

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Tesis Piña-Quevedo.docx (D38234143)  
**Submitted:** 5/2/2018 11:18:00 PM  
**Submitted By:** dmendozac2@unemi.edu.ec  
**Significance:** 2 %

### Sources included in the report:

TESIS - ING.NESTOR TALLEDO A LIGHT.docx (D11347225)  
CASO DE ESTUDIO ISP INALAMBRICO (CORREGUIDO).pdf (D26277883)  
TESIS Andrea Alcivar con Indices.docx (D11039109)  
Titulación Jean Delgado.docx (D15153043)  
<http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3582>  
<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/34261>  
<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/42668>  
<http://docplayer.es/16548663-Diseno-de-una-red-inalambrica-utilizando-la-tecnologia-wimax-para-proveer-el-servicio-de-internet-de-banda-ancha-en-la-ciudad-de-manta.html>  
[https://archive.org/stream/Articulo20\\_201509/Articulo%20\(20\)\\_djvu.txt](https://archive.org/stream/Articulo20_201509/Articulo%20(20)_djvu.txt)  
<https://www.telecomunicaciones.gob.ec/mintel-trabaja-incrementar-redes-telecomunicaciones/>  
<https://www.telecomunicaciones.gob.ec/conatel-aprueba-regulacion-para-el-acceso-a-internet/>

### Instances where selected sources appear:

13

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

TÍTULO Análisis y diseño de una red inalámbrica de alta velocidad basada en el estándar WIMAX (IEEE 802.16) para la UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO.

Autores: Leonardo Washington Piña Campoverde Adrián Joseph Quevedo Silva

Milagro, Mes 2017. ECUADOR

ACEPTACIÓN DEL(A) TUTOR(A) Por la presente hago constar que he analizado el proyecto de grado presentado por el (los) estudiante (s) Leonardo Washington Piña Campoverde y Adrián Joseph Quevedo Silva, para optar al título de Ingeniería en Sistemas Computacionales y que acepto la tutoría del estudiante, durante la etapa del desarrollo del trabajo hasta su presentación, evaluación y sustentación.

Milagro, a los ... días del mes de ..... del 20...

Denis Darío Mendoza Cabrera CI: 0923489801

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN El autor de esta investigación declara ante el Consejo Directivo de la Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal de Milagro, que el trabajo presentado es de mi (nuestra) propia autoría, no contiene material escrito por otra persona, salvo el que está referenciado debidamente en el texto; parte del presente documento o en su totalidad no ha sido aceptado para el otorgamiento de cualquier otro Título o Grado de una institución nacional o extranjera.

Milagro, a los .... días del mes de ..... de ...

Leonardo Washington Piña Campoverde CI: 0929137586

Adrián Joseph Quevedo Silva CI: 0928479799

CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA (una hoja por estudiante) El tribunal calificador previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas Computacionales, otorga al presente proyecto de investigación las siguientes calificaciones:

MEMORIA CIENTÍFICA [ ] DEFENSA ORAL [ ] TOTAL [ ] EQUIVALENTE [ ]

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

PROFESOR DELEGADO PROFESOR SECRETARIO

DEDICATORIA Dedico este trabajo a mi padre Bolívar Quevedo quien con esfuerzo me apoyado desde el principio de mis estudios, haciendo posible cursar la carrera de la mejor manera y en las mejores condiciones.

A mi adorada madre Marlene Silva quien con su amor y el ejemplo que me ha proporcionado, ha hecho posible mi desarrollo y formación como una persona de bien, útil y favorable para la sociedad. A mi amada esposa Yessica Vite y mi hija Victoria, por su apoyo y ánimo que me brinda día a día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales. A mis hermanos quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar, quienes siempre aportaron con su interés y buena voluntad.

#### ADRIÁN JOSEPH QUEVEDO SILVA DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haberme dado salud y el don del entendimiento durante toda mi carrera universitaria. A mi papá Olmedo Piña quien con esfuerzo me apoyado desde el principio de mis estudios y junto a mi querida mamá han hecho hasta lo imposible para que logre mis metas propuestas. A mi mamá Germania Campoverde, que a pesar de tenerla lejos por mucho tiempo, siempre estuvo presente y fue la inspiración para lograr muchas metas personales y profesionales A mi hermano Stalyn Piña, por ser mi compañero y amigo de vida, este logro es de ambos y muy pronto espero que también llegue a esta etapa de su vida. Y a todos mis familiares que me han dado su apoyo en mi carrera universitaria, les quedo agradecido de por vida

#### LEONARDO WASHINGTON PIÑA CAMPOVERDE

AGRADECIMIENTO Agradezco a cada docente por compartir sus experiencias y sus consejos que fueron parte de mi proceso de formación profesional, Y por supuesto mi mayor agradecimiento es para la persona que me oriento durante el desarrollo de este último trabajo universitario al Master Denis Mendoza.

Finalmente, a mis amigos y compañeros, con quienes compartí no solo gratos momentos sino también mis dudas e inquietudes, aquellos quienes siempre han tenido una mano extendida para ofrecerme su ferviente apoyo sea cual fuere la condición.

#### ADRIÁN JOSEPH QUEVEDO SILVA

AGRADECIMIENTO A mis padres, que a lo largo del camino de la vida han sabido darme su apoyo y cariño incondicional, que gracias a su sacrificio soy la persona que he llegado a ser.

Agradezco a cada docente por compartir sus experiencias y sus consejos que fueron parte de mi proceso de formación profesional, Y por supuesto mi mayor agradecimiento es para la persona que me oriento durante el desarrollo de este último trabajo universitario al Master Denis Mendoza.

Y, finalmente, a mis amigos y compañeros, con quienes compartí no solo gratos momentos sino también mis dudas e inquietudes, aquellos quienes siempre han tenido una mano extendida para ofrecerme su ferviente apoyo sea cual fuere la condición.

#### LEONARDO WASHINGTON PIÑA CAMPOVERDE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero. Fabricio Guevara Viejó, MAE. Rector de la Universidad Estatal de Milagro Presente. Mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor del Trabajo realizado como requisito previo para la obtención de mi (nuestro) Título de Tercer Nivel, cuyo tema fue "(Transcribir el título. Utilizar mayúsculas únicamente para la primera letra del título y los nombres propios. MAYUSCULAS solo para siglas)" y que corresponde a la Facultad Ciencias de la Ingeniería. Milagro, ... de .....del

Leonardo Washington Piña Campoverde CI: 0929137586

Adrián Joseph Quevedo Silva CI: 0928479799

## índice general PROPUESTA TECNOLÓGICA

1 Contenido  
 ÍNDICE DE CUADROS X ÍNDICE DE FIGURAS XI RESUMEN 1  
 1. CAPÍTULO I: EL PROBLEMA 2  
 2. CAPÍTULO II: ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO 5  
 3. CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 49  
 4. CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA 60  
 5. CAPÍTULO V: ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA 89  
 CONCLUSIÓN 96 RECOMENDACIONES 97  
 ANEXO A Número de estudiantes matriculados desde 2009 hasta 2015-2016 1  
 ANEXO B Análisis de las redes inalámbricas existentes en el campus UNEMI 1  
 17 ANEXO C Diseño de encuesta hacia los estudiantes 1

ANEXO D Análisis de las encuestas con el sistema IBM SPSS Statistics 24  
 1 ANEXO E Metodo aduanero de importacion de los equipos 1  
 ANEXO F Tipo de red del campus UNEMI 1 ANEXO G Ley orgánica de Telecomunicaciones 2  
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 1 GLOSARI 1

ÍNDICE DE CUADROS Cuadro 1 Asignaturas de la carrera que sirvieron para el desarrollo del proyecto 39

Cuadro 2 Equipos de comunicación 41 Cuadro 3 Detalle de costos 42 Cuadro 4 Detalle de costo 44  
 Cuadro 5 Análisis FODA de las alternativas de solución 46 Cuadro 6 Valores para la muestra 51  
 Cuadro 7 Nivel de confianza 52 Cuadro 8 Características 67 Cuadro 9 Características 68  
 Cuadro 10 Características.....70 Cuadro 11 Cronograma de actividades 71 Cuadro 12 Detalle de costo de talento Humano 77  
 Cuadro 13 Detalle de costo de equipos técnicos 78 Cuadro 14 Detalle de costo de recursos varios 79  
 Cuadro 15 Costo del proyecto 80 Cuadro 16 Glosario 1

ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1. Posicionamiento de estándares Wireless .....1

Figura 2: Características de los diferentes tipos de estándar (802.11) .....1  
 Figura 3: Proceso de Certificado WIMAX .....2  
 Figura 4 Atribución de Frecuencias.....2  
 Figura 5 Frecuencias en el mundo .....3  
 Figura 6: Modulación Adaptiva .....3  
 Figura 7: Esquema MIMO .....4  
 Figura 8: Acceso bidireccional FDD y TDD .....4  
 Figura 9: Arquitectura de red WIMAX .....

.....5	Figura 10: Utilización de la red inalámbrica de datos	.....54
.....54	Figura 11: Servicios de internet	.....55
.....55	Figura 12: Servicios de la plataforma UNEMI	.....56
.....56	Figura 13: Funcionamiento de la red inalámbrica	.....57
.....57	Figura 14: Señal de la red inalámbrica	.....58
.....58	Figura 15: intensidad de la red inalámbrica	.....59
.....59	Figura 17: Necesidad de una red de alta velocidad	.....60
.....60	Figura 18: Utilización de dispositivos	.....61
.....61	Figura 19: Número de dispositivos	.....61
.....61	Figura 20: Tiempo de conectividad	.....62
.....62	Figura 21: Diseño de la red WIMAX	.....64
.....64	Figura 22: Diseño de la red	.....64
.....64	Figura 21 Huawei antena MIMO	.....67
.....67	Figura 22: Cloud Router CCR1016-12S-1S	.....68
.....68	Figura 23: Switch de red HP	.....70

RESUMEN En el campus de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) existen áreas en las cuales los dispositivos electrónicos de los estudiantes y usuarios en general carecen de una señal óptima de navegación, provocando el desplazamiento a zonas con excelente cobertura y por ende la saturación de la red por un número máximo de usuarios, consiguiendo que el desempeño de esta sea deficiente. Una solución factible ante los problemas de movilidad, conectividad y cobertura, es implementar el estándar WIMAX, la cual será usada para proveer acceso a internet de alta velocidad en áreas que el protocolo 802.11 (WIFI) no satisface la demanda y requerimiento de la población del campus. Se procederá a realizar un trabajo de campo recolectando información suficiente para diagnosticar e identificar los problemas actuales de la red inalámbrica (equipos, configuración, distribución y logística) del campus universitario.

Desde un punto simplista, una red con estándar WIMAX permitirá conexiones inalámbricas entre un transceptor de la estación base y cientos de abonados sin que éstos tengan que estar en línea de vista directa con esa estación, utilizará transmisión de múltiple entrada y múltiple salida que

dará como resultado no sólo mejoras en la cobertura sino también en la eficiencia de la comunicación,

además de su compatibilidad con las redes cableadas ya existentes, la facilidad de instalación, la sencillez de administración, su escalabilidad, estabilidad de conectividad, la capacidad de atravesar barreras físicas, etc. consiguiendo satisfacer las necesidades de como entregar un mayor alcance y calidad a la población que se encuentran en la UNEMI. PALABRAS CLAVE: WIMAX, Rede de datos, tics, Telecomunicaciones y sistemas de transmisión de datos. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Tecnologías de la información y la comunicación. SUBLÍNEA DE LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Tics

## 1. CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO. La globalización y el adelanto tecnológico de las telecomunicaciones han cambiado el estilo de la vida actual dando el nacimiento a una nueva era digital, permitiendo obtener y remitir información en tiempo real ya sea por medio de texto, imagen, sonido o video, cruzando fronteras, además a la desaparición de barreras técnicas entre equipos electrónicos que transmiten y reciben información digital (teléfono, radio, televisión, reloj, automóvil. etc.). Ayudando así que confluya una cultura común (cultura de masas). [1] La revolución digital permite a la persona compartir sus ideas, creencias, pensamientos e historias de una manera fácil y sencilla en poco segundos, ninguna innovación tecnológica se ha extendido por el mundo con la misma rapidez con la que el uso de internet se ha propagado en apenas dos décadas, y sobre todo ningún invento desplegó de manera efectiva su potencial de transformación social con tal inmediatez. [2] En esta era digital es transcendental tener una red inalámbrica con ubicuidad de ancho de banda de alta velocidad, permitiendo disponer de mejores servicios como correo electrónico, mensajería de voz, video, música, juegos, noticias, pagos, etc., facilitando las necesidades y tiempo de las personas en esta generación de competitividad. La comunicación de punto a punto empieza a no satisfacer a las personas dando paso a una nueva tecnología de comunicación que es el de persona a persona, implicando que esta sea de forma inalámbrica y que no dependa de un sistema de punto a punto en el cual el usuario tenga que conectarse en estos puntos específicos limitando la movilidad del mismo. [3] Las redes Wi-Fi son una manera conveniente de acceder a Internet, sin embargo muchas cosas pueden fallar cuando se utiliza una conexión inalámbrica: la conexión puede volverse lenta, interrumpirse intermitentemente o no se puede establecer conexión. En el campus de la UNEMI existen muchas áreas en las que los dispositivos electrónicos de los estudiantes y usuarios en general carecen de una señal óptima de navegación, provocando el desplazamiento a zonas con excelente cobertura y por ende la saturación de la red por el número máximo de usuarios, consiguiendo que el desempeño de esta sea deficiente. La UNEMI cuenta con una afluencia aproximada de 4.500 estudiantes (ver Anexo A), generando una mayor demanda de la red inalámbrica y consiguiendo que esta sea pretérita ante las necesidades requeridas; por lo tanto, se requiere mejorar la calidad de ancho de banda aplicando una nueva tecnología llamada WIMAX 1 y optimizando los puntos de acceso.

### 1. 1.1. 2. JUSTIFICACIÓN.

Con esta propuesta se pretende brindar una solución factible en materia tecnológica frente a los problemas de movilidad, conectividad y cobertura; consiste en implementar el estándar WIMAX la cual será usada para proveer acceso a internet de alta velocidad en áreas que el protocolo 802.11 (WIFI) no satisface la demanda y requerimiento de la población del campus.

La importancia que tendrá la implementación de la tecnología WIMAX en la UNEMI, será la de soportar cientos de usuarios por canal gracias a su ancho de banda configurable y no cerrados a sujeto de relación del espectro, escalabilidad que brinda a puntos de red y a cualquier otro dispositivo de red en el campus de la UNEMI, ya sea switches, impresoras, cámaras IP , teléfonos IP, entre otros.

Cabe recalcar que las redes inalámbricas de Internet siguen en constante desarrollo para mayores velocidades de transmisión, con la finalidad de obtener tecnologías que mejoren la conectividad, la fiabilidad, la seguridad y que resuelva los problemas de ruidos e interferencias. [5]

El estándar WIMAX es compatible con redes cableadas ya existentes; la facilidad de instalación, la reducción en los costos, la sencillez de administración, su escalabilidad, la capacidad de atravesar barreras físicas, etc., consiguiendo satisfacer las necesidades como: mayor alcance y desempeño a la población que se encuentran en la UNEMI.

Permite conexiones inalámbricas entre un transceptor de la estación base (BTS 2 ) y miles de abonados sin que éstos tengan que estar en línea de vista (LOS 3 ) directa con esa estación. Esta tecnología se denomina NLOS 4 que significa sin línea de vista. En realidad WIMAX sólo puede eludir obstáculos pequeños, como árboles o una casa y no puede atravesar montañas ni edificios altos, cuando se presentan obstáculos, el rendimiento total real puede ser inferior a 20 mbps. [6]

## 2. CAPÍTULO II: ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

2.2.1 ANTECEDENTES. Desde las últimas décadas del siglo XX las redes de datos han conocido el éxito por su constante crecimiento.

Con la instalación de las redes de Internet fijos en muchos lugares de todo el planeta y su ahora gran expansión, actualmente el acceso inalámbrico es más requerido, no hay duda que para el

0: Titulación Jean Delgado.docx

56%

final de la primera década del siglo XX el acceso de datos inalámbricos de alta velocidad es decir en Mb/s se desplegará en gran medida en todo el mundo. [7]

Una red inalámbrica no requiere de un medio físico como un cable de cobre o una fibra óptica para el establecimiento de la comunicación, en efecto la idea que subyace a toda red inalámbrica es la de conectividad total, tanto temporal (conexión disponible en cualquier momento) como espacial (conexión disponible en cualquier lugar) y flexibilidad.

### 3. 3.1. 3.1.1. Redes inalámbricas y de banda ancha de acceso inalámbrico (BWA)

Estas tecnologías pueden ser distribuidas a través de diferentes familias de red basado en una escala de la misma, una representación ahora-clásico (a veces llamado el huevo 'ver Figura 1') se muestra categorías de redes inalámbricas, con las más famosas tecnologías para cada tipo de red. [8]

Según Nuaymi, existen 4 tipos diferentes de redes inalámbricas. Una red de área personal (PAN) es una red de datos (generalmente inalámbrica) utilizado para la comunicación entre los dispositivos de datos cerca de una persona, el alcance de una PAN son de pocos metros, por lo general se supone que es de menos de 10 metros aunque algunas tecnologías WPAN

pueden tener un mayor alcance, como por ejemplo: tecnologías WPAN (Bluetooth, UWB y Zigbee). [9] Una red de área local (LAN) es una red de datos utilizada para la comunicación entre los dispositivos de la red: ordenador, teléfono, impresora y asistentes digitales personales (PDA). Esta red cubre un área relativamente pequeña como una casa, una oficina o un pequeño campus (o parte de un campus), el alcance de una LAN es del orden de 100 metros, la mayor cantidad (por el momento) LAN que se utilizan actualmente son Ethernet (LAN fija) y WIFI (Wireless LAN o WLAN). Las WLAN utilizan luz infrarroja (IR) o radiofrecuencia (RF) como medio de transmisión, la RF son las más utilizada debido a que tiene un mayor alcance, mayor ancho de banda y cobertura más amplia, utiliza bandas de frecuencia 2,4 y 5 gigahercios (GHZ) porque son bandas sin licencias. [9] En la actualidad existen varios estándares para redes LAN inalámbricas: • HiperLAN: opera en a banda de los 5 GHz a una velocidad de 24 Mbps. • HiperLAN2: que en la misma banda consigue hasta 54 Mbps a través de un protocolo orientado a la conexión para el acceso al medio. • HomeRF SWAP: SWAP (Shared Wireless Access Protocol) es un estándar para comunicaciones digitales entre pc y dispositivos electrónicos en entornos de hogar, soporta tanto comunicaciones de voz como de datos sobre una interfaz radio común a velocidades de 1 y 2 Mbps y técnicas de espectro ensanchado en la banda de los 2.4 GHz. Una red de área metropolitana (MAN) es una red de datos que pueden cubrir hasta varios kilómetros por lo general un gran campus o una ciudad; por ejemplo una universidad puede tener una (MAN) que se une a muchos de sus redes LAN situadas alrededor del sitio, siendo cada LAN del orden de la mitad de un kilómetro cuadrado. Luego de esto (MAN) la universidad podría tener varios enlaces a otros MAN que componen una WAN. Ejemplos de tecnologías MAN son FDDI (Fiber Distributed Data Interface), DQDB (Distributed Queue Dual Bus) y basada en Ethernet MAN. WIMAX fijo puede ser considerada como una red inalámbrica (MAN) (WMAN). [7], [9] Las redes WAM son las redes utilizadas para la conexión de redes LAN, con uso de tecnologías de red celular de comunicaciones móviles como WIMAX móvil, GPRS, EDGE, 3G, LTE, etc., para la transferencia de datos, las cuales están dispersas geográficamente cientos de kilómetros una de otra por lo cual son usadas para dar servicio de internet móvil a las redes LAN.

2.1.1. 2.1.2. WIFI WIFI (Wireless Fidelity) Es una tecnología que permite una gran variedad de equipos informáticos (ordenadores, impresoras, discos duros, cámaras, etc.) que puedan interconectarse sin necesidad de utilizar cables, su aplicación principal en la actualidad es de permitir que varios equipos que poseen IP siendo estos de casa o de oficina puedan acceder a internet. [7] La tecnología Wi-Fi puede utilizarse realmente para cualquier tipo de red se trata simplemente de poner más o menos puntos de acceso; no obstante, suele utilizarse principalmente para las redes de tipo local. [7] Existen dos tipos de redes locales: la que se forma con el uso de cables y las de tipo inalámbrico o redes Wi-Fi, tanto las redes cableadas como las inalámbricas hacen exactamente el mismo trabajo: interconectan ordenadores y otros dispositivos informáticos (impresoras, módem, etc.) que permite compartir recursos. [7], [9]

2.1. MARCO CONCEPTUAL. 2.1.1. IEEE

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 'Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos'),



es un organismo líder en la creación de consenso que nutre, desarrolla y avanza tecnologías globales; que impulsa la funcionalidad, la capacidad y la interoperabilidad de una amplia gama de productos y servicios que transforman la forma en que las personas viven, trabajan y se comunican. [9] En la cual WI-FI está recogida con la norma IEEE 802.11 utilizando protocolos y capas inferiores (enlace de datos y física) del modelo de referencia OSI de siete capas de red. IEEE 802.11 divide la capa de enlace de datos OSI en dos subcapas nombrados control de enlace lógico (LLC) y de control de acceso al medio (MAC). [9], [9] El estándar WI-FI está recogido en la norma IEEE 802.11b. Esta norma describe los detalles técnicos para establecer comunicaciones de datos de forma inalámbrica a una velocidad máxima de 11 Mbps. Por tanto, el estándar original de WI-FI sólo permite transmitir datos a una velocidad máxima de 11 Mbps. [7] La tecnología de comunicaciones inalámbricas ha seguido desarrollándose, lo que ha permitido soluciones las transferencias de datos a velocidades superiores a 11 Mbps.; muchas de estas nuevas soluciones llegan a tener su propia norma IEEE las más interesantes son las siguientes (ver Figura 2):

- IEEE 802.11 b (año 1999) Es la norma original que permite velocidades de transmisión de hasta 11 Mbps utilizando la banda de frecuencias de 2,4 GHz. Curiosamente, a esta norma se la conoció también como 802.11 HR (High Rate, 'Alta velocidad').
- IEEE 802.11a (año 1999) Esta norma se diferencia de 802.11 b en el hecho de que no utiliza la banda 2,4 GHz sino la de los 5 GHz; la gran ventaja es que se consiguen velocidades de 54 Mbps, llegando alcanzar los 72 y 108 Mbps, por ejemplo Netgear.

