

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA DE BANDA ANCHA  
PARA EL MEJORAMIENTO DE LA RED WIFI DEL NAPO**

**ANEXOS**

**Tesista: Daysy Malvaceda Rojas**

ASESOR: Ing. Alejandro Carlos Alcócer García

Lima, febrero del 2014

**ANEXO 1: MORBILIDAD EN LA ZONA DE TRABAJO**

**1.1 Morbilidad en Loreto**

Las tablas A1-1 y A1-2 plasman las principales causas de morbilidad en la Región Loreto, la cual es similar con la provincia de Maynas. Estas han sido registradas por consulta externa o por hospitalización del paciente.

**TABLA A1-1: PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD REGISTRADAS EN CONSULTA EXTERNA**

Fuente: [MIN11]

| Numeración | Causas de morbilidad                                                                        | Total            |            | Masculino      |            | Femenino       |            |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
|            |                                                                                             | Nº               | %          | Nº             | %          | Nº             | %          |
|            | <b>Total</b>                                                                                | <b>1,054,617</b> | <b>100</b> | <b>433,623</b> | <b>100</b> | <b>620,994</b> | <b>100</b> |
| 1          | Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (j00 - j06)                         | 192,427          | 18.2       | 85,013         | 19.6       | 107,414        | 17.3       |
| 2          | Enfermedades infecciosas intestinales (a00 - a09)                                           | 70,658           | 6.7        | 33,156         | 7.6        | 37,502         | 6          |
| 3          | Helmintiasis (b65 - b83)                                                                    | 70,155           | 6.7        | 30,807         | 7.1        | 39,348         | 6.3        |
| 4          | Enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivales y de los maxilares (k00 - k14) | 57,358           | 5.4        | 21,186         | 4.9        | 36,172         | 5.8        |
| 5          | Otras enfermedades del sistema urinario (n30 - n39)                                         | 37,448           | 3.6        | 9,227          | 2.1        | 28,221         | 4.5        |
| 6          | Infecciones de la piel y del tejido subcutáneo (l00 - l08)                                  | 35,066           | 3.3        | 17,114         | 3.9        | 17,952         | 2.9        |
| 7          | Anemias nutricionales (d50-d53)                                                             | 31,668           | 3          | 12,100         | 2.8        | 19,568         | 3.2        |
| 8          | Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (j20 - j22)                   | 31,581           | 3          | 15,935         | 3.7        | 15,646         | 2.5        |
| 9          | Dorsopatías (m40 - m54)                                                                     | 26,254           | 2.5        | 10,944         | 2.5        | 15,310         | 2.5        |
| 10         | Trastornos de la conjuntiva (h10 - h13)                                                     | 24,803           | 2.4        | 11,411         | 2.6        | 13,392         | 2.2        |
| 11         | Micosis (b35 - b49)                                                                         | 22,362           | 2.1        | 9,643          | 2.2        | 12,719         | 2          |
| 12         | Trastornos episódicos y paroxísticos (g40 - g47)                                            | 21,173           | 2          | 6,367          | 1.5        | 14,806         | 2.4        |
| 13         | Desnutrición (e40 - e46)                                                                    | 16,889           | 1.6        | 7,823          | 1.8        | 9,066          | 1.5        |
| 14         | Enfermedades crónicas de Las vías respiratorias inferiores (j40 - j47)                      | 14,872           | 1.4        | 6,324          | 1.5        | 8,548          | 1.4        |
| 15         | Infecciones c/modo de transmisión predominantemente sexual (a50 - a64)                      | 13,740           | 1.3        | 1,268          | 0.3        | 12,472         | 2          |

**TABLA A1-2: PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD REGISTRADAS EN CONSULTA EXTERNA (CONTINUACION)**

Fuente: [MIN11]

| Numeración | Causas de morbilidad                                                                                      | Total   |      | Masculino |      | Femenino |      |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|-----------|------|----------|------|
|            |                                                                                                           | Nº      | %    | Nº        | %    | Nº       | %    |
| 16         | Enfermedades debidas a protozoarios (b50 - b64)                                                           | 13,626  | 1.3  | 7,054     | 1.6  | 6,572    | 1.1  |
| 17         | Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno (k20 - k31)                                          | 13,092  | 1.2  | 4,389     | 1    | 8,703    | 1.4  |
| 18         | Enfermedades del oído medio y de la mastoides (h65 - h75)                                                 | 12,01   | 1.1  | 5,547     | 1.3  | 6,463    | 1    |
| 19         | Artropatías (m00 - m25)                                                                                   | 11,932  | 1.1  | 4,951     | 1.1  | 6,981    | 1.1  |
| 20         | Otros trastornos maternos relacionados principalmente con el embarazo (o20 - o29)                         | 11,897  | 1.1  | 0         | 0    | 11,897   | 1.9  |
| 21         | Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte (r00-r99) | 129,194 | 12.3 | 55,317    | 12.8 | 73,877   | 11.9 |
| 22         | Las demás causas                                                                                          | 196,412 | 18.6 | 78,047    | 18   | 118,365  | 19.1 |

**TABLA A1-2: PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD DE HOSPITALIZACIÓN POR SEXO DEPARTAMENTO DE LORETO-AÑO 2011(CONTINUACION)**

Fuente: [MIN11]

| Numeración | Causas de morbilidad                                                                                                               | Total         |            | Masculino     |            | Femenino      |            |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
|            |                                                                                                                                    | Nº            | %          | Nº            | %          | Nº            | %          |
|            | <b>Total</b>                                                                                                                       | <b>46,039</b> | <b>100</b> | <b>13,036</b> | <b>100</b> | <b>33,003</b> | <b>100</b> |
| 1          | Fiebres virales transmitidas por artrópodos y fiebres virales hemorrágicas (A90-A99)                                               | 2,668         | 5.8        | 1,139         | 8.7        | 1,529         | 4.6        |
| 2          | Embarazo terminado en aborto (O00-O08)                                                                                             | 2,189         | 4.8        | 0             | 0          | 2,189         | 6.6        |
| 3          | Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto (O30-O48)                       | 1,915         | 4.2        | 0             | 0          | 1,915         | 5.8        |
| 4          | Influenza [gripe] y neumonía (J09-J18)                                                                                             | 1,781         | 3.9        | 961           | 7.4        | 820           | 2.5        |
| 5          | Trastornos de la vesícula biliar, de las vías biliares y del páncreas (K80-K87)                                                    | 1,221         | 2.7        | 312           | 2.4        | 909           | 2.8        |
| 6          | Enfermedades infecciosas intestinales (A00-A09)                                                                                    | 980           | 2.1        | 476           | 3.7        | 504           | 1.5        |
| 7          | Feto y recién nacido afectados por factores maternos y por complicaciones del embarazo, del trabajo de parto y del parto (P00-P04) | 903           | 2          | 437           | 3.4        | 466           | 1.4        |
| 8          | Otros trastornos maternos relacionados principalmente con el embarazo (O20-O29)                                                    | 895           | 1.9        | 0             | 0          | 895           | 2.7        |
| 9          | Enfermedades del apéndice (K35-K38)                                                                                                | 841           | 1.8        | 496           | 3.8        | 345           | 1          |
| 10         | Traumatismos de la cabeza (S00-S09)                                                                                                | 815           | 1.8        | 538           | 4.1        | 277           | 0.8        |
| 11         | Infecciones específicas del período perinatal (P35-P39)                                                                            | 638           | 1.4        | 371           | 2.8        | 267           | 0.8        |
| 12         | Infecciones de la piel y del tejido subcutáneo (L00-L08)                                                                           | 625           | 1.4        | 347           | 2.7        | 278           | 0.8        |
| 13         | Hernia (K40-K46)                                                                                                                   | 609           | 1.3        | 466           | 3.6        | 143           | 0.4        |

**TABLA A1-2: PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD DE HOSPITALIZACIÓN POR SEXO DEPARTAMENTO DE LORETO-AÑO 2011(CONTINUACION)**

Fuente: [MIN11]

| Numeración | Causas de morbilidad                                                                            | Total |     | Masculino |     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----------|-----|
|            |                                                                                                 | Nº    | %   | Nº        | %   |
| 14         | Efectos tóxicos de sustancias de procedencia principalmente no medicinal (T51-T65)              | 577   | 1.3 | 337       | 2.6 |
| 15         | Otras formas de enfermedad del corazón (I30-I52)                                                | 549   | 1.2 | 313       | 2.4 |
| 16         | Enfermedad por virus de la inmunodeficiencia humana [VIH] (B20-B24)                             | 519   | 1.1 | 354       | 2.7 |
| 17         | Edema, proteinuria y trastornos hipertensivos en el embarazo, el parto y el puerperio (O10-O16) | 507   | 1.1 | 0         | 0   |
| 18         | Diabetes mellitus (E10-E14)                                                                     | 503   | 1.1 | 197       | 1.5 |
| 19         | Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)                            | 501   | 1.1 | 246       | 1.9 |
| 20         | Otras enfermedades bacterianas (A30-A49)                                                        | 465   | 1   | 234       | 1.8 |
| 21         | Otras enfermedades del sistema urinario (N30-N39)                                               | 463   | 1   | 165       | 1.3 |
| 22         | Tuberculosis (A15-A19)                                                                          | 436   | 0.9 | 280       | 2.1 |
| 23         | Otras enfermedades del sistema respiratorio (J95-J99)                                           | 410   | 0.9 | 227       | 1.7 |
| 24         | Trastornos no inflamatorios de los órganos genitales femeninos (N80-N98)                        | 395   | 0.9 | 0         | 0   |

**TABLA A1-2: PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD DE HOSPITALIZACIÓN POR SEXO DEPARTAMENTO DE LORETO-AÑO 2011(CONTINUACION)**

