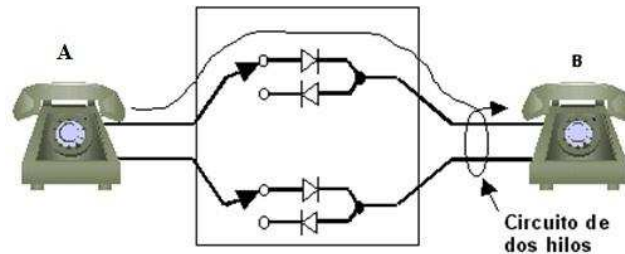


Gráfico N°. 5: Circuito de comunicación

Fuente: <http://supertel.gob.ec/index.php/pdf/Telefonia-Fija/funcionamiento-de-la-telefonía-fija.pdf>

Este circuito se establece en base a un proceso de señalización que se inicia una vez que el abonado que llama levanta el auricular. Las centrales telefónicas o de conmutación constituyen la parte operativa que permiten que se establezca esta comunicación, y son las encargadas de enrutar las llamadas hacia sus destinos correspondientes.

Un sistema telefónico involucra las siguientes áreas importantes:

- Red Primaria (Involucra los órganos de Central y de Conmutación)
- Red Secundaria (Constituye la planta externa y la red de cableado)
- Red de Abonado (Es la última milla, que llega directamente al usuario)

Los tipos de Centrales que se tienen, dependiendo de su cobertura son:

- Central Local
- Central Regional
- Central de Transito
- Central Nacional
- Central Internacional

El tipo de central además de definir áreas de cobertura diferentes, permite establecer un sistema de facturación dependiendo del origen y destino de la llamada.

Telefonía móvil

También llamada **telefonía celular**, básicamente está formada por dos grandes partes: una red de comunicaciones (o red de telefonía móvil) y los terminales (o teléfonos móviles) que permiten el acceso a dicha red. Básicamente existen dos tipos de redes de telefonía móvil:

Red de telefonía móvil analógica (TMA). Como su propio nombre indica, en esta red la comunicación se realiza mediante señales vocales analógicas tanto en el tramo radioeléctrico como en el terrestre. En su primera versión funcionó en la banda radioeléctrica de los 450 MHz, trabajando actualmente en la banda de los 900 MHz. Esta red se encuentra en vías de extinción.

Red de telefonía móvil digital. En esta red la comunicación se realiza mediante señales digitales, lo que permite optimizar tanto el aprovechamiento de las bandas de radiofrecuencia como la calidad de transmisión. Su exponente más significado es el estándar GSM. Funciona en las bandas de 900 y 1800/1900 MHz

Telefonía Celular

Es aquella telefonía en la cual el área de cobertura es dividida en celdas y sectores. El medio de Tx/Rx entre el abonado y la central es inalámbrico, a través de canales de radiofrecuencia.

Telefonía Celular Móvil: Es aquella telefonía celular en la cual, el terminal del abonado puede desplazarse de un lugar a otro (manteniendo una comunicación establecida) con una velocidad de desplazamiento de hasta 200 Km/h.

Telefonía Celular Low Mobility: Es aquella telefonía celular en la cual, el terminal se puede desplazar pero a una baja velocidad (low mobility), de entre 10 a 40 Km/h. En realidad es un sistema wireless local loop, pero goza de movilidad gracias a un algoritmo de compensación de tiempo de retardo, y utiliza el mismo tipo de equipo telefónico de los celulares móviles, pero con acceso en el tiempo (TDD).

Wireless Local Loop (WLL): Permite prestar el servicio de telefonía fija, también bajo los criterios de la telefonía celular, pero el terminal no dispone de movilidad. La trayectoria desde la central de conmutación hasta el abonado (local loop) es por medios inalámbrica (wireless). Cuando la voz es paquetizada se denomina WLL-IP.

Acceso Fijo Inalámbrico (FWA): Es el tramo entre el abonado (fijo) y la estación base, utilizando como medio de transmisión el espectro radioeléctrico. Puede pasar cualquier servicio como: telefonía, internet, broad band, etc.

Personal Communications System (PCS): Es aquel que proporciona accesibilidad universal a servicios como: voz, datos, video, audio, mensajes, posicionamiento, Internet, etc., en forma inalámbrica, a usuarios móviles. Comúnmente se le asocia a la telefonía móvil celular.

Estructura básica de un sistema celular

Un sistema de telefonía celular consta de cuatro elementos:

- Terminal celular móvil
- Estación base
- Estación de control y conmutación
- Radio canales

Terminal celular móvil: Es el equipo electrónico que permite a un abonado hacer o recibir llamadas, está compuesto por: unidad de control, fuente de alimentación, transmisor/receptor, antena. Es portátil, transportable, movable de

un lugar a otro. Realiza una actualización periódica de la señal recibida de la estación base, envía información para registrarse en la estación base.

Estación base (BTS): Es la estación central dentro de una celda, conocida como BTS (Base Transceiver Station), realiza el enlace de RF a los terminales celulares, transmite información entre la celda y la estación de control y conmutación, monitorea la comunicación de los abonados. Está conformado por: unidad de control, unidad de energía, antenas sectoriales (que utilizan métodos de diversidad para captar la mejor señal), TRAU (unidad encargada de adaptar y hacer la conversión de código y velocidad de las señales), y terminal de datos.

Estación de control y conmutación: Conocido comúnmente como MTSO (Mobile Telephony Switching Office), cuando aplica tecnología GSM se denomina MSC (Mobile Switching Center), y para redes Wireless Local Loop se denomina XBS.

Es el elemento central del sistema, sus funciones principales son:

- Coordina y administra todas las BTS
- Coordina las llamadas entre la oficina de telefonía fija y los abonados, así como las llamadas entre los terminales celulares y los abonados, a través de las BTS
- Se encarga de la facturación (billing)
- Dirige el Hand off entre cell site
- Tiene un software de gestión : network management system
- Se interconecta a centrales TANDEM para comunicarse con otras redes telefónicas.

Puede ser de 2 tipos (de acuerdo al área geográfica y cantidad de tráfico):

- Centralizado: una única central para toda el área de concesión del operador, usa topología estrella.

- **Descentralizado:** más de una central, distribuido en el área de concesión.

Las BTS, Central y TANDEM se interconectan vía enlaces de fibra óptica, o vía microondas (enlaces de datos de alta velocidad - SDH).

Radio canales: Se entiende por Radio Canal al par de frecuencias portadoras más un time slot, que van a servir como canales de tráfico en una comunicación. De estas 2 frecuencias una va a ser la frecuencia de Tx de la estación base y Rx del terminal, la otra frecuencia va a ser la de Rx de la estación base y Tx del terminal. Transportan datos y voz entre el abonado y las estaciones base, cada abonado sólo puede usar un canal a la vez.

Tipos de radio canales: Los canales o radio canales celulares son aquellos que van a hacer posible una comunicación de telefonía celular. Pueden ser de 2 tipos:

a) **Canal de Control (CCH):** Este canal permite enviar y recibir datos entre la BTS y el portátil. Estos canales pueden ser:

- **Canal de Control de Adelanto (FCC):** generalmente proporciona una información básica acerca del sistema celular particular: número de identificación del sistema, rango de los canales de paging y de acceso que puede escanear.
- **Canal de Paging:** Son los canales usados para mantener en ubicación temporal a un terminal.
- **Canal de Acceso:** Son canales usados para responder cuando el terminal está siendo llamado, o para iniciar una llamada. También se usa para informar al portátil el TCH que debe utilizar.

En áreas pequeñas de poco tráfico, un solo canal de control realiza las tareas de los tres canales.

b) Canal de Tráfico (TCH): Conocido también como Canal de Voz, es el encargado de conducir el tráfico (voz y datos) entre la estación base y el portátil cuando se está en un proceso de llamada. También es usado para mandar mensajes de señalización por parte de la BTS hacia el portátil, también para manejar el proceso de handover, y el control de potencia de transmisión del terminal. Los datos provenientes del BTS se llaman "datos en adelante" y los provenientes del terminal se denominan "datos reversos", ambos son enviados a 10 Kbps.

Red Inalámbrica

Una red inalámbrica es, como su nombre lo indica, una red en la que dos o más terminales (por ejemplo, ordenadores portátiles, agendas electrónicas, etc.) se pueden comunicar sin la necesidad de una conexión por cable.

Con las redes inalámbricas, un usuario puede mantenerse conectado cuando se desplaza dentro de una determinada área geográfica. Por esta razón, a veces se utiliza el término "movilidad" cuando se trata este tema.

Las redes inalámbricas se basan en un enlace que utiliza ondas electromagnéticas (radio e infrarrojo) en lugar de cableado estándar. Hay muchas tecnologías diferentes que se diferencian por la frecuencia de transmisión que utilizan, y el alcance y la velocidad de sus transmisiones.

Las redes inalámbricas permiten que los dispositivos remotos se conecten sin dificultad, ya se encuentren a unos metros de distancia como a varios kilómetros. Asimismo, la instalación de estas redes no requiere de ningún cambio significativo en la infraestructura existente como pasa con las redes cableadas. Tampoco hay necesidad de agujerear las paredes para pasar cables ni de instalar

portacables o conectores. Esto ha hecho que el uso de esta tecnología se extienda con rapidez.

Por el otro lado, existen algunas cuestiones relacionadas con la regulación legal del espectro electromagnético. Las ondas electromagnéticas se transmiten a través de muchos dispositivos (de uso militar, científico y de aficionados), pero son propensos a las interferencias. Por esta razón, todos los países necesitan regulaciones que definan los rangos de frecuencia y la potencia de transmisión que se permite a cada categoría de uso.

Además, las ondas hertzianas no se confinan fácilmente a una superficie geográfica restringida. Por este motivo, un hacker puede, con facilidad, escuchar una red si los datos que se transmiten no están codificados. Por lo tanto, se deben tomar medidas para garantizar la privacidad de los datos que se transmiten a través de redes inalámbricas.

Por lo general, las redes inalámbricas se clasifican en varias categorías, de acuerdo al área geográfica desde la que el usuario se conecta a la red (denominada área de cobertura), como se aprecia en el Gráfico 6.

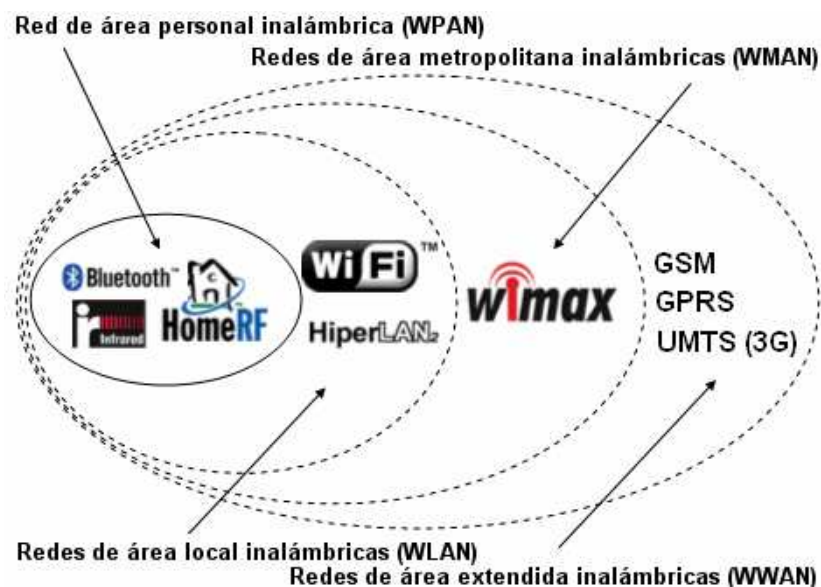


Gráfico N°. 6: Clasificación de redes inalámbricas por área de cobertura

Fuente: <http://www.migente1.net/boletin/?m=201010>

Superintendencia de Telecomunicaciones

“La Constitución Política de la República del Ecuador en el artículo 222 establece que: "Las superintendencias serán organismos técnicos con autonomía administrativa, económica y financiera y personería jurídica de derecho público, encargados de controlar instituciones públicas y privadas, a fin de que las actividades económicas y los servicios que presten, se sujeten a la Ley y atiendan el interés general.

La Ley determinará las áreas de actividad que requieran de control y vigilancia, y el ámbito de acción de cada Superintendencia."

La Ley Especial de Telecomunicaciones publicada en el Registro Oficial N° 996 de 10 de agosto de 1992 creó la Superintendencia de Telecomunicaciones. Luego, en la Ley Reformatoria a la ley Especial de Telecomunicaciones publicada en el Registro Oficial N° 770 de 30 de agosto de 1995, establece que la Superintendencia es el único ente autónomo encargado del control de las telecomunicaciones del país, en defensa de los intereses del Estado y del pueblo, usuario de los servicios de telecomunicaciones. Tiene personería jurídica, régimen de contrataciones, administración financiera y contable y administración de recursos humanos autónomos, para tales efectos se rige por los reglamentos que expida el Presidente de la República.

Las funciones de la Superintendencia son:

SEGÚN LA LEY REFORMATORIA A LA LEY ESPECIAL DE TELECOMUNICACIONES

1. Controlar y monitorear el uso del espectro radioeléctrico.
2. Controlar las actividades técnicas de los operadores de los servicios de telecomunicaciones.
3. Controlar la correcta aplicación de los pliegos tarifarios aprobados por el CONATEL (Consejo Nacional de Telecomunicaciones).
4. Supervisar el cumplimiento de las concesiones y permisos otorgados para la explotación del servicio de telecomunicaciones.

5. Supervisar el cumplimiento de las normas de homologación y normalización aprobadas por el CONATEL.
6. Cumplir y hacer cumplir las resoluciones del CONATEL.
7. Aplicar las normas de protección del mercado y estimular la libre competencia; y,
8. Juzgar a las personas naturales y jurídicas que incurran en las infracciones señaladas en la Ley y aplicar las sanciones en los casos que corresponda.

SEGÚN LA LEY REFORMATORIA A LA LEY DE RADIODIFUSIÓN Y TELEVISIÓN

1. Administrar y controlar las bandas del espectro radioeléctrico destinadas por el Estado para radiodifusión y televisión
2. Someter a consideración del CONARTEL (Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión) los proyectos de reglamentos, del plan nacional de distribución de frecuencias para radiodifusión y televisión, del presupuesto del Consejo, de tarifas, de convenios o de resoluciones en general con sujeción a esta Ley.
3. Tramitar todos los asuntos relativos a las funciones del CONARTEL y someterlos a su consideración con el respectivo informe.
4. Realizar el control técnico y administrativo de las estaciones de radiodifusión y televisión
5. Mantener con los organismos nacionales o internacionales de radiodifusión y televisión públicos o privados, las relaciones que corresponda al país como miembro de ellos, de acuerdo con las políticas que fije el CONARTEL
6. Imponer las sanciones que le faculte esta ley y los reglamentos.
7. Ejecutar las resoluciones del CONARTEL
8. Suscribir contratos de concesión de frecuencia para estación de radiodifusión o televisión o de transferencia de la concesión, previa aprobación del CONARTEL. “ [1]

Servicios de Telefonía Móvil

Según SENATEL y CONATEL, las empresas que prestan servicio de telefonía móvil son las que se especifican en el Cuadro 1.

Cuadro N°. 1: Empresas de servicio móvil en Ecuador

No.	CONCESIONARIO	SERVICIO	FECHA DE SUSCRIPCIÓN DEL CONTRATO	ÁREA DE CONCESIÓN
1	Telecsa S.A.	Concesión del Servicio Móvil Avanzado	3-abr-03	Nacional
2	Conecel S.A.	Concesión del Servicio Móvil Avanzado, Concesión del Servicio Telefónico de Larga Distancia Internacional y Concesión de Bandas de Frecuencias Esenciales	26-ago-08	Nacional
3	Otecel S.A.	Concesión del Servicio Móvil Avanzado, Concesión del Servicio Telefónico de Larga Distancia Internacional y Concesión de Bandas de Frecuencias Esenciales	20-nov-08	Nacional

Elaborado por: Investigador
Fuente: DGGST-SENATEL, mayo 2009.

En el Cuadro 2 se encuentran las líneas activas de telefonía móvil, abonados del servicio de telefonía móvil por red (CDMA, GSM) en los últimos diez años:

Cuadro N°. 2: Abonados por concesionario y por tecnología 2001- 2010

Años	CONECEL S.A.				OTECEL S.A.					TELECSA			TOTAL
	TDMA	GSM	UMTS	TOTAL	TDMA	CDMA	GSM	GPRS/ EDGE/ UMTS	TOTAL	CDMA	GSM	TOTAL	
2001	483.982			483.982	375.170				375.170			0	859.152
2002	920.878			920.878	629.514	10.469			639.983			0	1.560.861
2003	1.276.156	256.859		1.533.015	847.252	14.090			861.342	3.804		3.804	2.398.161
2004	1.084.402	1.232.659		2.317.061	388.077	731.680			1.119.757	107.356		107.356	3.544.174
2005	628.988	3.459.362		4.088.350	221.711	1.310.544	399.375		1.931.630	226.352		226.352	6.246.332
2006	253.149	5.383.246		5.636.395	131.054	1.077.146	1.281.802		2.490.002	358.653		358.653	8.485.050
2007		6.907.911		6.907.911	13.078	761.539	1.807.819		2.582.436	433.275	16.355	449.630	9.939.977
2008		7.499.370	656.989	8.156.359		533.206	2.678.716		3.211.922	155.151	168.816	323.967	11.692.248
2009		8.532.691	758.577	9.291.268		370.711	3.355.059	80.662	3.806.432	173.602	183.298	356.900	13.454.600
ene-10		8.653.128	759.892	9.413.020		366.081	3.405.982	96.504	3.868.567	173.294	179.887	353.181	13.634.768
feb-10		8.770.619	743.980	9.514.599		353.858	3.444.802	105.730	3.904.390	173.294	179.887	353.181	13.772.170

* Datos tomados de la Superintendencia de Telecomunicaciones (2001,2002: CONECEL S.A.) y (2001, 2002 y 2003: OTECEL S.A.)

* Periodos en los cuales estas empresas no proveían servicio con dicha tecnología :

Elaborado por: Investigador
Fuente: <http://supertel.gob.ec/index.php/estadisticas.html>

Comunicaciones Móviles

1G

La primera generación de telefonía móvil (1G) funcionaba por medio de comunicaciones analógicas y dispositivos portátiles que eran relativamente grandes. Esta generación utilizaba principalmente los siguientes estándares:

- **AMPS** (Sistema telefónico móvil avanzado): Se presentó en 1976 en Estados Unidos y fue el primer estándar de redes celulares. Utilizada principalmente en el continente americano, Rusia y Asia, la primera generación de redes analógicas contaba con mecanismos de seguridad endebles que permitían hackear las líneas telefónicas.
- **TACS** (Sistema de comunicaciones de acceso total): Es la versión europea del modelo AMPS. Este sistema fue muy usado en Inglaterra y luego en Asia (Hong-Kong y Japón) y utilizaba la banda de frecuencia de 900 MHz.
- **ETACS** (Sistema de comunicaciones de acceso total extendido): Es una versión mejorada del estándar TACS desarrollado en el Reino Unido que utiliza una gran cantidad de canales de comunicación.

Con la aparición de una segunda generación totalmente digital, la primera generación de redes celulares se volvió obsoleta.

2G

La segunda generación de redes móviles (2G) marcó un quiebre con la primera generación de teléfonos celulares al pasar de tecnología analógica a digital. Los principales estándares de telefonía móvil de 2G son:

- **GSM** (Sistema global para las comunicaciones móviles): El estándar más usado en Europa a fines de siglo XX y también se admite en Estados Unidos. Este estándar utiliza las bandas de frecuencia de 900 MHz y de 1800 MHz en Europa. Sin embargo, en Estados Unidos la banda de

frecuencia utilizada es la de 1900 MHz. Por lo tanto, los teléfonos móviles que pueden funcionar tanto en Europa como en Estados Unidos se denominan teléfonos de tribanda.

- **CDMA** (Acceso múltiple por división de código): Utiliza una tecnología de espectro ensanchado que permite transmitir una señal de radio a través de un rango de frecuencia amplio.
- **TDMA** (Acceso múltiple por división de tiempo): Emplea una técnica de división de tiempo de los canales de comunicación para aumentar el volumen de los datos que se transmiten simultáneamente. Esta tecnología se usa, principalmente, en el continente americano, Nueva Zelanda y en la región del Pacífico asiático.

Gracias a la 2G, es posible transmitir voz y datos digitales de volúmenes bajos, por ejemplo, mensajes de texto (SMS siglas en inglés de Servicio de mensajes cortos) o mensajes multimedia (MMS siglas en inglés de Servicio de mensajes multimedia). El estándar GSM permite una velocidad de datos máxima de 9,6 kbps.

Se han hecho ampliaciones al estándar GSM con el fin de mejorar el rendimiento. Una de esas extensiones es el servicio GPRS (Servicio general de paquetes de radio) que permite velocidades de datos teóricas en el orden de los 114 Kbits/s pero con un rendimiento cercano a los 40 Kbits/s en la práctica. Como esta tecnología no se encuentra dentro de la categoría "3G", se la llama 2.5G.

El estándar EDGE (Velocidades de datos mejoradas para la evolución global) anunciado como 2.75G, cuadruplica las mejoras en el rendimiento de GPRS con la tasa de datos teóricos anunciados de 384 Kbps, por lo tanto, admite aplicaciones de multimedia. En realidad, el estándar EDGE permite velocidades de datos teóricas de 473 Kbits/s pero ha sido limitado para cumplir con las especificaciones IMT-2000 (Telecomunicaciones Móviles Internacionales-2000) de la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

3G

Las especificaciones IMT-2000 (Telecomunicaciones Móviles Internacionales para el año 2000) de la Unión internacional de telecomunicaciones (ITU) definieron las características de la 3G (tercera generación de telefonía móvil). Las características más importantes son:

- a) Alta velocidad de transmisión de datos :
 - 144 Kbps con cobertura total para uso móvil.
 - 384 Kbps con cobertura media para uso de peatones.
 - 2 Mbps con áreas de cobertura reducida para uso fijo.