- IEEE 802.11g (año 2003) Esta norma surgió con la idea de aumentar la velocidad sin renunciar a las ventajas de la banda 2,4 GHz. esta norma permite transmitir datos a 54 Mbps. En cualquier caso, existen versiones propietarias que llegan a los 100 Mbps, por ejemplo la de US Robotics.
- IEEE 802.11n (año 2009). Se trata de un nuevo paso en el objetivo de conseguir velocidades cada vez mayores; con esta norma se habla de velocidades de 300 Mbps y alcances muchos mayores que con las normas anteriores, otras de las ventajas de 802.11n es que resulta ser compatible con todos los estándares anteriores (a, b y g), la característica externa más destacable de 802.11n es que incorpora diversas antenas para utilizar varios canales simultáneamente. El estándar aprobado en 2009 define la velocidad máxima en 300 Mbps, en los borradores anteriores de esta norma se hablaba de 600 Mbps, lo que quiere decir que la carrera continúa. Esta diversidad de normas nos podría llevar a pensar que existen incompatibilidades; sin embargo, en la práctica real todos los equipos incluyen al menos la norma 802.11b, lo que permite que todos los terminales puedan interconectarse a 11 Mbps. Para que dos equipos puedan interconectarse a velocidades mayores es necesario que ambos dispongan del mismo estándar, dicho de otra forma los equipos que sean 802.11g se interconectarán a 54 Mbps, pero si uno es 802.11g Y otro 802.11a sólo lo harán a 11 Mbps gracias a que ambos incorporan también el estándar 802.11 b. [9], [10]

2.1.2. IEEE 802.16 WIMAX.

Es la denominación de una marca de referencia para productos que pasan la conformidad y los test de interoperabilidad de los estándares 802.16 es el grupo de trabajo del IEEE especializado en acceso punto a multipunto de banda ancha. [9] El estándar original WIMAX especifica la tecnología para el rango de 10-66 GHz.

posteriormente 802.16a añadió soporte para el rango de 2 a 11 GHz, donde algunas bandas no requieren licencia o sólo precisan una simple autorización, los esfuerzos se están centrando en esta variación del estándar, la ventaja principal se centra en la posibilidad de realizar comunicaciones sin disponer de línea de vista haciendo uso eficiente de las tecnologías existentes, pero sin desafiar a las leyes de la física. [9]

Se basa principalmente en dos sub-estándares

del IEEE; 802.16-2004 para el acceso fijo y 802.16e para el acceso portable o móvil, las diferentes versiones de especificaciones de cada

sub-estándar se presentan en sucesivas Wave, que corresponden a los diferentes perfiles de sistema (WIMAX Forum System Profiles ver Figura 3 )

definidos para su certificación, Actualmente se han definido el perfil de WIMAX fijo y WIMAX móvil. [9] WIMAX Fijo las normas de certificación están completamente definidas, manteniendo las características del subestándar ya mencionadas, pero especialmente para WIMAX Móvil se están definiendo continuas versiones o releases y dentro de cada una de ellas hay sucesivas fases (waves) que van marcando las novedades en la definición del proceso de certificación (Certification Profiles). [9] 2.1.3.

WIMAX MOVIL. Sigue las indicaciones del IEEE en el sub-estándar 802.16-2005, también conocido como 802.16e, WiBro o WIMAX móvil que

permite la conectividad en ambiente de movilidad completa, por ejemplo a peatones o a medios de transporte (vehículos, trenes, barcos, aviones, etc.), una vez que el acceso a banda ancha fijo se ha convertido en común se puede esperar que el usuario desee mantener dichos servicios

y

a la vez que se desea desplazar de lugar. Se implanta de forma similar a las redes 2G/3G de manera en general sectorizada. Sin embargo, al contrario que para las redes móviles 2G/3G, los despliegues WIMAX prevén inicialmente una prestación de servicios con gran capacidad. Posteriormente se puede proporcionar escalado a la red, con lo que ésta irá migrando a una configuración típica de micro-celda, que sea capaz de proporcionar una mayor tasa de transferencia, para entornos localizados según la estación base a la que se puedan conectar, y las condiciones del entorno del acceso. [9]

Sienta las bases para poder utilizar MIMO (Multiple Input Multiple Output), que permite la comunicación desde múltiples antenas de estaciones base, que proporciona no sólo mejor cobertura de recepción de la señal, sino también mejora la capacidad del ancho de banda de comunicación. Estas características avanzadas permiten soluciones en entornos nómadas. Las características de este subestándar se delimitan a: • Uso del espectro > 6 GHz. Uso de bandas para WIMAX en 1,5, 2,5, 3,5 y 5,5 Ghz. • Anchos de banda de hasta 20 MHz, flexibles para conservar la potencia transmitida. • Bit-rates de hasta 15 Mbps, sobre un ancho de banda

típico del canal de 5 Mhz. • Uso de modulación OFDMA de hasta 2048 portadoras. • No es necesaria visión directa entre emisor y receptor(es) (NLoS) •

Uso en movilidad de velocidad moderada y portabilidad completa (utilización en aplicaciones nómadas). • Coberturas típicas de hasta 5 Km. en situación de completa movilidad, aunque las coberturas son altamente dependientes de las condiciones del entorno. [9] 2.1.4.

#### WIMAX VS WIFI.

Los sistemas WIFI más extendidos actualmente son los basados en 802.11a/g, que proporcionan cobertura sobre un área típica de 30-50m con unas tasas de transferencia de 54 Mbps. WIFI se ha convertido en el estándar "de-facto" para el acceso de usuario mediante dispositivos personales, para conectividad en oficina, casa, cafés, y hotspots públicos. Más allá de eso, han surgido iniciativas municipales y locales para llevar conectividad mediante sistemas WIFI a zonas urbanas determinadas, así como para zonas dispersas, en el entorno rural. [9]

Los sistemas WIFI capaces de dar cobertura a zonas amplias se basan en transmisores de alta potencia, limitadas por tratarse de bandas de frecuencia de uso libre. Por ello, los despliegues WIFI ofrecen coberturas máximas de hasta 300m del punto de acceso. Esta limitación, junto con las características propias del estándar, resulta en una ventaja clara de las capacidades de WIMAX con respecto a WIFI. WIMAX es capaz de ofrecer coberturas más amplias, tanto en aplicaciones fijas (hasta 30km) como en móviles (hasta 5km), y con mejoras en tasas de transferencia (hasta 70Mbps), proporcionando gran soporte a la movilidad del dispositivo en la red (hasta a 150 km/h). [9] La futura extensión del estándar WIFI, 802.11n, pretende proporcionar mejoras con respecto a las limitaciones actuales de WIFI, incrementando notablemente las tasas de transferencia y con ciertas mejoras en el alcance máximo por cada punto de acceso. [9] 2.1.5.

USO DEL ESPECTRO. Las redes WIMAX, al contrario que WLAN, deberán por lo general operar en bandas de frecuencia de uso licenciado, presentando políticas de QoS (Calidad de Servicio), y permitiendo mayor protección y calidad en las comunicaciones. El espectro accesible para WIMAX depende del área geográfica en la que se encuentre la red. Esto es así debido a las políticas heterogéneas nacionales que han saturado en diferente manera las bandas de operación de WIMAX. [9]

En

la actualidad sólo existen equipos certificados o prototipos en las siguientes bandas de frecuencia: • 2,5GHz. Esta banda es de uso privativo (con licencia), por lo que se precisa una concesión demanial del espectro (uso recomendado de WIMAX Móvil). Se ha abierto recientemente una fase de consulta pública a este respecto. • 3,5GHz. Esta banda también es con licencia. Actualmente existen cuatro licencias otorgadas de ámbito nacional. • 5,4GHz – 5,9 GHz. Está definida como de uso común (sin licencia), pero sólo se permite una potencia de 25mW (14dBm). Está

ultima frecuencia se encuentra

sujeta bajo la norma UN-128 del CNAF (Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias). Esta restricción tan fuerte en la potencia, así como el hecho de compartir espectro, puede comprometer seriamente los despliegues en esta banda, al reducir de manera importante el alcance de la señal. Por tanto, existe una menor cantidad de productos WIMAX que funcionan en dicha banda de frecuencia con respecto a las anteriores. [9] Dado que no existe uniformidad en cuanto al uso de las bandas de frecuencia, es interesante comprobar de manera general el uso en las diferentes zonas terrestres, para las bandas en las que podría operar WIMAX (ver Figura 4), que en general son las siguientes: • 2.3 GHz a 2.4 GHz. • 2.496 GHz a 2.69 GHz. • 3.3 GHz a 3.4 GHz. • 3.4 GHz a 3.6 GHz. • 3.6 a 3.8

GHz.

• 5,25

GHz a 5,85 GHz.

Bandas de frecuencia en Sudamérica: • 2.5 GHz – común a la mayoría de países. • 5.8 GHz ampliamente utilizada como banda licenciada. • 3.5 GHz – común globalmente, con aspectos compartidos con EEUU. 2.1.6.

**BANDAS CON LICENCIA.** Para emplear una solución con licencia es preciso que el operador adquiera espectro, que es un proceso muy variable en función del país en el que se quiera operar, teniendo que pasar por subastas, elevados precios y retardos considerables. Por contra, esta barrera de entrada, acompañada del uso exclusivo de una banda, permite conseguir una gran calidad y una interferencia muy baja. [9] Las frecuencias bajas asociadas a bandas licenciadas (2,5 GHz y 3,5 GHz) permiten conseguir una mejor característica NLOS. Según se incremente el despliegue de los operadores aparecerán las primeras interferencias dentro de las propias redes, que se deberán reducir con un diseño apropiado de la red. [9] 2.1.7. **BANDAS DE USO LIBRE.**

El elevado coste de la adquisición de espectro lleva a muchos operadores inalámbricos a considerar el uso de bandas sin frecuencia para áreas rurales o mercados emergentes. Este tipo de soluciones tiene una serie de ventajas respecto a las soluciones de bandas libres, como es el menor coste, la mayor escalabilidad o la mayor

interoperabilidad. [11]

Las soluciones en bandas de libre uso están limitadas en términos de la potencia de salida transmitida, a pesar de que no sea precisa licencia. Esta potencia es el único condicionante para los proveedores, que pueden usar el espectro tanto como deseen. Otra limitación es la calidad de servicio, que vendrá dada también por el número de señales interferentes de otros operadores. [9] 2.1.8.

**BANDAS DE FRECUENCIA.**

Uno de los principales obstáculos para permitir acelerar el despliegue de sistemas de acceso inalámbricos para entornos extensos, es el coste

del

despliegue de la solución. Aunque en el coste total de las instalaciones incluyen varios factores (licencias, espacio para torretas, backhaul, etc.) es el coste de los equipos el componente principal. Por

ello,

los proveedores de servicio y fabricantes involucrados en el WIMAX Forum

es donde

prestan

un mayor interés. [11] La armonización global o la disponibilidad uniforme de espectro en todo el mundo, es crucial para reducir el coste del equipamiento, ya que las radios son un componente importante en el coste total de los sistemas. Para maximizar el rendimiento del sistema radio y minimizar sus costes, las radios deben ser optimizadas para las bandas de frecuencia identificadas como interesantes para su utilización con WIMAX. A un número menor de radiofrecuencias necesarias para cubrir todo el planeta, es posible

conseguir una mejor economía de escala, resultando un menor coste del equipamiento y total del proyecto. [9]

En este capítulo veremos cuáles son las bandas de frecuencia utilizables por el estándar WIMAX en sus diferentes modalidades (ver Figura 5), tanto las actuales como las tendencias de uso futuras. Además, se prestará un especial interés a las diferencias existentes entre el uso del espectro de uso libre y la utilización de bandas de frecuencia licenciadas. [9] 2.1.9.

#### PROCESADO DE SEÑAL (CAPA PHY).

Principales en procesado de señal, dentro de las que incluimos las técnicas de modulación adaptativa, la radio definida por software, las diferentes técnicas de control de errores y reenvío de tramas y por último, las técnicas de control de potencia. [9] En

primer lugar se introducirá el concepto de modulación, prestando especial interés a aquellas que utilizan el estándar WIMAX,

a nivel físico (PHY).

Por último se analizará el concepto de modulación adaptativa, que es el método utilizado por WIMAX para regular la tasa de transmisión y reducir la tasa de error de bit. [9] 2.1.10.

MODULACIONES. La modulación es el proceso por el cual una onda portadora puede llevar un mensaje o señal digital. Existen tres métodos principales de modulación: en amplitud, frecuencia y/o fase. Además de la técnica de modulación asociada a alguna de las tres

características anteriores, está el concepto de orden de modulación. [9] Por este orden entendemos el número de bits de información que es posible codificar por símbolo, o representación modulada de la señal para un periodo unitario. Los métodos principales de modulación son:

- Amplitude Shift Keying (ASK): Implica el incremento de la amplitud (potencia) de la onda en función de la señal que queremos transmitir. Esta es la técnica que se utiliza en la transmisión de radio AM, que se caracteriza por la simplicidad de los receptores. [9]
- Frequency Shift Keying (FSK): Cambia la frecuencia de la señal transmitida en función de la información. Los sistemas que utilizan esta modulación (como la radio FM), son más resistentes al ruido, que afecta más a la amplitud de la señal. [9]
- Phase Shift Keying (PSK): cambia la fase de la señal en función de la señal. Por ejemplo, en el caso de la modulación binaria BPSK, cada símbolo indica dos estados diferentes en función de una fase de  $0^\circ$  ó  $180^\circ$ .

Para modulaciones superiores, con mayor número de bits por símbolo, la tasa de transmisión aumenta, pero también lo hace la probabilidad de error para idéntica potencia de transmisión. Esto se

debe a que la distancia entre estados disminuye, con lo cual es más fácil que se produzca un error con un símbolo adyacente. [9]

#### 2.1.11. MODULACIÓN ADAPTIVA.

Los diferentes órdenes de modulación permiten enviar más bits por símbolo y, por tanto, alcanzar

un mayor throughput y eficiencia espectral (

ver Figura 6). [9]

A pesar de ello, utilizar técnicas de modulación como 64-QAM, implica que sea necesaria una mayor relación señal a ruido (SNR) para evitar las interferencias y mantener una tasa de error de bit moderada. [9] El uso de modulación adaptativa

permite que un sistema inalámbrico pueda escoger el orden de modulación en función de las condiciones

del canal. Para el caso de WIMAX, a mayor distancia de la estación base menor es el orden de modulación, pasando por las siguientes técnicas: 64QAM, 16QAM, QPSK y BPSK. [9] Así, el sistema para trabajar en 64QAM necesita unos 22 dB de relación señal a ruido, para 16QAM son necesarios unos 16 dB y para QPSK 9 dB. [9] 2.1.12.

#### MULTIPLEXACIÓN DE

LA INFORMACIÓN. Por multiplexación entendemos el proceso donde múltiples canales de información se combinan en un canal de transmisión. Existen dos métodos de multiplexación principales: TDM (multiplexación en tiempo) y FDM (multiplexación en frecuencia), en función del recurso que comparten. [9] En FDM muchos canales se combinan repartiendo rangos de frecuencias espectrales, de manera similar al FDD, teniendo reservadas bandas de guarda

para evitar solapamientos. Para conseguir una mayor eficiencia se ha desarrollado el método OFDM. [9] 2.1.12.1.

OFDM.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing

Multiplexación por división de frecuencias ortogonales),

es una

técnica de multiplexación multiportadora que proviene de la década de 1960, pero que ha resurgido en la actualidad por sus aplicaciones en transmisiones inalámbricas.

En cuanto a sus aplicaciones, además de las relacionadas con el uso militar de sus orígenes, está presente en la ADSL, DAB (radio digital europea), DVB-T (televisión digital terrestre), junto a las ya mencionadas en comunicaciones inalámbricas WIFI (802.11a) y WIMAX. [9]

La base del OFDM reside en la combinación de múltiples portadoras moduladas solapadas espectralmente, pero manteniendo las señales moduladas ortogonales, de manera que no se producen interferencias entre ellas. Además, es posible utilizar diferentes técnicas de modulación entre portadoras, con lo cual se consigue una funcionalidad extra. [9]

En

recepción, las portadoras deben ser separadas antes de modular. En las técnicas de multiplexación tradicionales FDM, se utilizaban filtros

paso-banda en

cada una de las frecuencias, por lo que además de no solapar las bandas, era obligatoria la reserva de bandas de guarda. Un método de conseguir una mayor eficiencia espectral es solapar las portadoras, mediante el uso de una DFT tanto en modulación como en demodulación, que es en lo que se basa OFDM.

Para ello se hacen coincidir los lóbulos espectrales principales con los nulos del resto de portadoras, manteniendo la señal ortogonal. [9] De esta manera es posible incrementar la eficiencia espectral, sin tener interferencia entre los canales. Pese a ello, en implementaciones reales existe una pequeña interferencia, que provoca que se pierda mínimamente la ortogonalidad. [9]

Otra ventaja del OFDM, que es la causa por la que se ha popularizado en la tecnología WIMAX, es la capacidad para gestionar los diferentes retardos que se producen en señales que padecen multitrayecto. En un canal

radio estos efectos se traducen en la no respuesta plana del canal, la aparición de nulos, etc. Que normalmente conducen a la pérdida completa de la señal. Además, estos multitrayectos pueden producir interferencia entre símbolos, provocado por los diferentes retardos, que

hace que se mezclen símbolos consecutivos. Esto se soluciona mediante la utilización de un periodo de guarda para cada símbolo OFDM, trasladando la misma idea que se utiliza en FDM. [9] Por contra, presenta las desventajas de ser más sensible que las técnicas tradicionales,

como es el

desfase en frecuencia o desfase en la sincronización temporal. Además, por su carácter ortogonal, presenta una elevada relación peak-to-average, condicionando el tipo de amplificadores que se pueden utilizar. La distribución de datos sobre muchas portadoras hace que algunos de los bits transmitidos puedan ser recibidos de manera errónea. Es por ello que se hace imprescindible utilizar mecanismos de corrección de errores, que añaden bits adicionales en la transmisión, pero que hacen posible la corrección de dichos errores. [9]

2.1.12.2.

W-OFDM.

Es una variante de la multiplexación OFDM, que es la que se está generalizando en los estándares inalámbricos, tratando de resolver los problemas que presenta la técnica anterior. Se basa en la transmisión de símbolos de entrenamiento, que permiten reducir los efectos adversos del canal,

mediante una estimación y división respecto a la respuesta en frecuencia. [9]

Para compensar el problema del excesivo ratio peak-to-average en amplitud, debido al multitrayecto, esta técnica incorpora una aleatorización de la señal y una estimación del canal. La aleatorización en la transmisión permite blanquear la señal y eliminar la necesidad de amplificadores específicos. Por otro lado, el incluir datos conocidos en la señal, hace posible calcular la respuesta del canal y utilizar esta respuesta para corregir los efectos que produce sobre los datos. [9]

De esta manera, esta tecnología permite la utilización de menor potencia, manteniendo una baja tasa de interferencia con otras redes. [9] Así, es posible que diferentes canales operen en la misma banda, como pueden ser redes punto a multipunto y las redes punto a punto de backbone. [9] 2.1.12.3. FLASH-OFDM. Flash-OFDM es una técnica de procesado nueva que ha sido desarrollada por Lucent y que soportará tasas elevadas de datos con pocas pérdidas de paquetes y retardos, de hecho, las siglas FLASH vienen de "Fast Low-Latency Access with Seamless Handoff". Se basa en la utilización de múltiples tonos y flash hopping para expandir la señal en el espectro. [9] Este estándar está siendo apoyado por Lucent y Qualcomm como el sucesor de WIMAX, dentro del estándar 802.20, que consigue un mayor ancho de banda, distancia y movilidad. [9] 2.1.12.4. OFMDA.

OFDMA, también denominada como multiuser-OFDM, está siendo considerado como un método de modulación y acceso múltiple para tecnologías inalámbricas como WIMAX. Se trata de una extensión de la técnica OFDM, que es la técnica de multiplexación en uso en los sistemas inalámbricos 802.11a/g y 802.16/a/d/e, como

se ha visto



anteriormente. [9] En los sistemas OFDM actuales, un único usuario puede transmitir sobre todas las

sub-portadoras en

cualquier momento y se utilizan

técnicas de acceso múltiple por división en frecuencia o en tiempo para soportar múltiples usuarios.

El principal problema de estas técnicas de acceso estáticas es el hecho de que los usuarios ven el canal de una manera diferente cuando no es utilizado. OFDMA, por el contrario, permite a

múltiples usuarios transmitir en diferentes

sub-portadoras

por cada símbolo OFDM. [9] Así, se asegura que las sub-portadoras se asignan a los usuarios que ven en ellas buenas ganancias de canal. [9]

En general existen dos tipos de permutaciones de sub-portadora: distribuidas (que se comportan mejor en ambientes de movilidad) y adyacentes (para entornos fijos o de bajo movimiento). [9] 2.1.13. TECNOLOGÍAS DE SOFTWARE DEFINIDO POR RADIO (SDR). El término "Radio Definida por Software" (SDR – Software Defined Radio) es utilizado para describir aquellas radios que proporcionan un control por software de una variedad de técnicas de modulación, operaciones en banda ancha o estrecha, funciones para asegurar las comunicaciones (como saltos

de

frecuencia) y requerimientos de la forma de onda, tanto para estándares actuales como futuros en un rango de frecuencias elevado. [9] Esta tecnología es aplicable en un gran número de áreas dentro de las tecnologías inalámbricas, proporcionando soluciones eficientes y a bajo coste respecto a los diferentes condicionantes de los sistemas actuales. Así, los sistemas pueden ser reprogramados para conseguir un mejor rendimiento, un mayor conjunto de características, servicios nuevos que proporcionen alternativas al usuario final y nuevas vías de negocio para el proveedor del servicio. [9] El concepto está basado en el uso de una plataforma hardware sencillo que, con la característica de ser definida por software la radio, permite que: • Los usuarios pueden escoger las características que quieren, independiente del dispositivo que esté utilizando. • Los operadores pueden diferenciarse al ofrecer servicios sin tener que realizar cambios masivos de equipamiento. • Los suministradores de infraestructuras/hardware pueden rebajar el coste y asegurar la inversión mediante el uso de una plataforma hardware común. • Los desarrolladores de aplicaciones incrementan el valor sin tener que depender del tipo de equipamiento. • Los proveedores de terminales pueden añadir características, mejoras y capacidades para mejorar su situación en el mercado. Así, SDR presenta la solución ideal para adecuar los diferentes estándares, bandas de frecuencias y aplicaciones que ofrece WIMAX, ofreciendo dispositivos para el usuario final

que puedan ser programados in situ o en remoto mediante módulos de software o firmware. [9] 2.1.14. ARQUITECTURA DEL SISTEMA (SDR). La arquitectura se basa en un modelo genérico de alto nivel con bloques de funcionalidades específicas conectados mediante recomendaciones de estándares abiertos. Se divide en tres bloques principales: [9] • Procesamiento Front-end es el área funcional del dispositivo del usuario final que consiste de manera genérica en el interfaz con el medio físico (el aire), el procesamiento en radiofrecuencia y cualquier conversión de frecuencias que sea necesaria. Además, esta área contiene el procesamiento de la modulación / demodulación. [9] • Seguridad de la Información: es empleada para el propósito de proveer privacidad, autenticación y protección de la información al usuario final. Estas políticas variarán en un entorno comercial respecto a un entorno militar o de defensa, para adaptarse a las políticas de cada territorio. [9] • Procesamiento de la información o contenido es para el propósito de recuperar la información embebida, que contiene datos, información de control y tiempos. Esto se aplica a la selección de caminos de enrutamiento, multiplexación, codificación de fuente, señalización, etc. [9]

2.1.15.

TÉCNICAS DE

CONTROL DE ERRORES.

