

Análisis De Congestión En Las Bandas Atribuidas A Enlaces De Microonda Y Establecimiento De Políticas De Uso Para La Obtención De Eficiencia Espectral

Hernán Andrés Rueda López

Facultad de Ingeniería Electrónica, Escuela Politécnica del Ejercito

Av. El Progreso S/N, Sangolqui, Ecuador

***Resumen:** El presente artículo es un análisis a la situación actual de las bandas de enlace de microonda, con el fin de determinar la congestión que existe sobre estas frecuencias y poder establecer políticas de uso y asignación de frecuencias en esta porción del Espectro Radioeléctrico.*

Introducción

En la actualidad estamos viviendo un gran avance tecnológico lo que significa un mayor consumo del espectro radioeléctrico, el mismo que escasea, por lo que es necesario optimizar el uso del mismo puesto a que dicho recurso es de gran influencia social, no solo por los servicios que ofrece de comunicación interpersonal y acceso a la información, sino también es de gran uso para seguridad y defensa nacional.

En esta búsqueda de eficiencia espectral existe un medio de transmisión que es muy efectivo y su porcentaje de ocupación no es el adecuado o al menos no el más óptimo, este es el sistema de enlaces microonda el cual tiene una gran capacidad de transmisión y que permite la comunicación nacional a través de distintas rutas.

ENLACES RADIOELÉCTRICOS EN EL PAÍS

Situación Actual.

Para analizar la situación actual de los enlaces en el país, es importante conocer cuáles son los enlaces y en que bandas operan, lo que nos permitirá poder determinar el nivel de ocupación y saturación de los enlaces radioeléctricos en el país.

Como ya sabemos los enlaces radioeléctricos se realizan únicamente con línea de vista y con un tipo de comunicación dúplex entre las antenas. En el Ecuador los radioenlaces de microonda se realizan a partir de la banda de 1GHz.

La Secretaria Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), para la regulación del espectro en las bandas de enlace se ha normado de acuerdo a la nota EQA.50 del plan nacional de frecuencias, el mismo que nos indica que las bandas sobre los 1000 MHz hasta los 23 GHz son utilizadas para los enlaces radioeléctricos.

- **Ocupación de bandas Microonda para Enlaces Radioeléctricos.**

Después de conocer las bandas sobre las cuales hay que trabajar, es necesario su análisis con el fin de conocer el estado actual de dichas bandas y posteriormente definir políticas y estándares de asignación para la optimización de estas frecuencias.

Es importante considerar que la ocupación del espectro no es constante, puesto a la canalización utilizada que se ajusta a las necesidades del usuario y a las características de los equipos que se van a utilizar, de esta manera se ve afectado el espectro ya que su utilización no es óptima.

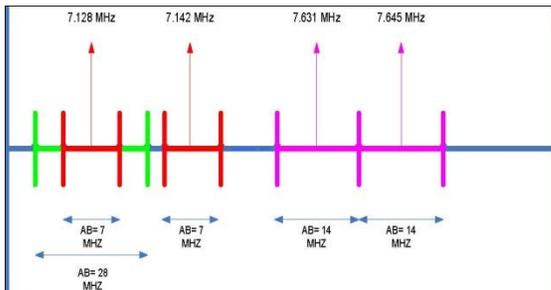


Figura 1. Ocupación de la banda 7125 – 8500 MHz.

• **Determinación de ocupación de bandas.**

Para la determinar la ocupación, pero sobre todo la saturación de las bandas de enlace se ha realizado 3 tipos de análisis los mismos que serán catalogados en números de enlace en 3 tipos:

- a) Por Provincia
- b) Por Operador
- c) Por Sitio

Las Figuras 2 y 3 nos muestran una estadística de enlaces que maneja cada provincia del país lo que en cierto modo nos muestra que en la gran mayoría de sectores del país no existe una gran saturación de enlaces por provincia.