- b) Compatibilidad mundial.

- c) Compatibilidad de los servicios móviles de 3G con las redes de segunda generación.

La 3G ofrece velocidades de datos de más de 144 Kbit/s y de este modo brinda la posibilidad de usos multimedia, por ejemplo, transmisión de videos, video conferencias o acceso a Internet de alta velocidad. Las redes de G3 utilizan bandas con diferentes frecuencias a las redes anteriores: 1885 a 2025 MHz y 2110 a 2200 MHz. El estándar 3G más importante que se usa en Europa se llama UMTS (Sistema universal de telecomunicaciones móviles) y emplea codificación W-CDMA (Acceso múltiple por división de código de banda ancha). La tecnología UMTS usa bandas de 5 MHz para transferir voz y datos con velocidades de datos que van desde los 384 Kbps a los 2 Mbps.

El HSDPA (Acceso de alta velocidad del paquete de Downlink) es un protocolo de telefonía móvil de tercera generación, apodado "3.5G", que puede alcanzar velocidades de datos en el orden de los 8 a 10 Mbps. La tecnología HSDPA usa la banda de frecuencia de 5 GHz y codificación W-CDMA.

En el Cuadro 3 se muestran los estándares 2G y 3G.

Cuadro N°. 3: Estándares 2G y 3G

Estándar	Generación	Uso	Banda de frecuencia	Rendimiento
GSM	2G	Permite la transferencia de voz o datos digitales de bajo volumen.	9,6 kbps	9,6 kbps
GPRS	2.5G	Permite la transferencia de voz o datos digitales de volumen moderado.	21,4 a 171,2 kbps	48 kbps
EDGE	2.75G	Permite la transferencia simultánea de voz y datos digitales.	43,2 a 345,6 kbps	171 kbps
UMTS	3G	Permite la transferencia simultánea de voz y datos digitales a alta velocidad.	0,144 a 2 Mbps	384 kbps

Elaborado por: Investigador

Hipótesis

Las tecnologías de telecomunicaciones influirán en los Sistemas de Comunicaciones Móviles dentro de los predios de la Fundación “Nuestra Señora De Guadalupe”

Variable Independiente

Tecnologías de Telecomunicaciones

Variable Dependiente

Comunicaciones Móviles en los predios de la Fundación “Nuestra Señora De Guadalupe”

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Enfoque

El presente proyecto estuvo enmarcado dentro del paradigma crítico propositivo, además tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo ya que se trabajó en sentido holístico y participativo considerando una realidad dinámica.

Modalidad de la investigación

Durante el desarrollo de la investigación planteada, se emplearon principalmente los siguientes tipos de investigación:

Bibliográfica.-La investigación bibliográfica ayudo en la recolección de información técnica, que sirvió de fundamento tanto teórico como científico para el desarrollo del proyecto, para el cual se utilizaron apuntes inherentes a las comunicaciones móviles; también se utilizaron manuales, catálogos referentes a los equipos necesarios. La red de redes (Internet), fue también un medio muy importante de recopilación de información.

De Campo.- La investigación de campo permitió reunir datos e información evidente de la realidad actual de los sistemas de comunicación móvil que dan cobertura a la Fundación NSG.

Experimental.- Se diseñó la solución propuesta que permite explicar los resultados teóricos de la esta investigación.

Nivel o tipo de investigación

La investigación fue explorativa, descriptiva y explicativa, ya que nos permitió caracterizar la realidad investigada, donde se desarrolló un estudio sobre las tecnologías de telecomunicaciones referentes a las comunicaciones móviles y su aplicabilidad en el interior de edificios.

Población y muestra

La presente investigación, se realizó en la Fundación “Nuestra Señora De Guadalupe” de la ciudad de Ambato, con su respectivo personal, que equivale a 20 personas (pf), más un estimado de usuarios (pacientes) calculado de la siguiente manera:

Pacientes no internados (pni)

$$pni = nc \times uh \times hd$$

Donde,

nc : Número de consultorios = 5

uh : Promedio de usuarios atendidos por hora = 2

hd : Horas de atención diarias = 8

Entonces:

$$pni = 5 \times 2 \times 8$$

$$pni = 80$$

Pacientes internados (pi)

$$pi = ns \times pid$$

Donde,

ns : Número de salas = 5

pid : Promedio de pacientes internos por día = 2

Entonces:

$$pi = 5 \times 2$$

$$pi = 10$$

Por lo tanto la población total fue:

$$N = pf + pni + pi = 20 + 80 + 10 = 110$$

El tamaño de la muestra se determinó a partir de los cálculos anteriores, considerando un error máximo de muestreo del 8%, estableciendo el número mínimo con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1}$$

Donde,

n = Tamaño de la muestra

N = Población

E = Error de muestreo

$$n = \frac{110}{0,08^2(110 - 1) + 1} = 64,79 \approx 65$$

Operacionalización de variables

Cuadro N°. 4: Operacionalización variable independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BASICOS	T: TÉCNICAS I: INSTRUMENTOS	
Las Tecnologías de Telecomunicaciones se conceptúan como: Son las tecnologías que permiten la transmisión de datos, imágenes, voz, video y cualquier otra información, empleando medios electrónicos analógicos y/o digitales.	1. Red de Telefonía Fija e Internet	1.		T: Entrevista al técnico responsable de la red en la Fundación NSG.	
		XDLS	¿Que tecnologías se utilizan en la fundación para la red de telefonía fija y en la conexión a Internet ?		
	2. Red de Telefonía Móvil	2.	GSM	¿Que tecnologías se utilizan en la fundación para la red de telefonía móvil ?	I: Entrevista parcialmente estructurada
		GPRS			
		UMTS			
	3. Redes Inalámbricas	3.	BLUETOOTH	¿Que tecnologías se utilizan en la fundación para la red inalámbrica ?	T: Encuesta al personal de la Fundación NSG.
		ZIGBEE			
		HOMERF	I: Cuestionario estructurado.		
		WIFI			
			WIMAX		

Elaborador por: Investigador

Cuadro N°. 5: Operacionalización variable dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BASICOS	T: TÉCNICAS I: INSTRUMENTOS
Las Comunicaciones Móviles se conceptúan como: Son aquellas comunicaciones en el cual el área de cobertura es dividida en sectores y el medio de Tx/Rx entre el abonado y la central es inalámbrico, a través de canales de radiofrecuencia.	1. Comunicaciones Celulares	1.	¿Cuáles operadoras de telefonía celular brindan cobertura en los predios de la Fundación NSG ?	T: Observación de Campo en el interior de la fundación.
		* Operadoras de telefonía celular		
	2. Técnicas de cobertura en interiores	* Generaciones	¿Qué técnicas de cobertura en interiores se podrían aplicar en los predios de la Fundación NSG?	I: Lista de cotejo.
		2.		
		* Macroceldas		
		* Picoelclas		
		* Femtocelclas		
		* DAS		
* Cable Radiante				

Elaborador por: Investigador

Plan de recolección de información

La recolección de información se realizó gracias a los instrumentos descritos en los Cuadros 4 y 5, también se revisó la bibliografía correspondiente, así como trabajos relacionados con las nuevas tecnologías de comunicación móvil y en especial a las técnicas de cobertura en interiores.

Plan de procesamiento de información

Una vez que se aplicó los instrumentos y se analizó su validez, se procedió a la tabulación de los datos cuantitativos, los cuales se presentan gráficamente en términos de porcentajes a fin de facilitar su interpretación.

Se efectuó la estructuración de conclusiones y recomendaciones que organizadas en una propuesta lógica y factible, permitieron participar proactivamente en la solución o minimización de la problemática planteada.

Finalmente, como parte de la investigación crítico propositiva, se efectuó una propuesta pertinente al tema de investigación que permitirá solucionar el problema planteado.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Análisis e interpretación de los resultados de la entrevista

Para obtener información acerca de las tecnologías de telecomunicaciones presentes en la Fundación NSG se aplicó una entrevista al personal técnico encargado de las redes.

Diseño de la entrevista

El instrumento utilizado para obtener información acerca de las tecnologías de telecomunicaciones presentes en la Fundación NSG se puede visualizar en el Anexo A.

Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos al aplicar la guía de la entrevista parcialmente estructurada:

¿Cuáles son los tipos de telecomunicaciones presentes en la Fundación NSG?

Según los datos proporcionados por el técnico encargado de la red, se sabe que la fundación cuenta con los siguientes tipos de telecomunicación:

- Red telefónica fija
- Internet ADSL
- Red telefónica móvil

¿Cómo considera el servicio de comunicación móvil en el interior de la Fundación NSG?

El técnico comentó que la comunicación móvil especialmente de las operadoras Alegra y Movistar es pésima y en cuanto a la operadora Porta su calidad del servicio es aceptable en algunos lugares.

¿Conoce alguna tecnología alterna para mejorar la comunicación celular en interiores?

El técnico comentó que si existen algunas alternativas para mejorar la comunicación celular, que utilizan nuevas tecnologías de cobertura en interiores. Explicó además que mismas consisten en colocar antenas de pequeña potencia en los lugares donde se pretende dar servicio.

Análisis e interpretación de los resultados de las encuestas

También se aplicó una encuesta al personal que labora en dicha institución médica y a un número promedio de pacientes, cuyo objetivo fue conocer desde el punto de vista de los usuarios el estado de las comunicaciones móviles, cuales son las operadoras celulares presentes, así como también la calidad del servicio actual.

La muestra de la población a la cual se le aplicó la encuesta es de 65 personas, las cuales representan al personal que labora permanentemente en la fundación más un promedio de pacientes. Cabe señalar que existe más personal como es el caso de doctores y otros especialistas que son accidentales por lo que no fueron tomados en cuenta en la población.

Diseño del cuestionario

El instrumento utilizado para obtener información acerca de la calidad del servicio de la comunicación celular dentro de la Fundación NSG se puede visualizar en el Anexo B.

Tabulación de resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos al aplicar el cuestionario estructurado:

Operadoras de Telefonía móvil

PREGUNTA 1:

Cuadro N°. 6: Abonados de operadoras de telefonía móvil.

Pregunta	Opciones de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
¿De qué operadora de telefonía móvil usted es abonado?	Movistar	47	72%
	Porta	15	23%
	Alegro	3	5%
TOTAL :		65	100%

Elaborado por: Investigador

Gráficamente,

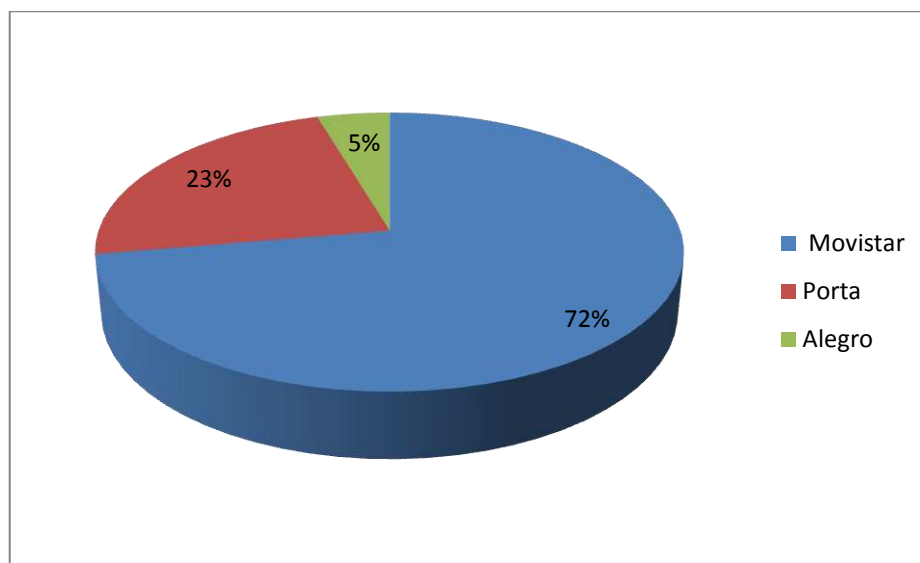


Gráfico N°. 7: Abonados de operadoras de telefonía móvil.

Elaborado por: Investigador

Interpretación

El 72% de las líneas activas que posee el personal son de la operadora Movistar, el 23% son de Porta, y 5% son de la operadora Alegro.

Calidad de la Telefonía móvil

PREGUNTA 2:

Cuadro N°. 7: Intensidad de señal de MOVISTAR en el interior.

Pregunta	Opciones de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
La intensidad de la señal de la operadora Movistar en el interior de la fundación es:	Buena	0	0%
	Regular	0	0%
	Mala	47	100%
TOTAL :		47	100%

Elaborado por: Investigador

Gráficamente,

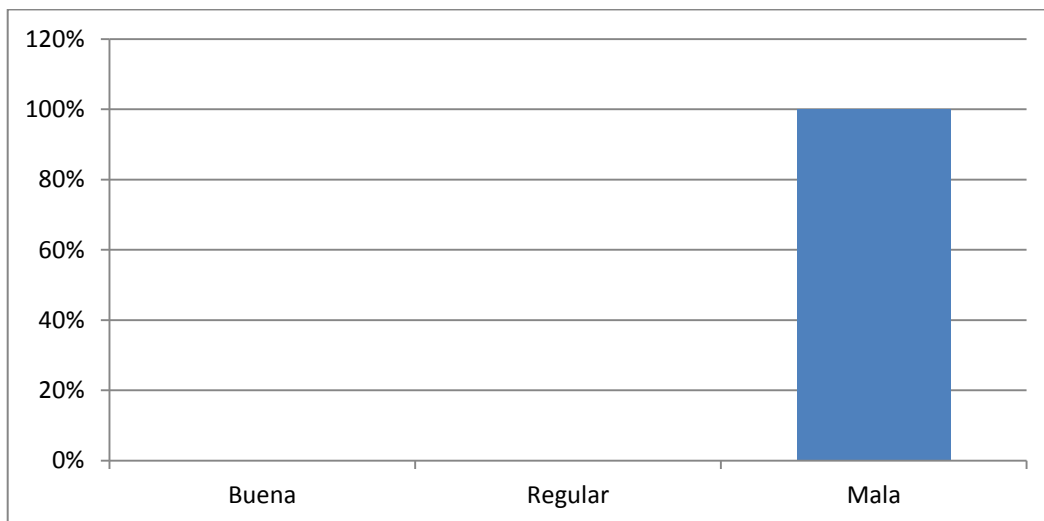


Gráfico N°. 8: Intensidad de señal de MOVISTAR en el interior.

Elaborado por: Investigador

Interpretación

En función de los resultados de una pregunta anterior se conoce que existen 47 abonados de Movistar entre los empleados y pacientes de la fundación, de los cuales el 100 % considera que la intensidad de la señal de esta operadora es mala.

PREGUNTA 3:

Cuadro N°. 8: Intensidad de señal de PORTA en el interior.

Pregunta	Opciones de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
La intensidad de la señal de la operadora Porta en el interior de la fundación es:	Buena	0	0%
	Regular	10	67%
	Mala	5	33%
TOTAL :		15	100%

Elaborado por: Investigador

Gráficamente,

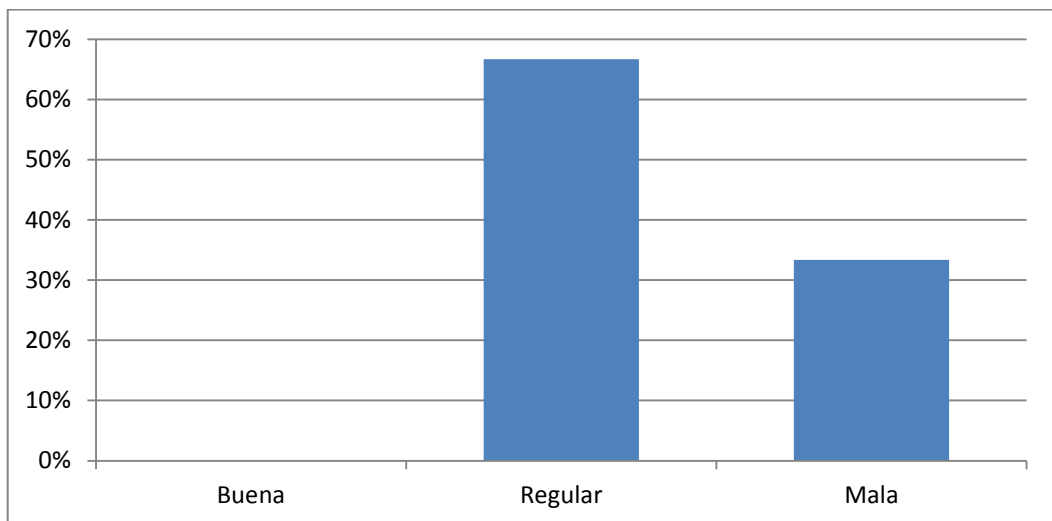


Gráfico N°. 9: Intensidad de señal de PORTA en el interior.

Elaborado por: Investigador

Interpretación

De los 15 abonados de Porta, el 67% considera que la intensidad de la señal de esta operadora es regular y el 33% restante la considera mala.

PREGUNTA 4:

Cuadro N°. 9: Intensidad de señal de ALEGRO en el interior.

Pregunta	Opciones de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
La intensidad de la señal de la operadora Alegro en el interior de la fundación es:	Buena	0	0%
	Regular	0	0%
	Mala	3	100%
TOTAL :		3	100%

Elaborado por: Investigador

Gráficamente,

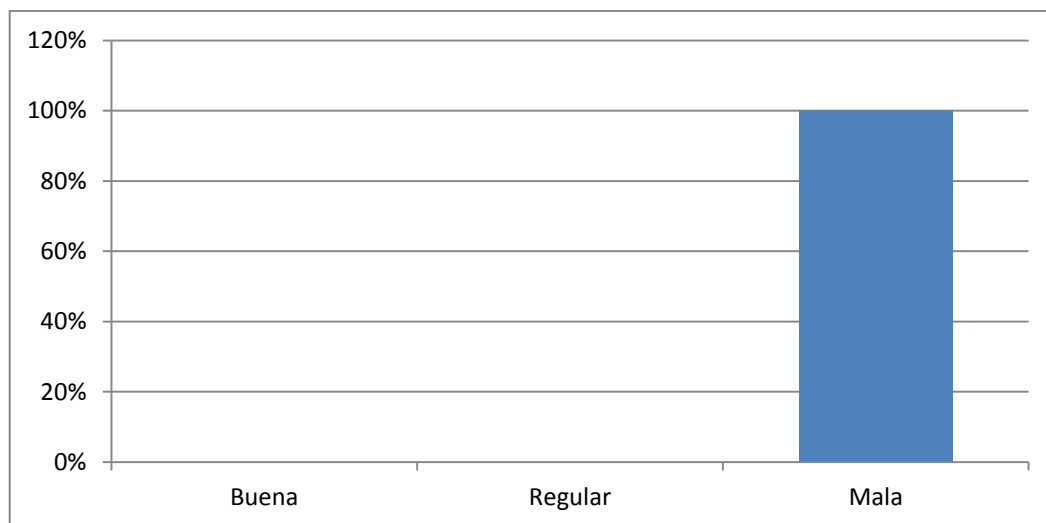


Gráfico N°. 10: Intensidad de señal de ALEGRO en el interior.

Elaborado por: Investigador

Interpretación

Todos los abonados de la operadora Alegro, afirman que la intensidad de la señal de dicha operadora es mala.

Aspiración general

PREGUNTA 5:

Cuadro N°. 10: Deseo de cobertura celular total.

Pregunta	Opciones de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
¿Le gustaría tener cobertura celular en todo el interior de la fundación sin importar su operadora?	Si	61	94%
	No	4	6%
TOTAL :		65	100%

Elaborado por: Investigador

Gráficamente,

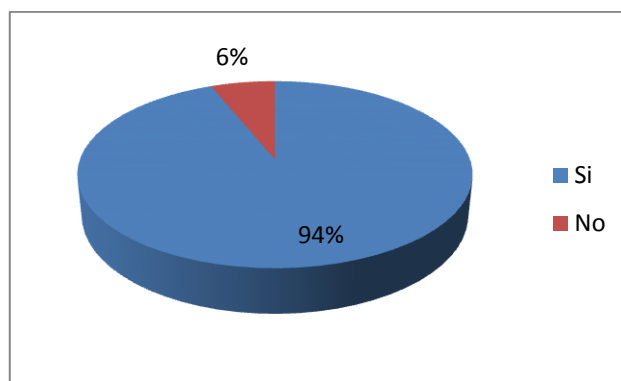


Gráfico N°. 11: Deseo de cobertura celular total.

Elaborado por: Investigador

Interpretación

El 94% de los sujetos encuestados desearía tener cobertura celular total en el interior de la fundación sea cual sea su operadora de telefonía móvil, pero un 6% no desearía tener cobertura celular.