Las técnicas de corrección de errores (FEC) han sido incorporadas a WIMAX para reducir los requisitos del sistema en cuanto a la relación señal a ruido. El Strong Reed Solomon FEC, la codificación convencional y los algoritmos de interleaving se utilizan para detectar y corregir errores

y mejorar el throughput. Estas técnicas de corrección robustas ayudan a recuperar los

errores que puedan ocurrir por pérdidas de señal a frecuencias determinadas o errores de burst. [9] Los códigos Reed-Solomon se basan en la transmisión extra de símbolos para permitir la detección de errores. Si un código Reed-Solomon opera con símbolos de 8 bits, tiene 255 símbolos por bloque. De esos escogemos un parámetro  $k$ , con

$k < n$  (siendo  $n$  el número de símbolos por bloque), que es el número de símbolos de datos, mientras que el resto hasta  $n$  serían símbolos de paridad. Si escogemos en nuestro ejemplo  $k=223$ , tendríamos 32 símbolos de paridad. Reed-Solomon es capaz de corregir hasta 16 errores en símbolos, la mitad del número de símbolos de paridad de los que dispone. [9] Así, la capacidad de corrección de errores viene dada por  $n-k$ , la medida de redundancia del bloque. Si las posiciones de los símbolos se conocen de antemano, es posible corregir el doble de símbolos. En caso contrario, siempre se podrá corregir hasta  $(n-k)/2$ . Estas características hacen que se adapten muy bien a errores en portadoras. Esto se debe a que no le afecta el número de bits erróneos que hay en cada símbolo, ya que los toma como un único error. Para casos donde los errores no se caracterizan por esto, es preferible recurrir a codificaciones

convencionales. [9] Los códigos convencionales son un tipo de códigos de corrección de errores, en los cuales un símbolo original de longitud  $m$  bits, se transforma en uno de  $n$ , siendo  $n < m$ ,

siendo la transformación función de los últimos  $k$  símbolos de información, con  $k$  la longitud del código. [9] Existen varios algoritmos para la decodificación de los códigos convencionales. Para valores de  $k$  relativamente pequeños, la mejor opción es el algoritmo de Viterbi, que provee una solución de máxima verosimilitud. Para valores de  $k$  elevados, este algoritmo se vuelve impracticable por lo que se suele recurrir a otros, como el algoritmo Fano. Este tipo de códigos se suele concatenar, como en el caso de WIMAX (en el 802.16-2004), con códigos Reed Solomon. [9] En WIMAX también se contempla la utilización de otra serie de códigos, pero de manera opcional, como son los turbo codes, turbo product codes o, en el caso 802.16e, códigos de control de paridad de baja densidad. [9]

Por otro lado, ARQ (Automatic Repeat Request) se utiliza para corregir los errores que no resuelve el FEC, mediante el reenvío de la información con errores. El estándar WIMAX incorpora la variante llamada H-ARQ (híbrido). [9] Esto mejora de manera significativa la tasa de error de bit (BER) del sistema. Existen diferentes métodos de implementar H-ARQ: chase combining, rate compatible punctured turbo codes y redundancia incremental.

Para

este último, también llamado H-ARQ tipo II, en lugar de simples reenvíos de la señal, se envía información redundante adicional, para facilitar la decodificación. H-ARQ tipo III es otra técnica de redundancia incremental, pero en la cual cada retransmisión es auto decodificable, cosa que no ocurría en el anterior. [9]

Chase combining implica la retransmisión del mismo paquete codificado. El receptor se encarga de tratar las múltiples copias del paquete, ponderándolas por la SNR de cada momento de transmisión. Es una técnica de diversidad temporal. [9]

2.1.16.

TÉCNICAS DE

CONTROL DE

POTENCIA.

Los algoritmos de control de potencia se utilizan

para mejorar el funcionamiento del sistema. Se implementa este mecanismo en la estación base, enviando información de control de potencia a cada

uno de los CPE. De esta manera, es posible regular el nivel de potencia transmitida de manera que

el nivel recibido en la estación base esté a un nivel predeterminado. En un

entorno con cambios de canal dinámicos, implica que el CPE sólo transmite la suficiente potencia para cubrir los requisitos. En caso de no disponer de este método, el CPE tendría que transmitir a la potencia del peor de los casos, por lo que controlar la potencia produce un ahorro en el consumo del CPE y una reducción de la interferencia potencial con otras estaciones base cercanas. [9] 2.1.17.

## SMART ANTENAS.

Los operadores inalámbricos están explorando nuevas vías para maximizar la eficiencia espectral de sus redes y mejorar el retorno de la inversión.

Las antenas inteligentes o Smart antenas parecen ser una de las mejores alternativas para lograr ese incremento de la capacidad. [9] Las Smart antenas

proporcionan beneficios en términos de capacidad y funcionamiento respecto a las antenas estándares, ya que pueden

adaptar su patrón de radiación para adecuarse a un tipo determinado de tráfico o a entornos difíciles. [9]

Las primeras

Smart

antenas

fueron diseñadas para el ejército, que se benefician del uso de haces directivos para ocultar las transmisiones a los enemigos. Estas primeras antenas requerían implementaciones de gran tamaño y una gran capacidad de procesamiento, lo que provocaba operaciones muy exigentes, con su correspondiente retardo. [9]

Tan pronto como emergieron las comunicaciones personales, era evidente que las interferencias en las redes inalámbricas estaba limitando el número de usuarios concurrentes que la red podía gestionar. Todo ello ateniendo unos límites de calidad. Ya que los haces más estrechos que utilizaban los militares eran menos interferentes, los investigadores trataron de trasladar la tecnología al usuario final o doméstico y, así, poder incrementar el número de los que se conectan para un espectro dado. [9] De todas maneras, persistía el problema de realizar cálculos complejos en poco espacio y tiempo, lo cual hizo que esta tecnología

no se difundiera hasta la actualidad, con la llegada de los nuevos procesadores. Hoy en día, estas antenas están siendo utilizadas en las principales redes inalámbricas. Actualmente,

existen diferentes versiones que están disponibles o en desarrollo. Estas antenas están reemplazando

el

equipamiento obsoleto en celdas ya existentes, permitiendo rendimientos superiores al 50% respecto al anterior, además de la facilidad de poder orientar el haz de la antena a las necesidades particulares, con las nuevas funcionalidades que pueden ser identificadas. [9] El procesamiento de señal

de las

Smart antenas se realiza en la estación base, utilizando un haz estrecho y configurable para cada usuario. [9]

Estas antenas son una solución práctica y económica a alguno de los desafíos que presentaba la tecnología WIMAX. Las condiciones del mercado han cambiado, dado que se ofrecen nuevos productos y servicios, que requieren un uso más eficiente del recurso radio.

Los operadores pueden emplear diferentes tecnologías en diferentes fases de evolución de la red, por lo que parece una alternativa válida para atender a esas necesidades particulares cambiantes.

Las Smart

antenas mejoran su rendimiento mediante la combinación de las

dimensiones espaciales de la antena con la dimensión temporal.

Existen dos tipos básicos que son: [9] • Antenas de Array en fase o multihaz: Pueden usar un número de haces fijos escogiendo el más adecuado o con un haz enfocado hacia la señal deseada que se mueve con ella. [9] • Array de antenas adaptativas: Utilizan múltiples elementos de antena que gestionan la interferencia y ruido recogido con el objetivo de maximizar la recepción de la señal. El patrón del haz varía con el entorno del canal. [9]

En cuanto a las frecuencias de funcionamiento disponibles para antenas WIMAX y su operación en bandas de frecuencia, dichas antenas pueden estar diseñadas para aplicaciones de banda simple, banda dual, multi-banda o banda ancha. [9]

#### 2.1.18. FORMACIÓN

DEL HAZ. Un formador de haz (o beamformer) es un filtro espacial que opera en la salida de un Array de sensores o transmisores con el objetivo de mejorar la amplitud de un frente de ondas coherente en relación al ruido de fondo. Esta mejora se basa en el carácter directivo de la señal, concentrando la mayor parte de la energía de la misma en una dirección. Esta dirección de apuntamiento recibe el nombre de MRA (Maximum Response Angle), que puede ser seleccionada por el usuario. [9] La formación de haz en el dominio del tiempo se realiza mediante el retardo y suma de un array de transductores. Esta suma permite obtener haces

más directivos que los convencionales, con la ventaja de poder escoger el ángulo. El retardo utilizado por cada transductor para un determinado ángulo deseado se determina por la geometría del array, mediante proyecciones del ángulo sobre una determinada geometría. [9]  
2.1.19.

DIVERSIDAD. Por diversidad entendemos el uso de varios receptores o técnicas de recepción de señales para aumentar la relación señal a ruido y tratar los problemas de pérdidas provocados por rebotes de señal asociados a entornos multitrayecto. Las técnicas de diversidad proporcionan dos ventajas principales: [9] • La primera es la fiabilidad, ya que es la solución óptima para entornos con canales multitrayecto, al tratar los efectos de los nulos que aparecen por la reflexiones. Así, diversos estudios afirman que se producen ganancias de diversidad del orden

del 10 dB. [9] • La segunda es que la potencia media de señal recibida aumenta, con lo cual se produce una mejora respecto a los sistemas que no implementan este mecanismo. [9] En general se habla de tres tipos de diversidad: la espacial (basada en la utilización de múltiples antenas), la de polarización (donde las antenas trabajan con polarizaciones ortogonales) y, por último, la de patrón o ángulo (basadas en el uso de beamforming). [9]

2.1.20.

MIMO (Multiple-Input Multiple-Output). Una variedad de sistemas con diversidad son los sistemas MIMO,

que utilizan

múltiples

antenas tanto para recibir como para transmitir. Una transmisión de datos a tasa elevada se divide en múltiples tramas más reducidas (

ver Figura 7).

Cada una de ellas se modula y transmite a través de una antena diferente en un momento determinado, utilizando la misma frecuencia de canal que el resto de las antenas. [9] Debido a las reflexiones por multitrayecto, en recepción la señal a la salida de cada antena es una combinación lineal de múltiples tramas de datos transmitidas por cada una de las antenas en transmisión. [9]

Las tramas de datos se separan en el receptor usando algoritmos que se basan en estimaciones de todos los canales entre el transmisor y el receptor. Además de permitir que se multiplique la tasa de transmisión (al tener más antenas), el rango de alcance se incrementa al aprovechar la ventaja de disponer de antenas en diversidad. La teoría de capacidad inalámbrica,

derivada a mediados de los años 90,

extiende el límite del teorema de Shannon, en el caso de la utilización de esta tecnología. Este resultado teórico prueba que la capacidad de transmisión de datos y rango de alcance de los sistemas inalámbricos MIMO se puede incrementar sin usar más espectro de frecuencias. Este aumento es de carácter indefinido, simplemente utilizando más antenas en transmisión y recepción. MIMO requiere la existencia de un número de antenas idéntico a ambos lados de la transmisión, por lo que en caso de que no sea así la mejora será proporcional al número de antenas del extremo que menos tenga. [9]

Los detractores de la tecnología mencionan los costes elevados de instalación y hardware, así como la elevada potencia necesaria como las barreras para llegar a convertirse en una tecnología con una adopción masiva. En realidad, con las densidades de integración microelectrónicas actuales, se están llevando al mercado las primeras soluciones a precio razonable. En cuanto al consumo, el factor más crítico es el consumo de los amplificadores de potencia en la transmisión, pero recientes avances nos dicen que los sistemas MIMO pueden ser diseñados para transmitir la misma potencia que un transmisor tradicional. [9]

2.1.21.

ANTENAS EN

WIMAX. WIMAX

se basa en un esquema de diversidad que envía información desde dos antenas transmisoras, con dos transmisiones consecutivas en el tiempo. Es por ello que la técnica recibe el nombre de combinación espacio-tiempo, aunque es más conocida como transmisión Alamouti. [9] Así para una

sub-portadora

determinada, este esquema de transmisión envía

el símbolo X por la antena 1, mientras que el símbolo Y por la antena 2, mientras que en el instante

de tiempo siguiente lo hace al revés.. [9] De esta manera, el receptor, que puede ser una única antena, puede aplicar diversidad al recibir el mismo símbolo por canales y periodos diferentes. Por eso se habla de una tecnología MISO (varios transmisores un receptor), en contraposición al MIMO.

Intel ha realizado estudios de las mejoras que supone el uso de esta técnica.

WIMAX incluye la técnica de transmisión Alamouti, sin citar el número de receptores del terminal de suscripción, que puede ser sólo uno. El estándar recomienda la utilización de una técnica de diversidad en el caso de utilizar varias antenas en dispositivo de usuario. [9] En

el receptor, WIMAX propone el uso de MRC (Maximal Ratio Combining). Se trata de una técnica de diversidad combinada, que es óptima, ya que alinea las fases de las portadoras de los receptores y ofrece una mejora proporcional a la amplitud

de la señal de los portadores recibida.

Este método se ha verificado como es óptimo para

canales con ruido independiente. De todas maneras es algo que por las características del entorno no se va a dar, pero este método es una buena aproximación, produciendo los mejores resultados. [9]

2.1.22.

ACCESO AL MEDIO (CAPA MAC). 2.1.22.1.

ACCESO BIDIRECCIONAL. En primer lugar veremos las técnicas de acceso bidireccional.

Este tipo de comunicaciones tiene una característica dúplex (ver Figura 8),

es decir, existe una transmisión y recepción en los dos extremos. Como ambas comunicaciones comparten el mismo medio, es necesario establecer algún mecanismo para el control del acceso. Los métodos principales son FDD (basado en reparto de la frecuencia) y TDD (reparto temporal). [9] El estándar WIMAX soporta ambas técnicas de transmisión. Las soluciones para bandas licenciadas recurren a las técnicas FDD, mientras que las orientadas a bandas libres usan la técnica TDD. De todas maneras, dentro de las bandas existe cierta flexibilidad a la hora de usar cada tipo de tecnología. [9] 2.1.23.

FDD.

La técnica

FDD (Frequency Division Duplex), o transmisión bidireccional por división en frecuencia, se basa en la utilización de dos bandas diferentes de frecuencia para la transmisión, una para el envío y otra para la recepción. Esta técnica es la utilizada en telefonía móvil de segunda generación (GSM) y tercera generación. Como desventaja tiene el hecho de tener que recurrir a buenos filtros separadores de frecuencia (ya que se tratan normalmente de bandas conexas). Este tipo de filtros reciben el nombre de duplexores. Esta técnica es la que mejor se adapta al tráfico de voz, ya que permite tener un retardo mínimo, pero, por contra es la que requiere una implementación más costosa, principalmente por la adquisición de la licencia para operar en el espectro. Además, presenta la ventaja de no tener que recurrir a bandas de guarda temporales como en el caso TDD. [9] En general, se recomienda su utilización en entornos con patrones de tráfico predictivos, donde el coste del equipamiento

es más importante que la eficiencia espectral. [9]

2.1.24. TDD. La

técnica

TDD (Time Division Duplex), o transmisión bidireccional por división en tiempo, a diferencia de la técnica FDD, utiliza una única banda de frecuencia para envío y recepción de la información,



compartiendo los periodos de transmisión. Esto provoca que los retardos de transmisión limiten el tamaño de las celdas. [9]

Es una técnica muy eficiente para tráfico asimétrico, ya que se adapta al perfil del tráfico, por lo que se considera más adecuado para perfiles con descargas masivas de internet, por ejemplo.

Ésta es la técnica utilizada en telefonía DECT y en redes inalámbricas. En general se usa en entornos donde están disponibles pares de frecuencia. [9]

Presenta un uso más inteligente que

las Smart antenas y está enfocada a usos donde la eficiencia espectral es más importante que el coste. [9] 2.1.25.

ACCESO AL MEDIO DE LOS USUARIOS 2.1.25.1.

TDMA

TDMA se basa en la división del canal en ranuras temporales, transmitiendo los diferentes usuarios con una técnica similar a la del paso de testigo, es decir sólo uno de los usuarios utiliza el canal de manera simultánea. CDMA, por otro lado, permite a todos los usuarios transmitir de manera simultánea, algo que era imposible con las técnicas de modulación tradicionales, por lo que se basa en técnicas de espectro ensanchado. Mediante estas técnicas los bits a transmitir por un usuario se reparten a lo largo

del canal de una manera pseudo-aleatoria. [9] 2.1.26.

ESPECTRO ENSANCHADO POR SALTOS EN FRECUENCIA. FHSS (Frequency Hopped Spread Spectrum) es una técnica que confía en la diversidad en frecuencia para combatir las interferencias. Esto se realiza mediante el uso de la modulación FSK (Frequency Shift Keying), basada en códigos. Así, la señal entrante es desplazada en frecuencia en una cantidad determinada dada por un código que extiende la potencia de la señal sobre un ancho de banda amplio. Si lo comparamos con el FSK binario, con dos frecuencias, FHSS dispone de un número muy elevado. [9] El transmisor FHSS es un sintetizador de frecuencia controlado por códigos PN (pseudo-noise), que sale de un generador de códigos. De esta manera, la frecuencia instantánea salta de un valor a otro, por lo que el espectro utilizado se extiende a lo largo del rango. [9] La ganancia del proceso está asociada al número de frecuencias disponibles para una tasa de transmisión dada. Otro factor importante es la tasa a la que ocurren los saltos. El tiempo mínimo requerido es función de la tasa de bit de información, la cantidad de redundancia utilizada y la distancia a la fuente de interferencias más próxima. [9] 2.1.27. ESPECTRO ENSANCHADO POR SECUENCIA DIRECTA. El proceso

DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum ´

espectro ensanchado por secuencia directa´)

se realiza mediante la multiplicación de una portadora con una señal digital de pseudo-ruido. En primer lugar, el código PN se modula en la señal de información, mediante el uso de alguna de las técnicas de modulación habituales (BPSK, QPSK, etc.). Entonces, un mezclador balanceado multiplica la portadora con la señal de información modulada, obteniendo una señal con un espectro ancho, similar al de una señal de ruido. Este ancho de banda tan amplio, permite que la señal caiga por debajo del umbral de ruido sin que esto implique una pérdida de la información. [9] El ancho de banda en estos sistemas se suele tomar como el rango entre nulos del lóbulo principal, mientras que el ancho de banda de potencia de este lóbulo es 1.2 veces la tasa de chip. Por tanto, el ancho de banda del sistema es función de la tasa de chip. [9] Una característica de esta técnica es que es posible usar otras modulaciones, diferentes de BPSK, para incrementar la tasa de transmisión. Este aumento de ganancia conlleva una reducción equivalente en la ganancia del proceso, dada la relación entre el ancho de banda y la tasa de chip. [9] 2.1.28. ACCESO EN WIMAX.

El protocolo 802.16, al igual que el ETSI HIPERLAN, considera

tres modos de acceso: TDMA con portadora simple, TDMA con OFDM y OFDMA. Los primeros perfiles a certificar se encuentran en la banda de los 3,5 GHz, tanto para TDD como FDD y 3,5 o 7,0 MHz de ancho de banda, pero siempre con multiplexación OFDM con 256 portadoras. [9] El

esquema de acceso utilizado por WIMAX es por tanto el TDMA (Time Division Multiple Access "acceso múltiple por división de tiempo").

La organización de dicho enlace ascendente viene determinado por la estación base, que lo propaga a todos los terminales

por el enlace descendente. Por el contrario,

al enlace descendente sólo accede la estación base, por lo que no es necesario ningún mecanismo de acceso

múltiple. El enlace descendente se organiza mediante multiplexación por división en el tiempo, agrupando los mensajes dirigidos a terminales con el mismo esquema de transmisión. La organización de dicho enlace descendente se propaga en la misma trama, utilizando el sistema de transmisión más robusto (el apto para las peores condiciones de transmisión), de manera que todos los terminales puedan acceder a dicha estructura.

La capa de control de acceso al medio incorpora los

mecanismos necesarios para el acceso compartido al enlace ascendente, incluyendo mecanismos de resolución

de contienda en aquellas situaciones previstas en la norma: registro de equipos terminales y la respuesta a un sondeo de difusión. [9] Para el caso del 802.16e, ya visto en el capítulo de estándares,

se considera únicamente la utilización de método de acceso OFDMA, con un número de portadoras variables en múltiplos desde 128 a 2048. En particular, los primeros perfiles, todos para la banda de los 2,4 GHz con TDD, usan OFDMA con 512 o 1024

sub-portadoras. [9] 2.1.29.

CALIDAD DE SERVICIO (QoS). En cuanto a la implementación propia de la QoS en WIMAX, a nivel MAC, se asocia cada transmisión a un flujo de servicio. Así, se obtiene un nivel de acceso a red orientado a conexión. Cada flujo de servicio se clasifica según identidad CID (Connection Identifier), y una clase de servicio asociada SFID (Service Flow Identifier “

identificador del flujo de servicio”),

según el método de reserva de ancho de banda que requiera dicho servicio. Para ello, el estándar tiene definidos 4 métodos de reserva de ancho de banda, para cuatro tipos de flujos de servicios diferentes: [9] • Servicio garantizado no solicitado (UGS): la estación base asigna periódicamente espacio disponible en el enlace ascendente para cada conexión de este tipo que se haya establecido. (servicios CBR, p.ej. VoIP). • Servicio con sondeo en tiempo real (rtPS): diseñado para el soporte de conexiones en tiempo real que generen paquetes de tamaño variable según intervalos de tiempo constantes (servicios VBR, por ejemplo MPEG). •

Servicio de sondeo en tiempo diferido (nrtPS): diseñado para el soporte de conexiones que no presentan requisitos de tiempo real (

VBR, por ejemplo FTP). •

Servicio best effort (BE): pensado en el tráfico que no requiere QoS de este tipo, (por ejemplo acceso a Web). • Servicio de tiempo real con tasa variable (ERT-VR): diseñado para soportar aplicaciones de tiempo real (por ejemplo VoIP con cancelación de eco) que presentan tasas de datos variables, pero que requieren tasas de retardo máximo y velocidad de transferencia mínima. Este servicio es específico de 802.16e, y también se le conoce como ErtPS. Además de lo anterior,

el estándar provee la activación de estos flujos de servicio de manera dinámica, mediante funciones de señalización de la QoS requerida por cada

servicio (DSA / DSC / DSD: Dynamic Service Activate / hange / Delete).

2.1.30. SEGURIDAD (AAA). Por tratarse de un estándar de comunicaciones inalámbricas de banda ancha de naturaleza innovadora, WIMAX aborda los problemas de las tecnologías inalámbricas ante la seguridad como un objetivo primario del estándar. Las limitaciones de seguridad presentes en WIFI han enfocado a WIMAX hacia un esquema de comunicaciones seguras a nivel de interfaz aire en cuanto a intercambio de datos. Se implementan técnicas de seguridad a múltiples niveles de red, conformando un panorama complementario seguro para las aplicaciones distribuidas sobre WIMAX. [9] El subnivel de seguridad específico del 802.16e trata el tema de seguridad a nivel de enlace de datos (capa OSI 2). Se implementan técnicas de autenticación y autorización, que aseguran el acceso exclusivo a la red por

usuarios admitidos. Además, la encriptación de datos a nivel de enlace asegura privacidad y protege al tráfico de datos de accesos indebidos de datos e interceptación de los mismos. La seguridad de WIMAX a nivel de red (capa OSI 3) protege a la red de ataques mediante el uso de firewalls o servidores de seguridad AAA (Authentication, Authorization and Accounting). El ejemplo más común de protocolo para interacción de AAA es RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Server). La arquitectura de una red WIMAX utiliza todas estas técnicas proporcionando seguridad mediante un modelo de autenticación y migración AAA. Para los niveles de transporte y aplicación (Capas OSI 4 y 7), las técnicas de seguridad introducidas en una red WIMAX son responsabilidad del propio operador de la red, de los proveedores de servicio y aplicación o incluso de los usuarios finales de la red. [9] 2.1.31.

#### AUTENTIFICACIÓN DE RED.

El proceso de autenticación para una red WIMAX se realiza de dos modos: unilateral y mutuo. Unilateral se realiza cuando una BS autentica a un MS, y Mutuo cuando una BS autentica a un MS y dicho MS autentica a tal BS. Toda implementación WIMAX debe contar con autenticación unilateral.