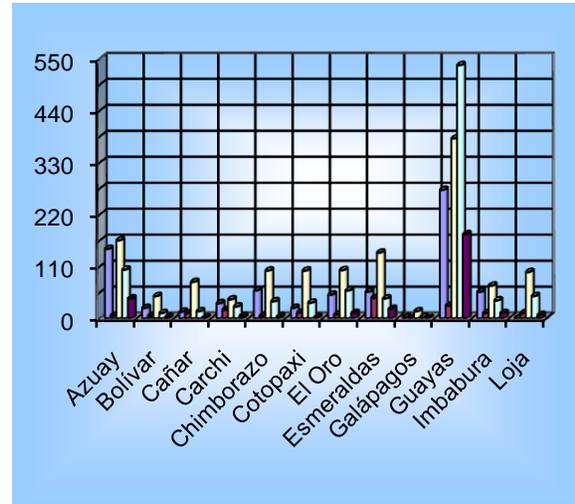


Figura 2. Enlaces Radioeléctricos por Provincia

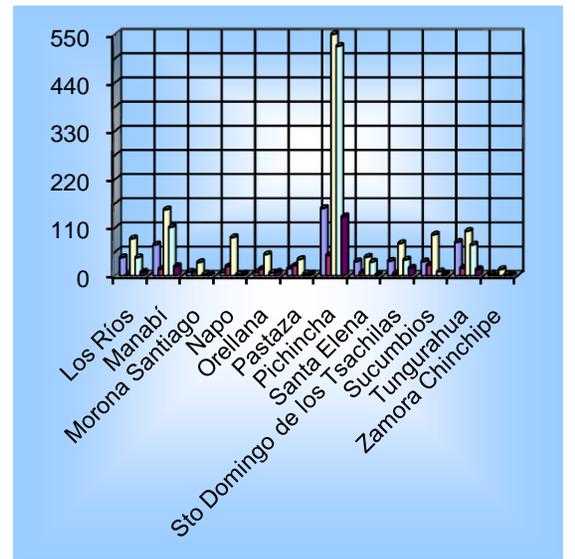


Figura 3. Enlaces Radioeléctricos por Provincia

En la determinación de la ocupación por operador las siguientes tablas muestran los operadores a nivel nacional que realizan enlaces radioeléctricos y el número de enlaces existentes por operador en el país dentro de la banda de 1 y 2 GHz respectivamente, con un gráfico comparativo entre dichas operadoras.

Tabla 1.Enlaces Radioelétricos por Operador banda 1427-1525 MHz

Operador	Número de enlaces
ETAPA	8
COMISION TRANSITO DEL GUAYAS	5
SURATEL	0
DIRECCION GENERAL DE AVIACION CIVIL	3
CONECCEL	0
OTECCEL	0
GLOBAL CROSSING COMUNICACIONES ECUADOR S.A.	545
MEGADATOS	8
EMPRESA PÚBLICA DE HIDROCARBUROS DEL ECUADOR EP PETROECUADOR	0
CNT	630
PUNTONET	0
HIDROPASTAZA S.A.	3



Figura 4. Enlaces Radioelétricos por Operador

Tabla2.Enlaces Radioelétricos por Operador banda 21200-23600 MHz

Operador	Número de enlaces
ETAPA	0
SURATEL	5
CONECCEL	138
OTECCEL	94
GLOBAL CROSSING COMUNICACIONES ECUADOR S.A.	259
MEGADATOS	8
CNT	1
PUNTONET	3

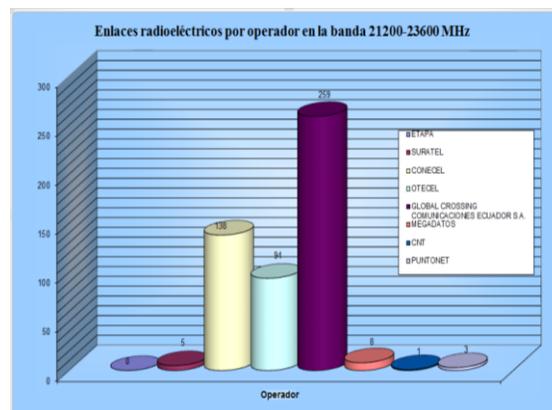


Figura 5. Enlaces Radioelétricos por Operador

Como podemos observar en las gráficas anteriores la saturación de las bandas de enlace no se están produciendo precisamente por el número de enlaces de los operadores o por provincias, sin embargo es preciso analizar los sitios donde se encuentran ubicados los equipos que permiten la comunicación entre provincias y operadoras.

Existen diferentes cerros donde están ubicados los principales equipos que permiten realizar los enlaces de radio, los mismos que se encuentran en ciertos sectores que son los principales nodos de la canalización de la información.

Alrededor de 129 son los sitios en todo el territorio nacional donde se encuentran ubicados los equipos que permiten realizar los enlaces de radio.

- **Determinación de sitios y rutas críticas.**

En la Figura a continuación podemos ver el estado del Cerro Azul uno de los sitios con elevado porcentaje de ocupación muy cercano a encontrarse en un punto de saturación.



Figura6. Cerro Azul sitio de gran ocupación de enlaces

La Tabla 3 nos muestra los sitios críticos con su porcentaje de ocupación en las bandas de 5925 - 6425 MHz y 7125 - 8500 MHz, en donde se concentra la mayor ocupación del espectro.

Tabla 3. Sitios más ocupados

Nombre	5925 - 6425 MHz	7125 - 8500 MHz
	Ocupación (%)	Ocupación (%)
Cerro Guallil	0.00	74.04
Cerro Hito Cruz	25.00	99.68
Cerro Rumiloma (Amopungo - Señor Pungo)	62.50	72.12
Tipoloma Alto	50.00	92.63
Cerro Capadia Chico	50.00	82.69
Cerro Altar Urcu	100.00	36.86
Cerro Buerán	87.50	99.04
Cerro Buerán(TierrasNegras)	75.00	87.18
Cerro Carshao	50.00	97.44
Cerro CarshaoBajo	50.00	97.44
Cerro Troya	62.50	80.77
Cerro Cabras	87.50	66.67
Agua Santa	0.00	39.42
Cerro La Mira	100.00	100.00