PREGUNTA 6:

Cuadro N°. 11: Uso de tecnología celular

Pregunta	Opciones de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
¿Considera usted necesario el uso de la tecnología celular en sus actividades diarias?	Si	60	92%
	No	5	8%
TOTAL :		65	100%

Elaborado por: Investigador

Gráficamente,

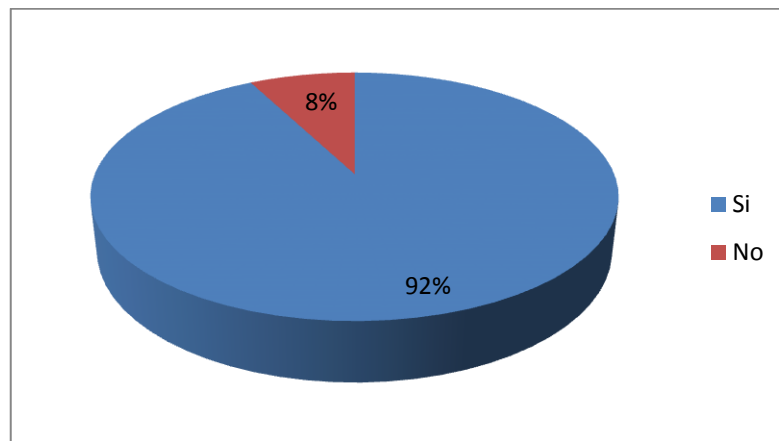


Gráfico N°. 12: Uso de tecnología celular

Elaborado por: Investigador

Interpretación

El 92% de los sujetos encuestados considera sumamente necesario la tecnología celular en sus actividades diarias mientras un 8% no lo considera necesario.

Análisis e interpretación de resultados de la Observación de Campo

Para obtener información más precisa acerca de la cobertura celular que brindan las operadoras en el interior de la Fundación se aplicó una observación de campo en los predios de la institución médica, cuyo objetivo fue determinar la presencia o no de señal celular en las diferentes oficinas de todos los pisos que conforman la estructura física de la Fundación NSG.

Diseño de la Lista de Cotejo

El instrumento utilizado para obtener información acerca la presencia o no de señal celular en las diferentes oficinas de la Fundación se puede visualizar en el Anexo C.

Tabulación de resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos al aplicar la lista de cotejo:

Planta baja

Número de oficinas: 16

Cuadro N°. 12: Cobertura celular en la planta baja.

ASPECTOS	SI	Porcentaje	NO	Porcentaje
1. La señal de la operadora MOVISTAR está presente.	0	0%	16	100%
2. La señal de la operadora PORTA está presente.	4	25%	12	75%
3. La señal de la operadora ALEGRO está presente.	0	0%	16	100%

Elaborado por: Investigador

Gráficamente,

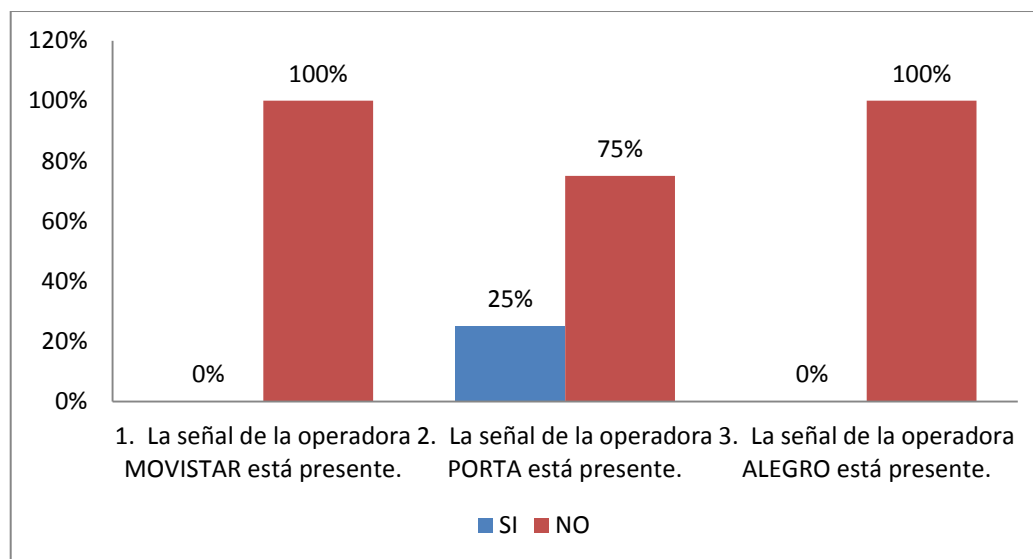


Gráfico N°. 13: Cobertura celular en la planta baja.

Elaborado por: Investigador

Interpretación

En el 100% de las oficinas de la planta baja la señal de las operadoras Movistar y Alegro no existe, en cuanto a la operadora Porta solo está presente en el 25% de las mismas.

Piso 1

Número de oficinas: 22

Cuadro N°. 13: Cobertura celular en el Primer Piso.

ASPECTOS	SI	Porcentaje	NO	Porcentaje
1. La señal de la operadora MOVISTAR está presente.	0	0%	22	100%
2. La señal de la operadora PORTA está presente.	5	23%	17	77%
3. La señal de la operadora ALEGRO está presente.	0	0%	22	100%

Elaborado por: Investigador

Gráficamente,

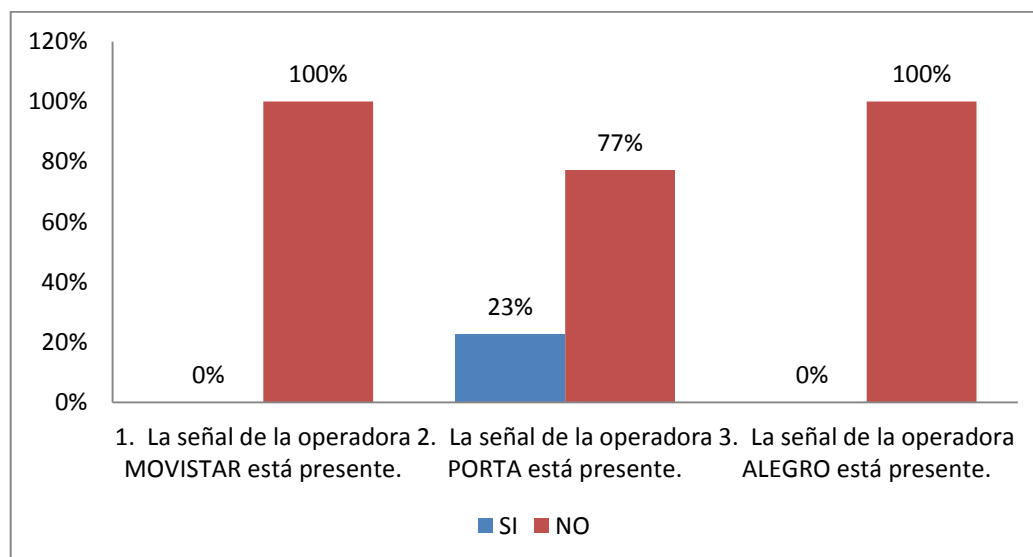


Gráfico N°. 14: Cobertura celular en el Primer Piso.

Elaborado por: Investigador

Interpretación

En el 100% de las oficinas del primer piso, la señal de las operadoras Movistar y Alegro no existe, en cuanto a la operadora Porta solo está presente en el 23% de las mismas.

Para visualizar la distribución de las oficinas por pisos referirse al Anexo D.

Análisis de tecnologías usadas por operadoras de telefonía móvil

La telefonía móvil celular es un servicio final por medio del cual se provee la capacidad completa para la comunicación entre suscriptores, así como su interconexión con los usuarios de la red telefónica pública y otras redes autorizadas.

Los sistemas de telefonía móvil celular son aquellos que permiten la comunicación entre usuarios que se desplazan libremente dentro de la zona de cobertura de un operador, es decir en lugares geográficos diferentes; estos sistemas constituyen grandes redes de comunicaciones que actualmente permiten cursar diferentes servicios, entre ellos: Telefonía móvil, envío de mensajes cortos, datos, etc.

En Ecuador existen tres operadoras que ofrecen servicios de comunicación inalámbrica móvil. Inicialmente se encontraban habilitadas por la administración ecuatoriana para prestar únicamente Servicios de Telefonía Móvil Celular (STMC) y Servicios Móviles Avanzados (SMA), pero con el crecimiento explosivo de las redes de datos e Internet, se han visto en la necesidad de obtener los permisos necesarios para ofrecer el servicio de portador.

El servicio de telefonía móvil celular (STMC) es ofrecido por dos empresas privadas que iniciaron sus operaciones en el año 1994: OTECEL que es controlada por Telefónica de España y cuyo nombre comercial es MOVISTAR y CONECEL controlada por Porta/América Móvil, de México y cuyo nombre comercial es PORTA. Ambos operadores internacionales tienen operaciones en diversos países latinoamericanos.

En Febrero del 2003 se otorgó la concesión para ofrecer el Servicio Móvil Avanzado (SMA) a una tercera empresa llamada TELECSA cuyo nombre comercial es ALEGRO la misma que ofrece sus servicios desde Diciembre del mismo año.

En el Cuadro 14 y Grafico15 se observa el porcentaje de mercado que cubre cada una de las operadoras de telefonía móvil que funcionan en el Ecuador a febrero de 2010.

Cuadro N°. 14: Porcentaje de mercado que cubren de las operadoras de telefonía móvil en el Ecuador.

OPERADORA	LINEAS ACTIVAS	PORCENTAJE
PORTA	9514599	69%
MOVISTAR	3904390	28%
ALEGRO	353181	3%
TOTAL :	13772170	100%

Fuente: www.supertel.gov.ec
Elaborado por: Investigador

Gráficamente,

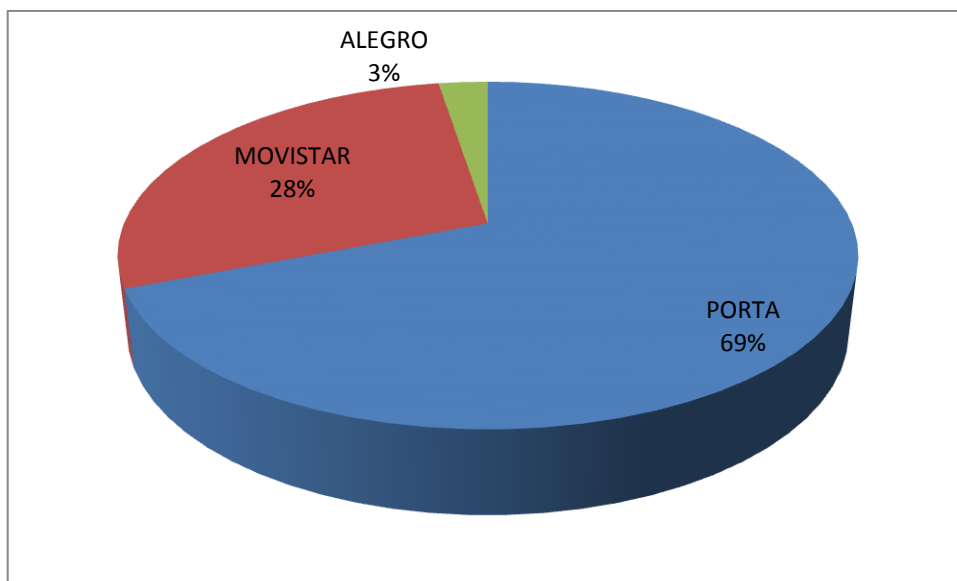


Gráfico N°. 15: Porcentaje de mercado que cubren de las operadoras de telefonía móvil en el Ecuador.

Fuente: www.supertel.gov.ec
Elaborado por: Investigador

Operadora OTECEL S .A. (Movistar)

También llamada MOVISTAR, tiene cobertura en las principales ciudades del Ecuador, utiliza tecnologías como TDMA, DMA y GSM para brindar servicios de telefonía móvil celular y servicio de transmisión de datos con velocidades de hasta 153 Kbps nominal, según datos de la misma empresa 40 – 60 Kbps en CDMA y en la banda de 850 MHz usando tecnología CDMA 1x posee 514 radio bases en todo el país, en la provincia del Tungurahua posee 18 radio bases las cuales dan cobertura principalmente a las localidades ubicadas en las parroquias: Ambato, Chisalata, Augusto Martínez, Constantino Fernández, Cunchibamba, Izamba, Huachi Grande, Juan Benigno Vela, La matriz, Celiano Monje entre las más importantes.

La empresa OTECEL ofrece servicios de transmisión de datos y telemetría, mediante su red de paquetes de datos por la cual se ofrecen dos tipos de servicio como son: el acceso a una red pública y local y el acceso a una red privada, se accede a este servicio por el método de acceso de simple IP o móvil IP, en la cual se ofrecen aplicaciones como WAP, Internet 1x, transferencia de archivos.

Tecnologías utilizadas por OTECEL / MOVISTAR:

CDMA 2000 1X RTT

Nombre: Acceso Múltiple por División en Código

Banda de Frecuencias: 850 MHz

DownLink: 153 Kbps

Promedio en Descarga de Archivos: 50 – 70 Kbps

Cobertura: Todo el territorio ecuatoriano, donde exista cobertura CDMA

GSM / GPRS

Nombre: Servicio de Radio de Comunicaciones Móviles/Paquete General.

Banda de Frecuencias: 850 MHz

DownLink: 115 Kbps

Promedio en Descarga de Archivos: 30 – 40 Kbps

Cobertura: Todo el territorio ecuatoriano.

En el Gráfico 16 se aprecia la cobertura GSM en la provincia de Tungurahua.



Gráfico N°. 16: Cobertura GSM en la provincia de Tungurahua.

Fuente: <http://movistar.com.ec/site/movil-personas/cobertura.html>

En el Cuadro 15 se especifica la cobertura CDMA en la provincia de Tungurahua:

Cuadro N°. 15: Cobertura CDMA en la provincia de Tungurahua.

Provincia: TUNGURAHUA	Cantón: AMBATO
PARROQUIA	CMDA
AMBATILLO	√
AMBATO	√
ATAHUALTA (CHISALATA)	√
AUGUSTO N. MARTINEZ	√
CONSTANTINO FERNANDEZ	√
CUNCHIBAMBA	√
HUACHI GRANDE	Solo en lugares abiertos
IZAMBA	√
JUAN BENIGNO VELA	x
MONTALVO	x
PASA	x
PERIFERIA	√
PICAIHUA	√
PILAHUIN	x
QUISAPINCHA	x
SAN BARTOLOME DE PINLLO	√
SAN FERNANDO	x
SANTA ROSA	√
TOTORAS	√
UNAMUNCHO	√

Elaborado por: Investigador

Fuente: <http://movistar.com.ec/site/movil-personas/cobertura.html>

Operadora CONECEL S.A. (Porta)

Porta tiene la mayor cobertura del país con tecnología TDMA y GSM, funciona en la banda de los 800 MHz con una velocidad de transmisión de 44 Kbps, posee en todo el país 1261 radio bases, entregando cobertura a la mayoría de cantones de la provincia del Tungurahua proporcionando el servicio con 27

estaciones, utiliza tecnología GPRS para la transmisión de paquetes e Internet móvil.

El sistema funciona con canales de 200 KHz, en bandas de 25 MHz, por lo que se tienen 124 canales considerando 2 bandas de guarda de 100 KHz, en la mayoría de ciudades se tiene celdas de 2 a 5 km, modula sus portadoras con GMSK.

Su NOC se encuentra en la ciudad de Guayaquil comunicado por una red de servicios portadores de fibra óptica a la ciudad de Quito y adicionalmente por un conjunto de redes de microonda, en la provincia provee la comunicación en las siguientes localidades: Ambato, Ambatillo, Atahualpa, Baños, Benítez, Cevallos, Constantino Fernández, Cunchibamba, El Salado, Huachi Chico, Huachi Grande, Izamba, Martínez, Pasa, Pinillo, Pilahuin, Quisapincha, Salasaca, Santa Rosa, Unamuncho, Ulba.

En la ciudad de Ambato, entrega Internet móvil GPRS con la tecnología WAP en la zona urbana a una tasa de transmisión de 40 Kbps en promedio, también presta servicios portadores a través de sus redes de fibra óptica y microonda terrestre, además ofrece servicios de telemetría a grandes empresas dependiendo de la cantidad de datos a transmitir.

Tecnologías utilizadas por CONECEL / PORTA:

GSM / GPRS

Nombre: Servicio de Radio de Comunicaciones Móviles/Paquete General.

Banda de Frecuencias: 850 MHz

DownLink: 115 Kbps

Promedio en Descarga de Archivos: 30 – 40 Kbps

Cobertura: Todo el territorio ecuatoriano, donde se dispone del servicio GPRS de acuerdo a cobertura GSM.

EDGE

Nombre: Velocidades Incrementadas de Datos para la Evolución Global

Banda de Frecuencias: 850 MHz

DownLink: 473 Kbps

Promedio en Descarga de Archivos: 100 – 130 Kbps

Cobertura: Quito, Guayaquil, Manta, Machala, Tarapoa, Cuenca, Santo Domingo, Ibarra, Atuntaqui, Cayambe, Cotacachi, Otavalo, Baños, Guaranda, Ambato, Latacunga, Riobamba y Santa Elena.

Operadora TELECSA S.A. (Alegro)

Empresa que facilita el servicio móvil avanzado en la banda de 1900 MHz con tecnología CDMA 1x EVDO, optimizado para la comunicación de datos alta velocidad. Tiene un alto throughput debido a la utilización de codificación adaptiva y modulación proporcionando velocidades de hasta 300 Kbps en transmisión de datos, utiliza multiplexación por división de tiempo en enlace ascendente y solo un terminal recibe el tráfico de los paquetes desde cada sector en un tiempo dado, trabaja con una portadora con ancho de banda de 1.25 MHz.

La arquitectura de CDMA2000 1x EV-DO permite la utilización de los mismos elementos de red CDMA 1x, para un funcionamiento óptimo necesita recursos adicionales de hardware como: una tarjeta de módulo de datos en la BTS, un controlador de red de radio DO-RNC, un servidor de Administrador elemental de datos y otro de autenticación.

La red de TELECSA consiste del dispositivo final, la red de acceso por radio y la red de datos en paquetes. El terminal de acceso o dispositivo de usuario es aquel que envía y recibe solo datos según los requerimientos del usuario como una computadora, palm, pocket PC etc.

La red de acceso por radio maneja la interfaz aire, utiliza una BSC con una función de control de paquetes PCF y múltiples BTS para formar la red de

acceso, la misma contiene celdas en promedio 2.4 Km. de radio, generalmente se utiliza en cada ciudad una BSC y varias BTS, las BSCs son responsables de la asignación de recursos por radio y administración de las BTSs; la PCF administra del estado los datos en paquetes e interactúa con la BSCs, y las BTSs realizan procesos de modulación, demodulación codificación y decodificación de la señal.

Los elementos relacionados a la red de datos de paquetes son el nodo de servicios de datos PSDN y el servidor AAA, la PSDN soporta la administración e direcciones IP, enrutamiento de paquetes entre las redes de datos y redes inalámbricas, recolección de información para la facturación y soporte para la autenticación. El servidor AAA es una base de datos responsable por el almacenaje de los perfiles de usuario y soporta las funciones de autenticación.

La empresa posee enlaces de backhaul con microondas comprendidas en los rangos de 7 a 15 Ghz, y en algunos casos comunicaciones con SONET SDH a través de fibra óptica.

Posee cobertura en las principales ciudades del país con 218 radio bases PCS teniendo 9 en la ciudad de Ambato las cuales dan cobertura al cantón en la zona urbana y rural.

Cabe señalar que desde diciembre del 2007 esta operadora ofrece servicio GSM en la banda de los 1900 MHz. Alegro arriendará la infraestructura de Movistar por 5 años y con esto espera ahorrar el 85% del costo de una red GSM propia a nivel nacional.

Tecnología utilizada por ALEGRO PCS / TELECSA:

CDMA2000 1X EV-DO

Nombre: Evolución de Datos Optimizados

Banda de Frecuencias: 1900 MHz

DownLink: 2.4 Mbps

Promedio en Descarga de Archivos: 300 – 500 Kbps

Cobertura: Se la puede visualizar en los Gráficos 17 y 18.

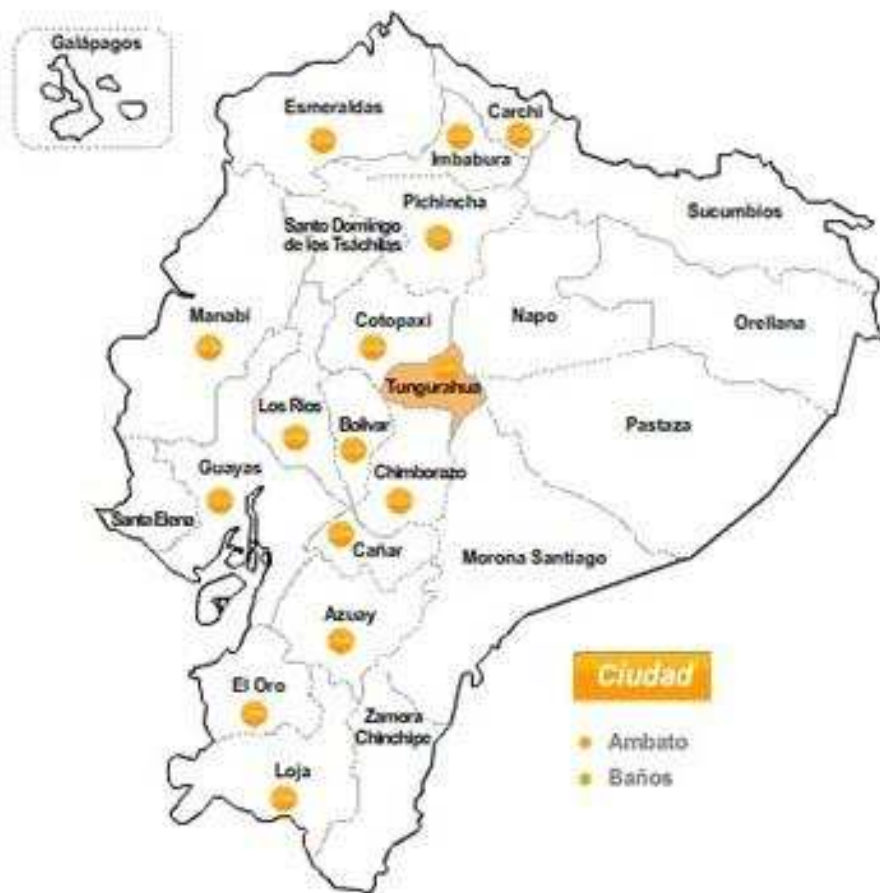


Gráfico N°. 17: Cobertura CDMA en la provincia de Tungurahua.