Fuente: [MIN11]

| Numeración | Causas de morbilidad                                                                     | Total |     | Masculino |     | Femenino |     |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----------|-----|----------|-----|
|            |                                                                                          | Nº    | %   | Nº        | %   | Nº       | %   |
| 25         | Complicaciones del trabajo de parto y del parto (O60-O75)                                | 392   | 0.9 | 0         | 0   | 392      | 1.2 |
| 26         | Insuficiencia renal (N17-N19)                                                            | 340   | 0.7 | 132       | 1   | 208      | 0.6 |
| 27         | Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno (K20-K31)                           | 335   | 0.7 | 126       | 1   | 209      | 0.6 |
| 28         | Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)                                                 | 334   | 0.7 | 163       | 1.3 | 171      | 0.5 |
| 29         | Enfermedades del hígado (K70-K77)                                                        | 330   | 0.7 | 236       | 1.8 | 94       | 0.3 |
| 30         | Tumores [neoplasia] benignos (D10-D36)                                                   | 307   | 0.7 | 34        | 0.3 | 273      | 0.8 |
| 31         | Traumatismos del antebrazo y del codo (S50-S59)                                          | 301   | 0.7 | 232       | 1.8 | 69       | 0.2 |
| 32         | Trastornos respiratorios y cardiovasculares específicos del período perinatal (P20-P29)  | 300   | 0.7 | 190       | 1.5 | 110      | 0.3 |
| 33         | Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)                  | 293   | 0.6 | 179       | 1.4 | 114      | 0.3 |
| 34         | Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal (P05-P08) | 274   | 0.6 | 152       | 1.2 | 122      | 0.4 |
| 35         | Enfermedades debidas a protozoarios (B50-B64)                                            | 268   | 0.6 | 133       | 1   | 135      | 0.4 |

**TABLA A1-2: PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD DE HOSPITALIZACIÓN POR SEXO DEPARTAMENTO DE LORETO-AÑO 2011(CONTINUACION)**

Fuente: [MIN11]

| Numeración | Causas de morbilidad                                                                                      | Total  |      | Masculino |      | Femenino |      |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|-----------|------|----------|------|
|            |                                                                                                           | Nº     | %    | Nº        | %    | Nº       | %    |
| 37         | Traumatismos de la rodilla y de la pierna (S80-S89)                                                       | 243    | 0.5  | 179       | 1.4  | 64       | 0.2  |
| 38         | Enfermedades glomerulares (N00-N08)                                                                       | 214    | 0.5  | 64        | 0.5  | 150      | 0.5  |
| 39         | Trastornos hemorrágicos y hematológicos del feto y del recién nacido (P50-P61)                            | 211    | 0.5  | 123       | 0.9  | 88       | 0.3  |
| 40         | Traumatismos de la cadera y del muslo (S70-S79)                                                           | 200    | 0.4  | 132       | 1    | 68       | 0.2  |
| 41         | Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte (R00-R99) | 1,326  | 2.9  | 723       | 5.5  | 603      | 1.8  |
| 42         | Parto (O80-O84)                                                                                           | 14,305 | 31.1 |           | 0    | 14,305   | 43.3 |
| 43         | Las demás causas                                                                                          | 4,417  | 9.6  | 2,207     | 16.9 | 2,21     | 6.7  |

### 1.1.1 Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)

Las Infecciones Respiratorias Agudas son las causas de morbilidad que se presentan con mayor incidencia en la Región de Maynas. Estas pueden definirse como todas las infecciones que comprometen una o más partes del aparato respiratorio y tiene una duración menor a quince días. Las más comunes de estas son la naso faringitis (rinofaringitis), la amigdalitis aguda, la bronquitis aguda y la faringitis aguda.

Este problema no sólo está relacionado al tema de salud sino también a los niveles de nutrición y pobreza que afectan a la región de Maynas. Además, dichas infecciones tienen mayor incidencia en niños menores de un año, especialmente menores de dos meses. Esta situación se ve condicionada por el bajo peso de nacimiento de los niños, la ausencia de lactancia materna, las infecciones previas, así como el esquema incompleto de vacunación y la carencia de vitamina A.

### 1.1.2 Amigdalitis Aguda

La amigdalitis, también conocida como anginas, es la inflamación de una o ambas amígdalas palatina<sup>14</sup>. Estas son masas de tejido ovales y carnosas que se encuentran en la pared lateral de la orofaringe<sup>15</sup> a cada lado de la garganta. La tabla A1-3 a continuación muestra los datos de tasa de incidencia (%) de la amigdalitis.

**TABLA A1-3: EVOLUCION DE LA TASA DE INCIDENCIA DE LA AMIGDALITIS AGUDA**

Fuente: [ETSIT11]

| Año                    | 2006 | 2007 | 2008 | 2009  | 2010 |
|------------------------|------|------|------|-------|------|
| Tasa de incidencia (%) | 6,97 | 3,33 | 4,23 | 12,38 | 5,81 |

### 1.1.3 Bronquitis Aguda

La bronquitis aguda es una inflamación de los bronquios grandes en los pulmones. Por lo general es causada por virus o bacterias y puede durar varios días o semanas. Los síntomas característicos son tos, producción de esputo (flema) y falta de aire y silbido al respirar, como consecuencia de la obstrucción de las vías aéreas inflamadas. La tabla A1-4 muestra los datos de tasa de incidencia (%) de la bronquitis aguda.

**TABLA A1-3: EVOLUCIÓN DE LA TASA DE INCIDENCIA DE LA BRONQUITIS AGUDA**

Fuente: [ETSIT11]

| Año                    | 2006  | 2007 | 2008 | 2009  | 2010  |
|------------------------|-------|------|------|-------|-------|
| Tasa de incidencia (%) | 13,86 | 4,14 | 6,3  | 16,26 | 11,32 |

### 1.1.4 Faringitis Aguda

La faringitis es la inflamación de la mucosa, la cual reviste la faringe. Generalmente, está acompañada de síntomas como deglución difícil, amígdalas inflamadas y fiebre medianamente elevada. Las posibles causas de la faringitis son las infecciones víricas, infecciones bacterianas o reacciones alérgicas. En la tabla A1-5, se observa las tasas de incidencia de Faringitis Aguda.

**TABLA A1-5: EVOLUCION DE LA TASA DE INCIDENCIA DE LA FARINGITIS AGUDA**

Fuente: [ETSIT11]

| Año                    | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010  |
|------------------------|------|------|------|------|-------|
| Tasa de incidencia (%) | 7,89 | 3,35 | 3,96 | 11   | 10,32 |

### 1.1.5 Enfermedad Diarreica Aguda (EDA)

Esta enfermedad afecta principalmente a la población infantil de Loreto. En la tabla A1-6, se observa las tasas de incidencia de la Enfermedad Diarreica Aguda.



**TABLA A1-6: EVOLUCION DE LA TASA DE INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA**

Fuente: [ETSIT11]

| Año                    | 2006 | 2007 | 2008 | 2009  | 2010  |
|------------------------|------|------|------|-------|-------|
| Tasa de incidencia (%) | 9,76 | 4,58 | 6,12 | 17,81 | 10,68 |

### 1.1.6 Malaria

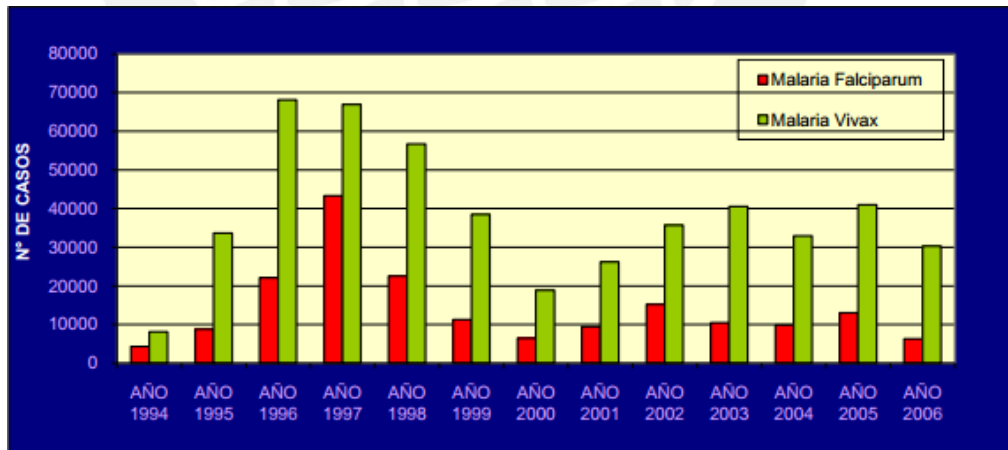
La malaria, también conocida como paludismo es una enfermedad es causada por un parásito que se transmite de un humano a otro debido a la picadura de mosquitos anofeles infectados. Después de la infección, los parásitos migran a través del torrente sanguíneo hasta llegar al hígado, en el cual maduran. Luego, los parásitos ingresan el torrente sanguíneo e infectan los glóbulos rojos.

Loreto ha sido por muchos años conocida como una zona endémica de malaria debido a que la región propicia un medio ecológico apropiado para la propagación de enfermedades infectocontagiosas, ya sea en forma directa como a través de vectores.

En la tabla A1-7, se muestran los niveles de población afectados por las dos especies de Malaria. En el mismo, se puede apreciar los efectos de la corriente del niño entre los años 1996 y 1997.