Cerro Achayandi	25.00	44.87
Cerro Putzalagua	12.50	88.46
Chasqui	100.00	75.32
Cerro Chilola	37.50	75.00
Cerro La Chuva	0.00	57.05
Cerro Don Juan	50.00	25.00
Cerro Gatazo	87.50	69.55
Cerro La Juanita	100.00	91.67
Cerro Zapallo	100.00	100.00
Cerro Animas	25.00	70.19
Cerro Azul	100.00	98.40
Cerro Azul Alto (507)	0.00	72.12
Cerro Balao	25.00	97.12
Cerro El Carmen	0.00	97.44
Cerro González	100.00	72.12
Cerro Mapasingue	0.00	33.97
Cerro San Eduardo	0.00	42.31
Cerro Santa Ana	50.00	97.76
Cerro Blanco	87.50	97.76
Cerro Cotacachi	100.00	61.86
Cerro Colombo	12.50	89.74
Cerro Guachaurco	100.00	99.68
Cerro Huanchinchambo	75.00	94.55
Cerro Motilon	62.50	29.81
Cerro Ventanas	75.00	94.55
Cerro Villonaco Alto	50.00	22.76
Cerro Corozo	50.00	97.12
Cerro de Hojas	100.00	100.00
Cerro Guayas	50.00	35.26
Cerro La Crespa	0.00	47.76
Cerro Nueve	0.00	74.68
Cerro Puerto Alto	0.00	51.60
Loma de Viento	12.50	71.79
Cerro Bosco	25.00	86.86
Cerro Quilamo	75.00	33.33
Cerro Condijua	100.00	98.40
Cerro Huacamayos	37.50	76.92
Cerro Tres Cruces	100.00	95.51
Cerro Lumbaqui Alto	75.00	93.59
Cerro LumbaquiBajo	50.00	48.40
Cerro Abitagua	100.00	87.50
Cerro Calvario	87.50	96.79
Santa Clara(Km.35 Vía Puyo - Tena)	100.00	95.51
Cerro Cruz Loma	100.00	98.08
Cerro Ilumbisi	0.00	98.72
Cerro La Virgen	100.00	86.86
Cerro Puengasí	75.00	15.71
Sector Ferroviaria y la Florestal	0.00	82.05
Cerro Hacda El Rosario	0.00	60.58
Cerro AtacazoBajo	100.00	93.91
Cerro Pichincha	12.50	65.71
Cerro Capás	25.00	60.26
Cerro Bijagual	0.00	67.95
Cerro Bomboli	87.50	100.00
Cerro Chiguilpe Alto	50.00	97.44
Cerro San Luis	0.00	49.68
Cerro Reventador	100.00	97.44
Cerro Pilisurco o Saguatoa	100.00	98.40
Cerro Salvación (Ligua)	75.00	73.40

RECOMENDACIONES Y POLITICAS.

- **Recomendaciones para la asignación de frecuencias.**

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), tiene definida una serie de recomendaciones internacionales, que nos hablan sobre el uso del espectro radioeléctrico. Entre estas recomendaciones tenemos ciertas que nos hablan de la canalización para las bandas del espectro microondas, las cuales permiten un análisis de reutilización de frecuencias y optimización del espectro.

A continuación en la Tabla 4 se describen las recomendaciones asignadas a cada banda de frecuencia.

Tabla 4. Recomendaciones UIT-R asignadas a cada frecuencia

Banda (GHz)	Recomendación UIT-R SerieF
1.5	746
2	283, 382, 701, 746, 1098
4	382, 635
5	746, 1099
6L	383
6U	384
7	385
8	386
10	746, 747
11	387
12	746
13	497, 746
14	746
15	636

Basados en las recomendaciones anteriormente expuestas, se ha llegado a establecer una distribución de canales en

nuestro país dejando establecidas las canalizaciones de la siguiente manera:

La canalización para la banda de 1GHz que se observa en la Tabla 5

Tabla 5. Canalización de la banda de 1GHz

CANALIZACIÓN BANDA DE 1 GHz			
Canal	f ₁	f ₂	AB (MHz)
1	1427.5	1493	0.5
2	1428	1493.5	0.5
3	1428.5	1494	0.5
4	1429	1494.5	0.5
5	1429.5	1495	0.5
6	1430	1495.5	0.5
7	1430.5	1496	0.5
8	1431	1496.5	0.5
9	1431.5	1497	0.5
10	1432	1497.5	0.5
11	1432.5	1498	0.5
12	1433	1498.5	0.5
13	1433.5	1499	0.5
14	1434	1499.5	0.5
15	1434.5	1500	0.5
16	1435	1500.5	0.5
17	1435.5	1501	0.5
18	1436	1501.5	0.5
19	1436.5	1502	0.5
20	1437	1502.5	0.5
21	1437.5	1503	0.5
22	1438	1503.5	0.5
23	1438.5	1504	0.5
24	1439	1504.5	0.5
25	1439.5	1505	0.5
26	1440	1505.5	0.5
27	1440.5	1506	0.5
28	1441	1506.5	0.5
29	1441.5	1507	0.5
30	1442	1507.5	0.5
31	1442.5	1508	0.5
32	1443	1508.5	0.5
33	1443.5	1509	0.5
34	1444	1509.5	0.5
35	1444.5	1510	0.5
36	1445	1510.5	0.5
37	1445.5	1511	0.5
38	1446	1511.5	0.5
39	1446.5	1512	0.5
40	1447	1512.5	0.5
41	1447.5	1513	0.5
42	1448	1513.5	0.5