Fuente: <http://www.alegro.com.ec/personas/CoberturayVentas/tabid/214/Default.aspx>

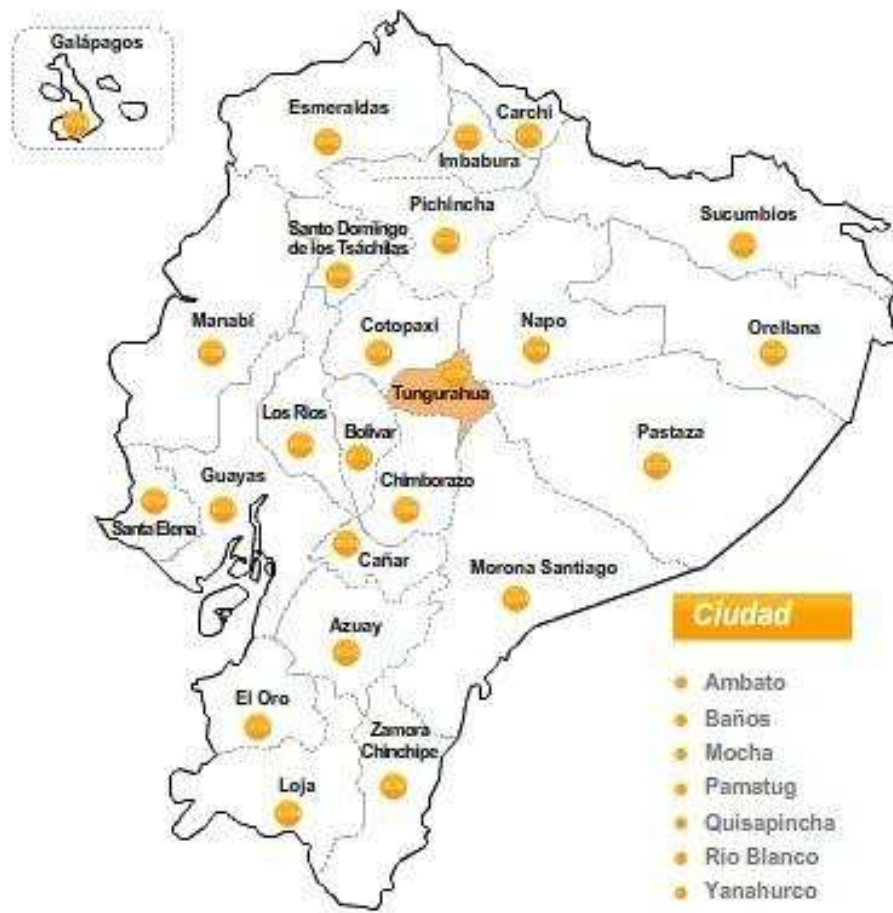


Gráfico N°. 18: Cobertura GSM en la provincia de Tungurahua.

Fuente: <http://www.alegro.com.ec/personas/CobeturayVentas/tabid/214/Default.aspx>

Análisis de Técnicas de cobertura en interiores

Mejora de la cobertura en interiores

La mejora de la cobertura de radio en interiores se vuelve cada vez más importante. Esta es la razón por la cual las varias soluciones se han planteado. En el pasado, la cobertura en el interior fue realizada exclusivamente por una antena exterior, tal como se representa en el Gráfico 19.

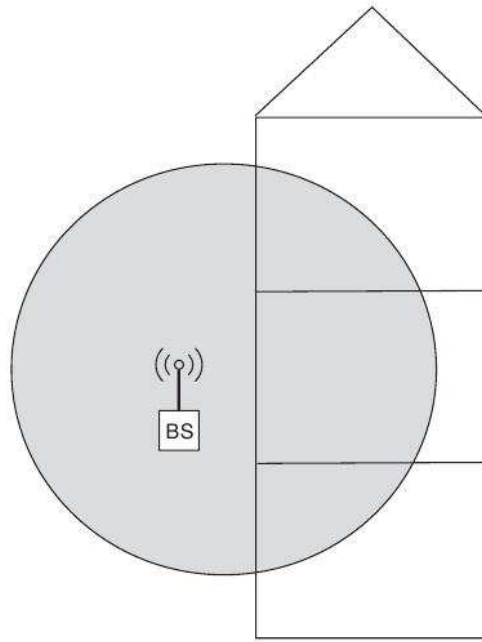


Gráfico N°. 19: Cobertura de radio de celda externa en un edificio de 3 pisos
Fuente: ZHANG Jie, (2010). Femtocells: Technologies and Deployment.

En este enfoque, la única manera de aumentar la cobertura en interiores era aumentar la potencia o agregar más celdas. Esto condujo a la creación de celdas más pequeñas externas (microceldas) que proporciona más capacidad a la red. Por desgracia, este enfoque es costoso para los operadores, porque tienen que instalar equipos en más lugares, lo cual incrementa significativamente los costes de mantenimiento. Por otra parte, esta solución también crea más problemas relativos a la interferencia, a medida que más celdas se superponen entre sí. Por último, la mejora de la cobertura de radio interior mediante la adición de celdas externas no es óptima. Para superar la limitación de las celdas externas, diferentes enfoques se han propuesto con el fin de aumentar la señal en interiores directamente. La solución consiste en añadir antenas directamente dentro de los edificios. En primer lugar, se ha desarrollado el Sistema de Antena Distribuidas (DAS). Diferentes antenas están distribuidas en el interior del edificio para crear una cobertura homogénea. Estas antenas están conectadas a una fuente común (la estación base). Otra solución, se propuso, inicialmente para cubrir túneles y corredores de larga distancia, llamada cable radiante. El cable radiante sustituye a la antena haciendo que la señal se propague a lo largo de él.

Por último, la solución más reciente es la instalación de pequeñas estaciones base de interior como las Picoceldas o Femtoceldas. Todas estas técnicas se detallan en los párrafos siguientes.

Las celdas al aire libre

En el pasado, con el despliegue de los sistemas GSM, la cobertura de la red siempre ha sido proporcionada por las estaciones base instaladas en zonas rurales y con radio de la celda de pocos kilómetros, o en las zonas urbanas con un radio de celda de unos pocos cientos de metros. La parte principal de la red proporciona el servicio de voz, por lo tanto una tasa de datos muy alta no era realmente útil. Es por eso que la mayor parte de la cobertura en interiores fue realizada exclusivamente por los emisores al aire libre. Este hecho sigue siendo válido hoy, porque las soluciones específicas de interior sólo empezaron a ser desplegadas en los últimos diez años. En el Grafico 19, se representa una vista esquemática de cómo se proporciona la cobertura en interiores. Por supuesto, las paredes de los edificios, en función de las propiedades de su material, atenúan más o menos la señal. Por ello, los operadores tenían que encontrar algunas soluciones para aumentar la cobertura en interiores, que incluyen la adición de nuevas estaciones base, o bien modificar las ya existentes.

Debido a las regulaciones de salud, una solución que consista en aumentar la potencia de radiación de las estaciones de base no era posible. Por lo general se puede encontrar dos tipos principales de medio ambiente y cada uno requiere enfoques diferentes: zonas rurales, donde Macrocelas cubren grandes distancias, y las zonas urbanas donde la densidad de población requiere un mayor número de celdas pequeñas.

En las zonas rurales, las estaciones base de gran altura se instalan para cubrir distancias más largas. Estas son llamadas Macrocelas. El poder de las estaciones base de Macrocelas es alto, a fin de maximizarla distancia recorrida. En este tipo de ambiente, el enfoque de las operadoras ha sido siempre el de tratar de garantizar una cobertura mínima para que las llamadas de voz se pueda realizar en

el exterior, debido al bajo número de clientes y el alto precio de las estaciones base de gran alcance. La desventaja de una red con Macrocelas es que la red sólo se ha implementado teniendo en cuenta la cobertura al aire libre, por lo que en muchas zonas rurales todavía es necesario salir del edificio para poder hacer una llamada. Luego, con el fin de optimizar la cobertura en interiores, el único enfoque para las operadoras fue la de añadir más Macrocelas. Dado que dicho equipo es costoso, no sólo en términos de coste de compra, sino también en términos de mantenimiento, las operadoras siempre han tenido que lidiar con un compromiso económico: añadir Macrocelas en las zonas donde el número de clientes es lo suficientemente grande como para hacer rentable la instalación, y dejar las otras áreas ya sea con o sin cobertura mínima.

En las zonas urbanas, el problema es similar a la que con el medio rural, salvo que la alta densidad de posibles clientes hace que las operadoras buscar algunas soluciones eficientes para aumentar la cobertura. El enfoque común para aumentar la capacidad de una red celular es agregar más celdas, cada una de ellas cubriendo áreas más pequeñas. Por lo tanto, en un entorno urbano, los operadores tuvieron que instalar más estaciones base con una potencia más baja. También tuvieron que enfrentar el mismo dilema que en un entorno rural donde la cobertura dentro de los edificios está garantizada sólo por la mejora de la calidad de la señal al aire libre.

Microcelas al aire libre

Con el reciente desarrollo de UMTS o HSPA, nuevos servicios de datos aparecen, los que requieren una mayor cobertura. Para aumentar la capacidad, las operadoras comenzaron a instalar estaciones base pequeñas al aire libre llamadas microcelas. Estas se utilizan en áreas específicas en las que se conoce la capacidad adicional que se necesita, por ejemplo, cerca de una estación de tren o en el centro de la ciudad. También suelen ser desplegadas temporalmente durante ocasiones especiales, como eventos deportivos, por ejemplo. La adición de microcelas en el entorno urbano permite que la operadora subdivida las celdas, lo

que lleva a una optimización del uso del espectro y garantiza una mejor capacidad.

Todos los métodos descritos anteriormente (macroceldas, microceldas) se han utilizado por mucho tiempo, pero sólo de manera indirecta para optimizar la cobertura en interiores mediante el aumento de la cobertura al aire libre. La necesidad de optimizar la cobertura en interiores directamente llevo al desarrollo de tecnologías más específicas, que serán descritos a continuación.

Repetidores

Debido a la atenuación de las paredes de los edificios, se propuesto utilizar un componente que amplifique la señal y la envíe del aire libre al interior de un edificio con el fin de aumentar la cobertura de radio. Según lo representado en el Grafico 20, un repetidor se utiliza para retransmitir la señal del aire libre al interior del edificio. Existen dos tipos de repetidores:

- Repetidores pasivos que amplifican la señal en una banda de frecuencia determinada, independientemente de su naturaleza.
- Repetidores activos, que son capaces de modificar la señal antes de retransmitirla.

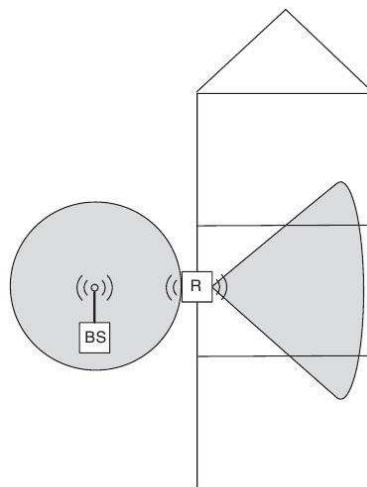


Gráfico N°. 20: Cobertura de radio de un repetidor en un edificio de 3 pisos.

Fuente: ZHANG Jie, (2010). Femtocells: Technologies and Deployment.

Repetidores pasivos de interior: Trabajan en una banda de frecuencia determinada. Por lo general están formados de tres componentes: una antena externa para recibir la señal de bajo nivel del exterior, un amplificador, y otra antena para retransmitir la señal amplificada en el interior del edificio.

➤ **Antena Externa**

Por lo general, la antena es direccional y orientada en la dirección del sector más cercano a la antena exterior. El uso de antenas de alta ganancia permite la prestación de mejor calidad de la señal que con antenas de pequeña ganancia. En algunos casos donde se utilizan pequeños repetidores, la ganancia no es tan alta, por lo que es importante asegurar que la antena direccional este perfectamente orientada en la dirección correcta para compensar este detalle. En la planificación de edificios, los ingenieros usan monitores de fuerza de la señal para esta tarea.

➤ **Amplificador**

La ganancia de potencia G(en dB) se calcula con la siguiente ecuación:

$$G = 10 \times \log \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

Donde, P_0 es la potencia de la señal recibida en la antena externa, y P la potencia de la señal emitida por la antena de interior. Por lo general, el valor de ganancia de los amplificadores puede variar de 30 a 50 dB.

➤ **Antena interior**

La antena de interior retransmite la señal amplificada. Dependiendo de la instalación, se puede utilizar antenas omnidireccionales o direccionales.

Los repetidores activos: Son repetidores más avanzados, porque son capaces de decodificar la señal y de reorganizarla antes de retransmitirla. Con este sistema, el ruido puede ser eliminado. Además, se proponen funcionalidades más avanzadas, como, por ejemplo, recepción en un canal y la retransmisión en otro. Es por eso que los repetidores activos, si están bien instalados, ofrecen mejor rendimiento que los repetidores pasivos. No sólo amplían la cobertura, sino que también aumentan la velocidad de transmisión de datos, disminuyendo los errores. Dado que los sistemas activos son caros en comparación con los pasivos, una buena idea es usarlos repetidores activos sólo cuando es necesario (zonas muy reducidas) y combinarlos con repetidores pasivos baratos en el resto del ambiente.

Podemos concluir que los repetidores pasivos son más baratos que los repetidores activos, pero su rendimiento es menor debido a que el ruido también se amplifica. Los repetidores activos pueden reformar la señal y mejorar el rendimiento de los sistemas. Por otra parte, el uso de múltiples repetidores puede ayudar a mejorar el rendimiento de los sistemas. Sin embargo, esta idea no se ha explotado mucho, debido al exitoso desarrollo de los Sistemas Distribuidos de Antenas (DAS), que también reside en la idea de utilizar múltiples antenas en el interior del edificio. Esta tecnología se describe a continuación.

Sistemas Distribuidos de Antenas(DAS)

La idea del DAS es dividir la potencia de transmisión entre elementos de antena separados. Por ejemplo, estas antenas se pueden encontrar en diferentes pisos de un edificio para proporcionar una cobertura homogénea. La idea de este sistema se puede encontrar en el comienzo de la década de 1980 y el primer documento sobre los sistemas de antenas distribuidas fue propuesto por Saleh en 1987. Saleh propuso sustituir una antena que irradia una potencia alta, con múltiples antenas pequeñas con baja potencia para cubrir la misma área. El DAS mejora la eficiencia de la red, también reduce el solapamiento entre las áreas de cobertura de las diferentes antenas, y las áreas de cobertura de las antenas se

adaptan lo más posible a la forma del edificio. Por lo tanto el éxito es tratar de hacer que la cobertura sea lo más homogénea posible. Diferentes sistemas DAS se han propuesto en el mercado. Un DAS pasivo utiliza elementos pasivos para hacer que la señal de salida de la estación base vaya a las diferentes antenas. Más tarde, se desarrollaron sistemas más avanzados del DAS, basados en componentes activos, haciendo mejor la performance del sistema, y facilitando la instalación.

El Grafico 21 muestra un esquema de cobertura con DAS.

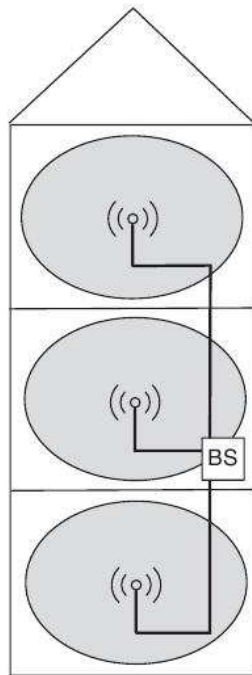


Gráfico N°. 21: Cobertura de radio de un DAS en edificio de 3 pisos.

Fuente: ZHANG Jie, (2010). Femtocells: Technologies and Deployment.

Cable radiante

El cable radiante, también llamado el alimentador con fugas, es un cable metálico que actúa como una larga antena. La energía electromagnética se puede recibir o transmitir a lo largo del cable, por lo que se adapta bien a largos ambientes estrechos, como pasillos, ascensores o túneles. Por ejemplo, en Londres, un sistema de cable radiante es utilizado por el metro en su red de comunicación interna. En general, el cable radiante está directamente conectado con la estación base como se indica en el Grafico 22

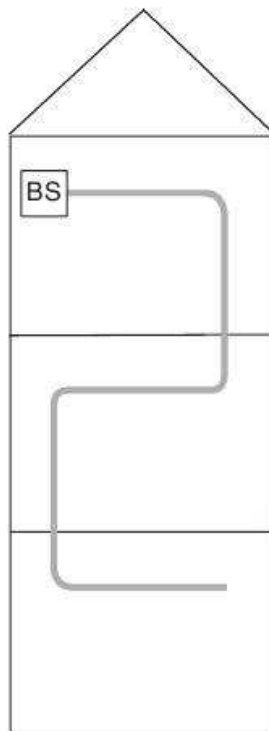


Gráfico N°. 22: Cobertura de radio de cable radiante en edificio de 3 pisos.

Fuente: ZHANG Jie, (2010). Femtocells: Technologies and Deployment.

Principio de Funcionamiento

Un cable de radiación es similar a un cable coaxial estándar, sin embargo, algunas ranuras sintonizadas se colocan en la superficie del conductor exterior. Una vista esquemática del corte transversal de un cable se muestra en el Grafico 23. Las ranuras están sintonizadas con la longitud de onda específica de RF de operación o ajustadas a una banda de frecuencia de radio específica. Se fuga una parte de la energía electromagnética que se propaga en el cable en forma de ondas electromagnéticas. El patrón de la antena es casi omnidireccional en el plano transversal del cable. Para alcanzar una mayor eficiencia, se recomienda dejar un espacio entre el cable y las paredes. Por otra parte, fijaciones metálicas no son recomendables porque afectan el patrón de la antena.

Si el cable es uniformemente homogéneo, la relación entre la energía radiada y de la energía propagada en el cable es constante a lo largo del cable. Cuanto mayor sea la pérdida en el cable, mayor será la capacidad de irradiar energía.

Algunas soluciones recientes se han propuesto e implican una pérdida de acoplamiento ajustable, que permite al usuario adaptar la energía radiada en entornos complejos. Por ello, este sistema tiene un alcance limitado, especialmente en la gama de alta frecuencia, donde las pérdidas son más importantes.

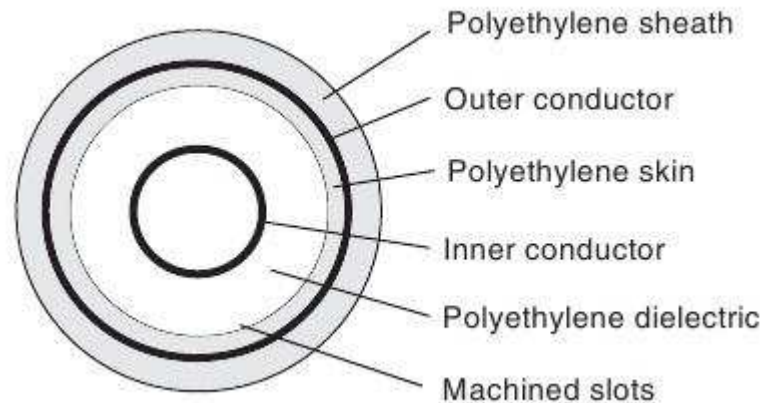


Gráfico N°. 23: Corte transversal de un cable radiante.

Fuente: ZHANG Jie, (2010). Femtocells: Technologies and Deployment.

Alternativa al Cable Radiante

El Cable radiante es una solución eficiente para cubrir grandes distancias, por lo que es ampliamente utilizado. Sin embargo, algunas soluciones alternativas son posibles, como el uso del DAS a lo largo del ambiente. El cable radiante soluciona muchos problemas de los DAS, ya que tienen una cobertura mucho mejor, pero en la práctica, la instalación de este no siempre es sencilla en algunos edificios, así como los costes de instalación y los problemas de interferencias que surgen de la interacción con los objetos circundantes, el DAS sigue siendo la opción preferida en instalaciones.

Estaciones Base para interiores

Una nueva propuesta para aumentar la cobertura y la capacidad, es el despliegue de estaciones base pequeñas directamente en el interior de los edificios como se representa en el Grafico 24. Dos enfoques principales se han propuestos: las picoceldas y las femtoceldas.

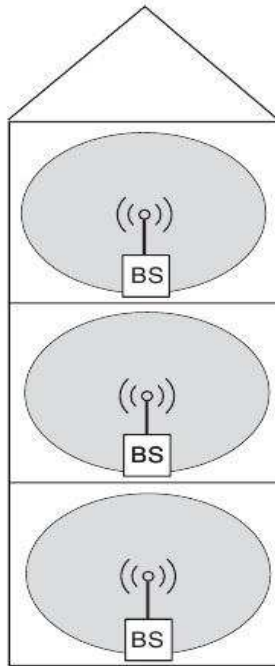


Gráfico N°. 24: Cobertura de radio de celdas indoor en edificio de tres pisos.