**TABLA A1-7: CASOS DE MALARIA POR ESPECIE EN LORETO**

Fuente: [ETSIT11]

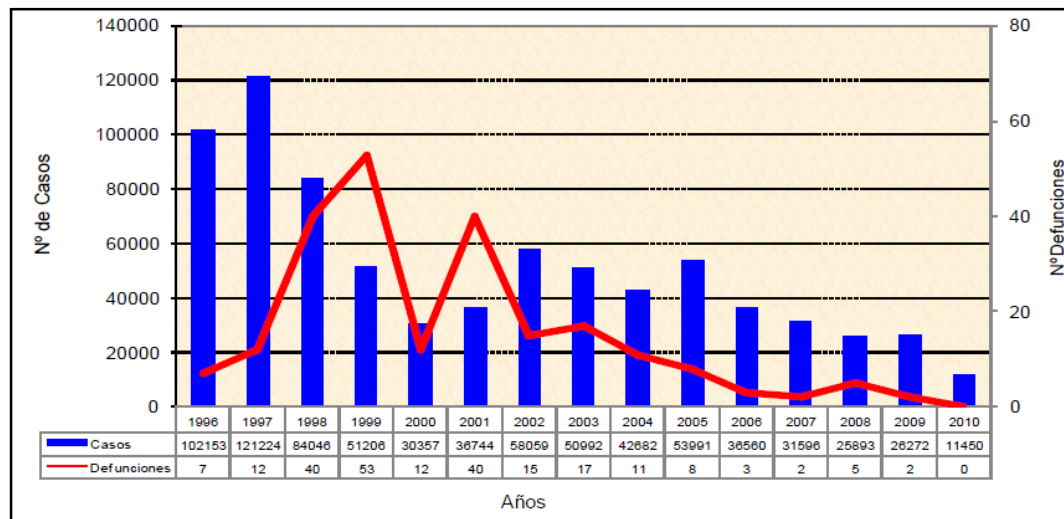


### 1.1.6.1 Malaria por Plasmodium falcíparum

Los distritos que presentan mayor riesgo de **Plasmodium falcíparum** se ubican en las provincias de Maynas y Loreto. La incidencia Acumulada regional es de 3,97 x 1000 habitantes. En total 43 distritos han reportado casos autóctonos de esta enfermedad. [GRL10]

### 1.1.6.2 Letalidad por Malaria

En el año 2009 se ha registrado 2 fallecidos, de 3 y 23 años de edad, por malaria falcíparum. El diagnóstico de fallecimiento, en ambos casos, fue malaria cerebral. [GRL10] En el año 2010 no se reportó defunciones por esta enfermedad. La figura A1-1 muestra el número de casos y defunciones por malaria en Loreto.



**FIGURA A1-1: CASOS Y DEFUNCIONES POR MALARIA. LORETO AÑOS 1996 – 2010**

Fuente: [GRL10]

### 1.1.6.3 Malaria en Maynas

En la tabla A1-8 se puede apreciar la evolución de las tasas de incidencia de Malaria en las microrredes de Napo y Tamshiyacu. [ETSIT11]

**TABLA A1-8: CASOS DE MALARIA POR ESPECIE EN LORETO**

Fuente: [ETSIT11]

| Año                | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------------------|------|------|------|------|------|
| Tasa de incidencia | 9,68 | 6,91 | 5,7  | 8,91 | 4,61 |

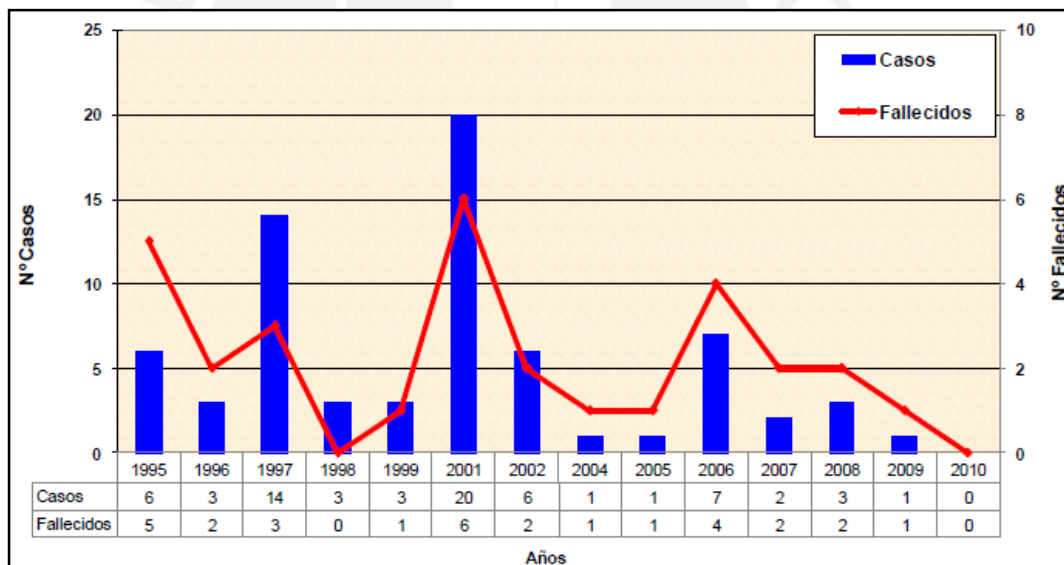
### 1.1.7 Fiebre Amarilla

La Fiebre Amarilla es una enfermedad de comportamiento endemo-epidémica en el departamento de Loreto, debido a las condiciones socioeconómicas de la región.

En Loreto los primeros casos de Fiebre Amarilla reportados a la Oficina de Epidemiología datan del año 1995 procedente del distrito Manseriche, provincia Datem del Marañón. Entre 1996 y 1998 se reportan casos únicamente las provincias de Alto Amazonas, Datem del Marañón y Maynas. La tendencia es hacia el incremento en la notificación de casos, siendo el año 2001 el que presenta la mayor notificación de casos.

El Ministerio de Salud del Perú, dentro del Plan de Prevención y Control de la Fiebre Amarilla Selvática, inició en el año 2007, la campaña de vacunación contra Fiebre Amarilla a la población entre 2 y 65 años.

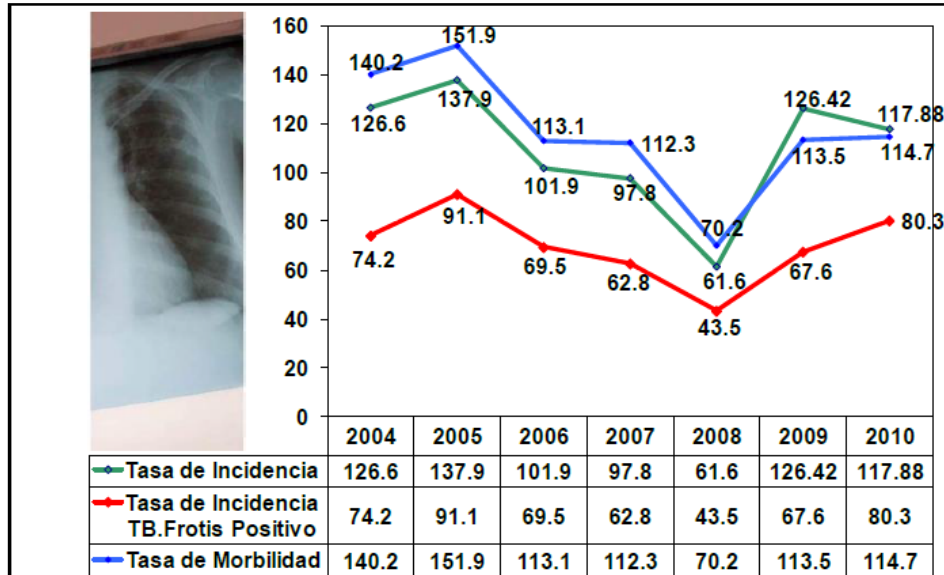
Loreto presenta actividad epidémica a través de brotes aislados de esta enfermedad; por lo que se emprendió la campaña de vacunación en todos los distritos dirigido a personas entre 2 y 59 años. La figura A1-3 muestra el número de casos y defunciones por fiebre amarilla.



**FIGURA A1-1: CASOS Y DEFUNCIONES POR FIEBRE AMARILLA EN LORETO, AÑOS 1995 -2010**  
Fuente: [GRL10]

### 1.1.8 Tuberculosis

La Tuberculosis, es un marcador del subdesarrollo y está ligada a factores culturales, sociales y económicos, de compleja solución. En el año 2009 se diagnosticaron 1,035 casos de Tuberculosis en todas sus formas, con una tasa de morbilidad de 105.5 x 1000,000 habitantes.