43	1448.5	1514	0.5
44	1449	1514.5	0.5
45	1449.5	1515	0.5
46	1450	1515.5	0.5
47	1450.5	1516	0.5
48	1451	1516.5	0.5
49	1451.5	1517	0.5
50	1452	1517.5	0.5
51	1452.5	1518	0.5
52	1453	1518.5	0.5
53	1453.5	1519	0.5
54	1454	1519.5	0.5
55	1454.5	1520	0.5
56	1455	1520.5	0.5
57	1455.5	1521	0.5
58	1456	1521.5	0.5
59	1456.5	1522	0.5
60	1457	1522.5	0.5
61	1457.5	1523	0.5
62	1458	1523.5	0.5
63	1458.5	1524	0.5
64	1459	1524.5	0.5

Esta canalización se utiliza con las mismas frecuencias y canales para los anchos de banda de 1, 1.5, 2, 2.5, 3 y 3.5 MHz.

En la Tabla 6 se aprecia la canalización de la banda de 6 GHz.

Tabla 6. Canalización de la banda de 6GHz

CANALIZACIÓN BANDA DE 6 GHz			
Canal	f ₁	f ₂	AB (MHz)
1	5945.2	6197.24	29.65
2	5974.85	6226.89	29.65
3	6004.5	6256.54	29.65
4	6034.15	6286.19	29.65
5	6063.8	6315.84	29.65
6	6093.45	6345.49	29.65
7	6123.1	6375.14	29.65
8	6152.75	6404.79	29.65

Para la banda de 7 GHz (7110 - 7900) que como sabemos es una de las bandas más congestionadas la

recomendación UIT-F 385 para 3 tipos de separaciones de canal, en 7, 14 y 28 MHz.

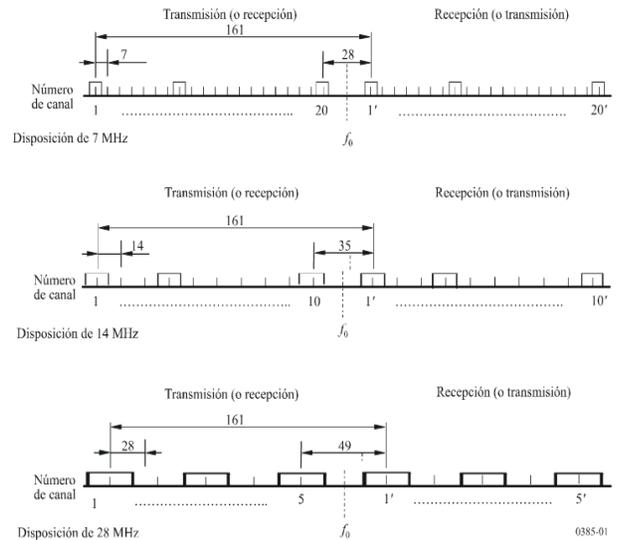
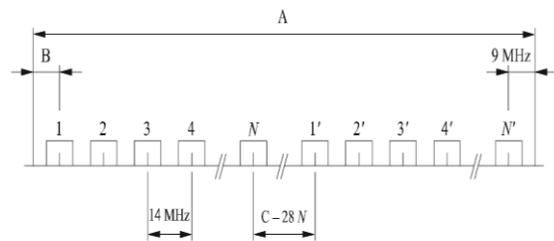


Figura 7. Arreglo de Canales en la

banda de 7GHz.

Para la banda de 14 – 15 GHz, la recomendación ITU-F.636 nos indica que tomando en consideración que la banda 14,4-15,35 GHz está atribuida al servicio fijo y que en ciertos países esta banda 14,5-15,35 GHz se utiliza únicamente para los sistemas inalámbricos fijos, la canalización más eficiente viene dada igualmente por separaciones de canal de 7, 14 y 28 MHz.



(Para la banda 14,4-15,35 GHz: A = 950 MHz, B = 17 MHz, C = 952 MHz
Para la banda 14,5-15,35 GHz: A = 850 MHz, B = 15 MHz, C = 854 MHz)

0636-02

Figura 8. Arreglo de Canales en la banda de 14 a 15GHz con separación de canales de 14MHz.

Dicha canalización permitirá el aprovechamiento más óptimo y la

reutilización de frecuencias, que en ciertas bandas son asignadas en forma irregular, mejorando así la utilización de estas bandas de frecuencia.

2..1. Análisis de Canalización.