Además, por experiencias de red se llega a que contar con autenticación mutua también se considera útil. [9]

La autenticación se realiza mediante el uso de un protocolo de intercambio de clave pública, que asegura no sólo la autenticación sino además el establecimiento de claves de encriptación. En estos esquemas cada entidad debe tener una clave privada y otra pública, y la seguridad se garantiza mientras toda clave privada se mantenga secreta para el resto de entidades de la red. WIMAX maneja el protocolo de intercambio mediante PKM (Privacy Key Management),

que permite tres tipos de autenticación: [9] • Autenticación basada en RSA, mediante certificados digitales X.509 •

Autenticación opcional basada en EAP. • Autenticación basada en RSA seguida de autenticación EAP. 2.1.32.

#### ARQUITECTURA DE RED WIMAX.

Desde un punto de vista simplista, una red WIMAX consta de un emisor, denominado estación base (BS o BTS, base station), que distribuye u ofrece cobertura WIMAX a una serie de receptores, denominados CPE (Customer Premises Equipment “

equipo local del cliente”) o [M]SS ( [Mobile] Subscriber Station “estación de abonado

móvil”). WIMAX se basa en la transmisión P2P (Point-to-Point) para transmisión entre BSs o hacia un único CPE, y PMP (Point-to-Multipoint), para la transmisión entre BS y varios CPE en la zona de cobertura. La evolución presente en 802.16e, MIMO (Multiple Input Multiple Output) en el que la transmisión se produce entre múltiples antenas BS hacia MSs con múltiples antenas, presentes en la zona, dará como resultado no sólo mejoras en la cobertura sino

también en la eficiencia de la comunicación (mejoras de throughput sin aumentos de ancho de banda). [9] Ambos agentes del sistema, BS y CPE, suelen constar de una antena, y un equipamiento radio que procesa la señal para emisión (BS) y para recepción (CPE). [9] Pero también existen BS y CPE con módulo radio integrado en una unidad cerrada próxima antena, para evitar pérdidas de señal por propagación por cable hasta el equipamiento, típicamente en un armario interior. [9] 2.1.33.

CSN (CONNECTIVITY SERVICE NETWORK) El CSN es un conjunto de funciones de red que proporciona conectividad IP para las estaciones suscriptoras WIMAX. El CSN es desplegado por la entidad empresarial denominada NSP. La red de servicio de conectividad es el núcleo de la arquitectura de red WIMAX que proporciona las siguientes funciones: • Asignación de direcciones IP a las estaciones móviles para sesiones de usuario. • Servidor AAA para proporcionar autenticación, autorización y contabilización. • Gestión de la calidad de servicio (QoS) basado en un contrato SLA con el usuario. • Tarifación en función del perfil de suscriptor. • Túnel inter-CSN para soportar traspaso entre NSPs. • Túnel ASN-CSN. • Gestión de movilidad inter-ASN y funcionalidad HA (Home Agent) infraestructura de conectividad y política de control para cada servicio como acceso a Internet, acceso a otro tipo de red IP, ASPs, servicios basados en localización, peer-to-peer, redes privadas virtuales (VPN), servicios multimedia, mensajería, etc. [9] 2.1.34.

TIPOS DE ACCESO WIMAX. WIMAX soporta comunicaciones para acceso Fijo, Nómada, Portable y Móvil. Para cumplir con los requisitos de los diferentes tipos de acceso, optimizando las dos versiones del estándar para cada tipo de acceso. Sobre 802.16-2004 se pueden desplegar aplicaciones para acceso fijo y nómada. Y sobre 802.16-2005 se soporta el acceso portable en general, y móvil de velocidad moderada. [9] En la tabla se resumen diferentes características de cada tipo de acceso, y la adecuación de cada

sub-estándar a cada uno.

2.1.35.

ACCESO PORTABLE / NÓMADA. Este acceso vincula a un canal de comunicación de la red WIMAX hacia un determinado CPE de usuario que se va a encontrar fijo en un punto, pero no vinculado permanentemente a dicha localización. Es decir, ese punto puede no ser el mismo en diferentes sesiones de acceso a la red, pero sí en una misma sesión, en la que permanecerá fijo. La diferencia entre portable y nómada se encuentra en la dependencia del punto de instalación determinado para inicio de una sesión, que mientras que en acceso nómada debe ser un punto adaptado para acceso de la red, en acceso portable, el CPE debe poder ser instalado y trasladado entre sesiones a cualquier punto del entorno de cobertura. [9] 2.1.36.

TOPOLOGÍAS DE

RED WIMAX.

Mientras WIFI ya lleva años en el mercado, WIMAX aún está haciendo el desembarco. Por ello, la tecnología WIFI se ha ido adaptando en cuanto a las topologías de desempeño a las diferentes funcionalidades que se le han asignado. Así,

desde acceso fijo, última milla o hotspots han desarrollado diferentes arquitecturas (ver Figura 9). [9]

Se puede hablar de cuatro tipos de topologías de red basadas en nodos: • Punto a punto • Punto a multipunto • Multipunto a multipunto • Metropolitana •

Mesh Dentro de WIMAX, a día de hoy,

se contemplan infraestructuras punto a punto (para backhails o radioenlaces) y punto a multipunto (acceso a última milla,

por ejemplo). Aunque se contempla la posibilidad de que

una vez aprobado el estándar, ampliarlo para recoger las ventajas de las redes Mesh o malladas. En

los siguientes apartados se recogen las diferentes topologías utilizadas en

las redes inalámbricas. [9] 2.1.37.

## TOPOLOGÍA

**PUNTO A PUNTO.** Una red punto a punto es el modelo más simple de red inalámbrica, compuesta por dos radios y dos antenas de alta ganancia en comunicación directa entre ambas. Este tipo de enlaces se utilizan habitualmente en conexiones dedicadas de alto rendimiento o enlaces de interconexión de alta capacidad. Este tipo de enlaces son fáciles de instalar, pero difíciles de crear con ellos una red grande. Es habitual su uso para enlaces punto a punto en clientes finales o para realizar el backhaul de redes. [9] 2.1.38. **TOPOLOGÍA PUNTO A MULTIPUNTO.**

Un

enlace punto a

multipunto, comparte un determinado nodo (

en el lado

up-link),

que se caracteriza por tener una antena omnidireccional (o con varios sectores) y puntos de terminación (o repetidores)

con antenas direccionales con una ganancia elevada. Este tipo de red es más sencillo de implementar que las redes punto a punto, ya que el hecho de añadir un suscriptor sólo requiere incorporar equipamiento del lado del cliente, no teniendo que variar nada en la estación base.

Aunque, cada sitio remoto debe encontrarse dentro del radio de cobertura de la señal, en el caso de WIMAX (

a diferencia de la tecnología LMDS) no requerirá que se sitúe en puntos con visión directa. [9]

Además, será posible utilizar

esta topología para backhaul de la red de operadores, o para clientes que no deseen disponer de capacidad dedicada, al compartir los recursos con todos los terminales. El problema de este tipo de topología es que el diseño direccional de las antenas de los usuarios hace que no pueda conectar con otras redes (meshing). [9] 2.1.39.

## TOPOLOGÍAS EN

**NODOS MULTIPUNTO.** Las redes multipunto a multipunto crean una topología entrelazada enrutada que replica la estructura de la red Internet. Para construir una red de este tipo se comienza por un punto de conexión a internet. Una serie de puntos de acceso se despliegan por toda la red hasta alcanzar una densidad máxima. Estos puntos no sólo conectan a los terminales que tengan asociados, sino que enrutan tráfico de otras estaciones (con sus respectivos usuarios) creando redes con varios saltos. Esto permite garantizar una cobertura global de la red. [9] 2.1.40.

## TOPOLOGÍA EN NODOS METROPOLITANOS.

Las redes de nodos metropolitanos se basan en utilizar dos tipos de redes: backhaul y última milla. Backhaul puede ser una red punto a punto o una red punto a multipunto. Su diseño sirve para proporcionar un backbone en los nodos up-link. Los nodos usan por lo general antenas duales, una direccional hacia el up-link y la otra proporcionando la conectividad de última milla, que será por lo general omnidireccional. La función principal del backhaul será proporcionar ancho de banda a la última milla. Estos nodos pueden ofrecer conexiones redundantes. En función del área cubierta serán necesarios más o menos enlaces de este tipo. [9] Última milla es una topología multipunto a multipunto, con antenas omnidireccionales que están asociadas a un determinado backhaul. La diferencia respecto a la topología en nodos multipunto es que la salida se realiza a través de un backhaul

y

no directamente. [9] 2.1.41. **TOPOLOGÍA EN NODOS MIXTO.** Una red con nodos mixtos es la forma más compleja de red inalámbrica, compuesta por dos estaciones radio con dos antenas de alta ganancia en comunicación directa entre ellas y, por último, un repetidor inalámbrico. Este tipo de enlaces son fáciles de instalar pero difíciles de escalar para crear una red amplia. Típicamente el repetidor se utiliza en un entorno interior. [9]

La topología interior en nodos mixtos es similar a la topología anterior. Se compone de dos estaciones radio y sus antenas directivas conectadas entre sí, junto a un conjunto de repetidores inalámbricos que forman una red escalable interior. Como el caso anterior tiene la ventaja del bajo coste en las unidades interiores. [9] 2.1.42.

## TOPOLOGÍA

MESH. Los tipos anteriores de topologías se complementan con las redes tipo Mesh.

Estas redes se caracterizan porque cada nodo de usuario está conectado y las comunicaciones se realizan a través de los nodos. Estas redes aprenden automáticamente y mantienen configuraciones en caminos dinámicos. [9]

Este tipo de redes están siendo utilizadas en tecnologías WIFI, estando contempladas en el estándar 802.11s. Este tipo de redes recibe también el nombre de multisalto. [9] En

las redes mesh, los nodos actúan como routers, que se instalan sobre un superficie extensa. Cada nodo transmite una señal de baja potencia, para alcanzar a los nodos vecinos, que a su vez reenvían la señal. Estas redes permiten adaptarse a los cambios de topología, ya que se pueden incorporar nodos o

eliminarlos. [9] 2.1.43.

## CASOS DE ÉXITO EN AMÉRICA

LATINA. El desarrollo de WIMAX en América Latina se ha dado de forma demasiado lenta, lo que podría ser sólo un preámbulo de su estancamiento. Se han registrado un total de 16 países en América Latina con

operaciones WIMAX. En total existen más de 38 operadores WIMAX en la región. Países con operaciones WIMAX incluyen Ecuador, El Salvador, Paraguay, Venezuela, México, Guatemala, Costa Rica, Colombia, Chile, Brasil, Argentina, Perú y Bolivia entre otros. [9] Sin embargo, se prevé que WIMAX superará los 1.040 millones de dólares en ingresos en el período 2009-2013 en América Latina, por lo que es un mercado altamente atractivo para los fabricantes de equipamiento. La banda de 3,5 GHz mantiene el liderazgo en el número de despliegues comerciales de esta tecnología. Actualmente se encuentra en crecimiento el número de despliegues de 2,5 GHz que dependerá de decisiones regulatorias. Telmex es uno de los operadores más activos con implantaciones del WIMAX en Brasil (Embratel), Chile, Colombia, México y Perú. [9]

## 2.2.

CONOCIMIENTO ACADÉMICO. Cuadro 11 Asignaturas de la carrera que sirvieron para el desarrollo del proyecto Nombre de la asignatura Utilización dentro de la propuesta tecnológica Investigación Permite establecer contacto con la realidad para obtener una mejor perspectiva del tema. Redes Comprende las topologías, equipos, coberturas, placas de comunicación y radio frecuencias. Gestión de proyectos Identificar ideas de proyectos,



definición de los objetivos, diseño, análisis, ejecución y evaluación. Organización y arquitectura de computadoras Entender los conceptos fundamentales de los modelos de arquitectura de cómputo y los bloques que conforman un sistema del mismo. Física Ayuda en el cálculo de las frecuencias y ondas de radios Fuente: Facultad Ciencias de la Ingeniería Elaboración: Los autores

### 3. CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

3.1. ALTERNATIVAS DE SOLUCION. En la UNEMI existen bloques administrativos y zonas de esparcimiento libre, el campus tiene actualmente un servicio de internet inalámbrico WIFI para que sus estudiantes y el personal docente tengan acceso a diverso tipo de información y servicios en tiempo real. En el campus existen puntos de acceso a internet, y entre un punto y otro existen amplios espacios en donde la señal no abastece por la deficiencia de la potencia de las antenas, esto hace que la movilidad y el fácil acceso a la red se lleven a cabo con dificultad. La disponibilidad del internet no es permanente, la cobertura de la intensidad de la señal no llega en su totalidad a los dispositivos y el ancho de banda en la actualidad no es suficiente, estos problemas afectan a la comunidad académica. [12] 3.1.1. MEJORAR LA INFRAESTRUCTURA DE RED INALÁMBRICA BAJO EL PROTOCOLO 802.11 (WIFI), CON EQUIPOS DE LA MISMA MARCA YA EXISTENTES EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO (UNEMI). • Fundamentación teórica: Se ha observado que las antenas utilizadas para la red inalámbrica del campus son omnidireccionales, cuando se expande los lóbulos de irradiación hay sectores que no cubre en su totalidad dejando puntos ciegos este tipo de antena que a su vez utiliza un radio rocket m2, según la página del fabricante soportaría 300 clientes pero en la práctica los valores no llega al 20%. Con lo anteriormente expuesto, consideramos que una alternativa sea remplazar las antenas omnidireccionales por sectoriales, porque cuando se expande los lóbulos de irradiación lo hace de una forma progresiva con un determinado grado de expansión utilizando radio rocket m2, al incluir cuatro antenas sectoriales en un punto aumentaremos la capacidad a 120 clientes e impediremos puntos ciegos logrando satisfacer a toda la población del campus. • Análisis técnico: Las antenas sectoriales incorporan un sistema operativo adaptable lo que se quiere decir con esto es que puede ser un receptor o emisor a la vez, también posee control de monitoreo con la cual puede analizar los radios de la marca ubiquiti que se encuentra en el campus, además el ángulo de irradiación es de 120 grados, en la práctica dicha antena soporta 40 clientes, adicional se incorpora un escudo de radiofrecuencia (RFS) sectorial para evitar la interferencia de frecuencia provocada cuando una antena se encuentra espalda contra espalda de otra antena sectorial consiguiendo una reducción del ángulo de irradiación de 120 a 90 grados. • Análisis de costos: Cuadro 22

Equipos de comunicación	Material	Unidades	Precio	Precio Total
Antena Sectorial Ubiquiti 2.4 Ghz	35	290	10.150	Radio Rocket m2 Ubiquiti 2.4 Ghz 35 160 5.600
Escudo de Radiofrecuencia	35	30	1.050	Total 16.800

Fuente: Investigación directa Elaboración: Los autores • Impacto ambiental: La utilización de redes inalámbricas adquiere un mínimo impacto ambiental, porque se utiliza radiofrecuencia para transmitir, esto implica que emite señales electromagnéticas al ambiente. La implementación de las antenas sectoriales en el campus de la UNEMI no afecta en nada al medio ambiente, puesto que utiliza frecuencias "no ionizantes" establecidas por las normativas vigentes nacionales e internacionales. • Análisis de

sostenibilidad: Esta solución al problema ya mencionado en el tema anterior, su sostenibilidad dependerá de la variable de población del campus UNEMI, puesto que si la población aumentara esto limitara el acceso de los usuarios que deseen conectarse a internet inalámbrico pues que cada antena sectorial abastece a 40 usuarios, por otro lado la cobertura y ancho de banda no será afectada por la cantidad de usuarios.

3.1.2. ANALIZAR Y REUBICAR EQUIPOS DE LA RED INALÁMBRICA EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO (UNEMI). • Fundamento Teórico: Con una breve observación y una pequeña encuesta, que se realizó a los estudiantes de la Universidad Estatal de Milagro, se pudo comprobar que la velocidad de la información (tareas, noticias, tecnología, calificaciones, etc.) que reciben los estudiantes por medio de internet es intermitente, los motivos son porque existe poca cobertura, velocidad insuficiente y un mediano ancho de banda. • Análisis técnico: Se realiza un mapa de calor utilizando la herramienta QGIS, esto hace que se muestre las zonas de mayor, mediano y menor cobertura de la red, con dichas graficas podemos saber si los puntos de acceso a internet están bien ubicados o por el contrario deben ser reubicados. • Análisis de costo: Cuadro 33 Detalle de costos Material Unidad Precio Precio Total Ninguno 0 0 Mano de obra Personal Técnico de la UNEMI 2 800 1600 Fuente: Investigación Directa Elaboración: Los autores

• Impacto Ambiental: La propuesta no implica impacto ambiental alguno. • Análisis Sostenibilidad: La propuesta se enfoca en solucionar la cobertura de velocidad y ancho de banda, sin embargo la sostenibilidad a través del tiempo se puede ver comprometida por el factor estudiantil (usuario), al aumentar el número de estudiantes provocaría saturación de equipos. 3.1.3. ANÁLISIS DE LA RED INALÁMBRICA DE ALTA VELOCIDAD BASADA EN EL ESTÁNDAR WIMAX (IEEE 802.16) PARA LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO. • Fundamento Teórico: Una solución ante el problema de cobertura, movilidad y limitado acceso de usuarios al servicio de internet inalámbrico, es WI-MAX móvil el cual nos permitirá

la conectividad en situación de movilidad completa, por ejemplo a peatones o a medios de transporte (vehículos, trenes, barcos, aviones, etc.); una vez que el acceso a banda ancha fijo se ha convertido en común, se puede esperar que el usuario desee mantener dichos servicios a la vez que se desea desplazar de lugar. Las redes

#### WI-MAX

se implantan de manera similar a las redes 2G/3G, de manera en general sectorizada. Sin embargo, al contrario que para las redes móviles 2G/3G, los despliegues WI-MAX prevén inicialmente una prestación de servicios con gran capacidad. Posteriormente se puede proporcionar escalabilidad a la red, con lo que ésta irá migrando a una configuración típica de micro-celda que sea capaz de proporcionar una mayor tasa de transferencia para entornos localizados según la estación base a la que se puedan conectar.

#### IEEE 802.16

WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), es la denominación de una marca de referencia para productos que pasan la conformidad y los test de interoperabilidad de los

estándares 802.16, es el grupo de trabajo del IEEE especializado en acceso punto a multipunto de banda ancha.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 'Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos'),

es un organismo líder en la creación de consenso que nutre, desarrolla y avanza tecnologías globales, que impulsa la funcionalidad, la capacidad y la interoperabilidad de una amplia gama de productos y servicios que transforman la manera en que las personas viven, trabajan y se comunican. • Análisis técnico:

Desde un punto de vista simplista, una red WIMAX consta de un emisor, denominado estación base (BS o BTS, base station), que distribuye u ofrece cobertura WIMAX a una serie de receptores denominados CPE (Customer Premises Equipment) o [M]SS ([Mobile] Subscriber Station).

WIMAX se basa en la transmisión P2P (Point-to-Point) para transmisión entre BSs o hacia un único CPE y PMP (Point-to-Multipoint), para la transmisión entre BS y varios CPE en la zona de cobertura. La evolución presente en 802.16e, MIMO (Multiple Input Multiple Output) en el que la transmisión se produce entre múltiples antenas BS hacia MSs con múltiples antenas presentes en la zona, dará como resultado no sólo mejoras en la cobertura sino también en la eficiencia de la comunicación (mejoras de throughput sin aumentos de ancho de banda). •

Análisis de costo: Cuadro 44 Detalle de costo Equipo Unidad Precio Precio total Antena MIMO LTE 4G B593 WIMAX 3.5 3.6 Ghz 130 170 22100

Cloud Router MikroTIK CCR1016\_12s1s+1Gigabit, 12SFP+-Rack 1U 1 900 900

HP V 1910-24 - Switch de red (L3, Gestionado, Fast Ethernet (10/100), IEEE 802.3, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3u, 8192 entradas, 8,8 Gbit/s) Gris 8 250 2000

Mano de Obra Personal Técnico de la UNEMI Rol de pago UNEMI

Capacitación Instalación y configuración de los equipos. por persona 600 600

Total 25.600 Fuente: Investigación directa Elaboración: Los autores • Impacto Ambiental: La utilización de redes inalámbricas adquiere un mínimo impacto ambiental, porque se utiliza radiofrecuencia para transmitir, esto implica que emite señales electromagnéticas al ambiente, WIMAX cumple con la normativa vigente en cuanto a emisiones electromagnéticas descritas en reglamentos nacionales e internacionales, puesto que utiliza frecuencias "no ionizantes". • Análisis Sostenibilidad: WIMAX nos ofrece acceso de última milla a zonas que se encuentra saturada o no llegan redes cableadas sea de cobre, coaxial o de fibra óptica debido a los costos competitivos. Con la implementación de WIMAX móvil se lograra satisfacer los diferentes tipos de requerimientos de los usuarios. WIMAX al ser de última milla nos brinda un mayor ancho de banda, mejor saturación de espectro, mayor cobertura y con el pasar del tiempo no tendremos que preocuparnos si el acceso a internet será limitado por el crecimiento de la población del campo UNEMI.

3.2. DELIBERACIÓN. Se considera realizar un cuadro comparativo para facilitar el análisis de las alternativas. Entre los criterios de selección pueden incluirse la productividad, costo, sostenibilidad, impacto ambiental, aspecto técnico y tiempo de vida útil. Cuadro 55 Análisis FODA de las alternativas de solución PRIMERA PROPUESTA(ANÁLISIS FODA) Mejorar la infraestructura de red inalámbrica bajo el protocolo 802.11 (WIFI), con equipos de la misma marca ya existentes en la universidad estatal de milagro (UNEMI). FORTALEZAS OPORTUNIDADES • Bajo costo de implementación. • Facilidad de implantación de equipos en exteriores como en interiores, así como su configuración. • Tecnología asequible • Desarrollo continuo y actualizaciones de WIFI. DEBILIDADES AMENAZAS • Los equipos no soportan aumento de tráfico. • Poca estabilidad cuando se trata de velocidad de transmisión para distancias lejanas del punto de acceso.

• El aumento de la demanda de usuarios (Estudiantes). • Inseguridad, debido al modo de acceso al medio compartido en el que cualquier equipo

Fuente: Investigación directa Elaboración: Los autores

SEGUNDA PROPUESTA(ANÁLISIS FODA) Analizar y reubicar equipos de la red inalámbrica en la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI). FORTALEZAS OPORTUNIDADES • No genera gastos de implementación de equipos. • Facilidad de integración de equipos en exteriores como en interiores, así como su configuración. • Tecnología asequible • Desarrollo continuo y actualizaciones de WIFI.

DEBILIDADES AMENAZAS • Equipos no soportan mucho tráfico de datos • No ofrece Calidad de Servicio QoS. • No diferencia entre los flujos de servicio. • El aumento de la demanda de usuarios (Estudiantes). • Inseguridad, debido al modo de acceso al medio compartido en el que cualquier equipo

Fuente: Investigación directa Elaboración: Los autores

TERCERA PROPUESTA (ANÁLISIS FODA) Análisis y diseño de una red inalámbrica de alta velocidad basada en el estándar WIMAX (IEEE 802.16) para la UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO (UNEMI). FORTALEZAS OPORTUNIDADES • Red escalable, soporta más tráfico, estabilidad y fiabilidad • Movilidad DEBILIDADES AMENAZAS • Algunos de los equipos no existen en stock en Ecuador

• Tener una sola banda de uso libre

Fuente: Investigación directa Elaboración: Los autores 3.3. ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN. Al realizar FODA a las alternativas de solución se demostró que la propuesta a considerar para mejorar la red inalámbrica de ancho de banda es: Análisis y diseño de una red inalámbrica de alta velocidad basada en el estándar WIMAX (IEEE 802.16) para la UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO (UNEMI), puesto que permite mayor cantidad de usuarios conectados al mismo tiempo a internet sin comprometer la calidad de la señal, además de satisfacer las expectativas de los usuarios en cuanto movilidad, cobertura y su sostenibilidad en el tiempo.