**FIGURA A1-2: TASAS EPIDEMIOLÓGICAS X 100,000 HABITANTES- DIRESA LORETO**  
AÑOS 2004 – 2010  
Fuente: [GRL10]

**ANEXO 2: BANDAS FRECUENCIALES EN EL PERU**

**2.1 Resolución Ministerial N° 585-2005-MTC/03**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Pág. 299510 El Peruano</b> <b>NORMAS LEGALES</b></p> <p><b>Modifican el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RESOLUCIÓN MINISTERIAL<br/>N° 585-2005-MTC/03</b></p> <p>Lima, 25 de agosto de 2005</p> <p><b>CONSIDERANDO:</b></p> <p>Que, la Vigésima Disposición Transitoria y Final del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones aprobado por Decreto Supremo N° 027-2004-MTC establece que lo dispuesto en el numeral 4 del artículo 28° se aplicará para todo el territorio nacional, excepto en la banda de 2 400 - 2 483,5 MHz para la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao. Una vez que culmine la migración de los operadores que tienen asignaciones para prestar servicios públicos de telecomunicaciones a título primario en la banda de 2 400 - 2 483,5 MHz en estas provincias, se aplicará a todo el país;</p> <p>Que, el numeral 4 del artículo 28° del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, establece que aquellos servicios cuyos equipos, utilizando la banda de 2 400 - 2 483,5 MHz transmiten con una potencia no superior a cuatro vatios (4 W) o 36 dBm en antena (potencia efectiva irradiada), en espacio abierto, están exceptuados de contar con la asignación del espectro radioeléctrico, autorización, permiso o licencia, para la prestación o instalación de servicios de telecomunicaciones, requiriendo para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones de la obtención previa de la concesión;</p> <p>Que, el artículo 1° de la Resolución Ministerial N° 506-2004-MTC/03 publicada el 14 de julio de 2004, establece que los concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones que cuentan con asignaciones en la banda comprendida de 2 300 - 2 483,5 MHz, deberán migrar a la banda comprendida entre 2 200 - 2 400 MHz en un plazo máximo de 1 año, contado a partir de la publicación de la citada resolución;</p> <p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 187-2005-MTC/03 se aprobó el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias - PNAF, documento técnico normativo que contiene los cuadros de atribución de frecuencias y la clasificación de usos de espectro radioeléctrico, así como las normas técnicas generales para la utilización del espectro radioeléctrico;</p> <p>Que, la nota P23 del PNAF establece que la banda 2 400 - 2 483,5 MHz, está atribuida a título secundario para los servicios fijo y/o móvil, público y/o privado y que se encuentra atribuida además al servicio público fijo a título primario hasta el 16 de julio de 2005;</p> <p>Que, mediante Resolución Viceministerial N° 518-2002-MTC/15.03, se designó a los miembros del Comité Consultivo del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, encargado de realizar los estudios y propuestas técnicas relacionados a dicho Plan;</p> <p>Que, la empresa Digital Way S.A. solicita migrar a la banda 2 200 - 2 400 MHz hasta el 30 de mayo de 2006, al señalar que es materialmente imposible cumplir la migración física dentro del plazo establecido, dado que el 30 de mayo de 2005 se expidió la Resolución Directoral N° 994-2005-MTC/17, que le asigna la banda 2 200 - 2 400 MHz para la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao;</p> <p>Que, con la finalidad de garantizar la continuidad del servicio se considera necesario establecer que a partir del 15 de julio de 2005 todas las asignaciones realizadas a título primario en la banda 2 300 - 2 483,5 MHz antes de dicha fecha, se consideran asignaciones a título secundario, en aplicación de lo establecido en la Vigésima Disposición Transitoria y Final del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones y que la operación en dicha banda deberá sujetarse a las características técnicas aprobadas en sus respectivos títulos habilitantes hasta el 28 de febrero de 2006;</p> <p>Que, adicionalmente, los concesionarios deberán migrar a la banda comprendida entre 2 200 - 2 400 MHz hasta el 28 de febrero de 2006;</p> <p>Que, el Comité Consultivo del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, mediante el Informe N° 008-2005-MTC-</p> | <p>Lima, martes 30 de agosto de 2005</p> <p>CCPNAF, recomienda modificar la Nota P23 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias y el artículo 1° de la Resolución Ministerial N° 506-2004-MTC, modificado mediante Resolución Ministerial N° 927-2004-MTC/03;</p> <p>De conformidad con lo establecido en la Ley N° 27791, los Decretos Supremos N°s. 013-93-TCC y 027-2004-MTC;</p> <p><b>SE RESUELVE:</b></p> <p><b>Artículo 1°.-</b> Modificar la Nota P23 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 187-2005-MTC/03, con el siguiente texto:</p> <p>"P23 Las siguientes bandas están destinadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM):</p> <p>13 553 - 13 567 kHz (frecuencia central 13 560 kHz),<br/>26 957 - 27 263 kHz (frecuencia central 27 120 kHz),<br/>40,66 - 40,70 MHz (frecuencia central 40,68 MHz),<br/>902 - 928 MHz (frecuencia central 915 MHz),<br/>2 400 - 2 500 MHz (frecuencia central 2 450 MHz),<br/>5 725 - 5 875 MHz (frecuencia central 5 800 MHz), y<br/>24 - 24,25 GHz (frecuencia central 24,125 GHz)</p> <p>Los servicios de radiocomunicaciones que funcionan en estas bandas deben aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones y en ningún caso podrán causar interferencias a aplicaciones ICM.</p> <p>Las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, están atribuidas a título secundario para los servicios fijo y/o móvil, público y/o privado. Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio".</p> <p><b>Artículo 2°.-</b> Modificar el artículo 1° de la Resolución Ministerial N° 506-2004-MTC, modificado mediante Resolución Ministerial N° 927-2004-MTC/03 por el siguiente texto:</p> <p>"Artículo 1°.- A partir del 15 de julio de 2005 las asignaciones realizadas antes de dicha fecha a título primario en la banda 2 300 - 2 483,5 MHz, pasarán a ser asignaciones a título secundario, en aplicación de lo establecido en la Vigésima Disposición Transitoria y Final del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones. La operación en dicha banda deberá sujetarse a las características técnicas aprobadas en sus respectivos títulos habilitantes en un plazo que no excederá del 28 de febrero de 2006.</p> <p>Los concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones indicados en el párrafo precedente, deberán migrar a la banda comprendida entre 2 200 - 2 400 MHz en un plazo que no excederá del 28 de febrero de 2006, de acuerdo a la canalización aprobada por el Ministerio.</p> <p>La asignación de canales a los concesionarios en la banda 2 200 - 2 400 MHz, podrá efectuarse en un número diferente a los canales que tienen asignados en la banda 2 300 - 2 483,5 MHz. El total de canales que se asigne en la banda 2 200 - 2 400 MHz no excederá de catorce.</p> <p>Para tal efecto, la Dirección General de Gestión de Telecomunicaciones considerará en la evaluación para la asignación en la banda 2 200 - 2 400 MHz lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nivel de cumplimiento de metas de uso del espectro radioeléctrico para la banda 2 300 - 2 483,5 MHz.</li> <li>2. Nivel de cumplimiento del Plan Mínimo de Expansión.</li> <li>3. Proyección de expansión utilizando la banda 2 200 - 2 400 MHz para cinco (05) años.</li> <li>4. Proyección de metas de uso del espectro radioeléctrico para la banda 2 200 - 2 400 MHz.</li> </ol> <p>Las asignaciones efectuadas estarán sujetas al cumplimiento periódico de las metas de uso del espectro radioeléctrico".</p> <p>Regístrese, comuníquese y publíquese.</p> <p>JOSÉ JAVIER ORTIZ RIVERA<br/>Ministro de Transportes y Comunicaciones</p> <p>14907</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**FIGURA A2-1: RESOLUCION MINISTERIAL N° 585-2005-MTC/03**

Fuente: [MTC05]

2.2 Resolución Ministerial N° 773-2005-MTC/02

Lima, sábado 5 de noviembre de 2005

---

**NORMAS LEGALES** **El Peruano** Pág. 303641

presentar un informe al Despacho Ministerial, con copia a la Oficina General de Administración del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, describiendo las acciones realizadas y los resultados obtenidos durante el viaje autorizado.

**Artículo 4º.-** La presente Resolución Ministerial no dará derecho a exoneración o liberación de impuestos o derechos aduaneros, cualquiera fuera su clase o denominación.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JOSÉ JAVIER ORTIZ RIVERA  
Ministro de Transportes y Comunicaciones

18681

---

**Autorizan viaje de Inspector de la Dirección General de Aeronáutica Civil a EE.UU., en comisión de servicios**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL  
N° 773-2005-MTC/02**

Lima, 31 de octubre de 2005

CONSIDERANDO:

Que, la Ley N° 27619 que regula la autorización de viajes al exterior de servidores y funcionarios públicos, en concordancia con sus normas reglamentarias aprobadas por Decreto Supremo N° 047-2002-PCM, establece que para el caso de los servidores y funcionarios públicos de los Ministerios, entre otras entidades, la autorización de viaje se otorgará por Resolución Ministerial del respectivo Sector, la que deberá ser publicada en el Diario Oficial El Peruano con anterioridad al viaje, con excepción de las autorizaciones de viajes que no irroguen gastos al Estado;

Que, el Decreto de Urgencia N° 015-2004 dispone que los viajes al exterior que irroguen gasto al Tesoro Público, de funcionarios, servidores públicos o representantes del Poder Ejecutivo, a que se refieren el primer y segundo párrafo del artículo 1° de la Ley N° 27619, quedan prohibidos por el ejercicio fiscal 2005, prohibición que no es aplicable a los sectores Relaciones Exteriores y Comercio Exterior y Turismo, así como la Dirección de Aeronáutica Civil del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en cuyos casos los viajes serán autorizados a través de resolución del Titular del Pliego respectivo, la misma que deberá ser publicada en el Diario Oficial El Peruano antes del inicio de la comisión de servicios;

Que, la Ley N° 27261 - Ley de Aeronáutica Civil del Perú, establece que la Autoridad Aeronáutica Civil es ejercida por la Dirección General de Aeronáutica Civil como dependencia especializada del Ministerio de Transportes y Comunicaciones;

Que, la Dirección General de Aeronáutica Civil, a fin de cumplir con los estándares aeronáuticos internacionales establecidos en el Convenio de Chicago sobre Aviación Civil y poder mantener la calificación de Categoría - I otorgada al Perú por la Organización de Aviación Civil Internacional, debe mantener un programa anual de vigilancia sobre la seguridad operacional a través de la ejecución de inspecciones técnicas a los explotadores aéreos en el país, basado en las disposiciones establecidas en el citado Convenio y en los estándares de la Organización de Aviación Civil Internacional;

Que, la empresa Wayra Perú S.A.C., con Carta Cert057.05.Ops, del 12 de octubre de 2005, en el marco del Procedimiento N° 5 de la sección correspondiente a la Dirección General de Aeronáutica Civil (Evaluación de Personal), establecido en el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprobado por Decreto Supremo N° 008-2002-MTC, solicita a la Dirección General de Aeronáutica Civil, efectuar los chequeos técnicos en simulador de vuelo del equipo Fokker 100, en el Centro de Entrenamiento American Airlines del 100, en la ciudad de Fort Worth, a su personal aeronáutico

propuesto, durante los días 8, 9 y 10 de noviembre de 2005;

Que, conforme se desprende de los Recibos de Acotación N° 29109 y 29110, la solicitante ha cumplido con el pago del derecho de tramitación correspondiente al Procedimiento a que se refiere el considerando anterior, ante la Dirección de Tesorería del Ministerio de Transportes y Comunicaciones;