La asignación de frecuencias sin considerar una canalización deduce una asignación desordenada de las frecuencias en donde únicamente se trata de buscar un espacio en el espectro para asignarlo desencadenando problemas como son interferencia entre frecuencias asignadas, uso ineficiente del espectro, se convierte este recurso en difícil de administrar para el ente regulador dejando espacios de frecuencia que ya no es posible asignar, etc. La Figura 9 muestra cómo funciona una asignación desordenada del espectro radioeléctrico.

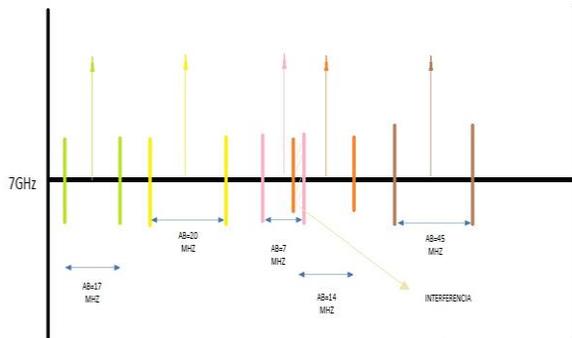


Figura 9.Asignación de frecuencias sin considerar una Canalización.

La asignación de frecuencias considerando una canalización, supone todo lo contrario a la ya mencionada asignación anteriormente permitiendo así un uso más eficiente del espectro y simplificando su administración. Para tener una idea de la optimización que se le da a este recurso se procederá a realizar un pequeño ejemplo que aclarara la idea del impacto que tiene el considerar una canalización en la asignación de frecuencias.

Para esto vamos a tomar la banda de 7100 MHz a 8500 MHz, en la cual evidentemente tenemos 1400 MHz para ser asignados, si como ejemplo consideramos una asignación solamente de un ancho de banda de 28 MHz para cada canal, en esta banda obtendremos 50 canales, esto sin utilizar canalizaciones. Pero si en cambio utilizamos la canalización en esta banda se va a obtener un aproximado de 106 canales, lo que significa un incremento en la posibilidad de asignación de un 112%. Si a esto se le añade los anchos de banda de 7 y 14 MHz que se utilizan para asignación y en las diferentes bandas, esto significaría un ahorro y aprovechamiento del espectro radioeléctrico. La Figura 10 explica gráficamente el ejemplo que hemos utilizado para apreciar la magnitud del eficiente aprovechamiento del espectro.

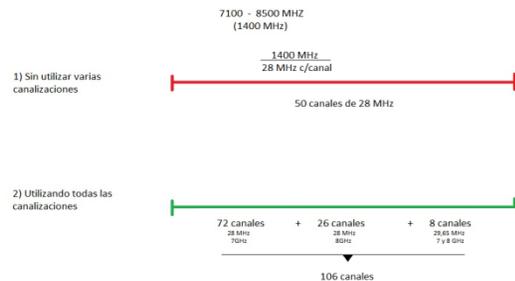


Figura 10.Ejemplo de incremento de la posibilidad en asignación de frecuencias a través de Canalización.

- **Recomendaciones del grado de utilización en sitios y rutas.**

Se determino que el mayor porcentaje de ocupación se concentra en las bandas de 5925 – 6425 MHz y 7125 – 8500 MHz, por lo que se ha llegado a la conclusión de analizar cuáles podrían ser sitios propicios para poder realizar nuevos enlaces. Para esto se analizo que sitios tienen menor porcentaje de ocupación dando como resultado, que los sitios menos ocupados son:

Tabla 7. Sitios con menor porcentaje de ocupación en las bandas 5925 - 6425 MHz y 7125 - 8500 MHz

Nombre	Cantón	5925 - 6425 MHz Ocupacion (%)	7125 - 8500 MHz Ocupacion (%)
Barabon	Cuenca	0.00	0.00
Cerro Cahuazhun	Gualaceo	0.00	0.00
Cerro Cochapamba	Cuenca	0.00	0.00
Cerro Rayoloma	Cuenca	0.00	0.00
Cerro Turi	Cuenca	0.00	10.58
TipolomaBajo	Girón	0.00	9.94
Cuchilla de Paredones	Cuenca	0.00	0.00
Bilovan	San Miguel	0.00	0.00
Cerro Capadia Alto	Guaranda	0.00	13.46
Cerro de la Cocha	San Miguel	0.00	0.00
Cerro Pucará	Chimbo	0.00	0.00
Loma de Lourdes	San Miguel	0.00	0.00
Loma Susanga	Chimbo	0.00	3.85
Tiuguinal	Guaranda	0.00	0.00
Biblian (Sagrado Corazón)	Biblián	0.00	13.78
Cerro Cojitambo	Azoguez	0.00	0.00
Cerro TroyaBajo	Tulcán	0.00	14.42
Cerro Chiles Alto	Montúfar	0.00	0.00
Cerro AmulaRayoloma	Colta	0.00	0.00
Cerro Gatazo Grande	Colta	0.00	11.22
Cerro Apagua	Pujulí	0.00	0.00
Cerro Chilla	Chilla	0.00	0.00
Cerro Guirillio	El Guabo	0.00	0.00
Cerro Bellavista	Guayaquil	0.00	13.14
Cerro Mapasingue	Guayaquil	0.00	4.49
Cerro Tanzarte (Cruz Loma)	Naranjal	0.00	3.21
Cerro Calvario (Loja)	Paltas	0.00	11.22
Cerro Guanchuro	Paltas	0.00	0.00
Saraguro	Saraguro	0.00	5.45
Cerro Jama 1	Jama	0.00	0.00
Papallacta	Quijos	0.00	7.69
Cerro San Francisco	Mejía	0.00	0.00
Cerro Tinajero	Mejía	0.00	0.00