#### 4. CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA 4.1. TÍTULO Y DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.

Análisis y diseño de una red inalámbrica de alta velocidad basada en el estándar WIMAX (IEEE 802.16) para la UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO (UNEMI). Esta propuesta propone analizar la arquitectura e infraestructura del sistema actual de red inalámbrica, cambiar los equipos de estándar 802.11 (WIFI) por 802.16 (WIMAX) para brindar un óptimo servicio. Se procede a realizar trabajo de campo, recolectando información suficiente para diagnosticar e identificar los problemas actuales de la red inalámbrica (equipos, configuración, distribución y logística) en el campus universitario, se hallan falencias; se establece cual sería el estándar idóneo para diseñar e implementar en el campus Universitario. El diseño implica: Capacidad de manejo, administración del ancho de banda, cobertura del área donde se desea proporcionar conectividad inalámbrica, asignación de canales dependiendo de la topología, estudio de sitio más importante para la implementación de la red y seguridad de la red creando políticas seguras. [13] Esta solución permitirá obtener un mayor número de usuarios conectados a internet inalámbrico y total cobertura entre un punto y otro de acceso a internet; mejorando la calidad de la cobertura, la señal y ancho de banda, además de permitir a los usuarios una mayor movilidad, logrando así satisfacer las necesidades y requerimientos de la población del campus de la UNEMI.

4.2. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS. Objetivo General: Analizar la red inalámbrica de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) y diseñar una propuesta de red de alta velocidad con estándar WIMAX (IEEE 802.16). Objetivos Específicos: • Evaluar la estructura que tiene la red inalámbrica de la UNEMI. • Determinar las debilidades y fortalezas en los puntos de acceso inalámbrico actuales. • Revisar el estándar 802.11, 802.16 original y sus derivaciones.

4.3. DESARROLLO EN DETALLE DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA. 4.3.1. REDES DE ÁREA LOCAL (LAN) La Universidad Estatal de Milagro posee un cableado estructurado basado en fibra óptica para los enlaces troncales entre las torres y dentro de éstos se conecta con cable UTP. 4.3.2. PROYECCIÓN DEL USO DE RED La proyección del uso de Red a tomar en cuenta es de mejorar los servicios que se deben brindar como una Institución de Educación Superior, consecuentemente la propuesta es que la UNEMI debe contar con una excelente conexión de red inalámbrica mejorando la calidad e intensidad de la señal de internet, consiguiendo nuevos servicios tales como: educación virtual, sistemas interconectados en tiempo real, aplicaciones distribuidas, sistemas cero papeles entre edificios, etc. [14] 4.3.3. ANÁLISIS DE LAS REDES Se realizaron múltiples análisis de la red inalámbrica con el programa Acrylic Wi-Fi Professional, con la cual podemos evidenciar la calidad de la red (ver Anexos B).

4.3.4. ANÁLISIS DE LA PROPUESTA Con los resultados de los análisis obtenidos en el ítem anterior se comprueba que la infraestructura de la red actual de la UNEMI no tolera la consumación de nuevos servicios y mucho menos una creciente población de usuarios de la red. Por lo tanto, se debe considerar nuevas tecnologías para la infraestructura e interconexión entre los puntos de acceso a internet, una de las nuevas tecnologías a considerar será el estándar 802.16 más conocido como WIMAX por su excelente cobertura, mejor tasa de transferencia y QoS. 4.4. LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN. 4.4.1. CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA LAS ENCUESTAS. El cálculo del tamaño de la

muestra es uno de los aspectos a concretar en las fases previas de la investigación y determinar el grado de credibilidad que concederemos a los resultados obtenidos. Cuadro 66 Valores para la muestra Valores k PQ N E 1,96 0,25 4.400 0,05

Fuente Investigación directa Elaborado: Los autores  $n=k^2 \cdot PQ \cdot N(e^2 \cdot N-1)+k^2 \cdot PQ$

$$n=1,962 \cdot 0,25 \cdot 4.400(0,052 \cdot (4.400-1))+1,962 \cdot 0,25$$

$$n=3,8416 \cdot 0,25 \cdot 4.4000,0025 \cdot 4.399+3,8416 \cdot 0,25$$

$$n=4.225,7610,9975+0,9604$$

$$n=4.225,7611,9579$$

$$n=353,39$$

N= Es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados). K= Es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos: un 95,5 % de confianza es lo mismo que decir que nos podemos equivocar con una probabilidad del 5%. Los valores de k más utilizados y sus niveles de confianza son:

Cuadro 77 Nivel de confianza K 1,15 1,28 1,44 1,65 1,96 2,25,58 Nivel de confianza 75% 80% 85% 90% 95% 95,5% 99% Fuente: Cálculo de Probabilidades e inferencia estadística con tópicos de econometría. Elaboración: Rafael López Casuso e= es el error de la muestra deseado. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.

p= es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que  $p=q=0.5$  que es la opción más segura. q= es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es  $1-p$ . n= es el tamaño de la muestra (número de encuestas a realizar). LINK Excel.Sheet.12 "C:\\Users\\mi bonita y pololo\\Desktop\\tesiswimax\\tesiswimax\\Calculo\_Muestra\_macro.xlsx" "Poblaciones Finitas!F2C2:F20C12" \a \f 4 \h \\* MERGEFORMAT 4.4.2. ORIENTACIÓN DE LA ENCUESTA. La importancia de realizar dicha encuesta es la de obtener información cuantitativa para entender la conformidad, necesidad y nuevos requerimientos de los usuarios. [14] 4.4.3. OBJETIVOS DE LA ENCUESTA. • Conocer la valoración de los usuarios acerca del servicio actual de la red. • Conocer si los usuarios han utilizado los servicios que ofrece el portal de la UNEMI. 4.4.4. FORMATO DE LA ENCUESTA El formato de la encuesta esta detallado en Anexo C.

4.5. ANÁLISIS DE LA ENCUESTA. Se realizó la encuesta a 345 estudiantes de diferentes Facultades del campus UNEMI, con la ayuda del programa IBM SPSS Statistics 24 para generar la tabulación de la encuesta (para ver la tabulación ir a Anexo D). A continuación se exponen y detallan las preguntas realizadas conjuntamente con las opiniones y los valores obtenidos en cifras porcentuales de las encuestas. 1.- ¿Ha utilizado usted la red inalámbrica de datos de la UNEMI? De acuerdo a los resultados obtenidos en esta primera interrogante, el 98,9% (341

estudiantes) se pronunció afirmativamente respecto al uso de la red inalámbrica de datos de la UNEMI, apenas el 1,1% (4 estudiantes) manifestó no utilizar aquella red.

Figura 10: Utilización de la red inalámbrica de datos

Utilización de red inalámbrica de datos de la UNEMI Estudiantes Si No 341 4

La figura 18, determina que los equipos instalados en un futuro deberán poseer la capacidad de procesar las conexiones de los usuarios; esto quiere decir que los equipos deben ser potentes y robustos.

2.- ¿Qué servicios de internet utiliza? El portal universitario (<http://www.unemi.edu.ec>) con un 100% (345 estudiantes), es el servicio que los estudiantes utilizan con mayor frecuencia en internet, de ese 100% el 98,8% (340 estudiantes) utilizan redes sociales como segundo servicio preferido, correo electrónico con un 74,2% (256 estudiantes) y consulta de información con un 29,9% (103 estudiantes).

Figura 11: Servicios de internet

Servicios de internet utilizado por los estudiantes Estudiantes

Servicios UNEMI Redes Sociales Correo Electronico Descarga de libros escuchar música/video  
345 340 256 103 54

Los servicios de internet detallados por los estudiantes provocan una mayor congestión en la red, Esto quiere decir que existen demasiadas fuentes enviando excesivo tráfico para que la red pueda manejarlo, las posibles causas son: La memoria insuficiente de los switch, insuficiente CPU en los nodos o Velocidad insuficiente de las líneas, los efectos que ocasiona es perdida de paquetes (debido al desbordamiento de colas de routers) y tiempo de espera elevados (debido a tiempos de espera en colas altos), por consiguiente los equipos de red (switch y routers) deben ser capaces de entregar altas tasas de transferencias. [15]

3.- ¿Cuáles son los servicios de la plataforma UNEMI que utiliza con mayor frecuencia? Del 100% de estudiantes que manifestó el Sistema de Gestión Académica SGA y aula virtual como servicio de mayor uso, de ese 100% el 62,2% (216 estudiantes) opinan Haber utilizado biblioteca virtual.

Figura 12: Servicios de la plataforma UNEMI

Servicios de la plataforma UNEMI que usan los estudiantes Estudiantes

SGA Aula Virtual Biblioteca virtual Otros 345 345 216 28

De acuerdo a la figura 20, los estudiantes utilizan el servicio de Sistema de Gestión Académica (SGA) y Aula virtual, por lo tanto debemos garantizar una alta estabilidad del servicio de internet, procurando que los equipos de red sean robustos ya que de ellos dependerá la calidad de la señal y por consiguiente la estabilidad de nuestra red, las posible causas de inestabilidad son, las conexiones WIFI trabajan en la banda de 2.4 GHz, puesto que esa misma

banda es utilizada por una gran cantidad de dispositivos de comunicación; son sensibles a emisiones de radio y televisión. [16]

4.- ¿Cómo considera usted el funcionamiento de la red inalámbrica de datos en biblioteca, laboratorios y aulas de la UNEMI? El 10,1% (35 estudiantes) se pronunció afirmativamente respecto al rendimiento de la red inalámbrica de datos de la UNEMI, el 26,7% (92 estudiantes) manifestó que el funcionamiento de la señal es buena, el 60,3% (208 estudiantes) se mostró no estar cómodos con el rendimiento actual de la red en dichos sectores considerándola como regular y con un 2,9% (10 estudiantes) afirmaron negativamente que el funcionamiento de la red es pésima.

Figura 13: Acceso a la red inalámbrica

Funcionamiento de la red inalámbrica de datos en biblioteca, laboratorios y aulas de la UNEMI  
Estudiante

Excelente Bueno Regular Pésimo 35 92 208 10

La percepción de los estudiantes a través de esta pregunta hace suponer que los equipos instalados en la actualidad no soportan la alta densidad de tráfico en la red, por tanto se necesitarían equipos más robustos y una red inalámbrica de alta densidad, que permita una excelente conectividad de los usuarios a la red inalámbrica.

5.- ¿Ha tenido acceso a la red inalámbrica en todo el campus de la UNEMI? La mayoría de estudiantes (232) se manifestó negativamente respecto al acceso a la red inalámbrica de datos establecida en el campus UNEMI. Entre su principal causa, la existencia de varias señales WIFI, las cuales no permiten acceso a la red.

Figura 14: Señal de la red inalámbrica

Acceso a la red inalámbrica en el campus UNEMI Estudiante

si no 113 232

La percepción de los estudiantes a través de esta pregunta hace suponer la necesidad de aumentar antenas repetidoras, como consecuencia permitirá que la señal llegue a más sectores, consintiendo una mejor movilidad y flexibilidad de conectividad para los estudiantes.

6.- ¿Cómo considera usted la intensidad de la señal de la red inalámbrica de la UNEMI? El descontento por el servicio de red lo manifestó el 58% (200 estudiantes), el 29,6% (102 estudiantes) opinaron haber recibido una intensidad regular de señal de la red inalámbrica y apenas el 12,4% (43 estudiantes) declaró haber alcanzado un alto nivel de intensidad de la señal de red inalámbrica.

Figura 15: Intensidad de la red inalámbrica

Señal de la red inalámbrica de la UNEMI Estudiante



Alta Media Baja 43 102 200

La percepción de los estudiantes a través de esta pregunta hace suponer que la baja intensidad de señal se debe a la escasa ganancia en dbm 5 que tienen las antenas instaladas actualmente en la UNEMI, por consiguiente se necesitara mejorar su infraestructura con equipos WiMax las cuales suministrarán potencia de transmisión.

7.- ¿Considera usted que en la UNEMI exista una red con un ancho de banda de alta velocidad? Todos los estudiantes se pronunciaron a favor de esta interrogante. Entre sus principales motivos están la falta de cobertura y la saturación en algunos puntos. Las posibles causas de estos problemas es la falta de movilidad, ocasionando que una gran parte de personas se acumulen en áreas donde estén los puntos de acceso, lo cual también conlleva una saturación consiguiendo bajar el rendimiento de la señal y no permite que más personas se conecten a dicho punto de acceso a internet.

Figura 16: Necesidad de una red de alta velocidad

Necesidad de una red de ancho de banda de alta velocidad Estudiantes

si no 345 0

La Figura 24, evidencia una realidad de necesidad de una red de ancho de banda de alta velocidad, por esta razón es urgente actualizar la tecnología existente con WiMax y equipos robustos Ubiquiti.

8.- ¿Tiene usted dispositivos electrónicos? En caso de responder afirmativamente indique la cantidad. El 99,7% (344 estudiantes) indicó poseer al menos un dispositivo electrónico para conectarse a internet, corroborando la alta demanda del consumo de servicios dentro del campus universitario, apenas el 0.3% (1 estudiante) afirmo no poseer un dispositivos electrónico.

Figura 17: Utilización de dispositivos

Utilización de dispositivos electrónicos Estudiante

Si No 344 1

Es decir, que el 79,4% (274 estudiantes) afirmó poseer un dispositivo electrónico, el 0,3% (1 estudiante) no posee dispositivo móvil, el 17,4% (60 estudiantes) afirmaron poseer dos dispositivos, el 2,6% (9 estudiantes) poseen tres dispositivos y un 0,3% (1 estudiante) afirmo poseer cuatro dispositivos con conexión a internet.

Número de Dispositivos Dispositivos

0 Dispositivos 1 Dispositivos 2 Dispositivos 3 Dispositivos 4 Dispositivos 1 274 60 9 1

Figura 18: Número de dispositivos

Figura 19: Tiempo de conectividad.Figura 18: Número de dispositivos

Figura 19: Tiempo de conectividad.

Figura 19: Tiempo de conectividad.Figura 18: Número de dispositivos

Figura 19: Tiempo de conectividad.Figura 18: Número de dispositivos

La percepción de los estudiantes a través de esta pregunta hace suponer que la red actual de la UNEMI no está preparada para soportar la alta densidad de dispositivos electrónicos que se conectan a esta y los que se conectarán en un futuro. 9.- ¿Indique el tiempo de conectividad que utiliza la red inalámbrica? Aquí se pretende conocer la duración de conexión de las personas con la red inalámbrica de la UNEMI, se observó que un 13,9% (48 estudiantes) se conecta por lo máximo 15 minutos, un 27,5% (95 estudiantes) se conecta de 16 a 30 minutos, un 24,6% (85 estudiantes) se conecta de 31 a 45 minutos y un 33,6% (116 estudiantes) que se conecta de 46 a más minutos, la información obtenida en esta pregunta reflejo que más del 66,4% (228 estudiantes) de los encuestados no usan más de 45 minutos la red inalámbrica de la UNEMI, lo cual nos llevó a preguntar a los encuestados, porque no permanecer más tiempo conectado su respuesta fueron las siguientes: estrés y el enojo de la pésima conectividad de la red en sus equipos.

Tiempo de conectividad que utilizan los estudiantes la red inalámbrica que ofrece la UNEMI  
Estudiante

0-15min 16-30min 31-45min 46-60min 60+min nada 48 95 85 36 80 1

Figura 19: Tiempo de conectividad.

Figura 19: Tiempo de conectividad.

Figura 19: Tiempo de conectividad.

Figura 19: Tiempo de conectividad.

La Figura 27, evidencia que los estudiantes tienen una conexión media móvil de 30 a 45 minutos, por consiguiente estos valores son de fundamental ayuda para indicar al administrador de red que configure el servicio de dhcp 6 para que la IP 7 sea liberada cada 30 minutos evitando así la falta de conectividad. 4.6. CONCLUSIÓN DE LA ENCUESTA. Con la realización de la encuesta se consiguió obtener información de los usuarios sobre la red inalámbrica actual, la cual muestra una red "regular" que no es óptima para el uso de los usuarios (estudiantes), las preguntas ejecutadas animó a los usuarios a expresar sus opiniones que fueron de descontento e incomodidad, dichos comentarios se derivan de los inconvenientes en el momento de enlazar a internet por medio de la red inalámbrica (Wifi), sus principales opiniones son el tráfico de la red, inestabilidad en el servicio de internet, poca densidad de red, falta de antenas repetidoras, escasa intensidad de la red, mismas que contribuyen a la corta movilidad de los usuarios de un sector a otro y además la infraestructura Wire no está diseñada para soportar la cantidad actual de los usuarios. Se

debe consagrar un nivel de excelencia en el servicio de internet que entrega a los estudiantes, adoptando nuevas tecnologías que les permita estar a la vanguardia para respaldar el nivel de enseñanza que ofrece una Institución de Educación Superior. [14] 4.7. RESULTADOS ESPERADOS. Los resultados esperados con la implementación de una red inalámbrica de alta velocidad con estándar 802.16 (WIMAX) en la Universidad Estatal de Milagro será de proveer internet inalámbrico de calidad en todo el campus de la UNEMI, además de brindar total cobertura entre un punto y otro de acceso a internet, optimizando la movilidad de los usuarios. Se conseguirá mejorar los QoS; además mejorar el tiempo de respuesta de las herramientas que ofrece UNEMI como es sistema de gestión académica, permitiendo consultas de notas, malla curricular, hoja de vida estudiantil, etc. esto quiere decir información en tiempo real. [14] Permitirá obtener un mayor número de usuarios conectados a la red inalámbrica, se espera brindar nuevos servicios como: educación virtual, sistemas interconectados en tiempo real, aplicaciones distribuidas y sistemas cero papeles entre Edificios. [14] Los resultados esperados de los objetivos específicos como es: o Evaluar la infraestructura que tiene la red inalámbrica de la UNEMI. o Determinar sus debilidades y fortalezas en los puntos de acceso inalámbrico actuales. o Revisar el estándar 802.11, 802.16 original y sus variaciones. Permitirá evidenciar que la infraestructura actual de redes inalámbricas necesita un cambio de tecnología, esto valida la implementación de la tecnología WIMAX. [14] A parte de los objetivos planteados en este proyecto se espera lo siguiente: o Que los estudiantes posean usuario y clave para el ingreso a la red inalámbrica de la UNEMI o Que los estudiantes aprecien el poder de la información en tiempo real, ya que estamos en una época de competitividad educativa. o Que la UNEMI como una Institución de Educación Superior se proyecte a alcanzar la norma ISO 17799 para la seguridad de la información. [14] 4.8. PLANEACIÓN DE LA PROPUESTA.

Figura 20: Diseño de la red WIMAX

Figura 21: Diseño de la red

Después de analizar las encuestas se concluye que la UNEMI no posee una infraestructura idónea para el crecimiento tecnológico que desea avanzar. [14] Los requerimientos técnicos que se necesitan para implementar la tecnología WIMAX, se encuentra detallado en el capítulo II, esta tecnología permitirá ofrecer un excelente servicio de red inalámbrica capaz de solucionar la problemática de la red actual dando una mayor cobertura, tasas altas de transferencias y diferenciación de servicios(QoS). [14] 4.8.1. IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WIMAX. Se usará una topología punto multipunto (PTMP) en la torre de repetición, en las configuraciones punto-multipunto se usara

0: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/34261>

85%

un enlace WIMAX, se realizara a partir de una estación base (BSN) central con antenas sectoriales

que consisten en un conjunto de antenas direccionales

o sectoriales

distribuidas alrededor de un mástil central. En

0: <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3582>

81%

estas redes puede haber nodos con 2 sectores (a 180°), 4 sectores (a 90°) u 8 sectores (a 45°)

antenas sectoriales, para esta propuesta elegiremos las de 90°. [14] Es importante considerar la frecuencia que utilizaremos, ya que este compromete la calidad del servicio WIMAX, utilizaremos la frecuencia de 3.5 -5.8 GHz. El protocolo a utilizar es

0: <http://docplayer.es/16548663-Diseno-de-una-red-inalambrica-utilizando-la-tecnologia-wimax-para-proveer-el-servicio-de-internet-de-banda-ancha-en-la-ciudad-de-manta.html>  
64%

IEEE 802.16-2004 usando la tecnología OFDMA (Acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales). Utiliza un ancho de canal de 3.5 MHz y

la duplexación la realiza a través de FDD (División por duplexación de frecuencia). El

0: <http://docplayer.es/16548663-Diseno-de-una-red-inalambrica-utilizando-la-tecnologia-wimax-para-proveer-el-servicio-de-internet-de-banda-ancha-en-la-ciudad-de-manta.html>  
76%

espectro del operador será 2 x 25 MHz (transmisión y recepción), el cual será en 5 canales cada uno de 5 MHz, la separación dúplex es de 100 MHz. [17] 4.8.2.

**FUNCIONAMIENTO DE CONEXIÓN TORRE BASE Y CPE** Para conectarse existen dos formas de poder lograrlo. Cuando se plantea un enlace LOS, esto quiere decir que, entre la Torre Base y los CPE 8 de usuario, no hay obstáculo alguno, que se interponga en el intercambio de señal, existe visibilidad y una comunicación directa. Éste es el mejor de los casos y la comunicación se produce en las frecuencias altas, entre 12 y 66 GHz, consiguiendo un radio de cobertura muy alto, y donde las conexiones pueden alcanzar las mayores tasas de transmisión de estas especificaciones. Si los enlaces son del tipo NLOS, la comunicación se produce sin contacto visual directo entre los extremos. La señal debe sortear obstáculos constructivos y para evitar los problemas de interferencia que estos pueden introducir en la señal, se opera en las frecuencias más bajas, entre 2 y 11 GHz, lo que provoca que las velocidades de operación de los enlaces sea menor y la cobertura tenga una extensión mucho más reducida, situándose su alcance en una extensión similar a la que cubren las células de telefonía móvil; eso sí, NLOS es superior a WIFI. [18] 4.8.3. **EQUIPOS WIMAX** Los equipos son adquiridos a empresas fuera del país, lo que con lleva a importarlas y nacionalizar dichos equipos, lo que genera un costo adicional. 4.8.4. **IMPORTACIÓN DE EQUIPOS** Para importar los equipos, es importante saber cuáles son los tributos a pagar por estos, se debe revisar toda la información que muestre las características de los equipos para clasificarlo en la partida arancelaria correcta .La persona

autorizada por el SENA es el Agente Afianzado de Aduanas quien clasifica las partidas (ver Anexos E).

#### 4.8.4.1. ANTENA MIMO LTE 4G B593 WIMAX 3.5 3.6 GHZ (CITAR MANUALMENTE)

Figura 22: Huawei antena MIMO Huawei antena MIMO

Cuadro 88 Características Item Specification Frequency and Bandwidth The 2.3 GHz frequency band (from 2.3 GHz to 2.4 GHz) is supported. The frequency interval is 250 kHz. The channel bandwidth is 5 MHz or 10 MHz, and can be configured through software. The 3.5 GHz frequency band (from 3.4 GHz to 3.6 GHz) is supported. The frequency interval is 250 kHz. The channel bandwidth is 5 MHz, 7 MHz, or 10 MHz, and can be configured through software. The RRU3702 can be configured with various filters to meet the network construction requirements of operators for different frequencies and bandwidths. The 2.5 GHz frequency band (from 2.496 GHz to 2.690 GHz) is supported. The frequency interval is 250 kHz or 200 kHz. The channel bandwidth is 5 MHz or 10 MHz, and can be configured through software.