Que, en tal sentido, los costos del respectivo viaje de inspección, están íntegramente cubiertos por la empresa solicitante del servicio, incluyendo el pago de los viáticos y la Tarifa Única de Uso de Aeropuerto;

Que, la Dirección de Seguridad Aérea de la Dirección General de Aeronáutica Civil, ha emitido la Orden de Inspección N° 2030-2005-MTC/12.04-SDO designando al Inspector Ricardo Rafael Pazos Raygada, para realizar los chequeos técnicos en simulador de vuelo del equipo Fokker 100, en el Centro de Entrenamiento American Airlines, al personal aeronáutico propuesto por la empresa Wayra Perú S.A.C., en la ciudad de Fort Worth, Texas, Estados Unidos de América, durante los días 07 al 10 de noviembre de 2005;

Que, por lo expuesto, resulta necesario autorizar el viaje del referido Inspector de la Dirección General de Aeronáutica Civil para que, en cumplimiento de las funciones que le asigna la Ley N° 27261 y su Reglamento, pueda realizar los chequeos técnicos a que se contrae la Orden de Inspección N° 2030-2005-MTC/12.04-SDO;

De conformidad con la Ley N° 27261, Ley N° 27619, el Decreto de Urgencia N° 015-2004 y el Decreto Supremo N° 047-2002-PCM;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1º.-** Autorizar el viaje del señor Ricardo Rafael Pazos Raygada, Inspector de la Dirección General de Aeronáutica Civil del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a la ciudad de Fort Worth, Texas, Estados Unidos de América, durante los días 7 al 10 de noviembre de 2005, para los fines a que se contrae la parte considerativa de la presente Resolución.

**Artículo 2º.-** El gasto que demande el viaje autorizado precedentemente, ha sido íntegramente cubierto por la empresa Wayra Perú S.A.C. a través de los Recibos de Acotación N° 29109 y 29110, abonados a la Dirección de Tesorería del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, incluyendo las asignaciones por concepto de viáticos y tarifa por uso de aeropuerto, de acuerdo al siguiente detalle:

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| Viáticos                     | US\$ 880.00 |
| Tarifa por Uso de Aeropuerto | US\$ 28.24  |

**Artículo 3º.-** Conforme a lo dispuesto por el Artículo 10º del Decreto Supremo N° 047-2002-PCM, el Inspector mencionado en el Artículo 1º de la presente Resolución Ministerial, dentro de los quince (15) días calendario siguientes de efectuado el viaje, deberá presentar un informe al Despacho Ministerial, con copia a la Oficina General de Administración del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, describiendo las acciones realizadas y los resultados obtenidos durante el viaje autorizado.

**Artículo 4º.-** La presente Resolución Ministerial no dará derecho a exoneración o liberación de impuestos o derechos aduaneros, cualquiera fuera su clase o denominación.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JOSÉ JAVIER ORTIZ RIVERA  
Ministro de Transportes y Comunicaciones

18678

---

**Establecen condiciones técnicas de servicios de telecomunicaciones y modifican el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL  
N° 777-2005-MTC/03**

Lima, 31 de octubre de 2005

FIGURA A2-2: RESOLUCION MINISTERIAL N° 773-2005-MTC/02

Fuente: [MTC05a]

**CONSIDERANDO:**

Que, mediante Resolución Ministerial N° 626-2004-MTC/15.03, de fecha 19 de agosto de 2004, se aprobó las condiciones de operación de los servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz;

Que, el artículo 28° del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, aprobado por Decreto Supremo N° 027-2004-MTC, establece que están exceptuados de la clasificación de servicios de la Ley, del Reglamento y de los Reglamentos Específicos que se dicten, de contar con concesión, asignación del espectro radioeléctrico, autorización, permiso o licencia, las telecomunicaciones instaladas dentro de un mismo inmueble que no utilizan espectro radioeléctrico y no tienen conexión con redes exteriores y aquellos servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, entre otras bandas, transmiten en una potencia no superior a la señalada en dicho artículo;

Que, asimismo, el citado artículo establece que aquellos que hagan uso de las frecuencias indicadas deberán respetar las normas técnicas emitidas o que emita el Ministerio;

Que, la Nota P23 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 187-2005-MTC/03 establece que las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, están atribuidas a título secundario para los servicios fijo y/o móvil, público y/o privado. Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio;

Que, las Notas P82 y P83 del referido Plan establecen que la banda 5 150 - 5 250 MHz está atribuida a título secundario para servicios fijo y/o móvil públicos y/o privados de telecomunicaciones para su uso en interiores y que la banda 5 250 - 5 350 MHz está atribuida a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles. Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio;

Que, con fecha 16 de agosto de 2005, se publicó en el Diario Oficial El Peruano, el proyecto de norma que otorga mayor flexibilidad para la operación de los equipos en las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, habiéndose recibido y evaluado los comentarios de los interesados;

Que, el Comité Consultivo del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, mediante el Informe N° 012-2005-MTC-CCPNAF, recomienda modificar la Nota P83 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias y agregarla a los cuadros de atribución de frecuencias de las bandas 5 470 - 5 570 MHz, 5 570 - 5 650 MHz y 5 650 - 5 725 MHz;

Que, con la finalidad de promover el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones y permitir la coexistencia de los servicios en determinadas bandas de frecuencias resulta necesario atribuir la banda 5 470 - 5 725 MHz a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles, otorgar mayor flexibilidad para la operación de los equipos en las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz y establecer las condiciones técnicas para la operación en las bandas 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz;

Que, en tal sentido resulta necesario emitir las nuevas condiciones técnicas aplicables para los servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz y modificar el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias - PNAF;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 27791 y los Decretos Supremos N°s. 013-93-TCC y 027-2004-MTC;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.-** Aprobar las condiciones de operación de los servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 -

928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, de acuerdo al anexo que forma parte integrante de la presente resolución.

**Artículo 2°.-** Modificar la Nota P83 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 187-2005-MTC/03, con el siguiente texto:

"Nota P83: Las bandas 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz están atribuidas a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles. Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio."

**Artículo 3°.-** Agregar la Nota P83 a los cuadros de atribución de frecuencias de las bandas 5 470 - 5 570 MHz, 5 570 - 5 650 MHz y 5 650 - 5 725 MHz.

**Artículo 4°.-** Dejar sin efecto la Resolución Ministerial N° 626-2004-MTC/15.03 que aprobó las condiciones de operación de los servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JOSÉ JAVIER ORTIZ RIVERA  
Ministro de Transportes y Comunicaciones

**ANEXO**

**CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LOS SERVICIOS CUYOS EQUIPOS UTILIZAN LAS BANDAS 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz**

**Artículo 1°.- ALCANCES**

La presente norma técnica se aplica a los servicios cuyos equipos utilizan las siguientes bandas de frecuencias para servicios fijos y/o móviles:

- a) Banda de 902 - 928 MHz.
- b) Banda de 2 400 - 2 483,5 MHz.
- c) Banda de 5 150 - 5 250 MHz.
- d) Banda de 5 250 - 5 350 MHz.
- e) Banda de 5 470 - 5 725 MHz.
- f) Banda de 5 725 - 5 850 MHz.

**Artículo 2°.- TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN O MODULACIÓN DIGITAL**

Los equipos que operen en las bandas mencionadas en el artículo anterior deberán emplear técnicas de transmisión o modulación digital que permitan la mutua coexistencia.

**Artículo 3°.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE OPERACIÓN**

Los servicios deberán cumplir con las siguientes características, de acuerdo a la banda de operación:

a) La potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) máxima deberá sujetarse a las siguientes características:

a.1) Para las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, la PIRE máxima utilizada no deberá exceder de 36 dBm (4 W).

a.2) Para la banda 5 150 - 5 250 MHz, la PIRE máxima utilizada no deberá exceder de 23 dBm (200 mW) en espacio cerrado<sup>1</sup>.

a.3) Para la banda 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz, la PIRE máxima utilizada no deberá exceder de 30 dBm (1 W).

b) La potencia pico máxima de salida de un transmisor:

<sup>1</sup> Espacio cerrado.-Espacio físico dentro de una estructura con paredes y techo.

**FIGURA A2-2: RESOLUCION MINISTERIAL N° 773-2005-MTC/02**

Fuente: [MTC05a]

Lima, sábado 5 de noviembre de 2005

b.1) No debe exceder de 30 dBm (1 W) para las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483.5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz.

b.2) No debe exceder de 24 dBm (250 mW) para las bandas 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz.

Parámetros máximos a tener en cuenta para la instalación de equipos:

| Banda de frecuencias (MHz) | Potencia de salida del transmisor |       |       | Ganancia máxima de la antena (dBi) | PIRE máxima (dBm) |
|----------------------------|-----------------------------------|-------|-------|------------------------------------|-------------------|
|                            | (W)                               | (mW)  | (dBm) |                                    |                   |
| 902 - 928                  | 1                                 | 1 000 | 30    | 6                                  | 36                |
| 2 400 - 2 483.5            | 0.5                               | 500   | 27    | 9                                  | 36                |
| 5 725 - 5 850              | 0.25                              | 250   | 24    | 12                                 | 36                |
| 5 250 - 5 350              | 0.25                              | 250   | 24    | 6                                  | 30                |
| 5 470 - 5 725              | 0.125                             | 125   | 21    | 9                                  | 30                |

c) Está prohibido el uso de amplificadores transmisores o cualquier otro dispositivo similar que altere las condiciones de PIRE máxima establecidas en el literal a) del presente artículo.

d) Para las aplicaciones en espacio abierto<sup>2</sup>, el transmisor deberá estar instalado en un ambiente de fácil acceso a fin de facilitar la labor de supervisión por parte del Ministerio.

e) Los equipos que operen en las bandas 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz deberán emplear un mecanismo de control de transmisión de potencia, debiendo tener capacidad para operar al menos a 6 dB por debajo del valor medio de PIRE.

f) Los equipos que operen en las bandas 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz deberán emplear un mecanismo de detección de radar de selección dinámica de frecuencia. El umbral de detección para equipos con una PIRE entre 200 mW a 1W es -64 dBm.

g) Para enlaces punto a multipunto, las antenas podrán ser:

- En zonas urbanas (no permitido para el servicio privado en la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao): sectoriales con un ancho de lóbulo de hasta 90°.