Fuente: ZHANG Jie, (2010). Femtocells: Technologies and Deployment.

Picoceldas

Con el éxito del estándar IEEE802.11, también llamado Wi-Fi (Wireless Fidelity), que permite a las personas el acceso a su conexión a Internet de banda ancha a través de interfaz de aire, las operadoras comenzaron a pensar en extender este concepto a sus redes móviles. En WiFi, el usuario se conecta a un dispositivo llamado Punto de Acceso (AP), que integra una antena para establecer el vínculo entre el usuario y la conexión a Internet. Una picocelda es una estación base pequeña, muy similar a un punto de acceso. Son pequeñas (por lo general el tamaño A4 de papel, y unos pocos centímetros de espesor), e integra una antena que emite una señal de baja potencia. De hecho, una picocelda es una estación base simplificada, con baja potencia y menor capacidad que las estaciones base de microceldas o macroceldas. Se conectan al controlador de estación base (BSC) del operador. Al igual que con las estaciones base estándar, la BSC gestiona la transmisión de datos entre la picocelda y la red, y realiza los traspasos entre las celdas y la asignación de los recursos a los distintos usuarios. La picocelda está conectada a la red principal a través del cableado estándar en la construcción,

conexión de fibra óptica o Ethernet. Por lo general, una antena omnidireccional está integrada en la picocelda.

Ventajas

La principal ventaja de las picoceldas es que son más baratas que las estaciones base estándar, y el costo de instalación también es menor. Efectivamente se aumenta la cobertura en interiores, ya que se instalan en el interior. El área de cobertura de las celdas es pequeño en comparación con las estaciones base externas, ya que la potencia radiada es menor, y también debido a las numerosas reflexiones y difracciones debidas a las paredes y otros obstáculos en el interior del edificio. Por lo tanto, para cubrir el interior de un edificio se requiere el uso de muchas picoceldas en comparación con las celdas exteriores. Esto permite que la operadora celular tenga más celdas, y así aumentan la capacidad de la red interior del edificio. Es por eso que las picoceldas se despliegan en las zonas de interior que contiene una alta densidad de usuarios. Por otra parte, mediante la instalación de un picocelda dentro de un edificio, la operadora puede tener más capacidad en la red externa, porque las celdas al aire libre que se utilizan para cubrir el edificio estén disponibles sólo para los usuarios en los exteriores.

En muchas situaciones, también se da una oportunidad para que la operadora reduzca la potencia radiada de las celdas externas usadas para cubrir el edificio. Es por eso que las picoceldas no sólo aumentan la capacidad en el interior del edificio, sino también aumentar la capacidad en el exterior, y reducen las interferencias en el exterior debido a la superposición entre las celdas. Ya que las picoceldas son celdas pequeñas, también pueden ser utilizadas en escenarios donde la localización es importante. Con pequeñas celdas es fácil determinar donde se encuentra el usuario en la construcción, y si hay muchas picoceldas la posición del usuario se conoce con más precisión.

Implementación

Al igual que el DAS o repetidores, el despliegue de redes picocelda necesita atención especial. El principal desafío es donde la picocelda debe ubicarse y

cuáles son los mejores parámetros. Las Picoceldas están desplegadas principalmente en grandes áreas como centros comerciales o aeropuertos, por lo que la instalación puede ser un reto. Otro efecto importante al momento de instalar picoceldas es reducir al mínimo la interferencia con las celdas vecinas al aire libre. De hecho, en los edificios cercanos a las celdas externas, una parte de la señal que viene de fuera va a interferir con la señal en los interiores. Por otro lado, una parte de la señal emitida por picocelda saldrá e interfiere con las celdas exteriores. Estos fenómenos se producen principalmente a través de las ventanas, ya que la señal se refleja menos en vidrio que en piedra o en hormigón. Así, el principal desafío al instalar picoceldas es tomar en cuenta las celdas externas. Por lo tanto, la planificación combinada entre la red de interiores y de la red al aire libre es una cuestión importante. En los edificios multi-pisos típicos, el enfoque de instalar picoceldas es bastante similar al que se utiliza durante la instalación del DAS. Al instalar un DAS, se distribuyen antenas conectadas a la misma estación base entre las diferentes plantas, mientras que en una instalación de red picocelda, las estaciones base se distribuyen directamente entre los pisos. Los principales retos con picoceldas son las interferencias entre las picoceldas que se encuentran en el borde exterior de las celdas, y la gestión de las transferencias entre las picoceldas.

Aplicaciones

Según lo detallado anteriormente, la ventaja de las picoceldas es que de manera eficiente aumentan tanto la cobertura de radio interior y la capacidad. Son una muy buena manera de cumplir dos requisitos:

- Llenar los agujeros de cobertura de la red macro donde el nivel de señal es demasiado bajo.
- Descargar el tráfico de la red macro en zonas urbanas densas.

Algunos ejemplos de aplicaciones incluyen entornos de negocios y centros comerciales. También son útiles en los edificios de gran altura. De hecho, en muchas ciudades los edificios de gran altura son cada vez más comunes, pero la intensidad de la señal de macrocelda tiende a ser más débil cuanto más se asciende. Esto se debe al hecho de que muy a menudo, en áreas densamente

pobladas, las operadoras añaden más celdas al aire libre. Para aumentar la capacidad, el tamaño de estas celdas tiene que ser reducido, por lo que las operadoras tienden a minimizar la inclinación de la antena. El efecto inmediato de este enfoque es la baja cobertura en los niveles altos de muchos edificios. Las Picoceldas colocadas de manera eficiente en los niveles altos de los entornos de oficina resuelve este problema. Las Picoceldas también son útiles en los edificios difíciles, como edificios históricos (grandes paredes hecha de piedra que absorben la mayor cantidad de señal que viene de las macroceldas) o las construcciones hechas de materiales y formas complejas (como las estructuras de metal o de ventanas de vidrio especiales para la eficiencia térmica).

Por último, las picoceldas también se utilizan en aplicaciones vehiculares donde la conexión de retorno está garantizada por satélite. Así también las picoceldas se pueden utilizar para proporcionar teléfonos a los pasajeros en aviones o barcos de crucero.

Proposición de pequeñas picoceldas

Con el éxito de picoceldas para entornos multi-usuario de interior, en el año 2002 un grupo de ingenieros de Motorola comenzó a desarrollar la más pequeña estación base UMTS. La idea principal era proponer una solución Wi-Fi, pero para redes de telefonía móvil a implementarse en el hogar. Unos años más tarde, el concepto de una estación base residencial apareció, cuyo objetivo era una solución de baja potencia de interior para el mercado casero. Según lo representado en el Grafico 25, la idea de una picocelda pequeña es cubrir sólo una casa, por lo se debe adaptar la potencia de tal manera que el tamaño de la celda sea de entre 20 y 30 metros máximo. Este grafico ilustra bien cómo el tamaño de las celdas ha evolucionado con el tiempo, reduciendo el tamaño de las celdas para cumplir con los requisitos de las redes, que siempre están en demanda de más y más capacidad. Estas celdas muy pequeñas fueron llamadas femtoceldas y serán explicadas a continuación.

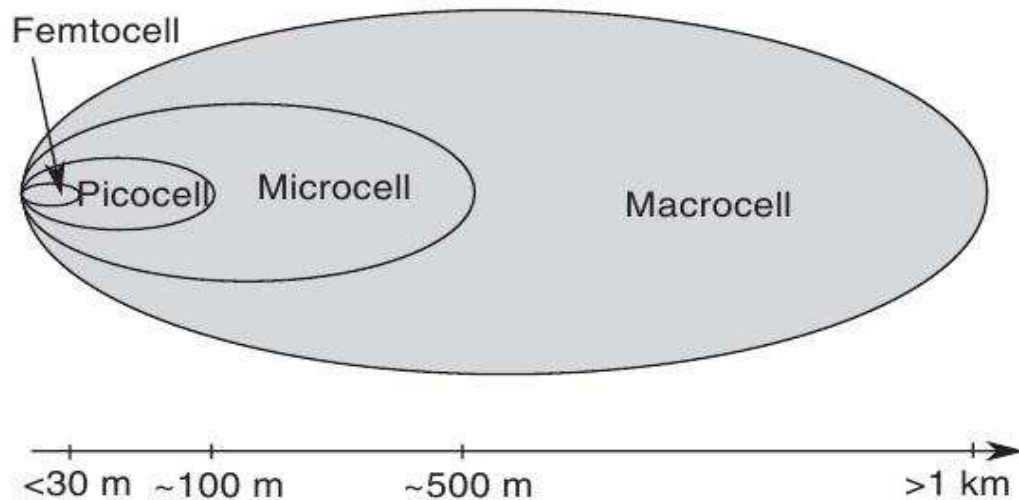


Gráfico N°. 25: Comparación de los tamaños de celda.

Fuente: ZHANG Jie, (2010). Femtocells: Technologies and Deployment.

Femtoceldas

Para extender la idea de picoceldas únicamente a las redes hogareñas, se ha propuesto las estaciones base de Femtocelda, con un enfoque más similar a los puntos de acceso Wi-Fi. La femtocelda es un picocelda simplificada instalada directamente por el cliente en su casa. Combina, en el mismo dispositivo, todas las funcionalidades de una picocelda y de una BSC. Así, en lugar de estar conectada a BSC de la empresa (como un picocelda), la femtocelda está conectada directamente a Internet como se representa en el Grafico 26. Con femtoceldas, todas las comunicaciones van a la red del operador a través de Internet, y no hay necesidad de infraestructura BSC / MSC. Las femtoceldas, normalmente cubren un área más pequeña, tienen menos usuarios que las picoceldas, y porque son más baratas, están limitadas en potencia y capacidad (entre 10 y 20 dBm, entre cuatro y seis usuarios). Dentro de las redes Femtocell, los usuarios se conectan a las macroceldas al aire libre y cuando entran en su casa se conectan a sus femtoceldas. Esto asegura una comunicación fluida para el usuario y se obtiene una cobertura máxima dentro de casa.

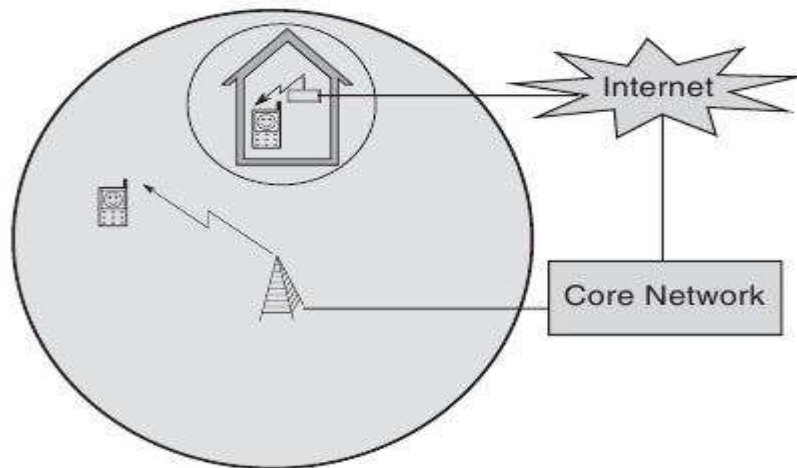


Gráfico N°. 26: Escenario típico femtocelda - macrocelda.

Fuente: ZHANG Jie, (2010). Femtocells: Technologies and Deployment.

Ventajas

Las Femtoceldas son instaladas por los usuarios dentro de sus casas, por lo que esta solución garantiza una buena cobertura para los suscriptores. Esto no sólo aumentará la cobertura, sino también el número de celdas, y por lo tanto la capacidad de la red. Para las operadoras, las femtoceldas no sólo son una solución eficaz para aumentar la cobertura en interiores, sino también una solución barata, porque las femtoceldas son pagadas por los clientes. La alternativa de aumentar la cobertura en interiores agregando más celdas al aire libre sería mucho más costosa para las operadoras.

Implementación

Las Femtoceldas podrían ser desplegadas en diferentes tipos de escenario. El primer mercado es el de casa, y el requisito es el de disponer de acceso a una conexión a Internet de banda ancha. En el medio rural, sin suficiente cobertura de macroceldas, las femtoceldas puede ser un enfoque adecuado para permitir a los nuevos clientes acceder a la red de telefonía móvil y tener una cobertura máxima en el interior de su casa. En ambientes urbanos, las femtoceldas son una buena solución de cobertura para los edificios en áreas densas, donde los clientes y los apartamentos rara vez son cubiertos por una macrocelda, y donde las pérdidas debidas a los otros edificios causan pobre cobertura en interiores.

Un segundo mercado para las femtoceldas se encuentra en los entornos de oficina, donde la baja capacidad de femtoceldas sería suficiente para cubrir un número de oficinas. En este caso, los edificios estarían cubiertos por un conjunto de femtoceldas que debe ser cuidadosamente planificada, de manera similar como con picoceldas. En el entorno del hogar, las femtoceldas probablemente se desplegarán de modo de acceso privado. Esto significa que sólo el suscriptor de un femtocelda definirá la lista de usuarios permitidos. Este es debido principalmente al hecho de que es muy poco probable que los abonados, que pagan por un femtocell, permitan el acceso a su femtocelda a todo el mundo. En el entorno de oficina, ya que los usuarios son móviles, las femtoceldas tendrían que ser desplegadas en modo de acceso público. En este modo todos los usuarios tendrán el derecho a utilizar las femtoceldas. Por último, una idea de futuro sería la de desplegar femtoceldas al aire libre en pequeñas zonas donde los clientes disfrutaran de una cobertura máxima. En este escenario, el precio barato de las femtoceldas, y su flexibilidad de configuración automática, permitirá la creación de muchas celdas con una gran cobertura conjunta. Un ejemplo podría ser la instalación de femtoceldas en las paradas de autobús de una ciudad. Por supuesto, todavía hay muchos desafíos que superar antes de femtocelda puede ser instalada en los exteriores.

El reto principal es que las femtoceldas tendrán que configurarse ellas mismas con el fin de evitar la interferencia con macroceldas u otras femtoceldas.

Las diferencias entre Picocells y Femtocells

Teniendo en cuenta los debates anteriores, una comparación entre picoceldas y femtoceldas se presenta en el Cuadro 16. En resumen, las femtoceldas son pequeñas picoceldas donde las propiedades se han minimizado para reducir los costos y simplificar la instalación.

Cuadro N°. 16: Comparación entre Picoceldas y Femtoceldas.

PARAMETRO	PICOCELDAS	FEMTOCELDAS
Instalación	Por la Operadora	Por el usuario
Conexión con la red núcleo	Coaxial o fibra óptica	ADSL, cable
Precio	Barato	Muy barato
Capacidad	10 - 50 usuarios	3 - 5 usuarios
Rango de cobertura	< 100 m	> 30 m

Elaborado por: Investigador

Contrariamente a las picoceldas, el punto de acceso de femtoceldas (FAP) tiene particularmente las siguientes características.

Conexión

Los FAPs, a diferencia de las picoceldas, están conectados a la red del operador por medio de la conexión de banda ancha. La femtocelda es una estación base autónoma y que está vinculada a la red principal mediante una IP. La femtocelda es auto-configurable y la interfaz entre la femtocelda y el núcleo de la red tiene que ser simple para evitar cualquier acción del operador. Por otra parte, es importante estandarizar esta interfaz ya que si los operadores quieren utilizar diferentes femtoceldas de distintos fabricantes, estas deben ser compatibles.

Instalación

Las femtoceldas son instaladas por los clientes dentro de su casa. Esta es la razón para que dicha instalación deba ser tan simple como sea posible (Plug and Play). Una femtocelda recién instalada tiene que configurar sus parámetros de forma automática en función del entorno circundante, para evitar un impacto negativo (interferencia) con la macroceldas y femtoceldas vecinos. Idealmente, el usuario sólo tiene que conectar la fuente de alimentación y conectar la femtocelda a la conexión de banda ancha. Esta auto-configuración es muy importante, porque si muchas femtoceldas se despliegan, los operadores no pueden darse el lujo de optimizar los parámetros de todas las femtoceldas con el fin de reducir la

interferencia con sus macroceldas. Sin embargo, en un escenario de libre acceso, donde numerosas femtoceldas están obligados a garantizar la cobertura de radio, estas pueden ser desplegadas por los propios operadores en un enfoque similar al de las picoceldas.

Comparación de las técnicas de la cobertura en interiores

A continuación, se presenta un resumen de las diferentes técnicas de cobertura de radio en interiores. En primer lugar, se han propuesto soluciones como macroceldas, microceldas y repetidores. Estas aumentan la cobertura en interiores, ampliando el ámbito de la cobertura al aire libre dentro de un edificio. Por lo tanto, la cobertura en interiores se puede ampliar con diferentes métodos, tales como el aumento de la potencia de la señal al aire libre, mediante la adición de más celdas, o retransmitir la señal del aire libre dentro del edificio mediante el uso de repetidores. Sin embargo, estas soluciones no son óptimas, ya que en realidad no optimizar la cobertura en interiores, sólo se extienden los efectos de la cobertura exterior dentro de los edificios. En segundo lugar, se han propuesto algunas de las soluciones más eficaces. Consisten en la instalación de estaciones base directamente en el interior de los edificios. Por un lado, el cable radiante fue por mucho tiempo una buena aproximación para ambientes como estrechos túneles, pero su instalación en entornos de gran tamaño como los edificios resulta muy difícil y costosa. Por otra parte, las picoceldas y femtoceldas son soluciones eficientes, ya que, si sus posiciones se eligen juiciosamente, la potencia de señal en interiores puede ser mejorada de manera eficiente, y el número de celdas incrementará la capacidad potencial del sistema. Las Picoceldas son instaladas por las operadoras, es por eso que están bien adaptadas a los centros comerciales o edificios de oficinas. Sin embargo, en ambientes de hogar o pequeñas empresas, las femtoceldas parece ser el enfoque óptimo para los clientes y operadoras.

En el Cuadro 17 se presenta un resumen de las ideas principales de las técnicas de cobertura para interiores previamente descritas.

Cuadro N°. 17: Comparación entre tecnologías de cobertura en interiores.

MACRO / MICROCELDAS	REPETIDORES	DAS	CABLE RADIANTE	PICO / FEMTOCELDAS
Precio elevado	Precio conveniente	Precio conveniente	Precio conveniente	Precio reducido
Instalación costosa	Instalación dificultosa	Fácil instalación	Instalación dificultosa	Muy fácil instalación
Potencia alta	Baja Potencia	Baja potencia	Baja potencia	Muy baja potencia
Mala cobertura en interiores	Cobertura aceptable	Buena cobertura	Buena cobertura	Buena cobertura

Elaborado por: Investigador

La cobertura de radio sigue siendo insuficiente en muchos lugares rurales o urbanos. Dado que la mayoría de las veces los móviles se utilizan en interiores, el aumento de la cobertura de radio interior es el objetivo principal de la mayoría de las operadoras. El aumento de la cobertura en interiores mediante la optimización de la red externa, fue hasta hace poco la única solución. Se podía hacer mediante la adición de más celdas o el aumento de la potencia de salida de las celdas existentes, o el uso de repetidores para redirigir la señal dentro de edificios. Sin embargo, los límites máximos se han alcanzado y ahora los operadores tienen que buscar nuevos enfoques. En los últimos años, el DAS, los repetidores y los cables radiantes han comenzado a ser el enfoque común para superar los problemas de cobertura en interiores. Estas tecnologías han demostrado con éxito el aumento de la cobertura en los grandes lugares públicos o grandes empresas, pero todavía hay muchos lugares donde la cobertura en interiores es todavía insuficiente, y donde las tecnologías anteriores son demasiado complejas para cubrirlos. Estas áreas, tales como viviendas, pequeñas empresas o fundaciones, representan un enorme mercado potencial para las operadoras. A fin de cubrir el interior de estos ambientes, los operadores necesitan una solución que cumplan los siguientes requisitos:

- Que cubra pequeñas áreas,
- De baja capacidad,
- Instalación y mantenimiento a bajo precio.

En conclusión, queda claro que la solución óptima es la ofrecida por las femtoceldas que proporcionan cobertura móvil y cumplen con los requerimientos anteriores.

Ninguna operadora celular en el país se ha atrevido a ofrecer el servicio de cobertura en interiores con Femtoceldas, este nuevo servicio agregado que posiblemente se llame “Acceso Premium para voz y datos” como lo hace Vodafone España que fue la primera operadora en introducir las femtoceldas en España. Telefónica también de España ofrece este servicio por un coste de 15 euros mensuales, los cuales son facturados en el plan del móvil o en la planilla del DSL del abonado, lo que hace suponer que Movistar filial de Telefónica en Ecuador en corto tiempo también ofrezca dicho servicio.

Análisis general

En los predios de la Fundación Nuestra Señora de Guadalupe se evidencia la presencia de varias tecnologías de telecomunicaciones. La Fundación accede al internet mediante una conexión ADSL lo que significa que posee una red de telefonía fija proporcionada por el CNT.

Las operadoras de telefonía móvil tienen también presencia dentro de la fundación pero la intensidad de la señal tanto de Movistar como de Alegro es pésima lo que obliga a que el personal se traslade a las afueras de la fundación para captar una mejor intensidad de señal y así realizar las comunicaciones correspondientes. Debido que el 72% del personal es abonado de Movistar, lo anterior representa un problema fundamental ya que se pierde mucho tiempo en tratar de recibir y/o realizar llamadas telefónicas. La operadora Porta tiene solo un 23% de abonados dentro del personal de la fundación, sin embargo es la operadora que mejor calidad de señal presenta. Alegro también está presente en un 5% pero al igual que Movistar su cobertura en interiores deja mucho que desear.

Pese a que todas las operadoras utilizan tecnologías 2G, 3G y 3.5G inclusive, no llegan con suficiente potencia para penetrar estructuras como es el este caso edificaciones de concreto y hormigón de los cuales está hecha la fundación.