Fuente: Huawei

#### 4.8.4.2. Cloud Router MikroTIK CCR1016\_12s1s+-1Gigabit, 12SFP+-Rack 1U

Figura 23: Router CCR1016-12S-1S+

Cuadro 99: Características ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO Código de producto CCR1016-12S-1S+ CPU frecuencia nominal 1.2 GHz SFP DDMI Si Recuento de núcleo de la CPU 16 Tamaño de RAM 2 GB 10/100 puertos Ethernet Ninguno Puertos 10/100/1000 Ethernet Ninguno Ranuras MiniPCI 0 Ranuras MiniPCI-e 0 Número de puertos USB 1 Toma de alimentación 2xIEC C14 Soporte 802.3af No PoE No Monitor de voltaje Si Monitor de temperatura de PCB No Monitor de temperatura de la CPU Si Sistema operativo Router OS v6 Temperatura de funcionamiento Temperatura ambiente máxima 50° @1.2GHz; 70 ° @ frecuencia de núcleo de 1 GHz CPU Nivel de Licencia L6 Monitor de corriente Si ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO UPC TLR4-01680CG-12CE-A3 El consumo máximo de energía 44W(con carga SFP) Puertos SFP 12 Puertos SFP+ 1 Tipo de ranura USB microUSB tipo AB Fuente: MikroTIK

#### 4.8.4.3. HP V 1910-24 - SWITCH DE RED (L3, GESTIONADO, FAST ETHERNET (10/100), IEEE 802.3, IEEE 802.3AB, IEEE 802.3U, 8192 ENTRADAS, 8,8 GBIT/S) GRIS

Figura 24: Switch de red HP

Cuadro 1010: Características Especificaciones técnicas Puerto: 24 RJ-45 auto-negotiating 10/100/1000 ports(IEEE 802.3 Type 10Base-T, IEEE 802.3u Type 100Base-TX, IEEE 802.3ab Type 1000Base-T); 4 SFP 1000 Mbps ports; Supports a maximum of 24 auto-sensing 10/100/1000 ports plus 4 1000Base-X SFP ports, or a combination Memoria y procesador: Module : ARM @ 333 MHz, 128 MB flash, packet buffer size: 512 KB, 128 MB RAM Latencia: 100 Mb Latency: > 5 µs; 1000 Mb Latency: > 5 µs Velocidad: 41.7 million pps Capacidad de encaminamiento/

conmutación: 56 Gbps Funciones de gestión: IMC - Intelligent Management Center; limited command-line interface; Web browser; SNMP Manager; IEEE 802.3 Ethernet MIB

Fuente: HP official site Elaboración: Los autores

4.9. CRONOGRAMA. Para la implementación de la tecnología WIMAX en la Universidad Estatal de Milagro se lo realizara mediante un cronograma de actividades. Cuadro 1111 Cronograma de actividades

DESCRIPCION RESPONSABLE	1 SEMANA	2 SEMANA	3 SEMANA	4 SEMANA	5 SEMANA	6 SEMANA	7 SEMANA	8 SEMANA	9 SEMANA	10 SEMANA	11 SEMANA	12 SEMANA
Peticion importación de equipos y llegada UNEMI												
Pruebas de equipos Técnicos (UNEMI)												
Adquisición licencia de frecuencia UNEMI y ARCOTEL												
Configuración de equipos en cada ubicación Técnicos (UNEMI)												
Pruebas de conectividad Técnicos (UNEMI)												
Prueba de seguridad Técnicos (UNEMI)												
Pruebas de servicios Técnicos (UNEMI)												

Fuente: Investigación directa Elaboración: Los autores Se puede observar e

Se puede observar en la tabla que se necesitara aproximadamente 12 semanas para concluir la instalación de la red de ancho de banda de alta velocidad con tecnología WIMAX, una de las actividades que está sujeta a cambios es la importación de equipos de telecomunicaciones, por motivo de que no existe en el país. Se realizara pruebas de conectividad evaluando la calidad, ancho de banda, servicios (QoS) y alcance de los equipos de manera real; dicha prueba se tomara entre la torre repetidora y los bloques. [14] La frecuencia se debe solicitar a la Agencia de regulación y control de las telecomunicaciones (ARCOTEL). La configuración de los equipos se empezara por la torre repetidora el esquema a seguir para configurar es:

• Instalación de la red eléctrica y UPS. • Colocación y orientación de las antenas. • Configuración de equipos de telecomunicaciones o Selección de frecuencia a trabajar. o Selección de modo a operar punto-multipunto. o Configuración de seguridades y filtros. o Configuración de calidad de servicios QoS. o Configuración de la potencia de la antena. o Pruebas de conectividad. [14]

4.10. SEGURIDAD 4.10.1. VULNERABILIDAD FÍSICA Es todo aquello que afecte el hardware de la interconexión de la red, los diferentes equipos que pueden ser afectados: [14] • Antenas • Equipos de comunicación • Torres de comunicación • Servidores • Cable de antenas • Cable eléctrico • Cable de datos Los riesgos que pueden suceder a estos elementos físicos son: • Movimiento telúrico de gran magnitud • Caída de rayos en las torres de comunicación • Lluvia • Incendios • Temperaturas extremas • Manipulación indebida por el ser humano • Apagones de energía eléctrica 4.10.2. VULNERABILIDAD LÓGICA Es todo aquello que afecta al rendimiento de los equipos de comunicación, en esencia son falencias de tipo software en el servicio de red. Partes lógicas que pueden ser afectados: [14] • Enlaces entre bloques • Velocidad de transferencia • Servicios de red • QoS • Perdida de paquetes • Aplicaciones criticas Los riesgos que pueden suceder a estos elementos lógicos son: • Ingreso de intruso a la red • Interferencia de otras señales • Atenuación de la señal • Todos los riesgos que genera la vulnerabilidad física.

4.11. POLÍTICAS DE SEGURIDAD 4.11.1. CAÍDA DE RAYOS EN TORRES DE COMUNICACIÓN En la construcción de las torres de comunicación se instalar una línea a tierra, se utiliza dispositivos

llamados supresores de rayos. [14] 4.11.2. LLUVIA Las antenas y cables a utilizar para la implementación de la tecnología WIMAX son para exteriores. Cualquier falla será asumida por el fabricante o distribuidor. [14] 4.11.3. TEMPERATURAS EXTERNAS La solución es colocar aire acondicionado en el área de servidores y cuarto de comunicación. 4.11.4. APAGONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA La solución será instalar sistemas de soporte eléctrico llamado UPS, este debe conservar la energía por lo menos 1 hora. 4.11.5. INTERFERENCIA DE OTRAS SEÑALES Como se usara frecuencia bajo licencia, es raro la colisión con otras señales, en capítulos anteriores mencionamos la capacidad que tiene WIMAX de seleccionar frecuencias dinámicas DFS 9 . [14] 4.11.6. INTRUSOS A LA RED Existen varios métodos para impedir ingresos de intrusos a la configuración de equipos y red, el departamento de redes de la UNEMI son los encargados del manejo de seguridad.

4.11.7. ATENUACIÓN DE LA SEÑAL Suele presentares estas dificultades en días de extremo calor o días lluviosos, cuando se diseña la red se toma en cuenta que WIMAX usara hasta 200m de alcance, esto depende del terminal o CPE . [14] 4.11.8. MANIPULACIÓN INDEBIDA POR EL SER HUMANO A NIVEL LÓGICO Para solucionar estas falencias se capacitara de manera eficiente al personal técnico. Suele suceder este problema por una configuración inexacta o falta de conocimiento de la tecnología a implementar. [14] 4.12. TEST DE VULNERABILIDAD Se usara un software para evaluar el nivel de vulnerabilidad de la red diseñada. 4.12.1. NESSUS PROFESIONAL A medida que la información avanza se descubre nuevas vulnerabilidades y se publica en el dominio público general, el personal de investigación de Tenable Network Security diseña programas para permitir que Nessus los detecte. Estos programas se denominan plugins y están escritos en el lenguaje de scripting propio de Nessus, llamado Nessus Attack Scripting Language (NASL). Los complementos contienen información de vulnerabilidad, un conjunto genérico de acciones de corrección y el algoritmo para comprobar la presencia del problema de seguridad. Nessus admite el Sistema de Puntuación de Vulnerabilidad Común (CVSS) y admite los valores v2 y v3 simultáneamente. Si ambos atributos CVSS2 y CVSS3 están presentes, ambos puntajes serán calculados. Sin embargo, al determinar el atributo del Factor de Riesgo, actualmente las puntuaciones CVSS2 tienen prioridad. Los complementos también se utilizan para obtener información de configuración de hosts autenticados para aprovechar los propósitos de auditoría de configuración en relación con las mejores prácticas de seguridad. [19] Nessus, la solución de evaluación de vulnerabilidad más ampliamente implementada en la industria, le ayuda a reducir la superficie de ataque de su organización y garantizar su cumplimiento. Nessus ofrece descubrimiento de activos de alta velocidad, auditoría de configuraciones, creación de perfiles de destino, detección de malware, detección de datos confidenciales y más. Nessus soporta más tecnologías que las soluciones competitivas, escaneando sistemas operativos, dispositivos de red, hipervisores, bases de datos, servidores web e infraestructura crítica para vulnerabilidades, amenazas y violaciones de cumplimiento. Con la biblioteca de verificaciones de vulnerabilidades y configuraciones más grandes del mundo y el apoyo del experto equipo de investigación de vulnerabilidad de Tenable Network Security, Nessus establece el estándar para la velocidad y precisión de escaneo de vulnerabilidades. [20] Porque usaremos NESSUS: • Soportado por todos los principales sistemas operativos. • La sobrecarga de rendimiento de los agentes es mínima y debido a que los agentes confían en los recursos del host local, pueden reducir potencialmente la sobrecarga general de escaneo de red. • Eliminar la

necesidad de gestionar las credenciales para el análisis de vulnerabilidades. • Se puede implementar con la mayoría de los sistemas de gestión de software. • Actualizado automáticamente, por lo que el mantenimiento es mínimo • Diseñado para ser altamente seguro, aprovechando el cifrado para proteger sus datos • Exploración de ordenadores portátiles u otros dispositivos transitorios que no siempre están conectados a la red local. [14]

## 5. CAPÍTULO V: ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

5.1. ANÁLISIS DE COSTO DETALLADO 5.1.1. TALENTO HUMANO. Cuadro 1212 Detalle de costo de talento Humano Cantidad Cargo Actividad Rol de Pagos UNEMI 1 Supervisor Controlar y supervisar el proceso de implantación de la nueva red inalámbrica de alta velocidad utilizando estándar 802.16 1050

2 Técnico Encargados de instalar los equipos de comunicación 1600

Total 2650 LINK Excel.Sheet.12 "C:\\Users\\mi bonita y pololo\\Desktop\\tesiswimax\\detalle financiero.xlsx" "Talento humano!F2C2:F7C5" \a \f 4 \h \\* MERGEFORMAT

LINK Excel.Sheet.12 "C:\\Users\\mi bonita y pololo\\Desktop\\tesiswimax\\detalle financiero.xlsx" "Talento humano!F2C2:F7C5" \a \f 4 \h \\* MERGEFORMAT

Fuente: Investigación directa Elaboración: Los autores 5.1.2. RECURSOS TÉCNICOS.

Cuadro 1313 Detalle de costo de equipos técnicos Equipo Unidad Precio Precio Total Antena MIMO LTE 4G B593 WIMAX 3.5 3.6 Ghz 130 170 22.100

Cloud Router MikroTIK CCR1016\_12s1s+-1Gigabit, 12SFP+-Rack 1U 1 900 900

HP V 1910-24 - Switch de red (L3, Gestionado, Fast Ethernet (10/100), IEEE 802.3, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3u, 8192 entradas, 8,8 Gbit/s) Gris 8 250 2.000

Torre de aluminio 4 metros 8 100 800 5.8 Ghz Frecuencia bajo licencia (anual) 1 5000 5000

Total 30.800 LINK Excel.Sheet.12 "C:\\Users\\mi bonita y pololo\\Desktop\\tesiswimax\\detalle financiero.xlsx" "Recurso tecnico!F3C2:F15C7" \a \f 4 \h \\* MERGEFORMAT

Fuente: Investigación directa Elaboración: Los autores

5.1.3. RECURSO VARIOS. Cuadro 1414 Detalle de costo de recursos varios Descripción Unidad Precio Precio Total Capacitación de técnicos (WIMAX) 2 600 1200 Cable tensores pernos de expansión 1 300 300

Cable de red datos Utp Cat 6 100% Cobre 305 Metros Cctv 5 150 750

Pararrayos tipo punta franklin de 5 puntas de cebado 8 210 1680

Cable duplex aluminio Aac 2x6 Awg (13.3 Mm2) Rollo 250 M. 1 149 149



Fm Electrodo activo home 2 Plg 1 198,3 198,3 Otros 1 400 400 Total 4677,3 LINK Excel.Sheet.12  
 "C:\\Users\\mi bonita y pololo\\Desktop\\tesiswimax\\detalle financiero.xlsx" "Recursos Varios!  
 F3C2:F15C6" \a \f 4 \h

Fuente: Investigación directa Elaboración: Los autores

Recurso Descripción Valor(UDS) Talento Humano Supervisor, técnicos 2650 Recursos Técnicos  
 Antena Huawei, router cisco, switch, torre y frecuencia 30.800

Recursos Varios Capacitaciones, Cable tensor, cable de red, pararrayos, cable dúplex,  
 electrodo y otro 4677,3

Capital 38.127,3 5.1.4. DETALLE FINANCIERO Cuadro 1515 Costo del proyecto

Fuente: Investigación directa Elaboración: Los autores

5.2. GESTION DE LOS RECURSOS HUMANOS Consiste en planear, organizar y desarrollar todo lo concerniente a promover el desempeño eficiente del personal que compone una estructura. [21], [22] Es el proceso administrativo aplicado al incremento y preservación del esfuerzo, las prácticas, la salud, los conocimientos, las habilidades, etc., de los miembros de la estructura, en beneficio de un sujeto, de la propia organización y del país en general. [21], [22] Para este proyecto se requerirá personal técnico de la Universidad Estatal de Milagro especializado en redes, el motivo de trabajar con el personal técnico de la Institución Educativa es el conocimiento de la red inalámbrica que utiliza UNEMI en la actualidad, el personal técnico será capacitado con las normas, montaje, proceso de instalación, configuración, monitoreo, etc., de la nueva tecnología a instalar que para este caso es el estándar 802.16 (WIMAX), además de las ventajas económicas que representa al utilizar personal técnico de la UNEMI.

5.3. GESTION DE LOS RIESGOS. El proceso de identificación de riesgos inicialmente se enfoca en detectar cuales son las fuentes principales de riesgo. Para ello se pueden emplear distintas metodologías tales como: sesiones de discusión e intercambio de ideas entre los participantes en un proyecto, análisis de datos históricos obtenidos durante la realización de proyectos de características similares, o listas de revisión de proyectos de ingeniería junto con revisiones por personal con experiencia específica en este tipo de emprendimientos. [23] Las consecuencias de los riesgos en los proyectos de ingeniería, por ejemplo un determinado riesgo: • Afecta el costo del proyecto • Afecta la fecha de terminación del proyecto • Afecta la performance del producto final • Afecta la calidad del producto final En el paso siguiente se toma la lista generada durante el proceso de identificación de riesgos, y se procede a indicar cuales de los tipos de consecuencias corresponden con los diversos riesgos o eventos. También se suele realizar una evaluación cualitativa sobre la magnitud de dichas consecuencias o "daños", por ejemplo si el riesgo puede afectar la fecha de terminación del proyecto, estimar si dicho efecto origina una demora de un mes, varios meses, o más de seis meses. [24] El riesgo a considerar de esta propuesta tecnológica es en la adquisición de los equipos de telecomunicaciones ya que no existen en el mercado, por lo tanto, se precisa adquirir los equipos en otros países, este evento puede afectar la fecha de terminación y costo

del proyecto. Otro de los riesgos que puede existir; el personal encargado de administrar los equipos no esté correctamente capacitado lo que ocasionara una mala manipulación, lo cual con lleva a un daño en la infraestructura.

5.4. GESTION DE PRODUCTIVIDAD. Se define como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos; cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema, también puede ser considerado como un indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida. [24], [25] La tecnológica constituye una fuente importante de engrandecimiento de la productividad. La productividad y calidad del servicio de red inalámbrica mejorara al implementarse la tecnología WIMAX, evitando llegar a la obsolescencia de la red. 5.4.1.

PRODUCTIVIDAD CON LA TECNOLOGÍA WIMAX • Permitirá movilidad completa de los usuarios cuando se esté conectado a la red inalámbrica del campus • Permitirá la afluencia de usuarios en cada punto de acceso a internet • Permitirá a los estudiantes mayor ancho de banda • Permitirá a los estudiantes mayor cobertura • Permitirá incluir clases virtuales con alta definición en tiempo real.

3

4

5

6 CONCLUSIÓN Como estudiantes en el transcurso de nuestros años de estudio se pudo evidenciar el nivel del servicio de la red inalámbrica que ofrece la Universidad Estatal De Milagro a la ciudadela universitaria, esta experiencia permitió definir nuestra propuesta tecnológica "Análisis y diseño de una red inalámbrica de alta velocidad basada en el estándar WIMAX (IEEE 802.16) para la Universidad Estatal De Milagro".

La información obtenida acerca del desempeño de la red inalámbrica permitió evaluar y determinar debilidades en la estructura actual de la red de la UNEMI; considerando la implementación de una nueva tecnología llamada WIMAX la cual mejora su cobertura, ancho de banda y movilidad, además de aumentar la capacidad de los equipos para soportar el número de usuarios en cada punto de acceso a internet dentro del campus. Con la revisión de los estándar 802.11 (WIFI) y 802.16 (WIMAX) se pudo corroborar que WIMAX es una solución efectiva, rápida para brindar el servicio de internet a los usuarios que están en el campus, además del manejo de capas para la transmisión y recepción de paquetes el cual permite asegurar la integridad de la información, especialmente al poseer sub-capas de seguridad que se encarga de la autenticación de procedimientos y cambios de claves, logrando mejorar las falencias de la tecnología (WIFI) que se encuentra instalada y en actual uso. Un punto importante de WIMAX es su interoperabilidad entre redes cableadas e inalámbricas y escalabilidad para reaccionar y adaptarse sin perder calidad, además trabaja con frecuencias libres y de licencia, debido a la saturación que representa las bandas libres se ha elegido una frecuencia de licencia que es de 3.5 Ghz para mejorar su calidad de señal. [17]

RECOMENDACIONES El uso de la tecnología WIMAX será un avance significativo en el servicio de red inalámbrica en la UNEMI, pues como Institución de Educación Superior debe ofrecer a sus estudiantes recursos óptimos en materia tecnológica.

Es preciso implementar WIMAX con frecuencia licenciada por la calidad del servicio, también se debe tener un control de los dispositivos que se conecten a la red, para esto podemos hacer uso de un servidor AAA como Freeradius en el Back-end y el Daloradius en el Front-end para la administración de clientes vía web. Debido a la complejidad del proyecto es fundamental que el personal Técnico de la Institución Educativa sea debidamente capacitado y en lo posible este certificado en la tecnología WIMAX del fabricante de los equipos, para que sea el responsable de instalar WIMAX. Se deben realizar mantenimientos periódicamente a los equipos para evitar fallas en su funcionamiento, con la finalidad de conservar su calidad de servicio y de reducir gastos en resarcimientos. Adicionalmente se recomienda a la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) adoptar la norma ISO 17799 para un óptimo desempeño de los sistemas de información y así proporcionar seguridad a la información del Instituto de Educación Superior.

## ANEXOS

### ANEXO A

Suma periodo

Media periodo académico Mayo-Septiembre2009 5544,00

Octubre2009-Febrero2010 5656,00

Mayo-Septiembre2010 6044,00

Octubre2010-Febrero2011 6174,00

Mayo-Septiembre2011 5423,00

Octubre2011-Febrero2012 5861,00

Mayo-Septiembre2012 5118,00

Octubre2012-Febrero2013 5203,00

Abril-Septiembre2013 4235,00

Octubre2013-Febrero2014 4151,00

Mayo-Septiembre2014 4085,00

Octubre2014-Febrero2015 4254,00

Mayo-Septiembre2015 4836,00

Octubre2015-Marzo2016 4487,00

ANEXO B

ANEXO C

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

OBJETIVO:

Establecer el grado de satisfacción de los usuarios de la red de datos de la UNEMI

INSTRUCCIONES:

Lea determinadamente las preguntas y respóndalas con total franqueza marcando con una (x) las opciones de su complacencia.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN FECHA: FACULTAD: NIVEL: EDAD:

SEXO: ROLL:  Femenino  Masculino  Estudiante  Docente

SI 1. ¿Ha utilizado usted la red inalámbrica de datos de la UNEMI?  NO (Porqué)  Redes sociales  Servicios UNEMI 2. ¿Qué servicios de Internet utiliza?  Descarga de libros digitales  Música, Videos  Correo electrónico  mail UNEMI  SGA 3. ¿Cuáles son los servicios de la plataforma UNEMI que utiliza con mayor Frecuencia?  Aula Virtual  Bibliotecas virtuales  Otros  Excelente 4. ¿Cómo considera usted el funcionamiento de la red inalámbrica de datos en Bibliotecas, laboratorios y aulas de la UNEMI?  Buena  regular

Pésimo

5. ¿ha tenido acceso a la red inalámbrica en todo el campus de la UNEMI?  SI

NO  Alta 6. ¿Cómo considera usted la intensidad de la señal de la red inalámbrica de la UNEMI?  Media  Baja 7. ¿Considera usted que en la UNEMI exista una red con un ancho de banda de alta velocidad?  SI

NO

8. ¿Tiene usted dispositivos electrónicos? , si en el caso de ser SI indique cuantos dispositivos tiene.  SI

NO

0 - 15 min  15 - 30 min 9. ¿indique el tiempo de conectividad que utiliza la red inalámbrica?  30 - 45 min

45 - 60 min  60+ min SGA: Sistema de Gestión Académica

ANEXO D

Frecuencias

Notas Salida creada 18-AUG-2017 19:53:37 Comentarios Entrada Datos Encuesta

Conjunto de datos activo ConjuntoDatos1

Filtro >ninguno<

Ponderación >ninguno<

Segmentar archivo >ninguno<

N de filas en el archivo de datos de trabajo 353 Manejo de valores perdidos Definición de perdidos Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.