- En zonas rurales y en los lugares considerados de preferente interés social no hay restricciones de antenas.

h) Para aplicaciones de espacio cerrado, no hay restricciones de antenas.

**Artículo 4º.- MODALIDADES DE OPERACIÓN**

Las personas naturales o jurídicas podrán utilizar equipos que operen bajo los alcances de la presente norma técnica, en las modalidades punto a punto y punto a multipunto, para servicios públicos y privados de telecomunicaciones, excepto para el caso del servicio privado punto a multipunto que no podrá ser utilizado en las zonas urbanas de la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao.

**Artículo 5º.- CONDICIONES DE OPERACIÓN**

Las personas naturales o jurídicas que utilicen equipos que operen bajo los alcances de la presente norma técnica deben:

a) Aceptar la interferencia perjudicial resultante de las aplicaciones industriales, científicas y médicas en las bandas 902-928 MHz, 2 400-2 483.5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, y en ningún caso podrán causar interferencias a éstas.

b) No causar interferencia perjudicial a las estaciones de un servicio primario, permitido o secundario.

c) Para el caso de los servicios privados, no reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones de un servicio primario, permitido o secundario.

d) Aceptar la supervisión técnica del Ministerio, con el fin de verificar la operación de sus sistemas conforme a lo establecido en la presente norma.

e) Adoptar las medidas pertinentes para prevenir, reducir y eliminar cualquier interferencia perjudicial atribuible a su sistema que afecte a otros sistemas o servicios de telecomunicaciones.

**Artículo 6º.- INSTALACIÓN**

Para la instalación de estaciones radioeléctricas, las personas naturales y jurídicas deberán:

a. Presentar información técnica al Ministerio sobre las estaciones radioeléctricas, en un plazo máximo de un (1) mes a partir de la instalación de los equipos, de acuerdo al formato que forma parte integrante de la presente resolución y que podrá ser modificado por la Dirección General de Gestión de Telecomunicaciones, para efectos de contar con una base de datos sobre la ubicación y características de las mismas. Quedan exceptuados de esta obligación las aplicaciones en espacio cerrado.

b. Observar los límites máximos permisibles de radiaciones no ionizantes en telecomunicaciones aprobadas por Decreto Supremo Nº 038-2003-MTC, así como las demás normas complementarias que emita el Ministerio.

c. Cumplir con las normas técnicas de protección para las estaciones de comprobación técnica fijas pertenecientes al Sistema Nacional de Gestión del Espectro Radioeléctrico.

d. Obtener de las municipalidades y demás organismos públicos, las autorizaciones que resulten exigibles para proceder a la instalación y construcciones respectivas.

**Artículo 7º.- HOMOLOGACIÓN**

Para el internamiento, comercialización y operación, los equipos que operen bajo los alcances de la presente norma técnica, deberán contar con el respectivo Certificado de Homologación.

Para su comercialización, los equipos que utilicen el espectro radioeléctrico y que transmitan en una potencia igual o inferior a 10 milivatios (mW) en antena (potencia efectiva irradiada), no requerirán ser homologados.

**Artículo 8º.- INFRACCIONES Y SANCIONES**

Serán de aplicación las infracciones y sanciones establecidas en el Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones y en su Reglamento General.

**Artículo 9º.- INFORMACIÓN**

Las empresas que comercializan equipos y aparatos de telecomunicaciones que se encuentren dentro de los alcances de la presente norma técnica deberán difundirla a sus clientes.

**Artículo 10º.- AUTORIZACIÓN**

Están exceptuados de contar con concesión, asignación del espectro radioeléctrico, autorización, permiso o licencia, los servicios cuyos equipos transmiten con una potencia en antena (potencia efectiva irradiada) no superior a la establecida en el Artículo 28º del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones.

Asimismo, sólo para la prestación y/o instalación de servicios en áreas rurales y en lugares considerados de preferente interés social, y previa obtención de la concesión, autorización, asignación del espectro radioeléctrico, permiso o licencia correspondiente, está permitido operar equipos en las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483.5 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, utilizando antenas de mayor ganancia que permitan superar los respectivos valores de la PIRE señalado en el artículo 3º de la presente norma técnica.

**DISPOSICIÓN TRANSITORIA**

**Primera.- PRESENTACIÓN DE FORMATO**

Las personas naturales y jurídicas que vienen operando equipos que se encuentren bajo los alcances de la presente norma técnica deberán cumplir con presentar el formato a que se refiere el literal a) del artículo 6º en un plazo máximo de un (1) mes de publicada la presente norma.

<sup>2</sup> Espacio abierto.- Espacio físico al aire libre, fuera de una estructura con paredes y techo.

**FIGURA A2-2: RESOLUCION MINISTERIAL N° 773-2005-MTC/02**

Fuente: [MTC05a]



**ANEXO**

**INFORMACIÓN TÉCNICA PARA LA OPERACIÓN EN LAS BANDAS**  
902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz,  
5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz

|                                                                                                                                              |                                          |                                        |                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| <b>DATOS DEL USUARIO/OPERADOR:</b>                                                                                                           |                                          |                                        |                               |
| Apellidos y nombres / Razón Social                                                                                                           |                                          |                                        |                               |
| Domicilio Legal                                                                                                                              |                                          |                                        |                               |
| <input type="checkbox"/> D.N.I.                                                                                                              | <input type="checkbox"/> R.U.C.          | Nº                                     | Teléfono:                     |
| <b>DATOS DE LA ESTACIÓN:</b>                                                                                                                 |                                          |                                        |                               |
| Ubicación (Jr., Calle, Av., etc.)                                                                                                            |                                          |                                        |                               |
|                                                                                                                                              |                                          |                                        |                               |
| Distrito                                                                                                                                     | Provincia                                | Departamento                           |                               |
| <b>BANDA DE OPERACIÓN (MHz):</b>                                                                                                             |                                          |                                        |                               |
| <input type="checkbox"/> 902 - 928                                                                                                           | <input type="checkbox"/> 2 400 - 2 483,5 | <input type="checkbox"/> 5 150 - 5 250 |                               |
| <input type="checkbox"/> 5 250 - 5 350                                                                                                       | <input type="checkbox"/> 5 470 - 5 725   | <input type="checkbox"/> 5 725 - 5 850 |                               |
| <b>TRANSMISOR:</b>                                                                                                                           |                                          |                                        |                               |
| Marca                                                                                                                                        | Modelo                                   | Código de Homologación                 | Potencia de Transmisión (dBm) |
| <b>SISTEMA RADIANTE (ANTENA):</b>                                                                                                            |                                          |                                        |                               |
| Marca                                                                                                                                        | Modelo                                   | Código de Homologación                 | Ganancia (dBi)                |
| <b>ENLACE:</b>                                                                                                                               |                                          |                                        |                               |
| Ubicación de la(s) estación(es) a enlazar (Jr., Calle, Av., etc.)                                                                            |                                          |                                        | Distancia (Km)                |
| 1.                                                                                                                                           |                                          |                                        |                               |
| 2.                                                                                                                                           |                                          |                                        |                               |
| 3.                                                                                                                                           |                                          |                                        |                               |
| <b>REPRESENTANTE LEGAL:</b>                                                                                                                  |                                          |                                        |                               |
| Apellidos y Nombres:                                                                                                                         |                                          |                                        |                               |
| Documento de identidad:                                                                                                                      |                                          | Firma                                  |                               |
| <input type="checkbox"/> DNI<br><input type="checkbox"/> C. I.<br><input type="checkbox"/> Pasaporte<br><input type="checkbox"/> C. E.<br>Nº |                                          |                                        |                               |
| 18669                                                                                                                                        |                                          |                                        |                               |

**Reconocen a Radio Integridad S.A.C. como titular de la autorización del servicio de radiodifusión sonora comercial en FM, en el departamento de La Libertad**

**RESOLUCIÓN VICEMINISTERIAL**  
Nº 514-2005-MTC/03

Lima, 28 de octubre del 2005

VISTAS, las Solicitudes registros N°s. 2001-000317, 2001-001303, 2001-001817, 2002-001496 y 2002-002716 de la empresa RADIO INTEGRIDAD S.A.C., sobre reconocimiento de titularidad de autorización, renovación y modificación de características técnicas de una estación del servicio de radiodifusión sonora en Frecuencia Modulada (FM), en el distrito y provincia de Trujillo, departamento de La Libertad;

**CONSIDERANDO:**

Que, con Resolución Ministerial Nº 560-95-MTC/15.17 del 28 de diciembre de 1995 se autorizó a la empresa JESUS FERNANDO DUENAS IPARRAGUIRRE E.I.R.L., la operación de una estación del servicio de radiodifusión sonora comercial en Frecuencia Modulada (FM), en el distrito y provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, por el plazo de diez (10) años, con fecha de vencimiento al 24 de julio de 2001;

Que, mediante Resolución Directoral Nº 029-2000-MTC/15.19 del 8 de marzo de 2000 se autorizó el cambio de ubicación de los Estudios y Planta, y el cambio de tipo de emisión de la estación en Frecuencia Modulada (FM), en el distrito y provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, autorizada a la empresa JESUS FERNANDO DUENAS IPARRAGUIRRE E.I.R.L., por Resolución Ministerial Nº 560-95-MTC/15.17;

Que, por Resolución Viceministerial Nº 268-2001-MTC/15.03, del 16 de abril de 2001, se aprobó la transferencia de la autorización del servicio de

**FIGURA A2-2: RESOLUCION MINISTERIAL Nº 773-2005-MTC/02**

Fuente: [MTC05a]

## ANEXO 3: WiMAX

### 3.1 Características de WiMAX

**WirelessMAN-SC**, esta es la versión de una sola portadora, la cual es recomendada para frecuencias entre 10 GHz y 66 GHz. Asimismo, es empleada cuando se tiene línea de vista directa. El ancho de banda del canal es de 25MHz o 28MHz y la velocidad de datos puede exceder los 120 Mbps. Este entorno es propio del modo Punto Multi Punto.