Por lo analizado anteriormente es necesario encontrar solución al problema que tiene la fundación con la cobertura celular, ya sea con tecnologías alternas disponibles a las ya implementadas o con nuevas tecnologías como es el caso de la presente propuesta.

Verificación de la Hipótesis

La verificación estadística de la hipótesis se la realizó mediante el método de Chi-cuadrado.

Hipótesis estadística

Hipótesis nula H0: Las tecnologías de Telecomunicaciones no inciden en las comunicaciones móviles dentro de los predios de la fundación Nuestra Señora de Guadalupe de la ciudad de Ambato.

Hipótesis alterna H1: Las tecnologías de Telecomunicaciones si inciden en las comunicaciones móviles dentro de los predios de la fundación Nuestra Señora de Guadalupe de la ciudad de Ambato.

En el cuadro 18 se encuentran las preguntas que sirvieron de base para el cruce de variables, así como también para el cálculo del CHI-cuadrado.

Cuadro N°. 18: Análisis de hipótesis estadística.

PREGUNTAS	RESPUESTAS		TOTAL
	SI	NO	
5. Le gustaría tener cobertura celular en todo el interior de la Fundación sin importar su operadora?	61	4	65
6. ¿Considera usted necesario el uso de la tecnología celular en sus actividades diarias?	60	5	65

Elaborado por: Investigador

Nivel de significación y regla de decisión

Nro. Filas = 2
Nro. Columnas = 2

GRADO DE LIBERTAD = 1
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0,05

Al nivel de significación de 0,05 y a 1 grado de libertad el valor de Chi-cuadrado tabular es de 3,84. (Ver Anexo E.)

Regla de decisión:

Se rechaza la hipótesis nula si el valor de Chi-cuadrado tabular es igual o menor al calculado, y se acepta la hipótesis alterna.

Estimador estadístico:

$$X^2 = \sum \left[\frac{(O - E)^2}{E} \right]$$

Donde,

X^2 = Valor a calcularse de Chi-cuadrado

\sum = Sumatoria

O = Frecuencia observada, datos de la investigación

E = Frecuencia teórica esperada

Cuadro N°. 19: Cálculos de Chi-cuadrado

PREGUNTAS		5. Le gustaría tener cobertura celular en todo el interior de la Fundación sin importar su operadora?		
		SI	NO	TOTAL
6. ¿Considera usted necesario el uso de la tecnología celular en sus actividades diarias ?	SI	58	2	60
	NO	3	2	5
	TOTAL	61	4	65

Valores esperados (E)	E1	E2	TOTAL
	56,308	3,692	60
	4,692	0,308	5

2,864	2,864
2,864	2,864

Valor estadístico de la prueba χ^2		TOTAL
0,051	0,776	0,83
0,610	9,308	9,92
χ^2 calculado:		10,74

Elaborado por: Investigador

Cuadro N°. 20: Decisión final.

Valor crítico de la tabla	χ^2 tabular: 3,84						
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>χ^2 tabular:</td> <td><</td> <td>χ^2 calculado:</td> </tr> <tr> <td>3,84</td> <td><</td> <td>10,74</td> </tr> </tbody> </table>	χ^2 tabular:	<	χ^2 calculado:	3,84	<	10,74
χ^2 tabular:	<	χ^2 calculado:					
3,84	<	10,74					
∴ SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA Y SE ACEPTA LA HIPÓTESIS ALTERNA							

Elaborado por: Investigador

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en la entrevista, las encuestas, lista de cotejo y la investigación bibliográfica se concluyó:

- La situación de las comunicaciones móviles dentro de la Fundación NSG es muy preocupante ya que la recepción de las señales de las diferentes operadoras es demasiado débil, llegando a ser nula en la mayor parte de la edificación.
- Las tecnologías de telecomunicaciones que actualmente se aplican en sistemas de comunicación móvil pertenecen a la 2G (GSM, GPRS, EDGE), 3G (UMTS) y 3,5G (HSDPA), cuya implementación por parte de las operadoras de telefonía celular empezó en 1994 en el Ecuador y ninguna de ellas logra cobertura eficiente en interiores.
- Las tecnologías de telecomunicaciones utilizadas por las operadoras de telefonía celular que dan servicio al sector de la Fundación NSG no pueden mejorar la cobertura, porque no tienen el permiso para instalar nuevas Estaciones Base de telefonía Celular y tampoco aumentar la potencia de sus actuales antenas.
- Es necesario utilizar nuevas tecnologías para mejorar la cobertura móvil en el interior de la Fundación NSG, ya que la mayor parte del personal es abonado de la operadora Movistar, la cual presenta una cobertura pésima en el interior de la misma, lo que supone que por al menos las ocho horas laborables diarias el personal está imposibilitado de utilizar las comunicaciones móviles de última generación.

Recomendaciones

En base a las conclusiones realizadas en el apartado anterior, se recomienda lo siguiente:

- Mejorar urgentemente la comunicación celular dentro de predios de la fundación NSG.
- Mejorar la cobertura en interiores por parte de las operadoras de telefonía celular utilizando nuevas tecnologías e implementando el servicio de “Acceso Premium de Voz y Datos”.
- Implementar una red de cobertura celular interna utilizando la tecnología de Femtoceldas para mejorar las comunicaciones móviles en la Fundación NSG.
- Contratar el servicio de “Acceso Premium de Voz y Datos” apenas esté disponible en el país.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Datos informativos

Título: “Diseño de una red con tecnología de Femtoceldas para mejorar la cobertura celular dentro de los predios de la Fundación Nuestra Señora de Guadalupe”

Beneficiarios

- Personal y usuarios de la Fundación “Nuestra Señora de Guadalupe”

Ubicación

País: Ecuador

Ciudad: Ambato

Barrio: Simón Bolívar

Calles: Av. Los Chasquis s/n y José García.

Antecedentes de la propuesta

En los Estados Unidos y en algunos países de Europa concretamente Inglaterra y España, las operadoras de telefonía celular han empezado a ofrecer el servicio de Femtoceldas luego de más de 2 años de ensayos para mejorar su cobertura 3G en lugares donde su señal es pésima o nula.

Las operadoras en América Latina incluyendo las de Ecuador no ofrecen este tipo de servicio, por lo que diseñar una red con Femtoceldas para mejorar la cobertura celular dentro de edificios es una propuesta muy atractiva tanto para las operadoras como para sus potenciales clientes.

Justificación

Una vez analizado las conclusiones que surgieron de la investigación, es necesario adoptar nuevas tecnologías de telecomunicaciones que permitan tener cobertura celular 3G en los interiores de la fundación, ya que al no disponer de este servicio el personal y los usuarios en general no pueden disfrutar de los beneficios que brinda la tecnología de última generación y obviamente las que están por venir. Los beneficios van desde el servicio más básico de voz, hasta los más avanzados como la transmisión de datos y video a alta velocidad.

La presente propuesta se centra en diseñar una red utilizando Femtoceldas, determinando la mejor ubicación de las mismas, con el objetivo de dotar a la mayor parte de la Fundación NSG de cobertura 3G, y de esta manera lograr que la misma quede preparada para contratar el servicio “Acceso Premium de Voz y Datos” cuando las operadoras móviles del país lo ofrezcan.

Objetivo general

Diseñar una red con tecnología de Femtoceldas para mejorar la cobertura celular dentro de los predios de la Fundación Nuestra Señora de Guadalupe.

Objetivos específicos

1. Diseñar la red de cobertura celular con femtoceldas, seleccionando las de mejores prestaciones.
2. Establecer la mejor ubicación de las femtoceldas para lograr cobertura 3G dentro de los predios de la Fundación Nuestra Señora de Guadalupe.

Análisis de factibilidad

La factibilidad de llevar a cabo la propuesta planteada es afirmativa, puesto que la Fundación Nuestra Señora de Guadalupe ofrece el apoyo necesario para su desarrollo.

Factibilidad económica

Se cuenta con todos los recursos económicos, ya que los costos de los equipos e insumos son asequibles.

La inversión económica total necesaria para una futura implementación se puede visualizar en el Anexo F con los detalles correspondientes.

Factibilidad técnica

Todos los equipos, dispositivos y materiales previstos en la propuesta son de fácil adquisición por lo que su factibilidad técnica también es afirmativa.

Sin embargo, es importante resaltar que el servicio de “Acceso Premium de Voz y Datos” con el que trabajan las femtoceldas aún no está disponible comercialmente en el Ecuador por lo que la presente propuesta sirve de base y soporte técnico para una futura implementación.

Fundamentación Científico - Técnica

El Reto de la Cobertura en Interiores

En las redes celulares, se estima que 2/3 de las llamadas y el 90% del servicio de datos ocurren en interiores. Por lo tanto, es extremadamente importante para las operadoras proveer una buena cobertura en interiores no solo para voz, sino también para video y servicios de datos de alta velocidad, los cuales se han incrementado de manera importante. Sin embargo, muchos estudios muestran que el 45% de usuarios caseros y el 30% de los usuarios empresariales experimentan

el problema de la pobre cobertura en interiores y justamente esto es un gran reto para las operadoras.

Un enfoque típico para dar cobertura en interiores es usar macroceldas externas. Este enfoque tiene un sinnúmero de desventajas:

- Es muy caro ofrecer cobertura en interiores con un enfoque 'externo'. Por ejemplo, en UMTS, un usuario interno requerirá una mayor potencia de la base estación a fin de superar la pérdida de alta penetración. Esto dará como resultado una menor potencia para ser utilizada por otros usuarios y da lugar a celdas con rendimiento reducido. Esto se debe a que la potencia utilizada por los usuarios en interiores no es eficiente en términos de capacidad de generación y la capacidad UMTS está vinculada a la potencia. Por lo tanto, el costo por Mb de usar un enfoque "externo" será más alto y más caro que el uso de soluciones de interior.
- Una red de alta capacidad necesita de una gran cantidad de espacio físico para la estación base externa. La adquisición de este espacio físico se ha vuelto muy difícil en zonas densamente pobladas, como es el caso de nuestra ciudad.
- Es menos probable que una red de alta capacidad con ese enfoque sea construida, por las interferencias y el mayor consumo de potencia que las estaciones base necesitan para servir a los usuarios en interiores por macroceldas externas.
- Como los sitios donde se encuentran las celdas se hacen más densos, la planificación y optimización de redes se convierte en un gran desafío para dichas redes.
- Las redes de 3G y las futuras redes normalmente funcionan a altas frecuencias, por lo que la penetración en edificios es un desafío para las redes que operan por encima de 2GHz.
- El rendimiento de la red (throughput), en el interior no se puede garantizar, en particular, en la cara que no da a los sitios donde están

las macroceldas. Con el fin de lograr mayores velocidades de datos, es necesario aumentar la modulación así como los sistemas de decodificación. La modulación superior y sistemas de codificación en HSDPA, WiMAX y LTE exigen mejores condiciones del canal, que sólo pueden ser atendidas cerca de las ventanas que dan a los sitios donde se encuentran las macroceldas.

Por lo tanto, las soluciones interiores, como el DAS (Distributed Antenna Systems) y las picoceldas se han convertido en una propuesta comercial atractiva y viable en los puntos críticos como los centros de negocios, edificios de oficinas y centros comerciales. Las soluciones de interior mejorará la cobertura dentro de edificios, y el tráfico de descarga de las macroceldas mejorara la calidad de los servicios y facilitara servicios de alta velocidad de datos debido a la mejora del rendimiento de los enlaces de radio.

A pesar de que las soluciones indoor mencionadas son más rentables que el uso de macroceldas externas para ofrecer cobertura en interiores para servicios de voz y de datos de alta velocidad, son todavía demasiado caras para ser utilizadas en algunos escenarios, como en SOHO (pequeñas oficinas y oficinas domésticas) y en usuarios domésticos (para las comunicaciones personales y de entretenimiento, etc.). La escala de las SOHO y las de uso doméstico normalmente no representan una propuesta de negocio viable para las operadoras. Recientemente, el desarrollo de las femtoceldas ofrecen una buena oportunidad para las soluciones indoor de bajo coste para tales escenarios. A diferencia de picoceldas, las femtoceldas se instalan por los usuarios.

Conceptos de femtoceldas

¿Qué es un Femtocelda?

Las Femtocelda, también conocida como "estaciones bases caseras", son puntos de acceso a la red celular que conectan dispositivos móviles estándar a la red de un operador móvil, utilizando DSL's residenciales, conexiones de banda ancha por cable, por fibra óptica o por tecnologías inalámbricas de última milla.

¿Qué se incluye en un punto de acceso Femtocell?

La unidad Femtocell incorpora la funcionalidad de una estación base típica (Nodo-B en UMTS). Una unidad Femtocell se parece a un punto de acceso WiFi, como se visualiza en el Gráfico 27. Sin embargo, también contiene el RNC (Radio Network Controller, en el caso de GSM, BSC) y todos los elementos de la red principal (Core Network). Por lo tanto, no requiere una red de núcleo celular, sólo requiere una conexión de datos DSL o por cablea Internet, a través del cual se conecta a la red básica de los operadores móviles.

Se utilizara en el presente informe las siglas (FAP) correspondientes a un punto de acceso femtocell para representar la unidad Femtocell que contiene la estación base y funcionalidad es básicas de la red, y el término “femtocell” para referirse al área de servicio cubierta por el FAP.

El FAP se parece a un punto de acceso WiFi (WAP). Sin embargo, en el interior, son fundamentalmente diferentes. Un WAP implementa tecnologías tales como WiFi (IEEE802.11b, 802.11g y 802.11n). Un FAP implementa tecnologías celulares como GSM/GPRS/ EDGE, UMTS/HSPA/LTE y WiMAX móvil (IEEE802.16e).

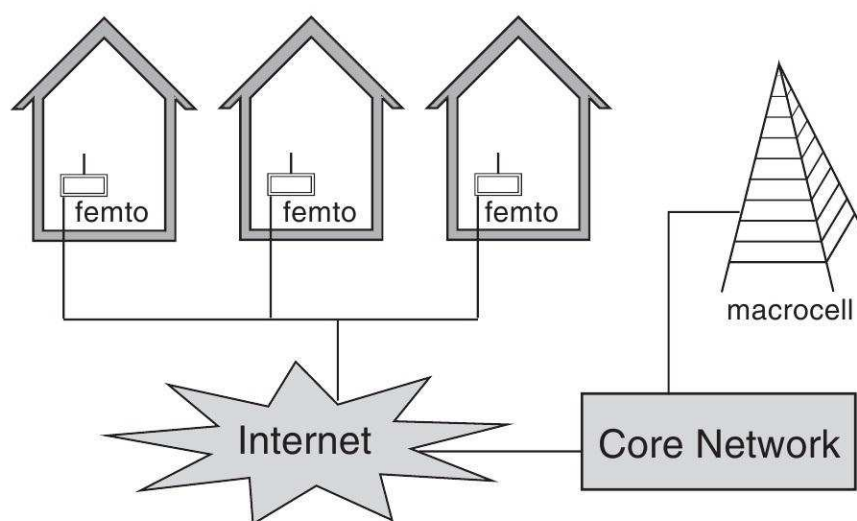


Gráfico N°. 27: Escenario típico Femtocelda - Macrocela.

Fuente: ZHANG Jie, (2010). Femtocells: Technologies and Deployment.

Tecnologías de los FAPs

Las tecnologías detrás de femtocell son las tecnologías celulares. El motor clave de las femtoceldas es la demanda de mayores velocidades de datos en interiores. Los FAPs UMTS/HSPA son el foco principal actual. Sin embargo, los FAPs también se pueden basar en la tecnología GSM/GPRS/ EDGE.

Femtoceldas 2G/3G han sido desarrolladas por diferentes proveedores. El desarrollo de femtoceldas WiMAX y LTE también está en marcha.

Implementación de los FAPs

A diferencia de picoceldas, los FAPs son auto-empleados por los usuarios en lugar de las operadoras, por lo tanto deben ser considerados como electrónica de consumo. Con el fin de generar un mínimo de interferencia con las macroceldas externas y las femtoceldas vecinas, un FAP es capaz de configurarse automáticamente. La configuración automática del FAP es dividida en una fase de detección, en la que se evalúa el radioenlace, y una fase de auto-tuning, en la que los parámetros de los FAPs (por ejemplo, la potencia downlink de Tx y la asignación de sub-canales, etc.) se configuren automáticamente. La configuración automática de los FAPs es clave para el éxito del despliegue de las femtoceldas.

Antes que los FAPs puedan ser auto-desplegados por los usuarios, las operadoras en otros países ya desarrollaron ensayos y/o simulación en escenarios típicos de implementación femtocell. El principal objetivo de la simulación y de los ensayos fue determinar el impacto de la implementación femtocell en la capa macrocell. Además, cómo las femtoceldas se afectan unas a otras, así como el rendimiento de ambas (femtoceldas y macroceldas) también fueron investigados.

Clasificación de los FAPs

De acuerdo con su capacidad, un FAP se pueden clasificar en dos categorías: un FAP para el hogar, que puede soportar 3.5 usuarios simultáneos, y FAP empresarial, que puede soportar 16.8 usuarios. La clave del FAP es proporcionar servicios de datos de alta velocidad para el sector residencial. Hay una baja

probabilidad de que todos los suscriptores al mismo tiempo utilicen la femtocell, por lo que un femtocell casero que soporte a más de cinco usuarios simultáneos es demasiado inútil en comparación con la demanda real. Además, esto también está restringido por la limitación de ancho de banda del ADSL de enlace ascendente.

De acuerdo con las tecnologías móviles usadas, un FAP se puede clasificar en FAP UMTS, FAP GSM, FAP WiMAX, y así sucesivamente. Hay una tendencia a combinar diferentes interfaces de aire en un FAP.

¿Por qué es importante Femtocell?

En los Gráficos 28 y 29 se visualiza el gran despliegue de femtoceldas esperado para el año 2012, pero ¿por qué esta pequeña cosa es importante?

Femtocell es muy importante por las siguientes razones:

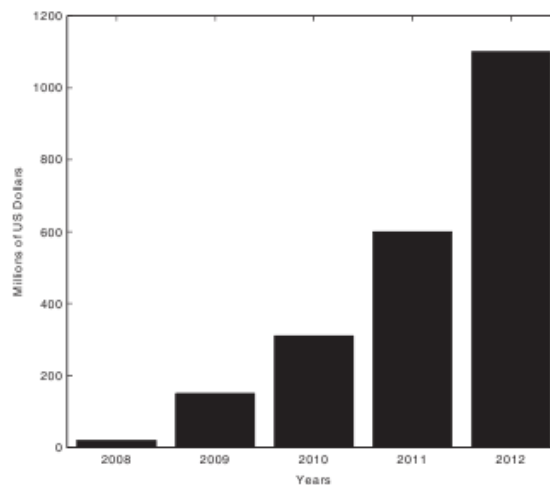


Gráfico N°. 28: Mercado mundial previsto de infraestructura Femtocell.

Fuente: www.wirelessweek.com

- Pueden proporcionar la cobertura en interiores en lugares donde las macroceldas no pueden.
- Pueden descargar el tráfico de la capa de la macrocelda y mejorar la capacidad de la misma.

- Suponga que un buen aislamiento (por lo tanto, pequeña fuga de señal de interior a exterior) se puede lograr, la adición de una capa femtocell mejorará significativamente la capacidad total de la red mediante la reutilización en el interior del espectro radioeléctrico.

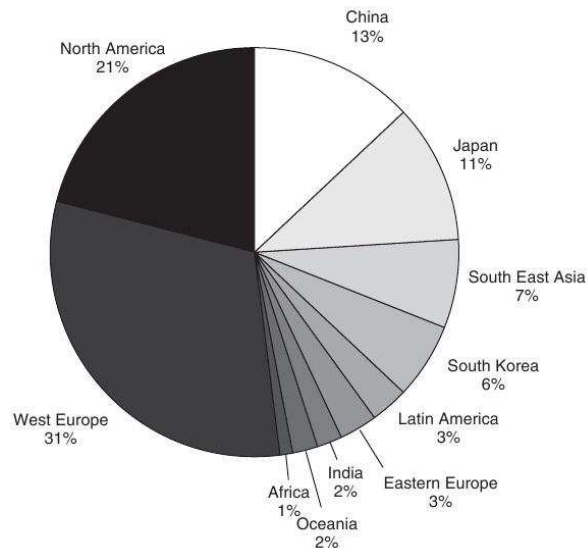


Gráfico N°. 29: Desarrollo de Femtoceldas 3G en el 2012.

Fuente: www.fwdconcepts.com/femtocell

- Existe una creciente demanda de más y mejores velocidades de datos. Debido a la pérdida por alta penetración, los servicios de datos de alta velocidad no se puede proporcionar al interior sobretodo cerca de las zonas de las ventanas que están al frente de un sitio macrocell. Esto se debe a que los datos de alta velocidad requieren un alto rendimiento de los enlaces RF. La pérdida en el trayecto de un FAP al interior es mucho menor que la de la estación base macrocell externa. La duración de la batería es uno de los mayores cuellos de botella para proporcionar datos de alta velocidad a los terminales móviles. A parte los FAPs sólo tienen que estar encendidos cuando los usuarios están en casa (por Femtocells caseros) o en el trabajo (por Femtocells empresariales), por lo que el uso de femtocell es “más ecológico” que el uso de macroceldas. El consumo de energía de las estaciones base representan una cantidad considerable de dinero para una operadora.
- Femtocell representa un cambio importante de paradigma. Los usuarios pagan para instalar femtoceldas. Por lo tanto, la primera fase

del despliegue de redes de alta velocidad de datos tales como LTE puede comenzar desde interiores donde las tasas de datos más alta se necesitan.