Casos utilizados Las estadísticas se basan en todos los casos con datos válidos. Sintaxis  
 FRECUENCIES VARIABLES=Red\_inalambrica Redes\_sociales Servicios\_UNEMI Descarga\_libros  
 Escuchar\_musica Correo\_electronico Correo\_UNEMI SGA Aula\_virtual Biblioteca\_virtual Otros  
 Funcionamiento\_red Campus\_UNEMI Intensidad\_señal Ancho\_banda Tiene\_dispositivos  
 Smartphone Ipad Tablet Ipod Laptop Otros\_dispositivos Tiempo Roll /PIECHART PERCENT /  
 ORDER=ANALYSIS. Recursos Tiempo de procesador 00:00:05,88

Tiempo transcurrido 00:00:03,60

Estadísticos

¿Ha utilizado usted la red inalámbrica de datos de la UNEMI? Redes Sociales Servicios UNEMI  
 Descarga de libros Escuchar Música/Video N Válido 353 353 353 353 353

Perdidos 0 0 0 0 0

Estadísticos

Correo Electrónico Correo UNEMI? SGA Aula Virtual Biblioteca Virtual Otros N Válido 353 353  
 353 353 353 353

Perdidos 0 0 0 0 0

Estadísticos

¿Cómo considera usted el funcionamiento de la red inalámbrica de datos en bibliotecas,  
 laboratorios y aulas de la UNEMI? ¿Ha tenido acceso a la red inalámbrica en todo el campus de  
 la UNEMI? ¿La intensidad de la señal de la red inalámbrica de la UNEMI? ¿Es necesario tener  
 una red de ancho de banda de alta velocidad? ¿Tiene usted dispositivos electronicos? N Válido  
 353 353 353 353 353

Perdidos 0 0 0 0 0

Estadísticos

Smartphone iPad Tablet iPod laptop otros N Válido 353 353 353 353 353 353

Perdidos 0 0 0 0 0 0

Estadísticos

¿Indique el tiempo de conectividad que utiliza la red inalámbrica que ofrece UNEMI? Roll N  
Válido 353 353

Perdidos 0 0

Tabla de frecuencia

¿Ha utilizado usted la red inalámbrica de datos de la UNEMI?

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido Si 349 98,9 98,9 98,9

No 4 1,1 1,1 100,0

Total 353 100,0 100,0

Redes Sociales

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido SI 348 98,6 98,6 98,6

NO 5 1,4 1,4 100,0

Total 353 100,0 100,0

Servicios UNEMI

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido SI 352 99,7 99,7 99,7

NO 1 ,3 ,3 100,0

Total 353 100,0 100,0

Descarga de libros

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido SI 104 29,5 29,5 29,5

NO 249 70,5 70,5 100,0

Total 353 100,0 100,0

Escuchar Música/Video

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido SI 55 15,6 15,6 15,6

NO 298 84,4 84,4 100,0

Total 353 100,0 100,0

Correo Electrónico

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido SI 259 73,4 73,4 73,4

NO 94 26,6 26,6 100,0

Total 353 100,0 100,0

Correo UNEMI?

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido SI 15 4,2 4,2 4,2

NO 338 95,8 95,8 100,0

Total 353 100,0 100,0

SGA

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido SI 351 99,4 99,4 99,4

NO 2 ,6 ,6 100,0

Total 353 100,0 100,0

Aula Virtual

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido SI 352 99,7 99,7 99,7

NO 1 ,3 ,3 100,0

Total 353 100,0 100,0

Biblioteca Virtual

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido SI 221 62,6 62,6 62,6

NO 132 37,4 37,4 100,0

Total 353 100,0 100,0

Otros

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido SI 28 7,9 7,9 7,9

NO 325 92,1 92,1 100,0

Total 353 100,0 100,0

¿Cómo considera usted el funcionamiento de la red inalámbrica de datos en bibliotecas, laboratorios y aulas de la UNEMI?

Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	Válido
Bueno	40	11,3	11,3	11,3
Mala	313	88,7	88,7	100,0
Total	353	100,0	100,0	

¿Ha tenido acceso a la red inalámbrica en todo el campus de la UNEMI?

Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	Válido
No	353	100,0	100,0	100,0

¿La intensidad de la señal de la red inalámbrica de la UNEMI?

Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	Válido
Alta	3	,8	,8	,8
Baja	350	99,2	99,2	100,0
Total	353	100,0	100,0	

¿Es necesario tener una red de ancho de banda de alta velocidad?

Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	Válido
Si	353	100,0	100,0	100,0

¿Tiene usted dispositivos electrónicos?

Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	Válido
Si	352	99,7	99,7	99,7
No	1	,3	,3	100,0
Total	353	100,0	100,0	

Smartphone

Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	Válido
Si	331	93,8	93,8	93,8
No	22	6,2	6,2	100,0

Total	353	100,0	100,0	
-------	-----	-------	-------	--

iPad

Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	Válido
SI	7	2,0	2,0	2,0

NO	346	98,0	98,0	100,0
----	-----	------	------	-------

Total	353	100,0	100,0	
-------	-----	-------	-------	--

Tablet



Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido SI 57 16,1 16,1 16,1  
 NO 296 83,9 83,9 100,0  
 Total 353 100,0 100,0

iPod

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido SI 8 2,3 2,3 2,3  
 NO 345 97,7 97,7 100,0  
 Total 353 100,0 100,0

laptop

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido SI 42 11,9 11,9 11,9  
 NO 311 88,1 88,1 100,0  
 Total 353 100,0 100,0

otros

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido NO 353 100,0 100,0  
 100,0

¿Indique el tiempo de conectividad que utiliza la red inalámbrica que ofrece UNEMI?

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido 0-15min 48 13,6 13,6  
 13,6

16-30min 96 27,2 27,2 40,8

31-45min 87 24,6 24,6 65,4

46-60min 37 10,5 10,5 75,9

60+min 84 23,8 23,8 99,7

Ninguno 1 ,3 ,3 100,0

Total 353 100,0 100,0

Roll

Frecuencia Porcentaje Porcentaje válido Porcentaje acumulado Válido Docente 8 2,3 2,3 2,3

Estudiante 345 97,7 97,7 100,0

Total 353 100,0 100,0

## ANEXO E Quiénes pueden Importar

Pueden Importar todas las Personas Naturales o Jurídicas, ecuatorianas o extranjeras radicadas en el país que hayan sido registrados como importador en el sistema ECUAPASS y aprobado por la Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador.

¿Cómo se obtiene el Registro de Importador? Una vez gestionado el RUC en el Servicio de Rentas Internas, se deberá: Paso 1 Adquirir el Certificado Digital para la firma electrónica y autenticación otorgado por las siguientes entidades: Banco Central del Ecuador: <http://www.eci.bce.ec/web/guest/> Security Data: <http://www.securitydata.net.ec/> Paso 2 Registrarse en el portal de ECUAPASS:(<http://www.ecuapass.aduana.gob.ec>) Aquí se podrá:

o Actualizar base de datos

o Crear usuario y contraseña

o Aceptar las políticas de uso

o Registrar firma electrónica Revisar el boletín 32-2012, en el cual se encuentra un video demostrativo sobre el registro al portal ECUAPASS.

• ¿Cómo conocer las restricciones de un producto a importar?

o Para conocer si determinado producto está sujeto a restricciones o es considerado de prohibida importación, visite la página web del organismo regulador de Comercio Exterior en el Ecuador, COMEX: <http://www.comercioexterior.gob.ec/comex/>

o En el caso de que cuente con la subpartida específica del producto a importar, realice la consulta de la misma en el Arancel Nacional, utilice para el efecto el siguiente link: [ttp://ecuapass.aduana.gob.ec/ipt\\_server/ipt\\_flex/ipt\\_arancel.jsp](http://ecuapass.aduana.gob.ec/ipt_server/ipt_flex/ipt_arancel.jsp)

• ¿Cómo se desaduaniza una mercancía importada? Para realizar los trámites de desaduanización de mercancías es necesario la asesoría y el servicio de un Agente acreditado por el SENA. El listado de Agentes de Aduana autorizados se encuentra en la siguiente ruta: [www.aduana.gob.ec](http://www.aduana.gob.ec) < Servicios para OCE's < Agentes de Aduana La Declaración Aduanera de Importación (DAI) deberá ser transmitida por un proveedor de Software o en el sistema informático del Servicio Nacional de Aduana del Ecuador, en un período no superior a quince días calendario previo a la llegada del medio de transporte, y hasta treinta días calendarios siguientes a la fecha de su arribo; de no cumplirse en ese plazo, la mercancías estarán inmersas en una de las causales del abandono tácito, según lo estipula el literal a) del artículo 142 del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones. De acuerdo al tipo de mercancía a importar, se deberán adjuntar los siguientes documentos a la DAI: Documentos de acompañamiento Se constituyen documentos de acompañamiento aquellos que denominados de control previo, deben tramitarse y aprobarse antes del embarque de la mercancía de importación. (Art. 72 del Reglamento al Libro V del Copci). Documentos de soporte Constituirán la base de la información de la DAI a cualquier régimen. Estos documentos originales, ya sea en físico o electrónico, deberán reposar en el archivo del

declarante o su Agente de Aduanas al momento de la presentación o transmisión de la Declaración Aduanera, y estarán bajo su responsabilidad conforme a lo determinado en la Ley. (Art. 73 del Reglamento al Libro V del Copci).

o Documento de Transporte

o Factura comercial o documento que acredite la transacción comercial

o Certificado de Origen (cuando proceda)

o Documentos que el SENAEC o el Organismo regulador de Comercio Exterior considere necesarios. Transmitida la DAI, el sistema informático del Servicio Nacional de Aduana del Ecuador le otorgará un número de validación (Refrendo) y el canal de aforo que corresponda.

¿Cuáles son los canales de Aforos que existen? Para el despacho de las mercancías que requieran Declaración Aduanera, se utilizará cualquiera de las siguientes modalidades de aforo:

o Canal de Aforo Automático

o Canal de Aforo Automático No Intrusivo

o Canal de Aforo Documental

o Canal de Aforo Físico Intrusivo. La selección de la modalidad de aforo se realizará de acuerdo al análisis de perfiles de riesgo implementado por el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador. En el caso de mercancías perecederas y animales vivos u otras mercancías autorizadas por el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador en virtud de su naturaleza, tendrán prioridad en su reconocimiento físico, de ser el caso. Cuando las mercancías deban someterse a un control por otras autoridades que incluya el reconocimiento físico de estas, las autoridades aduaneras procurarán que los controles se realicen de forma coordinada. En cualquier etapa del proceso del control aduanero, el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador podrá realizar inspecciones de la mercancía a través de un sistema tecnológico de escaneo con rayos X o similares, inclusive indistintamente de la modalidad de despacho al que esta fuere sometida.

¿Cuánto se debe pagar en tributos por un producto importado? Para determinar el valor a pagar de tributos al comercio exterior es necesario conocer la clasificación arancelaria del producto importado. En el caso de que cuente con la subpartida específica del producto a importar, realice la consulta de la misma en el Arancel Nacional, utilice para el efecto el siguiente link: [http://ecuapass.aduana.gob.ec/ipt\\_server/ipt\\_flex/ipt\\_arancel.jsp](http://ecuapass.aduana.gob.ec/ipt_server/ipt_flex/ipt_arancel.jsp) Los tributos al comercio exterior son derechos arancelarios, impuestos establecidos en leyes orgánicas y ordinarias y tasas por servicios aduaneros. AD-VALOREM (Arancel Cobrado a las Mercancías) Son los establecidos por la autoridad competente, consistentes en porcentajes según el tipo de mercancía y se aplica sobre la suma del Costo, Seguro y Flete (base imponible de la importación). FODINFA (Fondo de Desarrollo para la Infancia) Se aplica el 0.5% sobre la base imponible de la importación. ICE (Impuesto a los Consumos Especiales) Porcentaje variable

según los bienes y servicios que se importen. (Consulte en la página del SRI: [www.sri.gob.ec](http://www.sri.gob.ec), link: Impuestos) IVA (Impuesto al Valor Agregado) Corresponde al 14% sobre: Base imponible + ADVALOREM + FODINFA + ICE.

#### ANEXO F RED UNEMI

ANEXO G LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIONES Que, el artículo 261 de la Constitución de la República, determina que el Estado central tendrá competencias exclusivas sobre:..."10. El espectro radioeléctrico y el régimen general de comunicaciones y telecomunicaciones; puertos y aeropuertos."; Que, de conformidad al artículo 313 de la Constitución, se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley, reservando al Estado, el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos; Que, la Constitución de la República en su artículo 408, determina que el espectro radioeléctrico es un recurso natural de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado; Que, según el artículo 314 de la Constitución de la República, el Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos, entre otros, el de telecomunicaciones y dispondrá que los precios y tarifas de estos servicios públicos sean equitativos, estableciendo su control y regulación; Que, la Constitución de la República en su artículo 16, consagra el derecho de todas las personas en forma individual o colectiva al acceso en igualdad de condiciones al uso de las frecuencias del espectro radioeléctrico para la gestión de estaciones de radio y televisión públicas, privadas y comunitarias, y a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas; Que, según lo consagrado en el artículo 17 de la misma Carta Magna, el Estado fomentará la pluralidad y la diversidad en la comunicación, y al efecto, garantizará la asignación, a través de métodos transparentes y en igualdad de condiciones, de las frecuencias del espectro radioeléctrico, para la gestión de estaciones de radio y televisión públicas, privadas y comunitarias, así como el acceso a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas, y precautelaré que en su utilización prevalezca el interés colectivo; Que, el artículo 315 de la Constitución de la República dispone que el Estado constituirá empresas públicas para la gestión de sectores estratégicos, la prestación de servicios públicos, el aprovechamiento sustentable de recursos naturales o de bienes públicos y el desarrollo de otras actividades económicas y que las empresas públicas estarán bajo la regulación y el control específico de los organismos pertinentes, de acuerdo con la ley, estableciendo para el efecto que, la ley definirá la participación de las empresas públicas en empresas mixtas en las que el Estado siempre tendrá la mayoría accionaria, para la participación en la gestión de los sectores estratégicos y la prestación de los servicios públicos; Que, el artículo 133, numeral 2 de la Constitución de la República, establece que tendrán la categoría de leyes orgánicas aquellas que regulen el ejercicio de los derechos y garantías constitucionales; y, En ejercicio de las atribuciones conferidas por el numeral 6 del artículo 120 de la Constitución, expide la siguiente: Art. 3.- objetivos. 1. Promover el desarrollo y fortalecimiento del sector de las telecomunicaciones. 2. Fomentar la inversión nacional e internacional, pública o privada para el desarrollo de las telecomunicaciones. 3. Incentivar el desarrollo de la industria de productos y servicios de telecomunicaciones. 4. Promover y fomentar la convergencia de redes, servicios y equipos. 5. Promover el despliegue de redes e

infraestructura de telecomunicaciones, que incluyen audio y vídeo por suscripción y similares, bajo el cumplimiento de normas técnicas, políticas nacionales y regulación de ámbito nacional, relacionadas con ordenamiento de redes, soterramiento y mimetización. 6. Promover que el país cuente con redes de telecomunicaciones de alta velocidad y capacidad, distribuidas en el territorio nacional, que permitan a la población entre otros servicios, el acceso al servicio de Internet de banda ancha. 9. Establecer las condiciones idóneas para garantizar a los ciudadanos el derecho a acceder a servicios públicos de telecomunicaciones de óptima calidad, con precios y tarifas equitativas y a elegirlos con libertad así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido

y características. [26]

## MINTEL, MINEDUC, CAF Y CEPAL DESARROLLARÁN FORO SOBRE TIC Y EDUCACIÓN.

El evento es organizado por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) y el Ministerio de Educación (MinEduc), con financiamiento y apoyo de contenidos de CAF-banco de desarrollo de América Latina- y de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Está dirigido a los actores relacionados con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y la educación, como ejes fundamentales del desarrollo económico y social del país. El objetivo de este Foro Internacional es dar a conocer el importante aporte que ofrecen las TIC para mejorar la calidad de la educación en Ecuador; así como promover y fortalecer las capacidades de las instituciones públicas que tienen la responsabilidad de desarrollar proyectos TIC en el sector de la educación.

En

el marco del evento se presentarán los avances de un estudio de CAF adelantado junto a una serie de expertos internacionales, cuyo objeto general es proponer un marco de acción integral para la incorporación y fortalecimiento del uso de las TIC en la educación. Este es un desafío mayor pues la mayoría de las escuelas públicas de América Latina no tiene acceso a los servicios de banda ancha y en donde sí existe, su calidad es bastante deficiente. La premisa detrás de este esfuerzo es que la infraestructura y la conectividad a las aulas, se convierten en un prerrequisito indispensable para el uso óptimo de plataformas tecnológicas en el sistema educativo en aras de lograr una mejor calidad de la educación. El Gobierno Nacional ejecuta políticas públicas para generar nuevos conocimientos, con el fin de fortalecer el acceso a las TIC en el campo de la educación, para encaminar al Ecuador hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento. [27]

MINTEL TRABAJA PARA INCREMENTAR REDES DE TELECOMUNICACIONES. Los objetivos del Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información se establecieron a partir de los avances del sector y las tendencias internacionales. Las tendencias internacionales del sector TIC muestran en los últimos años una mayor penetración de dispositivos portátiles de alta capacidad de almacenamiento, un desarrollo de productos de libre transmisión (por ejemplo: Netflix, Whatsapp), un aumento exponencial de la capacidad

de almacenamiento y la expansión en la oferta y demanda de servicios de computación en la nube. Hacia el futuro, se espera que la abundancia de datos se multiplique cada vez más a través del Internet de las cosas, redes sociales y análisis de Big Data, y que la capacidad de procesamiento siga en aumento junto con una mayor facilidad para la utilización de estas tecnologías por parte de la población. Estas tendencias impactan directamente en las industrias de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información: El incremento del uso de contenidos de libre transmisión y la disponibilidad de dispositivos con mayores capacidades de almacenamiento ha elevado el consumo de datos por parte de los usuarios, no solo desde sus computadores, sino también desde sus dispositivos móviles. Es así que los operadores de telecomunicaciones a nivel mundial han sufrido la necesidad de actualizar continuamente sus redes fijas y móviles a las últimas tecnologías, las cuales proveen mayores velocidades de subida y bajada de datos a los usuarios. Macro-objetivo 1: Completar y fomentar el despliegue de infraestructura de Telecomunicaciones Macro-objetivo 2: Aumentar la penetración de servicios TIC en la población Macro-objetivo 3: Asegurar el uso de las TIC para el desarrollo económico y social del país Macro-objetivo 4: Establecer las bases para el desarrollo de una industria de TI a largo plazo. [28]

0: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/conatel-aprueba-regulacion-para-el-acceso-a-internet/>

99%

CONATEL APRUEBA REGULACIÓN PARA EL ACCESO A INTERNET El Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), presidido por el Ministro de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, Ing. Jaime Guerrero Ruiz, aprobó, el 7 de noviembre de 2013, las reformas al Reglamento de Prestación del Servicio de Valor Agregado de Acceso al Internet, cumpliendo así el mandato Constitucional que establece en su Artículo 16, N°2: "El Estado debe garantizar el acceso universal a las TIC". Dicha propuesta fue socializada, previamente a su aprobación al público en general, mediante el proceso de Audiencias Públicas efectuadas por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (Senatel), las que se realizaron el pasado 19 de septiembre de 2013, en Quito, Guayaquil y Cuenca, donde se receptaron comentarios y opiniones de la ciudadanía. La reforma permite el acceso al internet con infraestructura propia del prestador ISP, sin que éste tenga que contratar un servicio externo para llegar a sus clientes. Previamente los proveedores debían subcontratar la red de acceso hacia el cliente a un tercero (salvo el caso que tuviera la licencia de portador), encareciendo los costos a los usuarios de internet. Adicionalmente, la reforma posibilita la optimización de redes, por cuanto se puede utilizar redes de otros servicios como las de audio y video por suscripción, para la masificación del internet y por consiguiente, la inclusión tecnológica a toda la sociedad ecuatoriana. La política regulatoria contribuye con la estrategia del Gobierno de la Revolución Ciudadana en fortalecer la matriz productiva, por cuanto permite incluir mayores actores en la prestación de acceso a internet, generando competitividad, empleo, desarrollo de servicio y de las telecomunicaciones. A su vez, el beneficio directo para el usuario radica en una mayor oferta de prestación de acceso a internet, con mejores costos y ampliando el área de cobertura, expandiendo el servicio a zonas antes desatendidas y potenciando que todos los ciudadanos, independientemente de su ubicación, se incluyan en la Sociedad del Conocimiento, disminuyendo la brecha digital. [29]

CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES RESOLUCIÓN TEL-477-16-CONATEL-2012, ABONADOS Que, la Constitución de la República, dentro de los derechos del buen vivir, con relación a la comunidad e información, dispone:” Art. 16 todas las personas, en forma individual o colectiva, tiene derecho a: 2. El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación.”; Que, la Norma Suprema, dentro de los derechos de libertad, en su artículo 66, reconoce y garantiza a las personas: “4. Derecho a la igualdad formal, igualdad material y no discriminación”, “16. El derecho a la libertad de contratación”, “19. El derecho a la protección de los datos de carácter personal, que incluye el acceso y la decisión sobre información y datos de este carácter, así como su correspondiente protección. La recolección, archivo, procesamiento, distribución o difusión de estos datos o información requerirán la autorización de titular o el mandato de la ley.”; “21. El derecho a la inviolabilidad y al secreto de la correspondencia física y virtual; esta no podrá ser retenida, abierta ni examinada, excepto en los casos previstos en la ley, previa intervención judicial y con la obligación de guardar el secreto de los asuntos ajenos al hecho que motive su examen. Este derecho protege cualquier otro tipo o forma de comunicación”; “23. El derecho a dirigir quejas y peticiones individuales y colectivas a las autoridades y a recibir atención o respuestas motivadas. No se podrá dirigir peticiones a nombre del pueblo”; “25. El derecho a acceder a bienes y servicios públicos y privados de calidad, con eficiencia, eficacia y buen trato, así como a recibir información adecuada y veraz sobre su contenido y características”; “29. d que ninguna persona pueda ser obligada a hacer algo prohibido o dejar de hacer algo no prohibido por la ley”; Que, la Constitución de la Republica, con relación a las personas usuarias y consumidoras, dispone: “art .52.- Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características.”; “Art. 55.- Las personas usuarias y consumidoras podrán constituir asociaciones que promuevan la información y educación sobre sus derechos, y las representen y defiendan ante las autoridades judiciales o administrativa.- para el ejercicio de este u otro derechos, nadie será obligado a saciarse.”; Que, la Constitución de la Republica, señala en los artículos 313, 314, 315 y 316 que las telecomunicaciones y el espectro radioelectrónico, se considerarán sectores estratégicos, respecto de los cuales el estado se ha reservado las potestades de administración, regulación, control y gestión, siendo su responsabilidad, la provisión de servicios públicos de telecomunicaciones, en forma directa a través de empresas públicas y por excepción, mediante delegación; Que, el consejo nacional de telecomunicaciones es el ente de administración y regulación de las telecomunicaciones en el país. [30]

## ANEXO H

Figura 1: Posicionamiento de estándares Wireless

Figura 2: Características de los diferentes tipos de estándar (802.11)

Figura 3: Proceso de certificación WIMAX

Figura 4: Atribución de Frecuencias

Figura 5: Frecuencias en el mundo

Figura 6: Modulación Adaptiva

Figura 7: Esquema MIMO

Figura 8: Acceso bidireccional FDD y TDD

Figura 9: Arquitectura de red WIMAX

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDIN ZOTERO\_BIBL {"uncited": [{"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/PIUEA28U"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/CV3YX3KK"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/QFQZEQ4E"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/PHP7LDK3"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/7CH4EWL7"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/387HWY3X"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/4NHNCCDD"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/B3D9SADZ"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/CIP78R88"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/PB5R2EI6"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/8AGSVSZ9"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/VD9TSZMX"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/GPQH84V2"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/FTAVSZ3E"}, {"http://zotero.org/users/local/yc8k2g3D/items/N2YBNVWV"}], "custom": []} CSL\_BIBLIOGRAPHY [1] VV.AA, La comunicación móvil. Editorial GEDISA, 2014. [2] D. L. Rodríguez, Sistemas inalámbricos de comunicación personal. Marcombo, 2001. [3] J. Ibañez, «Globalización e Internet: poder y gobernanza en la sociedad de la información | Globalisation and Internet: Power and Governance in the Information Society», Relac. Int., vol. 0, n.o 4, 2006. [4] «Visión y Misión». [En línea]. Disponible en: <http://www.unemi.edu.ec/index.php/identidad/quienes-somos/mision-y-vision>. [Accedido: 12-dic-2017]. [5] Las Tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza: manual para docentes o cómo crear nuevos entornos de aprendizaje abierto por medio de las TIC. Trilce, 2005. [6] Las Tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza: manual para docentes o cómo crear nuevos entornos de aprendizaje abierto por medio de las TIC. Trilce, 2005. [7] C. Antonio José y J. A. C. Falcón, Wi-Fi : lo que se necesita conocer. RC Libros, 2010. [8] L. Nuaymi, WiMAX: technology for broadband wireless access. Chichester, England ; Hoboken, NJ: John Wiley, 2007. [9] «Quobis Informe WiMAX Movil - Documents», documents.mx. [En línea]. Disponible en: <https://documents.mx/documents/quobis-informe-wimax-movil.html>. [10] «Blog de Quobis Networks». . [11] «IEEE 802.16 Task Group e (MobileWirelessMAN®)». [En línea]. Disponible en: <http://www.ieee802.org/16/tge/>. [Accedido: 07-ago-2017]. [12] B. T.