[IEEEP11][ANDR07]

**WirelessMAN-SCa**, esta es la versión de una sola portadora para frecuencias entre 2GHz Y 11 GHz para operaciones Punto Multi Punto. [ANDR07]

**WirelessMAN-OFDM – 256 FFT**, esta versión es empleada para frecuencias entre 2GHz y 11GHz. Este entorno es empleado en condiciones donde no se tiene línea de vista. Además soporta subcanalización en el enlace de subida (uplink); por lo cual, es una herramienta que ayudará a la optimización en la cobertura del sistema. [ANDR07] [IEEEP11]

**WirelessMAN-OFDMA – 2048 FFT**, esta versión ha sido diseñada para operaciones sin línea de vista en las bandas frecuenciales licenciadas mayores a 11GHz. Esta es una extensión de la técnica OFDM para permitir que exista el comportamiento de canal por varios usuarios. [IEEEP11]

**WirelessHUMAN**, esta versión emplea funcionalidades específicas para operar en bandas no licenciadas. Por lo cual recibe el nombre de Altas velocidades en Redes de Áreas Metropolitanas no licenciadas (*High Speed Unlicensed Metropolitan Area Network – HUMAN*). La operación es especificada en las bandas de 5 a 6 GHz, utiliza un esquema flexible de canalización que incluye canales de 10 y 20MHz con separaciones de 5MHz. [IEEEP11]

La tabla A3-1, A3-2, A3-3 muestra los distintos valores de velocidad de transmisión (Bit Rate-BR) a nivel PHY que se puede lograr según la modulación empleada para un ancho de banda de canal de 1.75 MHz, 3.5 MHz y 7 MHz.

**TABLA A3 - 1: BIT RATE CON CANAL 1.75 MHZ**

Fuente: [IEEE09]

| Id de Tx | Modulación  | Nusados | Bm | cr   | Tb  | Tg=tb/8 | Ts  |    | BR Mbps |
|----------|-------------|---------|----|------|-----|---------|-----|----|---------|
|          | BW=1.75 MHz |         |    |      |     |         |     |    |         |
| 0        | BPSK 1/2    | 192     | 1  | 0.5  | 128 | 16      | 144 | 34 | 0.67    |
| 1        | QPSK 1/2    | 192     | 2  | 0.5  | 128 | 16      | 144 | 34 | 1.33    |
| 2        | QPSK 3/4    | 192     | 2  | 0.75 | 128 | 16      | 144 | 34 | 2       |
| 3        | 16 QAM 1/2  | 192     | 4  | 0.5  | 128 | 16      | 144 | 34 | 2.67    |
| 4        | 16 QAM 3/4  | 192     | 4  | 0.75 | 128 | 16      | 144 | 34 | 4       |
| 5        | 64QAM 2/3   | 192     | 6  | 0.67 | 128 | 16      | 144 | 34 | 5.36    |
| 6        | 64 QAM 3/4  | 192     | 6  | 0.75 | 128 | 16      | 144 | 34 | 6       |

**TABLA A3 - 2: BIT RATE CON CANAL 3.5 MHZ**

Fuente: [IEEE09]

| Id de Tx | Modulación | Nusados | Bm | cr   | Tb | Tg=tb/8 | Ts |    | BR Mbps |
|----------|------------|---------|----|------|----|---------|----|----|---------|
|          | BW=3.5 MHz |         |    |      |    |         |    |    |         |
| 0        | BPSK 1/2   | 192     | 1  | 0.5  | 64 | 8       | 72 | 69 | 1.33    |
| 1        | QPSK 1/2   | 192     | 2  | 0.5  | 64 | 8       | 72 | 69 | 2.67    |
| 2        | QPSK 3/4   | 192     | 2  | 0.75 | 64 | 8       | 72 | 69 | 4       |
| 3        | 16 QAM 1/2 | 192     | 4  | 0.5  | 64 | 8       | 72 | 69 | 5.33    |
| 4        | 16 QAM 3/4 | 192     | 4  | 0.75 | 64 | 8       | 72 | 69 | 8       |
| 5        | 64QAM 2/3  | 192     | 6  | 0.67 | 64 | 8       | 72 | 69 | 10.72   |
| 6        | 64 QAM 3/4 | 192     | 6  | 0.75 | 64 | 8       | 72 | 69 | 12      |

**TABLA A3 - 3: BIT RATE CON CANAL 7 MHZ**

Fuente: [IEEE09]

| Id de Tx | Modulación | Nusados | Bm | cr   | Tb | Tg=tb/8 | Ts |     | BR Mbps |
|----------|------------|---------|----|------|----|---------|----|-----|---------|
|          | BW=7 MHz   |         |    |      |    |         |    |     |         |
| 0        | BPSK 1/2   | 192     | 1  | 0.5  | 32 | 4       | 36 | 138 | 2.67    |
| 1        | QPSK 1/2   | 192     | 2  | 0.5  | 32 | 4       | 36 | 138 | 5.33    |
| 2        | QPSK 3/4   | 192     | 2  | 0.75 | 32 | 4       | 36 | 138 | 8       |
| 3        | 16 QAM 1/2 | 192     | 4  | 0.5  | 32 | 4       | 36 | 138 | 10.67   |
| 4        | 16 QAM 3/4 | 192     | 4  | 0.75 | 32 | 4       | 36 | 138 | 16      |
| 5        | 64QAM 2/3  | 192     | 6  | 0.67 | 32 | 4       | 36 | 138 | 21.44   |
| 6        | 64 QAM 3/4 | 192     | 6  | 0.75 | 32 | 4       | 36 | 138 | 24      |

## 3.2 Capa de Seguridad

### 3.2.1 Introducción

La capa de seguridad proporciona a los suscriptores privacidad, autenticación y confidencialidad a través de la red inalámbrica de banda ancha. Esto se realiza aplicando las transformaciones criptográficas entre las conexiones de la estación base y las estaciones subscriptoras. [IEEE12]

Asimismo, la subcapa de seguridad proporciona a los operadores protección contra el robo de servicio asegurando los flujos de servicio asociados a través de la red. Por otro lado, esta subcapa emplea un protocolo de gestión de clave cliente/servidor autenticado. En dicho protocolo, la estación base, el servidor, controla la distribución de material de claves para el cliente, la estación subscriptora. Además, los mecanismos de seguridad básicos se fortalecen mediante la autenticación basada en certificados digitales. [IEEE12]

Si durante la negociación de capacidades, la estación subscriptora especifica que no admite la seguridad IEEE 802.16, el paso de autorización y el intercambio de claves se omiten. La estación base, la cual cuenta con el servicio, considerará a la estación subscriptora autenticada; de lo contrario, la estación subscriptora no será atendida. [IEEE12]

### 3.2.2 Características de la Capa de Seguridad

#### 3.2.2.1 Autenticación

La autenticación en WiMAX es confiable gracias a los certificados X.509 y sus firmas digitales, los cuales definen unívocamente a cada equipo que solicita entrar en la celda, así mismo a las claves dinámicas, las cuales cambian constantemente y a las solicitudes automáticas de re-autenticación que realiza la BS. Estos certificados no pueden ser falsificados e impiden que cualquier equipo no autorizado entre a la red.

#### 3.2.2.2 Cifrado

WiMAX emplea los cifradores de bloque básicos AES y DES. La complejidad de los algoritmos se encuentra en cómo seleccionar, transponer e interrelacionar los bloques dentro de un mensaje.

### 3.2.3 Protocolos de Encriptación

#### 3.2.3.1 Estándar de Encriptación de Datos (DES)

- Es un algoritmo de bloques usando bloques de 64 bits.
- Es simétrico, lo que significa que el mismo algoritmo y clave usados para cifrar se usan para descifrar.

- Consiste en una permutación inicial y final (técnica de difusión) y 16 rondas (técnica de confusión).

### 3.2.3.2 3DES

- Cifra un texto tres veces con el DES empleando dos o tres claves de 56 bits.
- Más fuerte que DES
- Lento en comparación con otros sistemas de cifrado de bloque.

### 3.2.3.4 AES

- Es un esquema de cifrado por bloque
- Es muy rápido tanto en software como en hardware, es relativamente fácil de implementar y requiere poca memoria
- Tiene un tamaño de bloque fijo y tamaños de clave de 128, 192 o 256 bits

### 3.2.4 Acceso al Medio

WiMAX define un Acceso al Medio determinista y controlado en todo momento por la estación base. En otras palabras, ninguna estación puede transmitir un solo bit si no lo ha permitido la estación base. De esta manera, automáticamente, se tiene todo el control del espectro radioeléctrico y se evitan diferentes tipos de ataques.

### 3.2.5 No es necesario de seguridad por otros medios

Las carencias en cuanto a seguridad de cualquier tecnología se pueden mitigar mediante el uso de protocolos de seguridad específicos de nivel superior o de servidores y equipamiento adicional tales como Radius, Kerberos, etc. Estas medidas externas brindan seguridad pero implican equipamiento y costes adicionales. Si el propio estándar aporta los mecanismos de seguridad necesarios, como ocurre en el caso de WiMAX, se dispondrá de una red más sencilla y económica sin necesidad de incorporar otros medios.

## 3.3 WIMAX: Modos de Operación

La tecnología WiMAX soporta tres modos de operación: Punto a punto (Point-to-point- PTP), Punto a multipunto (Point-to-Multipoint- PMP), Retransmisión (Relay) y Multipunto a Multipunto (Multipoint-to-Multipoint- Mesh).