Plan de acción

Para mejorar la cobertura celular en los predios de la Fundación Nuestra Señora de Guadalupe, es necesario llevar a cabo las acciones descritas a continuación:

- Determinar los requerimientos
- Diseñar la red con femtoceldas

Análisis de Requerimientos

La Fundación Nuestra Señora de Guadalupe es una entidad dedicada a prestar servicios médicos en diferentes áreas como son:

- Ginecología
- Pediatría
- Traumatología
- Laboratorio clínico
- Fisioterapia
- Emergencias

Debido al gran número de especialidades médicas y a los convenientes precios de las consultas y tratamientos, muchas personas de medianos y bajos recursos prefieren acudir a la Fundación que a otra entidad de salud para sus chequeos médicos. Por lo tanto hay un gran flujo de personas tanto pacientes como personal de la fundación, que cuando se encuentran dentro de las instalaciones de la misma no disponen de comunicación celular lo que dificulta y retrasa sus actividades diarias.

El objetivo primordial de la presente propuesta es el de proveer de un documento técnico que permita a futuro la instalación de los FAPs para mejorar la cobertura móvil en los interiores de la fundación.

Para implementar una red de cobertura celular en interiores con tecnología femtocell es necesario que la fundación disponga de los siguientes requisitos:

- Red de telefonía fija
- Acceso a Internet vía DSL

Razón por la cual es necesario describir el estado actual de su red telefónica fija y de su conexión a internet.

Red actual de telefonía fija de la Fundación N.S.G.

En el Grafico30 se puede apreciar la red de telefonía fija de la Fundación.

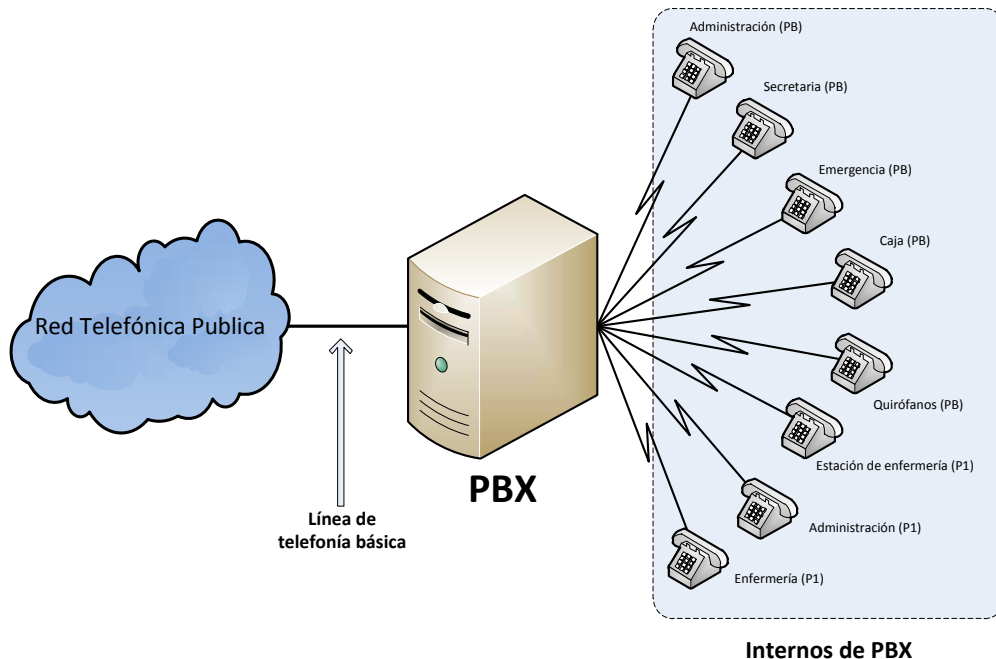


Gráfico N°. 30: Red de telefonía de la Fundación.

Elaborado por: Investigador

Conexión actual a internet de la Fundación N.S.G.

El Grafico 31 muestra la conexión actual a Internet de la Fundación, como se puede apreciar son pocas las oficinas que poseen internet.

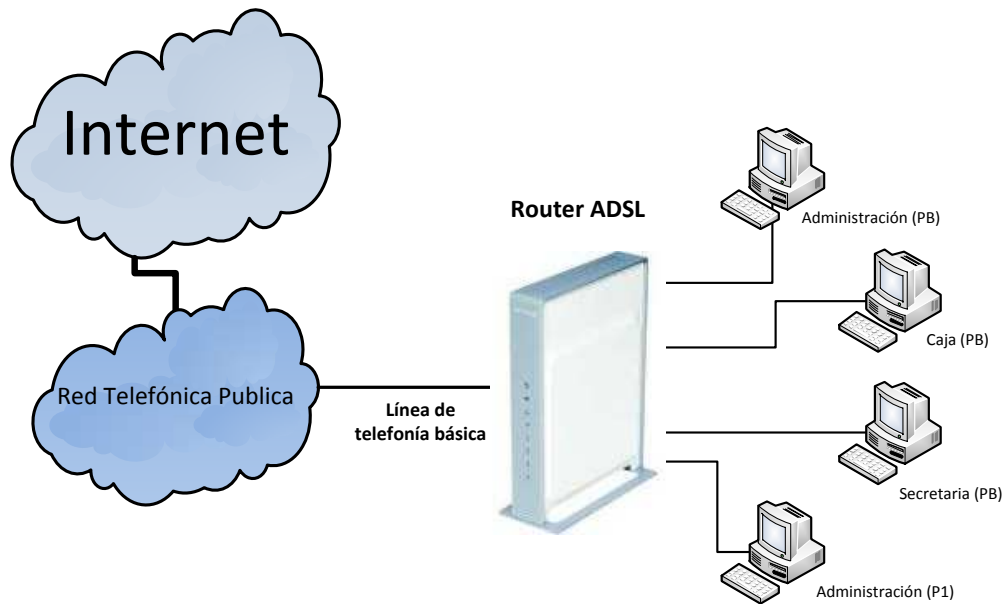


Gráfico N°. 31: Conexión a Internet de la Fundación.

Elaborado por: Investigador

Como se puede constatar en los dos gráficos anteriores, la fundación dispone actualmente de los requisitos primordiales para la instalación de los FAPs, por lo es necesario determinar la mejor ubicación de los mismos para maximizar la cobertura móvil en el interior de la Fundación NSG.

Diseño la red con femtoceldas

La presente propuesta se encarga de determinar que FAPs son los más adecuados para las instalaciones de Fundación NSG y en base a sus prestaciones determinar también la mejor ubicación de los mismos, para que la mayor parte del edificio quede bajo cobertura 3G.

En el mercado comercial, muchas de las empresas dedicadas a la fabricación y venta de equipos relacionados con las telecomunicaciones ofrecen Puntos de Acceso Femtocell, de los cuales se ha elegido la descrita en el Anexo G por sus características multifuncionales

Los FAPs seleccionados pertenecen a la marca THOMSON y específicamente al modelo TG870. Se eligió esta opción porque además de ser una Femtocelda 3G tiene integrado un modem ADSL y un router WIFI, por lo que ya no se hará uso del modem ADSL existente y además permite una conexión a internet de forma inalámbrica, de manera que no solo se está dotando de cobertura celular en la mayor parte de la Fundación sino que también de cobertura WIFI.

Los puertos de conexión del FAP con sus principales prestaciones se muestran en el Grafico 32:

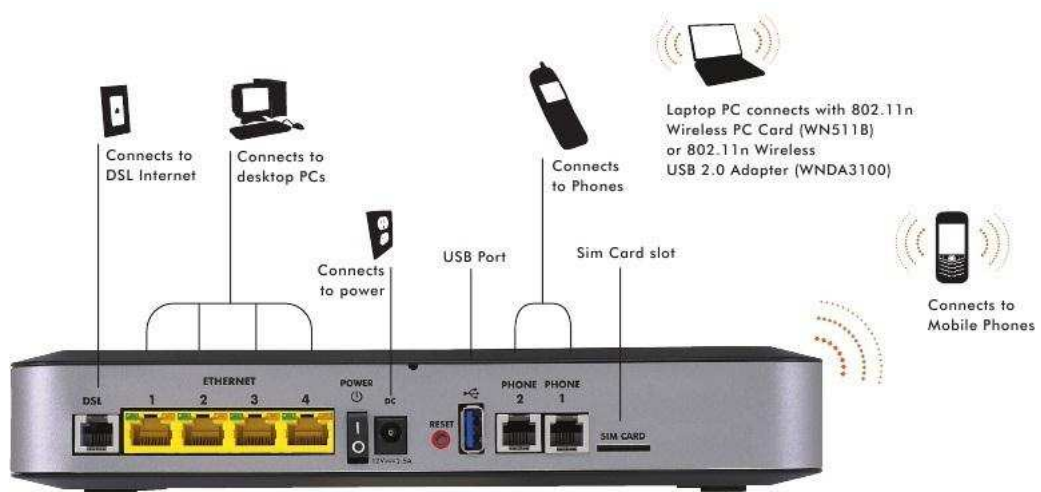


Gráfico N°. 32: Femtocelda THOMSONTG870

Fuente: www.technicolor.com

De modo que el esquema simplificado de la nueva red será el mostrado en el Gráfico 33.

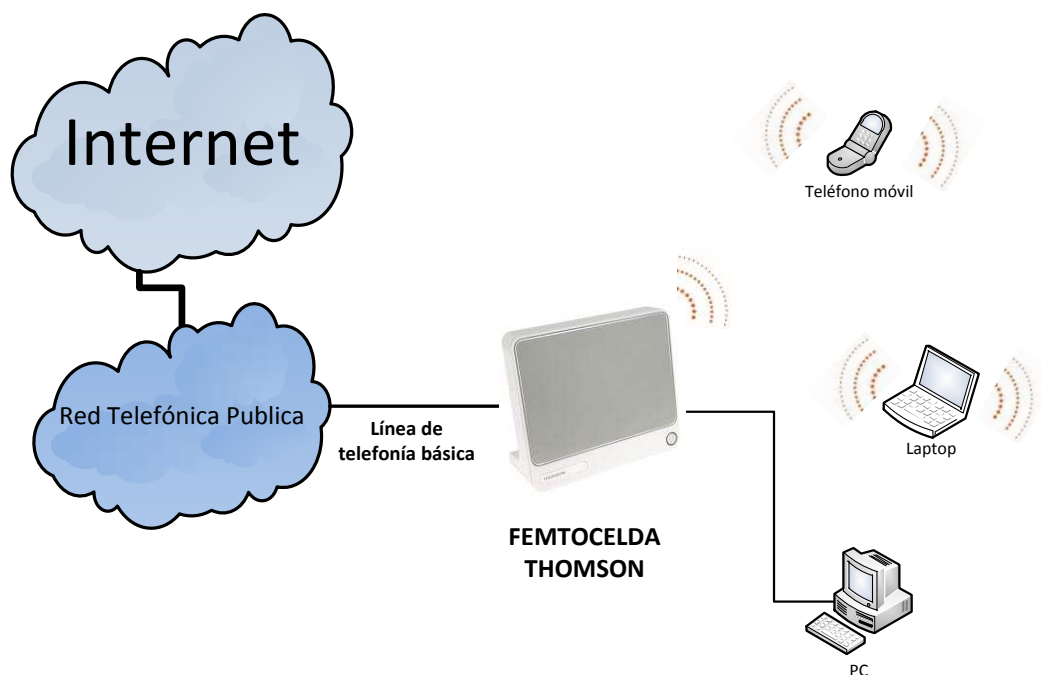


Gráfico N°. 33: Nueva red de Telecomunicaciones para la Fundación.
Elaborado por: Investigador

Ubicación de las FAP

En los layouts del Anexo H se pueden ver las mejores ubicaciones de los FAPs, en función del radio de cobertura máximo de los FAPs Thomson seleccionados que es de 20 metros.

En el Grafico 34 se puede observar el esquema completo de la nueva red y los sectores donde se ubicaran los FAPs para optimizar el patrón de cobertura.

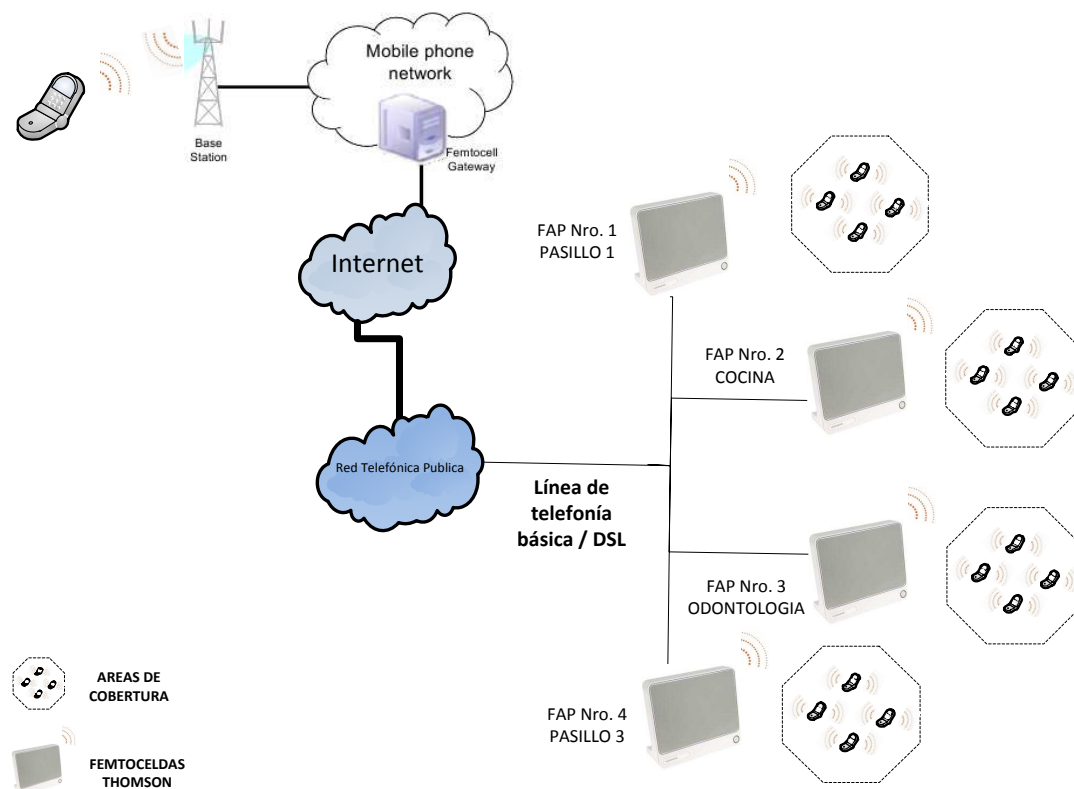


Gráfico N°. 34: Red de Femtoceldas en la Fundación.

Elaborado por: Investigador

En total se necesitan 4 FAPs, ubicados como se indica en el Cuadro 21.

Cuadro N°. 21: Ubicación de los FAPs

Nro. de FAP	PISO	UBICACIÓN
1	Planta baja	Pasillo 1
2	Planta baja	Cocina
3	Primer piso	Odontología
4	Primer piso	Pasillo 3

Elaborado por: Investigador

La conexión de los puntos de acceso Femtocell es similar a la de un router WIFI o modem DSL y se muestra en el Gráfico 35.

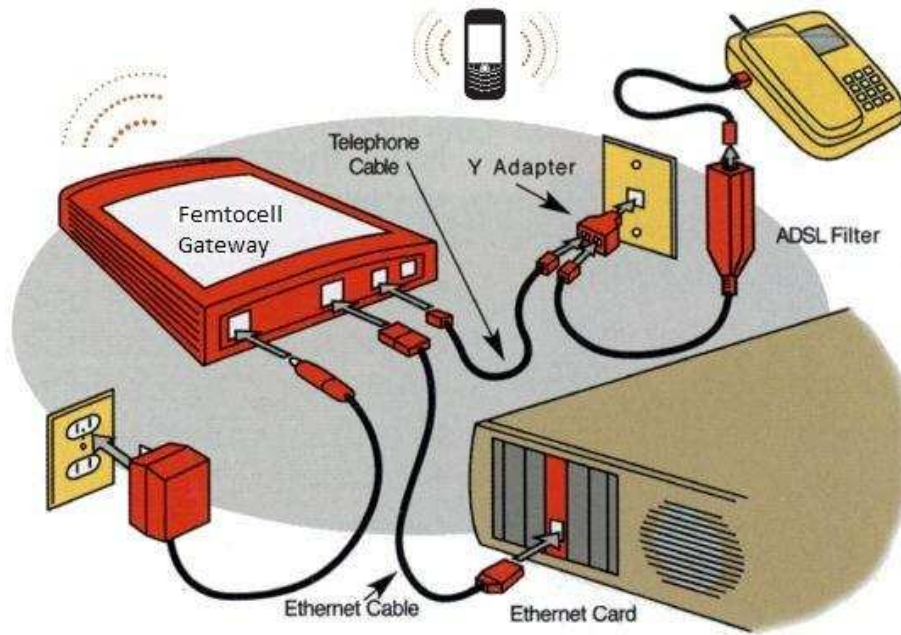


Gráfico N°. 35 : Conexión del Femtocell Gateway
Elaborado por: Investigador

Debido a que los FAPs necesitan una conexión de línea telefónica como interface principal se deben crear nuevos puntos de voz tanto en la planta bajo como en el primer piso, los mismos que también se pueden visualizar en el Anexo H con su cableado correspondiente.

A continuación se describe como instalar y configurar el FAP Thomson.

Instalación y Configuración de los FAPs Thomson

Una vez completada la instalación del Thomson Gateway se podrá disfrutar de todos los servicios que ofrece la misma, entre ellos:

Características principales

- Conexión a Internet de banda ancha.
- Acceso con cable e inalámbricamente a dispositivos de red locales.
- Acceso 3G para los teléfonos móviles.
- Conectividad Voz sobre IP (VoIP) para teléfonos tradicionales y teléfonos IP.

- Utilización de la función modo Eco para reducir el consumo energético del Thomson Gateway.
- Compartir medios con reproductores multimedia y otros dispositivos de red utilizando el Servidor de archivos, el Servidor FTP y el Servidor AV UPnP incluidos.
- Herramientas útiles de red, como UPnP, DNS dinámico y muchas otras.
- Seguridad de Internet

Antes de poder empezar a utilizar estas funciones, primero se debe configurar el FAP Thomson Gateway.

Antes de comenzar

Servicio DSL

El proveedor de servicios deberá activar el servicio DSL en la línea telefónica.

Desacoplamiento de la señal de voz y de DSL

Al momento que se active el servicio DSL, la línea telefónica dispondrá de dos tipos de señal.

- Señales de voz
- Señales de DSL

Para garantizar la calidad de sonido de las llamadas telefónicas, se debe omitir la señal DSL de la línea telefónica antes de que llegue al teléfono. De lo contrario, se podría escuchar un ruido de fondo al utilizar el teléfono.

Filtros y divisores

Para dividir la señal DSL de la línea telefónica, se utiliza la solución mostrada en el Gráfico 36, la cual consiste en conectar un splitter para que divida la señal telefónica en señal DSL y señal de voz.

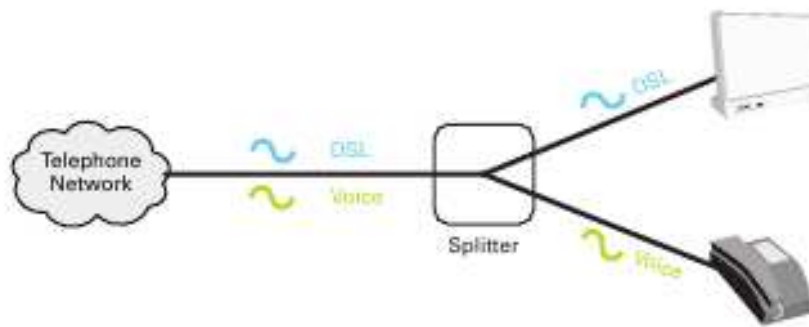


Gráfico N°. 36 : División DSL - Voz
Fuente: Datasheet Thomson Gateway TG870

Instalación del FAP Thomson Gateway

Requisitos

El equipo debe tener instalado uno de los siguientes sistemas operativos:

- Microsoft Windows 7 o superior
- Microsoft Windows 7 x64 o superior
- Microsoft Windows Vista (SP1) o superior
- Microsoft Windows Vista x64 (SP1) o superior
- Microsoft Windows XP SP2 o superior
- Microsoft Windows XP x64 SP1 o superior
- Microsoft Windows 2000 SP4
- Mac OS X 10.4 (Tiger)
- Mac OS X 10.5 (Leopard)

Inicio del asistente

Para iniciar el asistente:

1. Insertar el CD de configuración en la unidad de CD o DVD-ROM de su equipo.
2. Si el equipo funciona con:
 - Microsoft Windows: el CD se iniciara automáticamente.
 - Mac OS X: hacer doble clic en Menú en la ventana que presenta el contenido del CD.

3. Seleccionar el idioma adecuado y hacer clic en Aceptar.
4. El Asistente de configuración nos guiará a través del proceso de instalación del Thomson Gateway.
5. Al final de la instalación aparecerá la siguiente pantalla:



Gráfico N°. 37 : Instalación completa

Fuente: Datasheet Thomson Gateway TG870

6. Seleccionar “Ir a la interfaz web del Thomson Gateway” para ir a los Aspectos básicos de Thomson Gateway después de cerrar el asistente. En los Aspectos básicos de Thomson Gateway, se puede configurar todos los servicios del mismo.
7. Hacer clic en Finalizar.
8. Aparecerá el menú del CD, similar al del Gráfico 38.