Cerro AtacazoAlto	Quito	0.00	0.00
Cerro Bermejo	Cascales	0.00	0.00
Llantantoma	Ambato	0.00	0.00

Estos sitios serán propicios entonces para buscar nuevas rutas de comunicación, como ejemplo y una de las más congestionadas es la ruta de Quito – Guayaquil.

Esta ruta involucra 6 principales cerros, mismos que tienen un elevado porcentaje de ocupación, estos cerros son:

- Cerro Cruz Loma
- Cerro Chasqui
- Cerro Pilisurco
- Cerro Capadia
- Cerro Babahoyo
- Cerro Azul

Dicha ruta es una de las más importantes en el país puesto que comunica las ciudades más importantes.



Figura 11.Ruta de enlace Quito - Guayaquil

Puesto al porcentaje de ocupación de los sitios que implican dicha ruta, es de gran importancia encontrar una ruta alterna, para lo cual a partir de los sitios con bajo porcentaje de ocupación se buscara una nueva de manera que se pueda determinar si existe una ruta alterna que tenga un similar alcance de cobertura y que cumpla con similares características a la ruta actual ya descrita.

Después de dibujar los puntos de los sitios menos ocupados, obtenemos una nueva ruta partiendo de los sitios cercanos a la ruta Quito – Guayaquil, la cual quedaría establecida así:

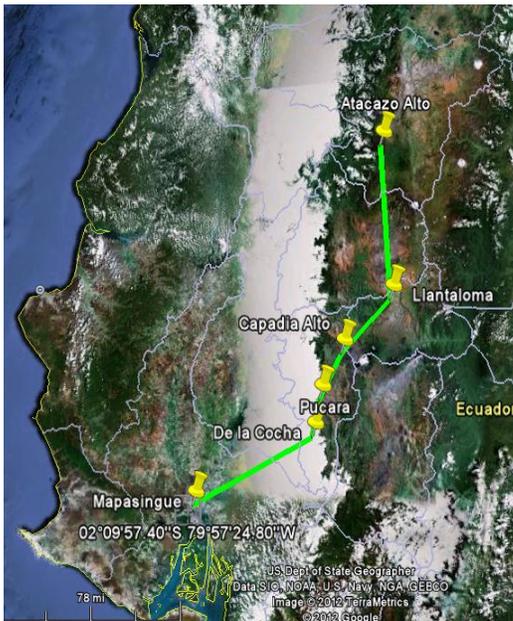


Figura 12.Ruta propuesta para enlace Quito - Guayaquil

Una vez establecidas las rutas propuestas se procede a verificar si dichos sitios tienen comunicación, para lo que se ha utilizado la herramienta Radio Mobile, de donde se obtiene:

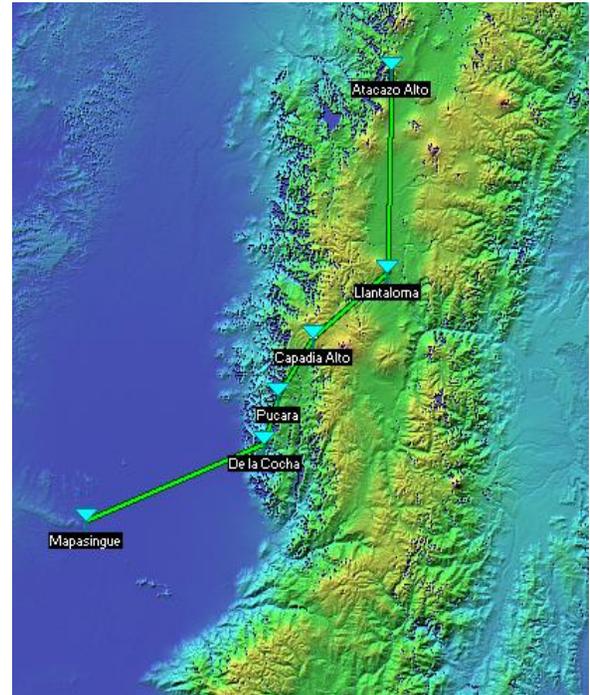


Figura 13.Simulación de enlace Ruta # 2 propuesta Quito - Guayaquil

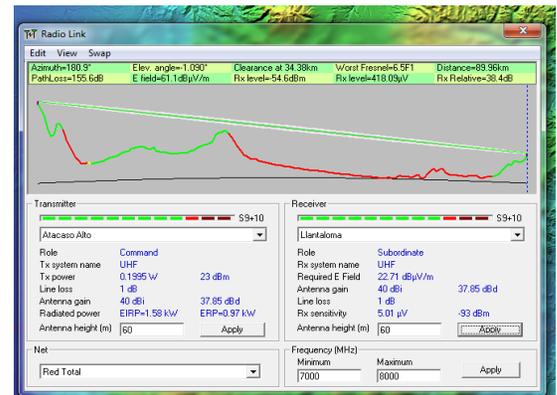


Figura 14.Características de enlace entre Cerro Atacazo Alto y Llantoloma

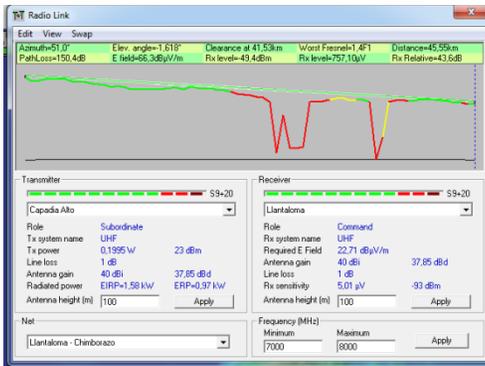


Figura 15.Características de enlace entre Cerro Llantaloma y Capadia Alto.

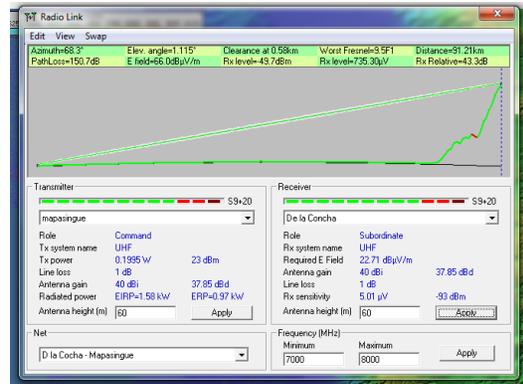


Figura 18.Características de enlace entre Cerro De la Cocha y Cerro Mapasingue.



Figura 16.Características de enlace entre Cerro Capadia Alto y Cerro Pucara.



Figura 17.Características de enlace entre Cerro Pucara y Cerro De la Cocha.

Como podemos ver el enlace entre todos los puntos cumple los parámetros de conectividad y línea de vista mostrándose como otra ruta alternativa para cumplir con el enlace de la ruta Quito – Guayaquil.

Dicha ruta constan ya de infraestructura e incluso existen operadores operando sobre las mismas, estas son eficientes y cumplirían las características técnicas, además de contar con un igual número de saltos que en la ruta actual.

Utilizar la nueva ruta tiene un impacto económico mismo que una vez realizado el análisis teórico de la nueva ruta, se realizo un análisis de coste de lo que implicaría implementar un nuevo emplazamiento. Para dicho análisis se realizo un promedio de costes de diferentes empresas que proporcionaron el valor de cada complemento que contempla la instalación de dicho emplazamiento. La Tabla 8 nos muestra el valor de cada complemento que necesita un emplazamiento, dependiendo si el mismo será una radio base o un repetidor.

Tabla 8.Costes de infraestructura para implementación de emplazamiento

Infraestructura	ITEM	COSTE RADIO BASE		COSTE REPETIDOR
		Mínimo	Máximo	
CIVIL	Camino de Acceso	12.000,00	30.000,00	-
	Preliminares	1.500,00	7.500,00	1.500,00
	Cerramiento de malla galvanizada	1.000,00	4.000,00	1.000,00
	Base para equipos Outdoor	2.500,00		-
	Caseta de generador	4.000,00		-
	Cimentación de la Torre h=60m	3.000,00	7.500,00	2.000,00
	Torre 60 m	15.000,00	38.000,00	15.000,00
ELECTRICA	Generador 15KVA	10.500,00		-
	Acometida en media tensión	5.000,00	21.000,00	-
	Acometida en baja tensión	3.500,00	4.500,00	-
	Tableros eléctricos	3.000,00		-
	Sistema de iluminación y tomas	1.000,00		-
	Sistema de puesta a tierra	4.000,00		4.000,00
	Instalación de grupo generador	10.000,00	16.500,00	-
Equipo de Microonda	Antena de Microonda	7.000,00	10.600,00	10.600,00
	Guía de Onda flexible	500,00		250,00
	Cables de Microonda	600,00		
	Cables de tierra y energía	240,00		-
	Unidad Interna	3.400,00		-
	Unidad Externa	8.400,00		-
	Conectores y Herrajes	160,00		-
	Licencias	3.000,00		-
	Sistema de Gestion	1.800,00		-
	Mounting Pole	600,00		-
	Instalación	2.600,00		1.000,00
TOTAL		104.300,00	185.900,00	35.350,00

Como se puede apreciar los costos de dicho emplazamiento variarían de acuerdo

al tipo de infraestructura que se utilice e igual manera al tipo de Equipo Microonda que vaya a ser implementado. Es importante destacar que al ser esta una propuesta de comunicación para enlace de dos puntos lo más conveniente sería la instalación de un repetidor.