0: CASO DE ESTUDIO ISP INALAMBRICO (CORREGUIDO).pdf

100%

et al, Propuesta de Diseño E Implementación de la Red Wi-Fi del Campus Universitario UCNE.

Bod Third Party Titles, 2013. [13] «Sistemas de Transmisión - WIMAX». [En línea]. Disponible en: <https://sx-de-tx.wikispaces.com/WIMAX>. [Accedido: 07-ago-2017]. [14] C. Cevallos, C. Francisco, R. Vargas, y M. Raúl, «Análisis y diseño de la red inalámbrica de alta velocidad basada en el estándar WIMAX (IEEE 802.16) para la Escuela Politécnica del Ejército», ene. 2006.



[15] «Apuntes, Tema 6: Control de Congestión», 10-ago-2011. [En línea]. Disponible en: <https://web.archive.org/web/20110810202301/http://www.it.uc3m.es/~prometeo/rsc/apuntes/Conges/conges.html>. [Accedido: 22-nov-2017]. [16] «Estabilidad de una red Wifi..» [En línea]. Disponible en: <http://www.configurarequipo.com/doc635.html>. [Accedido: 23-nov-2017]. [17] E. Ordoñez Bravo, «

Diseño de

0: [https://archive.org/stream/Articulo20\\_201509/Articulo%20\(20\)\\_djvu.txt](https://archive.org/stream/Articulo20_201509/Articulo%20(20)_djvu.txt)

100%

una red inalámbrica utilizando la tecnología wimax para proveer el servicio de internet de banda ancha en la ciudad de manta»,

jun. 2011. [18] «Sistemas de Transmisión - WIMAX». [En línea]. Disponible en: <https://sx-de-tx.wikispaces.com/WIMAX>. [Accedido: 26-jul-2017]. [19] «Nessus\_6\_9.pdf». . [20] «Nessus Escáner de Vulnerabilidad», GB Advisors. [En línea]. Disponible en: <http://www.gb-advisors.com/es/gestion-de-vulnerabilidades/nessus-escaner-vulnerabilidad/>. [21] S. Dolan y S. L. Dolan, La gestión de los recursos humanos: cómo atraer, retener y desarrollar con éxito el capital humano en tiempos de transformación. McGraw-Hill, 2007. [22] «"GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS"». . [23] C. Chapman y S. Ward, Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights. Wiley, 2007. [24] N. J. Smith, T. Merna, y P. Jobling, Managing Risk in Construction Projects. John Wiley & Sons, 2014. [25] F. Casanova, Formación profesional, productividad y trabajo decente. Organización Internacional del Trabajo, 2009. [26] «Ley- Orgánica-de-Telecomunicaciones.pdf». . [27] «

MINTEL, MinEduc, CAF y CEPAL desarrollarán Foro sobre TIC y Educación», Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 15-

sep-2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/mintel-mineduc-caf-cepal-desarrollaran-foro-tic-educacion/>. [Accedido: 18-nov-2017]. [28] «

0: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/mintel-trabaja-incrementar-redes-telecomunicaciones/>

100%

MINTEL trabaja para incrementar redes de telecomunicaciones», Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 03-

ago-2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/mintel-trabaja-incrementar-redes-telecomunicaciones/>. [Accedido: 18-nov-2017]. [29] «

0: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/conatel-aprueba-regulacion-para-el-acceso-a-internet/>

100%

Conatel aprueba regulación para el acceso a internet», Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 11-

nov-2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/conatel-aprueba-regulacion-para-el-acceso-a-internet/>. [Accedido: 18-nov-2017]. [30] «rt~cidad de las telecomunicaciones, siendo prohibido a terceras personas interce7rferir, -t». [En línea]. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:AvR3xYco07AJ:www.arcotel.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php%3Fid%3D339+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec&client=firefox-b-ab>. [Accedido: 18-nov-2017]. [31] «ETAPA EP - Servicios de Telefonía, Televisión, Internet, Agua Potable, Alcantarillado de Cuenca - Ecuador < Productos y servicios < Internet < Planes < Planes Wimax». [En línea]. Disponible en: <http://www.etapa.net.ec/Productos-y-servicios/Internet/Planes/Planes-Wimax>. [Accedido: 26-jul-2017]. [32] J. G. Voinea, Redes de Comunicaciones. Administración y gestión. Lulu.com. [33] «UNEMI, UNA INSTITUCIÓN COMPROMETIDA CON EL MEDIOAMBIENTE». [En línea]. Disponible en: <http://www.unemi.edu.ec/index.php/noticias-antteriores/414-unemi-una-institucion-comprometida-con-el-medioambiente>. [Accedido: 31-jul-2017]. [34] «Cable Duplex Aluminio Aac 2x6 Awg (13.3 Mm2) Rollo 250 M. - U\$S 149,00». [En línea]. Disponible en: [https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-412399739-cable-duplex-aluminio-aac-2x6-avg-133-mm2-rollo-250-m-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-412399739-cable-duplex-aluminio-aac-2x6-avg-133-mm2-rollo-250-m-_JM). [35] «Venta Y Montaje De Torres Para Instalación De Antenas - U\$S 200,00». [En línea]. Disponible en: [https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-412041928-venta-y-montaje-de-torres-para-instalacion-de-antenas-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-412041928-venta-y-montaje-de-torres-para-instalacion-de-antenas-_JM). [36] «Cable De Red Datos Utp Cat 6 100% Cobre 305 Metros Cctv - U\$S 149,80». [En línea]. Disponible en: [https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-411813510-cable-de-red-datos-utp-cat-6-100-cobre-305-metros-cctv-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-411813510-cable-de-red-datos-utp-cat-6-100-cobre-305-metros-cctv-_JM). [37] «Estatutos y Reglamentos». [En línea]. Disponible en: <http://www.unemi.edu.ec/index.php/identidad/estatutos-y-reglamentos>. [Accedido: 03-ago-2017]. [38] «FreeRADIUS utilizó para el acceso administrativo en el ejemplo de la configuración del Cisco IOS», Cisco. [En línea]. Disponible en: [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docs/security-vpn/remote-authentication-dial-user-service-radius/116291-configure-freeradius-00.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/security-vpn/remote-authentication-dial-user-service-radius/116291-configure-freeradius-00.html). [39] «FreeRADIUS». [En línea]. Disponible en: <http://freeradius.org/>. [Accedido: 11-ago-2017]. [40] «daloRADIUS». [En línea]. Disponible en: <http://www.daloradius.com/>. [Accedido: 11-ago-2017]. [41] S. J. Bigelow, J. J. Carr, y S. Winder, Understanding telephone electronics, 4th ed. Boston: Newnes, 2001. [42] J.-F. Apréa, Windows Server 2008 arquitectura y gestión de los servicios de dominio Active Directory (AD DS). Cornellà de Llobregat: ENI, 2010. [43] N. Bonnet, Windows Server 2012 R2: administración : preparación para la certificación MCSA : examen n° 70-411 : 49 trabajos prácticos, 171 preguntas-respuestas. Cornellà de Llobregat (Espagne); [Saint-Herblain: Ediciones ENI, 2015. [44] A. S. Tanenbaum, E. Núñez Ramos, F. A. Trujillo Fernández, y A. F. García Espinosa, Redes de computadoras. México [etc.: Pearson Educación, 2003. [45] «Introducción a la replicación DFS». [En línea]. Disponible en: [https://technet.microsoft.com/es-es/library/cc771058\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/es-es/library/cc771058(v=ws.11).aspx). [Accedido: 18-nov-2017].

## Glosario Cuadro 16 Glosario

Siglas Significado  
AAA Authentication, Authorization and Accounting  
AAS Adaptive Antenna Systems  
ADSL Asimmetrical Digital Subscriber Line  
ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line  
ASK Amplitude

0: TESIS Andrea Alcivar con Indices.docx

80%

shift keying BPSK Binary Phase shift keying BTS Base Transceiver Station BWA Broadband Wireless Access

CDMA Code Division Multiple Access CPE Customer Premises Equipment CSMA Carrier sense multiple access DAB Digital audio broadcasting DFT Direct fourier transform DSSS Direct-sequence spread-spectrum DVB Digital video broadcasting EV-DO Evolution Data Optimized FDD Frequency Division Duplex FDM Frequency Division multiplex FEC Forward error correction FHSS

Frequency-Hopped Spread Spectrum FSK Frequency Shift Keying GPRS General Packet Radio Service

GSM Groupe special mobile H-ARQ Hybrid-Automatic repeat request HIPERLAN High Performance Radio LAN HSPA HIgh-Speed Packet Access ITU Internation telecommunication Union LoS Line of Sight LTE Long-Term Evolution MAC Medium Access Control MAS

Multiple Antenna Systems MIMO Multiple input multiple output MISO Multiple input simple output MRA Maximum Response Angle

Siglas Significado NloS None-Line of Sight OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplex OFDMA Orthogonal Frequency Division Multiple Access Q-PSK Quadrature-Phase Shift Keying QAM

Quadrature Amplitude Modulation RADIUS Remote Authentication Dial-In User Server SAS Smart-Antenna Systems

SDR Software defined radio SNR Signal to noise ratio STC Space-Time Coding TDD

Time division duplex TDMA Time division multiple access UMTS Universal Mobile Telecommunications System VoIP Voice over IP Protocol W-OFDM Wideband Orthogonal Frequency Division Multiplex WAVE Wireless

Access for Vehicular Environment WiMAX Wideband Orthogonal Frequency Division Multiplex WISP Wireless Internet Service Provider Fuente: Investigación directa Elaborado: Los autores

1

0: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/42668>

100%

Worldwide Interoperability for Microwave Access 'Interoperabilidad mundial para acceso por microondas' 2

Es

una

instalación fija o moderada de radio la cual es usada para conectar radios como: teléfono móvil o una laptop.

3 Se refiere a un camino sin obstrucciones entre las antenas transmisoras y receptoras.

4 Se refiere a un trayecto parcialmente obstruido entre la ubicación del transmisor y receptor.

5 Es una abreviatura de la relación de potencia en decibelio-milivatio, se utiliza en redes de radio, microondas y fibra óptica como una medida conveniente de la potencia absoluta.

6 Dynamic Host Configuration Protocol (Protocolo de configuración dinámica de host), es

0: TESIS - ING.NESTOR TALLEDO A LIGHT.docx

88%

un servidor de tipo cliente/Servidor en el que posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van quedando libres.

7

Internet Protocol (Protocolo internet), es un número que identifica, de manera lógica y jerárquica, a una interfaz en red de un dispositivo.

8 Customer Premises Equipment (Equipo local del Cliente)

9 Dynamic frequency selection (selección de frecuencia dinámica), es un motor de réplica que puede usar para mantener las carpetas sincronizadas entre los servicios en las conexiones de red con ancho de banda limitado.

2

5

17

13

97

2

3

Número de Dispositivos Dispositivos

0 Dispositivos 1 Dispositivos 2 Dispositivos 3 Dispositivos 4 Dispositivos 1 274 60 9 1

Funcionamiento de la red inalámbrica de datos en biblioteca, laboratorios y aulas de la UNEMI Estudiante

Excelente Bueno Regular Pésimo 35 92 208 10

Tiempo de conectividad que utilizan los estudiantes la red inalámbrica que ofrece la UNEMI Estudiante

0-15min 16-30min 31-45min 46-60min 60+min nada 48 95 85 36 80 1

Utilización de red inalámbrica de datos de la UNEMI Estudiantes Si No 341 4

Acceso a la red inalámbrica en el campus UNEMI Estudiante

si no 113 232

Utilización de dispositivos electrónicos Estudiante

Si No 344 1

Servicios de la plataforma UNEMI que usan los estudiantes Estudiantes

SGA Aula Virtual Biblioteca virtual Otros 345 345 216 28

Señal de la red inalámbrica de la UNEMI Estudiante

Alta Media Baja 43 102 200

Servicios de internet utilizado por los estudiantes Estudiantes

Servicios UNEMI Redes Sociales Correo Electronico Descarga de libros escuchar música/video 345 340 256 103 54

Necesidad de una red de ancho de banda de alta velocidad Estudiantes

si no 345 0

hdphoto1.wdp

Hit and source - focused comparison, Side by Side:

Left side: As student entered the text in the submitted document.

Right side: As the text appears in the source.

---

Instances from: TESIS - ING.NESTOR TALLEDO A LIGHT.docx

12: TESIS - ING.NESTOR TALLEDO A LIGHT.docx 88%

un servidor de tipo cliente/Servidor en el que posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van quedando libres.

7

12: TESIS - ING.NESTOR TALLEDO A LIGHT.docx 88%

un protocolo de tipo cliente/servidor en el que generalmente un servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van quedando libres,

Instances from: CASO DE ESTUDIO ISP INALAMBRICO (CORREGUIDO).pdf

6: CASO DE ESTUDIO ISP INALAMBRICO (CORREGUIDO).pdf 100%

et al, Propuesta de Diseño E Implementación de la Red Wi-Fi del Campus Universitario UCNE.

6: CASO DE ESTUDIO ISP INALAMBRICO (CORREGUIDO).pdf 100%

et al. 2013, Propuesta de Diseño E Implementación de la Red Wi-Fi del Campus Universitario UCNE,

---

Instances from: TESIS Andrea Alcivar con Indices.docx

10: TESIS Andrea Alcivar con Indices.docx 80%

shift keying BPSK Binary Phase shift keying BTS Base Transceiver  
Station BWA Broadband Wireless Access

10: TESIS Andrea Alcivar con Indices.docx 80%

Shift Keying BPSK: Binary Phase Shift Keying BS: Base Etation  
BTS: Base Terminal Station BWA: Broadband Wireless Access



Instances from: Titulación Jean Delgado.docx

0: Titulación Jean Delgado.docx 56%

final de la primera década del siglo XX el acceso de datos inalámbricos de alta velocidad es decir en Mb/s se desplegará en gran medida en todo el mundo. [7]

0: Titulación Jean Delgado.docx 56%

final de la primera década del siglo 21, el acceso de datos inalámbricos de alta velocidad se desplegaría en gran medida en todo el mundo.

Instances from: <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3582>

2: <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3582> 81%

estas redes puede haber nodos con 2 sectores (a 180°), 4 sectores (a 90°) u 8 sectores (a 45

°)

2: <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3582> 81%

estas redes pueden haber estaciones con 2 sectores (a 180°), 4 sectores (a 90°) u 8 sectores (a 45°)

Instances from: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/34261>

1: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/34261>  
85%

un enlace WIMAX, se realizara a partir de una estación base (BSN) central con antenas sectoriales

que consisten en un conjunto de antenas direccionales

1: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/34261>  
85%

un enlace WiMAX se realiza a partir de una estación base (BS) central con antenas sectoriales, que consisten en un conjunto de antenas direccionales

Instances from: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/42668>

11: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/42668>  
100%

Worldwide Interoperability for Microwave Access  
‘Interoperabilidad mundial para acceso por microondas’ 2

Es

una

11: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/42668>  
100%

Worldwide Interoperability for Microwave Access  
(interoperabilidad mundial para acceso por microondas, es una

Instances from: <http://docplayer.es/16548663-Diseno-de-una-red-inalambrica-utilizando-la-tecnologia-wimax-para-proveer-el-servicio-de-internet-de-banda-ancha-en-la-ciudad-de-manta.html>

3: <http://docplayer.es/16548663-Diseno-de-una-red-inalambrica-utilizando-la-tecnologia-wimax-para-proveer-el-servicio-de-internet-de-banda-ancha-en-la-ciudad-de-manta.html> 64%

IEEE 802.16-2004 usando la tecnología OFDMA (Acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales). Utiliza un ancho de canal de 3.5 MHz y

4: <http://docplayer.es/16548663-Diseno-de-una-red-inalambrica-utilizando-la-tecnologia-wimax-para-proveer-el-servicio-de-internet-de-banda-ancha-en-la-ciudad-de-manta.html> 76%

espectro del operador será 2 x 25 MHz (transmisión y recepción), el cual será en 5 canales cada uno de 5 MHz, la separación dúplex es de 100 MHz. [17] 4.8.2.

3: <http://docplayer.es/16548663-Diseno-de-una-red-inalambrica-utilizando-la-tecnologia-wimax-para-proveer-el-servicio-de-internet-de-banda-ancha-en-la-ciudad-de-manta.html> 64%

IEEE empleando la tecnología OFDM (multiplexacion por división de frecuencias ortogonales). Utiliza un ancho de canal de 3.5 MHz y

4: <http://docplayer.es/16548663-Diseno-de-una-red-inalambrica-utilizando-la-tecnologia-wimax-para-proveer-el-servicio-de-internet-de-banda-ancha-en-la-ciudad-de-manta.html> 76%

espectro del operador es de 2 x 25 Mhz (transmisión y recepción), el cual esta asignado en 5 canales cada uno de 5 MHz, la separación duplex es de 100 Mhz.

Instances from: [https://archive.org/stream/Articulo20\\_201509/Articulo%20\(20\)\\_djvu.txt](https://archive.org/stream/Articulo20_201509/Articulo%20(20)_djvu.txt)

7: [https://archive.org/stream/Articulo20\\_201509/Articulo%20\(20\)\\_djvu.txt](https://archive.org/stream/Articulo20_201509/Articulo%20(20)_djvu.txt) 100%

una red inalambrica utilizando la tecnologia wimax para proveer el servicio de internet de banda ancha en la ciudad de manta»,

7: [https://archive.org/stream/Articulo20\\_201509/Articulo%20\(20\)\\_djvu.txt](https://archive.org/stream/Articulo20_201509/Articulo%20(20)_djvu.txt) 100%

una red inalambrica utilizando la tecnologia Wimax para proveer el servicio de internet de banda ancha en la ciudad de Manta.

Instances from: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/mintel-trabaja-incrementar-redes-telecomunicaciones/>

8: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/mintel-trabaja-incrementar-redes-telecomunicaciones/> 100%

MINTEL trabaja para incrementar redes de telecomunicaciones»,  
Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la  
Información, 03-

8: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/mintel-trabaja-incrementar-redes-telecomunicaciones/> 100%

MINTEL trabaja para incrementar redes de telecomunicaciones -  
Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la  
Información

Instances from: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/conatel-aprueba-regulacion-para-el-acceso-a-internet/>

5: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/conatel-aprueba-regulacion-para-el-acceso-a-internet/> 99%

CONATEL APRUEBA REGULACIÓN PARA EL ACCESO A INTERNET  
El Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), presidido por el Ministro de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, Ing. Jaime Guerrero Ruiz, aprobó, el 7 de noviembre de 2013, las reformas al Reglamento de Prestación del Servicio de Valor Agregado de Acceso al Internet, cumpliendo así el mandato Constitucional que establece en su Artículo 16, N° 2: "El Estado debe garantizar el acceso universal a las TIC". Dicha propuesta fue socializada, previamente a su aprobación al público en general, mediante el proceso de Audiencias Públicas efectuadas por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (Senatel), las que se realizaron el pasado 19 de septiembre de 2013, en Quito, Guayaquil y Cuenca, donde se receptaron comentarios y opiniones de la ciudadanía. La reforma permite el acceso al internet con infraestructura propia del prestador ISP, sin que éste tenga que contratar un servicio externo para llegar a sus clientes. Previamente los proveedores debían subcontratar la red de acceso hacia el cliente a un tercero (salvo el caso que tuviera la licencia de portador), encareciendo los costos a los usuarios de internet. Adicionalmente, la reforma posibilita la optimización de redes, por cuanto se puede utilizar redes de otros servicios como las de audio y video por suscripción, para la masificación del internet y por consiguiente, la inclusión tecnológica a toda la sociedad ecuatoriana. La política

5: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/conatel-aprueba-regulacion-para-el-acceso-a-internet/> 99%

Conatel aprueba regulación para el acceso a internet Quito.- El Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), presidido por el Ministro de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, Ing. Jaime Guerrero Ruiz, aprobó, el 7 de noviembre de 2013, las reformas al Reglamento de Prestación del Servicio de Valor Agregado de Acceso al Internet, cumpliendo así el mandato Constitucional que establece en su Artículo 16, N° 2: "El Estado debe garantizar el acceso universal a las TIC". Dicha propuesta fue socializada, previamente a su aprobación al público en general, mediante el proceso de Audiencias Públicas efectuadas por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (Senatel), las que se realizaron el pasado 19 de septiembre de 2013, en Quito, Guayaquil y Cuenca, donde se receptaron comentarios y opiniones de la ciudadanía. La reforma permite el acceso al internet con infraestructura propia del prestador ISP, sin que éste tenga que contratar un servicio externo para llegar a sus clientes. Previamente los proveedores debían subcontratar la red de acceso hacia el cliente a un tercero (salvo el caso que tuviera la licencia de portador), encareciendo los costos a los usuarios de internet. Adicionalmente, la reforma posibilita la optimización de redes, por cuanto se puede utilizar redes de otros servicios como las de audio y video por suscripción, para la masificación del internet y por consiguiente, la inclusión tecnológica a toda la sociedad ecuatoriana. La política



regulatoria contribuye con la estrategia del Gobierno de la Revolución Ciudadana en fortalecer la matriz productiva, por cuanto permite incluir mayores actores en la prestación de acceso a internet, generando competitividad, empleo, desarrollo de servicio y de las telecomunicaciones. A su vez, el beneficio directo para el usuario radica en una mayor oferta de prestación de acceso a internet, con mejores costos y ampliando el área de cobertura, expandiendo el servicio a zonas antes desatendidas y potenciando que todos los ciudadanos, independientemente de su ubicación, se incluyan en la Sociedad del Conocimiento, disminuyendo la brecha digital. [29]

9: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/conatel-aprueba-regulacion-para-el-acceso-a-internet/> 100%

Conatel aprueba regulación para el acceso a internet», Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 11-

regulatoria contribuye con la estrategia del Gobierno de la Revolución Ciudadana en fortalecer la matriz productiva, por cuanto permite incluir mayores actores en la prestación de acceso a internet, generando competitividad, empleo, desarrollo de servicio y de las telecomunicaciones. A su vez, el beneficio directo para el usuario radica en una mayor oferta de prestación de acceso a internet, con mejores costos y ampliando el área de cobertura, expandiendo el servicio a zonas antes desatendidas y potenciando que todos los ciudadanos, independientemente de su ubicación, se incluyan en la Sociedad del Conocimiento, disminuyendo la brecha digital.

9: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/conatel-aprueba-regulacion-para-el-acceso-a-internet/> 100%

Conatel aprueba regulación para el acceso a internet - Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información