Gráfico N°. 38 : Menú principal del CD
Fuente: Datasheet Thomson Gateway TG870

Configuración del FAP Thomson Gateway

Se proceda de la siguiente forma:

1. Abrir el navegador web y acceder a <http://dsldevice.lan> o a la dirección IP de su Thomson Gateway (de forma predeterminada: 192.168.1.254) y haga clic en Thomson Gateway en el menú lateral izquierdo
2. El FAP Thomson Gateway informa de que aún no se lo ha configurado, como lo indica el Gráfico 39.

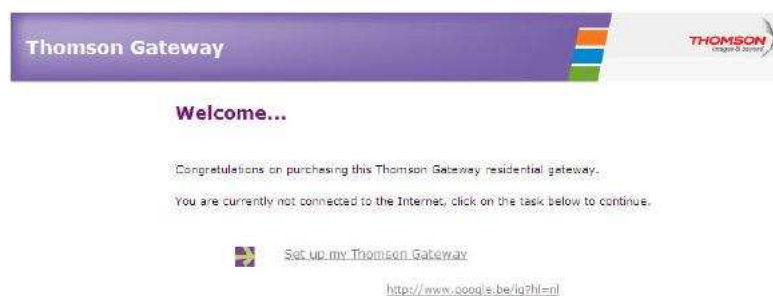


Gráfico N°. 39 : Menú de bienvenida
Fuente: Datasheet Thomson Gateway TG870

3. Hacer clic en Configurar mi Thomson Gateway.
4. Aparecerá el Asistente de instalación simplificada. Este asistente nos guiará a través del proceso de configuración del FAP Thomson Gateway. Hacer clic en Siguiente y seguir las instrucciones.

Conexión de clientes inalámbricos a través de WPS

El **WPS** (Wi-Fi Protected Setup) permite agregar nuevos clientes inalámbricos a la red de forma rápida y sencilla, sin necesidad de introducir todos los ajustes inalámbricos (nombre de red, clave inalámbrica, tipo de cifrado).

Procedimiento:

1. Pulsar brevemente el botón WPS en el Thomson Gateway, como se aprecia en el Gráfico 40.

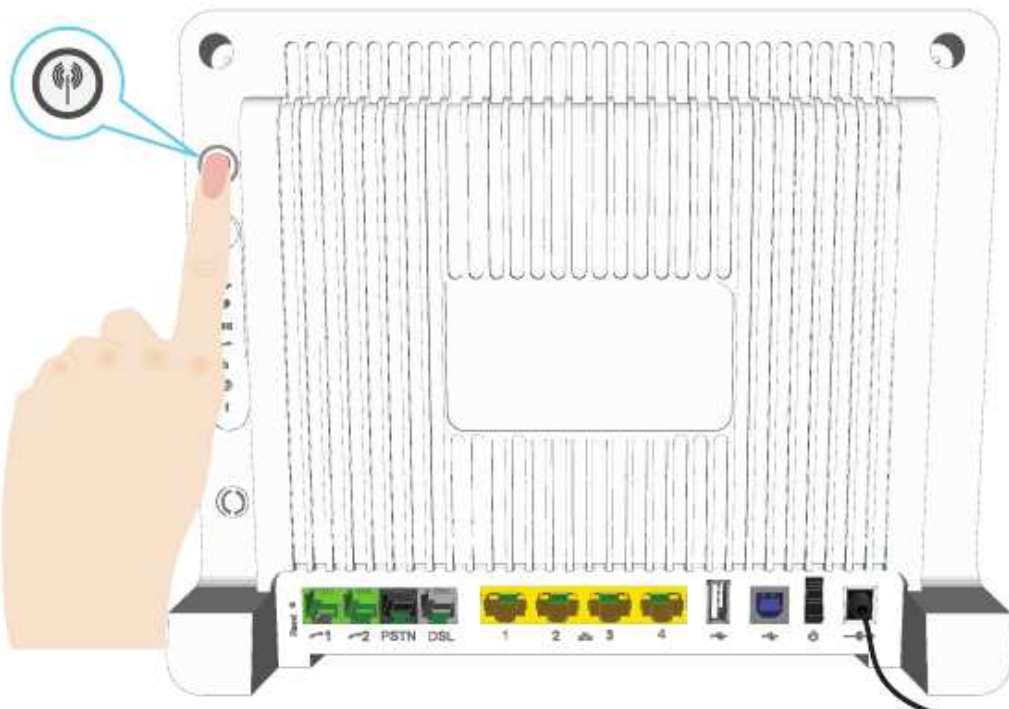


Gráfico N°. 40 : Botón WPS

Fuente: http://medialibrary.technicolor.com/DS_Technicolor_TG870

2. El LED del botón WPS empezará a parpadear en color naranja. Esto indica que el FAP Thomson Gateway está buscando clientes inalámbricos que se

encuentren en el modo de registro. Se dispondrá de dos minutos para iniciar WPS en el cliente inalámbrico.

3. Iniciar WPS en su cliente inalámbrico.

Si el LED del botón WPS aparece encendido en color verde de forma fija indica que ha registrado correctamente el cliente inalámbrico. Ahora estará conectado a la red del FAP Thomson Gateway.

Si el LED del botón WPS está parpadeando en color rojo indica que el FAP Thomson Gateway no pudo encontrar el cliente inalámbrico. Es necesario asegurarse que el LED del botón WPS esté parpadeando en color naranja cuando inicie WPS en el cliente inalámbrico.

Acceso de telefonía móvil

Femtocelda 3G integrada

El FAP Thomson Gateway está equipado con una femtocelda integrada.

Gracias a la femtocell, se puede disponer de una conexión de alta calidad a la red móvil. Esto se traduce en:

- Mayor cobertura en interiores.
- Mayores velocidades de datos, que mejoran la experiencia multimedia.

Conexión de un teléfono móvil a la Femtocelda

En cuanto un teléfono móvil se encuentre dentro del alcance de la femtocell, se conectará a ella automáticamente. No se tiene que configurar nada en absoluto.

Número de conexiones simultáneas

El FAP Thomson Gateway puede procesar hasta cuatro llamadas telefónicas simultáneas. Las llamadas telefónicas de emergencia siempre tienen prioridad sobre las llamadas telefónicas convencionales.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

1. ACHIG, L. (2001). **Enfoques y Métodos de Investigación Científica**. AFEFCE. Quito.
2. ANDINO, P. (2005). **El Proyecto de Grado. Teoría y Gráficos**. P.H. Ediciones. Quito.
3. FIGUEIRAS, A. (2001). **Una Panorámica de las Telecomunicaciones**. Prentice Hall
4. HERNANDO, J. (2004). **Comunicaciones Móviles**. 2ª. Edición. Centro de Estudios Ramón Areces.
5. HERNANDO, J. (2001). **Comunicaciones Móviles de Tercera Generación UMTS**. 2ª edición. Telefónica Móviles España.
6. HERRERA, L. y otros. (2008). **Tutoría de la Investigación Científica**. Diemerino Editores. Quito.
7. IZQUIERDO, E. (2003). **Investigación Científica**. 8ª. Edición. Imprentas COSMOS. Loja.
8. NARANJO, C. (2003). **Guía Didáctica. Métodos y Técnicas de Estudio e Investigación**. UTA. Ambato.
9. ZHANG Jie, ROCHE Guillaume. (2010). **Femtocells: Technologies and Deployment**. Wiley.

DIRECCIONES WEB

1) Funciones de la SUPERTEL

<http://supertel.gob.ec/index.php/Organizacion-interna/funciones.html>,
accesado en Octubre, 2010.

2) De la voz sobre IP a las centrales telefónicas IP

<http://www.blog.evasoftperu.com/2010/01/02/de-la-voz-sobre-ip-a-las-centrales-telefonicas-ip/>, accesado en Octubre, 2010.

3) Historia y evolución de la tecnología celular

<http://sx-de-tx.wikispaces.com/Tecnologia+Celular>, accesado en Octubre, 2010

4) Centrales telefónicas Panasonic

<http://www.electronova.com.ec/centrales-telefonicas.htm>, accesado en Octubre, 2010.

5) Introducción a la ADSL

<http://www.ayuda-internet.net/tutoriales/redes/adsl/index.html>, accesado en Octubre, 2010.

6) Estrategias de control de acceso de Femtoceldas

<http://www.scribd.com/doc/36776635/Presentacion-Femtoceldas>, accesado en Octubre, 2010.

7) THOMSON Gateway con Femtoceldaincorporada

http://medialibrary.technicolor.com/CommunsImagesEnLigne/Download/2225191_333_1_277_0BF5E4AE0E06CB87C2404C041B7A5CF3E/DS_Technicolor_TG870.pdf, accesado en Noviembre, 2010.

8) Las femtoceldas y el PLC

<http://jpocalles.wordpress.com/tag/picoceldas/>, accesado en Noviembre, 2010.

9) Femtoceldas

<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/479993>, accesado en Noviembre, 2010.

10) Femtocells Mercado Evaluación Femtocell Pronósticos De Mercado Femtocells

http://www.keywordspy.com.mx/editorials/articles/4ee40bd089/femtocells_mercado_mercado_evaluaci%C3%B3n_femtocellpron%C3%B3sticos_de_mercado_femtocells-, accesado en Noviembre, 2010.

11) Ha llegado Femtocell

<http://www.infosum.net/es/communication/femtocell-has-arrived.html>, accesado en Noviembre, 2010.

12) Anunciaron el primer estándar de Femtocell

<http://www.celularis.com/tecnologia/anunciaron-el-primer-standard-de-femtocell.php>, accesado en Noviembre, 2010.

<http://www.3gpp.org/World-s-first-femtocell-standard>, accesado en Diciembre, 2010.

13) Operator, Access Point and Chipset Market Analysis

<https://www.abiresearch.com/research/1003187-Femtocells?ll>, accesado en Diciembre, 2010.

14) Mobile Carriers See Gold in Femtocells

<http://www.technologyreview.com/business/20293/?mod=relatedSolutions&Products>, accesado en Diciembre, 2010.

15) Femtocell and Home Gateway

<http://www.argela.com/solutions.php?cid=femtocell&gclid=CKzw693dnKYCFcNi2godn3L5mw>, accesado en Diciembre, 2010.

16) Telefónica Alegro en Ecuador

<http://www.alegro.com.ec/>, accesado en Diciembre, 2010.

17) Telefónica Movistar en Ecuador

<http://www.movistar.com.ec/site/>, accesado en Enero, 2010.

18) Telefónica Porta en Ecuador

<http://www.porta.net/>, accesado en Enero, 2010.

19) Listado de Empresas del sector de telecomunicaciones

<http://www.scribd.com/doc/39571462/Listado-Empresas-30abr09>,
accesado en Enero, 2010.

20) Vodafone España ofrece acceso Premium de voz y datos a los clientes de Oficina Vodafone

<http://www.canalpda.com/etiquetas/femtoceldas>, accesado en Enero, 2010.

ACRÓNIMOS

3G	Third Generation
4G	Fourth Generation
AMPS	Sistema telefónico móvil avanzado
AP	Punto de Acceso
AV UPnP	Audio Video Universal Plug and Play
BS	Base Station
BTS	Base Tranceiver Station
CDMA	Code Division Multiple Access
CNT	Corporación Nacional de Telecomunicaciones
CONATEL	Consejo Nacional de Telecomunicaciones,
DCE	Equipo de Comunicación de Datos
DSL	Digital Subscriber Line
DTE	Equipo Terminal de Datos
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
ETACS	Sistema de comunicaciones de acceso total extendido
EV-DO	Evolution-Data Optimized
FAP	Punto de Acceso de Femtoceldas
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FTP	File Transfer Protocol
FWA	Acceso Fijo Inalámbrico
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HSDPA	Acceso de alta velocidad del paquete de Downlink
HSPA	High Speed Packet Access
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMT	International Mobile Telecommunications
IP	Internet Protocol
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local Area Network

LMDS	Local Multipoint Distribution Service
LTE	Long Term Evolution
MAC	Medium Access Layer
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MMDS	Multichannel Multipoint Distribution Service
MMS	Servicio de mensajes multimedia
MSC	Mobile Switching Center
MTSO	Mobile Telephony Switching Office
NOC	Network Operations Center
NSG	Nuestra Señora de Guadalupe
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing.
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
PCS	Personal Communications System
PSDN	Public Switched Data Network
PSK	Phase Shift Keying
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QoS	Quality of Service
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RFID	Radio Frequency Identification
RNC	Radio Network Controller
SENATEL	Secretaría Nacional de Telecomunicaciones
SMA	Servicios Móviles Avanzados
SMS	Servicio de mensajes cortos
SOHO	Small Office Home Office
STMC	Servicios de Telefonía Móvil Celular
SUPERTEL	Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador
TACS	Sistema de comunicaciones de acceso total
TDD	Time Division Duplex
TDMA	Time Division Multiple Access
TRAU	Transcoder and Rate Adaptation Unit
UMB	Ultra Mobile Broadband

UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VDSL	Very high data rate digital subscriber line
VoIP	Voz sobre Protocolo Internet
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
W-CDMA	Acceso múltiple por división de código de banda ancha
WiFi	Wireless Fidelity
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
WLL	Wireless Local Loop
WMAN	Wireless Metropolitan Area Network

ANEXOS

LISTA DE COTEJO

Lugar de observación:

Fecha de observación:

Observador: El investigador.

OBJETIVO: Evaluar la presencia de cobertura celular brindada por las diferentes operadoras.

INSTRUCTIVO: A la derecha de cada aspecto trace una X en la columna que corresponda, para indicar si se cumple o no los requerimientos establecidos.

ASPECTOS	SI	NO
1. La señal de la operadora MOVISTAR está presente.		
2. La señal de la operadora PORTA está presente.		
3. La señal de la operadora ALEGRO está presente.		

ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL Y A LOS PACIENTES DE LA FUNDACIÓN “NUESTRA SENORA DE GUADALUPE”

OBJETIVO: Identificar cuáles son las operadoras de telefonía celular presentes en la Fundación “NUESTRA SENORA DE GUADALUPE” y la calidad de la señal de las mismas.

DATOS GENERALES:

Nombre:

Cargo:

Fecha de la encuesta:

Ficha Nº: (para uso del investigador)

DATOS ESPECÍFICOS:

INSTRUCTIVO: Lea detenidamente las preguntas y marque con una X en el paréntesis la alternativa que usted elija.

Nº	PREGUNTAS	RESPUESTAS	COD.
1.-	¿De qué operadora de telefonía móvil usted es abonado?	<ul style="list-style-type: none"> • Movistar • Porta • Alegro 	1. () 2. () 3. ()
2.-	La intensidad de la señal de la operadora Movistar en el interior de la fundación es:	<ul style="list-style-type: none"> • Buena • Regular • Mala 	1. () 2. () 3. ()
3.-	La intensidad de la señal de la operadora Porta en el interior de la fundación es:	<ul style="list-style-type: none"> • Buena • Regular • Mala 	1. () 2. () 3. ()
4.-	La intensidad de la señal de la operadora Alegro en el interior de la fundación es:	<ul style="list-style-type: none"> • Buena • Regular • Mala 	1. () 2. () 3. ()
5.-	¿Le gustaría tener cobertura celular en todo el interior de la fundación sin importar su operadora?	<ul style="list-style-type: none"> • Si • No 	1. () 2. ()
6.-	¿Considera usted necesario el uso de la tecnología celular en sus actividades diarias?	<ul style="list-style-type: none"> • Si • No 	1. () 2. ()

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

**GUÍA DE LA ENTREVISTA PARCIALMENTE ESTRUCTURADA DIRIGIDA AL PERSONAL TÉCNICO
ENCARGADO DE LAS REDES EN LA FUNDACIÓN “NUESTRA SENORA DE GUADALUPE”**

OBJETIVO: Identificar cuáles son las tecnologías de telecomunicaciones utilizadas en la Fundación “NUESTRA SENORA DE GUADALUPE”.

DATOS GENERALES:

Entrevistado:

Cargo:

Entrevistador:

Fecha:

DATOS ESPECÍFICOS:

PREGUNTAS	INTERPRETACIÓN / VALORACIÓN
1. ¿Cuáles son los tipos de telecomunicaciones presentes en la Fundación NSG?	
2. ¿Cómo considera el servicio de comunicación móvil en el interior de la Fundación NSG?	
3. ¿Conoce alguna tecnología alterna para mejorar la comunicación celular en interiores?	

COSTOS PARA LA IMPLEMENTACION

Nro.	EQUIPOS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Femtoceldas	unidad	4	200,00	800,00
2	Cable Telefónico	metros	153	0,30	45,90
3	Conectores RJ11	unidad	8	0,20	1,60
4	Adaptadores tipo Y	unidad	4	0,50	2,00
5	Canaletas para cable	metros	153	3,20	489,60
6	Soportes pared/techo	unidad	4	30,00	120,00
7	Acceso Premium para voz y datos	servicio/mes	1	30,00	30,00
8	Internet Banda Ancha ADSL	servicio/mes	1	60,00	60,00
					1549,10

Technical Specifications

Hardware Specifications

Interfaces

WAN

- RJ11 DSL line port
- Optional ISDN (Annex B)
- Full FXO

LAN

- 4-port autosensing 10/100Base-T auto-MDI/MDI-X Ethernet switch
- 2 FXS POTS interfaces
- 2 USB 2.0 master interfaces
- Wi-Fi IEEE 802.11b/g

WCDMA Access Point

Extras

Restore factory defaults button
 WLAN registration button (WPS™)
 ECO button
 Diagnostics button

Dimensions (h x d x w)

240 x 205 x 80 mm (94.5 x 80.7 x 31.5 in.)

AC Voltage

100-240 VAC (switched mode power supply)

WCDMA Femtocell Access Point

- Supports 4 simultaneous AMR channels (voice calls)
- 7.2 Mbps HSDPA
- 1.5 Mbps HSUPA
- Range 20m
- 3GPP Rel6 LACC compliant
- Max output 20dBm
- Software upgradeable
- Interference mitigation
- All traffic handled through IPsec encrypted tunnels
- RF environmental fingerprinting
- 384 Kbps P-S data
- Supplementary services
- Quality of Service (QoS)

DSL Modem Specifications

- Supports Multi Mode Standard
- ADSL compliance: ANSI T1.413 Issue 2, ITU-T G.992.1 Annex A, B (G.dmt), ITU-T G.992.2 Annex A, B (G.lite), ITU-T G.994.1 (G.hs)
 - Maximum Rate: 8 Mbps for downstream and 1 Mbps for upstream
- ADSL2 compliance: ITU-T G.992.3 Annex A, B, L, M (G.dmt.bis), ITU-T G.992.4 Annex A, B, L, M (G.lite.bis)
 - Maximum Rate: 12 Mbps for downstream and 1.5 Mbps for upstream
- ADSL2+ compliance: ITU-T G.992.5 Annex A, B, M
 - Maximum Rate: 24 Mbps for downstream and 3 Mbps upstream

Firewall Security

- Firewall with Stateful Packet Inspection (SPI)
- Intrusion Detection System (IDS), protecting against attacks, such as Denial of Service (DoS), SYN Flood, Ping of Death, Fraggle, LAND, Teardrop, etc.
- Content filtering: URL blocking
- IP and generic packet filtering, based on IP address/port number/protocol type
- Real-time attack alert and logging

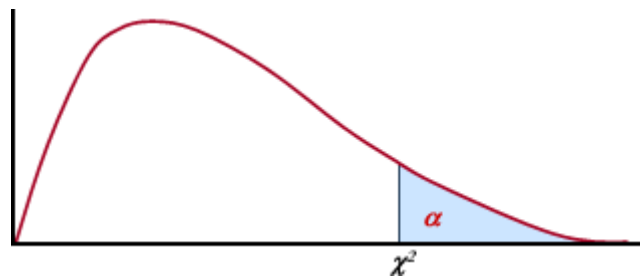
Management

- User Friendly GUI via HTTP and HTTPS
- (Wireless) Home Network Install Wizard

Services

- Printer sharing
- Content sharing (UPnP A/V + SMB)
- Webcam control and display
- Secure Remote File Access
- PC-less Peer-2-Peer
- Personal Web Gallery (photo blog)
- Shared HD with Access Rights
- Gateway Secured Storage
- Central PVR

Valores Críticos de la Distribución Chi Cuadrado: χ^2



Grados libertad	Probabilidad de un valor superior - Alfa (α)				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19
11	17,28	19,68	21,92	24,73	26,76
12	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30
13	19,81	22,36	24,74	27,69	29,82
14	21,06	23,68	26,12	29,14	31,32
15	22,31	25,00	27,49	30,58	32,80
16	23,54	26,30	28,85	32,00	34,27
17	24,77	27,59	30,19	33,41	35,72
18	25,99	28,87	31,53	34,81	37,16
19	27,20	30,14	32,85	36,19	38,58
20	28,41	31,41	34,17	37,57	40,00
21	29,62	32,67	35,48	38,93	41,40
22	30,81	33,92	36,78	40,29	42,80
23	32,01	35,17	38,08	41,64	44,18
24	33,20	36,42	39,36	42,98	45,56
25	34,38	37,65	40,65	44,31	46,93
26	35,56	38,89	41,92	45,64	48,29
27	36,74	40,11	43,19	46,96	49,65
28	37,92	41,34	44,46	48,28	50,99
29	39,09	42,56	45,72	49,59	52,34
30	40,26	43,77	46,98	50,89	53,67
40	51,81	55,76	59,34	63,69	66,77
50	63,17	67,50	71,42	76,15	79,49
60	74,40	79,08	83,30	88,38	91,95
70	85,53	90,53	95,02	100,43	104,21
80	96,58	101,88	106,63	112,33	116,32
90	107,57	113,15	118,14	124,12	128,30
100	118,50	124,34	129,56	135,81	140,17