Como ya se menciono las rutas analizadas constan ya de infraestructura la misma que se encuentra operante, por lo que para estos casos el costo de utilización de las nuevas rutas sería el de la infraestructura del equipo de microonda, esto por cada salto que se realice, es decir que en cada sitio debería instalarse un repetidor con un costo de \$ 11.850,00 por cada sitio, lo que para completar la comunicación de la ruta Quito – Guayaquil significaría un costo de \$ 59.250,00.

• **Recomendaciones de posibles incentivos para el mejoramiento del uso del espectro.**

Estos incentivos entre otros podrían ser, que a lo mejor el precio de su concesión disminuya, puesto a que esto no solo beneficiaría a la compañía privada inversora sino también a otros operadores en el país.

Otro beneficio importante para quienes implementen un nuevo sitio podría ser prioridad en la asignación de las frecuencias. Una propuesta para el inversor sería que al implementar un sitio pueda él ser adjudicado el 50 % de los canales en dicho sitio y el resto para los diferentes operadores obteniendo un buen dominio de espectro.

Así también otra propuesta de beneficio para quien implemente un nuevo sitio podría ser que dicho inversor sea exonerado del pago de la tarifa mensual del

enlace por un periodo de dos años, enlaces que generalmente tienen un costo aproximado de 500 dólares mensuales, siendo este un buen beneficio para el inversor a largo plazo.

Para esto es necesario promover la libre competencia en el país y la inversión de la empresa privada, garantizando la neutralidad tecnológica que no es más que garantizar que el usuario pueda tener acceso a servicios, capacidades, aplicaciones y contenidos de otros prestadores de servicios, donde no exista monopolización de la tecnología y además se protejan los derechos de los usuarios.

- **Políticas de Uso Y Asignación.**

De todo lo expuesto anteriormente finalmente se recomienda a la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones establecer ciertas normas y políticas que beneficiarían el uso eficiente del espectro radioeléctrico para lo cual se establecen las siguientes políticas de uso y asignación de las bandas de microonda:

- Establecer un reglamento para asignación y uso eficiente del espectro radioeléctrico.
- Definir la correcta canalización de las bandas microonda a través de las recomendaciones normadas por la UIT.
- Realizar la asignación de una frecuencia únicamente si cumple parámetros de canalización.
- Búsqueda de nuevas rutas con el fin de descongestionar las rutas en proceso de saturación.

- Fijar los niveles máximos de potencia de estas bandas.
- Determinar y verificar que los equipos a ser utilizados cumplan las características y normas técnicas y de fiabilidad.
- Si una entidad privada desea realizar una inversión en infraestructura estableciendo un nuevo sitio, dicho operador tendrá como beneficios:
 - a. Prioridad en asignación de un 50 % de los canales disponibles y el 50 % restante para las demás operadoras.
 - b. Exoneración del pago de la tarifa mensual del enlace por dos años.

CONCLUSIONES.

La ocupación de las bandas de microonda sobre todo en la banda de 7GHz está llegando a la saturación en la mayoría de emplazamientos que se encuentran alrededor del país llegando a una disponibilidad menor del 30% en esta banda, esto debido a la mala distribución del espectro radioeléctrico.

La canalización de las frecuencias, como lo establece la UIT en sus recomendaciones, es una solución óptima que permite aminorar el desperdicio de frecuencias y cumplir con los requerimientos de calidad, servicio y ancho de banda.

Es necesaria una nueva implementación de infraestructura física en nuevos sitios que permitan nuevas rutas de enlace para evitar la saturación de la infraestructura ya existente.

La utilización de software como Radio Mobile y Google Earth nos permiten encontrar nuevos sitios de instalación además de verificar si existe línea de vista, cobertura y enlace entre los diferentes sitios donde se requiera establecer un enlace radioeléctrico en forma teórica.

El espectro radioeléctrico como recurso natural no renovable debe ser administrado, regulado y asignado de manera eficiente, para que no se desperdicie dicho recurso que es escaso.

Referencias Bibliograficas

- [1] Plan Nacional de Frecuencias
- [2] <http://tecnologia-escolapioslogrono.blogspot.com/2010/12/el-espectro-radioelectrico.html>
- [3] Ley Especial de Telecomunicaciones
- [4] ITU-R F.746
- [5] ITU-R F.383
- [6] ITU-R F.384
- [7] ITU-R F.385
- [8] ITU-R F.386
- [9] ITU-R F.636
- [12] <http://es.wikipedia.org/wiki/Microondas>



Andrés Rueda

L.nació en Quito, Ecuador, en 1985. Egreso de la carrera de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones en el 2011. Realizo sus prácticas técnicas en la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones donde desarrollo su Tesis de Grado.