En el modo PMP, la estación base provee comunicación centralizada a las estaciones subscriptoras; por lo cual, estas no podrán comunicarse directamente entre ellas. Por lo tanto, la complejidad de los protocolos de la capa MAC disminuye.

El modo de operación PtP es similar a PMP. La diferencia radica en que, en lugar de tener varias estaciones subscriptoras, solo se tendrá una. Esta será otra estación base.

En el modo Mesh, a diferencia del modo PMP, las estaciones subscriptoras pueden comunicarse directamente entre ellas a fin de incrementar la cobertura y la capacidad de la red. No obstante, es más difícil cumplir con los requerimientos de calidad de servicio. [IEEE11]

El modo Relay fue desarrollado con la finalidad de incrementar la capacidad y cobertura de la red. Este permite a las estaciones conectarse a la estación subscriptora a través de las estaciones retransmisoras. [IEEE11]

### **3.4 Bandas frecuenciales en WIMAX**

#### **3.4.1 Bandas licenciadas 10-66 GHz**

La longitud de onda en estas bandas frecuenciales es corta; por lo cual, se emplea en entornos físicos que permitan tener línea de vista (line of sight- LOS). Para estas bandas frecuenciales, los anchos de banda varían entre 25 MHz a 28 MHz. Al emplear bajas velocidades de datos, el ambiente es recomendable para accesos punto multi punto. [IEEE09]

#### **3.4.2 Frecuencias por debajo de 11 GHz**

Las frecuencias por debajo de 11 GHz proporcionan un entorno físico en el que, debido a la mayor longitud de onda, tener línea de vista no es necesario y el multitrayecto puede ser significativo. Esta capacidad de soportar tener poca línea de vista o no tener línea de vista requiere funcionalidades adicionales de la capa física, como el apoyo a la gestión avanzada de energía, técnicas de mitigación de interferencias y múltiples antenas. [IEEE09]

#### **3.4.3 Bandas exentas de licencia**

Estas bandas son libres; sin embargo, presentan interferencia adicional y los problemas de convivencia de diferentes servicios. Por otro lado, las capas PHY y MAC deben introducir mecanismos para facilitar la detección y evitar interferencias. Asimismo, se debe prevenir causar interferencia a otros usuarios. [IEEE09]

### **3.5 Calidad de Servicio**

#### **3.5.1 Mecanismos de Calidad de Servicio**

Los mecanismos clasificadores de la QoS deberán mantener el equilibrio del sistema, balanceando el throughput y el uso del medio radioeléctrico o fragmentando las SDUs dinámicamente.

La QoS es difícil en entornos inalámbricos debido a las dificultades propias de la transmisión radio y la escasez de espectro disponible. En tecnologías como Wi-Fi o xDSL, la asignación de recursos es estadística, con lo cual no es posible ofrecer garantías de QoS. Sin embargo, en WiMAX, dicha asignación es determinista. De esta manera, es posible ajustar los flujos de datos para que cumplan los parámetros de control de QoS necesarios y ofrecer garantías de servicio. [ALB09]

### 3.5.2 QoS a nivel 3 (L3QoS o IPQoS)

Las técnicas que se usan en este tipo de mecanismo de QoS son los conformadores de tráfico o Traffic Shapers (TS). El TS clasifica el tráfico que entra en función de los criterios que se establezcan para cada una de los contratos de QoS. [ALB09]

Una vez que el tráfico está clasificado, el TS asigna de una forma estadística los recursos de transmisión al medio. Por ejemplo, si la cola de un servicio de baja latencia está muy llena, intentará vaciarla lo más rápido posible. Asimismo, si la cola de un servicio con tasa mínima garantizada tiene paquetes, intentará mantener en promedio a la salida esa tasa. [ALB09]

Estas técnicas de QoS a nivel 3 están basadas en colas de prioridades asociadas al tipo de servicio (Type of service-TOS) de las cabeceras IP. El problema de las técnicas L3QoS es que no se conoce con exactitud la capacidad y la disponibilidad del medio sobre el que se transmite en cada instante. Si el medio es inalámbrico, el tráfico bruto puede depender del usuario al que se transmita, ya que podría estar lejos o el medio podría estar obstruido. Por lo tanto, no se puede garantizar QoS en términos absolutos, solo relativos. Esto quiere decir que si se tiene un servicio de 1Mbps y otro de 2Mbps, la única garantía que puede hacer, en un sistema de L3QoS, es que el tráfico del primero será la mitad del segundo. Sin embargo, no puede garantizar cuál va a ser en realidad ese mínimo, debido a que desconoce el estado y disponibilidad del medio. [ALB09]

### 3.5.3 QoS a nivel MAC (L2QoS)

La asignación de recursos, en este tipo de mecanismo de QoS, se hace a nivel de capa MAC. El sistema que asigna los slots de transmisión conoce, en todo momento, la disponibilidad del medio y el tráfico neto que es capaz de transmitir para cada usuario. De esta manera, es posible implementar algoritmos que permitan garantizar de forma absoluta la asignación de tráfico. WiMAX es un sistema de L2QoS. La estación base es el nodo maestro de la red, que asigna la transmisión de datos tanto en la bajada (Downlink) como en la subida (Uplink). El tener un nodo central permite eliminar la contienda, lo que garantiza que la BS puede, si así se desea, conocer en todo momento la disponibilidad del medio radio. Además la BS WiMAX conoce

la calidad del enlace de cada uno de los clientes que tiene conectados, con lo que puede asignar de manera determinista el tráfico, tanto en bajada como en subida. [ALB09]

### 3.5.4 Notas importantes sobre los flujos de servicio

Los servicios son unidireccionales. Cada flujo tendrá una “dirección de servicio”, que será transmisión (TX) o recepción (RX), especificado desde la visión relativa de la BS. Un servicio provisionado como TX transportará Para datos en el enlace descendente (BS maestro- BS esclavo), y uno de RX lo hará en el enlace ascendente (BS esclavo-BS maestro).

Poder realizar una comunicación bidireccional, deberá haber por lo menos un flujo de cada sentido.

La QoS en un flujo es independiente para cada servicio. Cada servicio tiene sus propios parámetros de QoS, de modo que el flujo de UL y de DL, en una comunicación, no tiene que ser provisionado necesariamente de la misma manera.

### 3.5.5 Tipos de QoS en WiMAX

**Servicios garantizado no solicitado (Unsolicited Grant service - UGS)**, este tipo de QoS soporta flujos en tiempo real, conformados por paquetes de tamaño fijo sobre una base periódica como T1/E1 y VoIP. Por lo tanto, no necesita de la estación subscriptora para pedir explícitamente el ancho de banda. Al brindar concesiones de tamaño fijo en un tiempo real periódico, elimina la latencia y sobrecarga asociada a la petición de ancho de banda. [WIMA12]

**Servicio de sondeo en tiempo real (Real time polling service - rtPS)**, este tipo de QoS está diseñado para soportar flujos de datos en tiempo real, que consisten en paquetes de tamaño variable que son emitidos a intervalos periódicos; por ejemplo, vídeo MPEG. La estación base brinda oportunidades de sondeo unicast a la estación subscriptora, la cual debe especificar la cantidad de recursos que desea que le sean concedidos. [WIMA12]

**Servicio de sondeo No en tiempo real (Non-real time polling service - nrtPS)**, este tipo de QoS fue diseñado para soportar flujos de datos tolerantes al retardo (no en tiempo real) que consisten en paquetes de datos de tamaño variable para los que se requiere una tasa de transferencia de datos mínima. El nrtPS emite de manera regular sondeos unicast que aseguran que el flujo de servicio de nrtPS recibe más oportunidades de transmitir que un flujo configurado con tipo de QoS BE, incluso durante congestiones de la red. [WIMA12]

**Servicio del mejor esfuerzo (Best effort service - BE)**, este tipo de QoS no brinda un adecuado soporte de calidad de servicio. Por lo cual, es aplicado para servicios que no



requieren estrictamente calidad de servicio. Los datos serán enviados cuando se dispongan recursos. [WIMA12]

**Servicio de sondeo en tiempo real extendido (Extended real time polling service (ertPS)),** este servicio está diseñado para tráfico en tiempo real con tasa de datos variable (como servicios de VoIP con supresión de silencios) sobre una red WiMAX. La estación base designa un ancho de banda periódico a la estación subscriptora. Luego, la estación subscriptora está disponible para enviar todos los paquetes generados en un intervalo fijo. Para un flujo de servicio configurado con rtPS, la asignación se realiza utilizando sondeo. [WIMA12]

### 3.5.6 Clasificadores

Todo sistema que utilice mecanismos de QoS realizará al menos dos procesos: Clasificación y Asignación. La clasificación analiza la cola de paquetes entrantes y los va ordenando en colas separadas en base a criterios de filtrado. Los clasificadores son estos criterios de filtrado.

Una vez que un nuevo servicio ha sido provisionado en la interfaz web, se le pueden añadir clasificadores de modo que sólo el tráfico deseado sea transportado por ese servicio. Los clasificadores están asociados a las subcapas de convergencia del flujo. Las normas de clasificación son muy variadas: por lo que el operador tiene una gran flexibilidad a la hora de filtrar tráfico. A continuación se citan algunos clasificadores disponibles:

- Dirección MAC: Un criterio simple consiste en priorizar los dispositivos de la red según a dirección física MAC (origen o destino)
- 802.1p/VLAN: Este estándar proporciona mecanismos para filtrar usando tags VLAN (Virtual LAN)
- Dirección IP: Al igual que ocurre con la dirección MAC, también se pueden establecer en los equipos intermedios niveles de prioridades para distintas direcciones IP (origen o destino)
- Puerto: filtrado por puerto o por rango de puertos (origen y destino)
- DSCP/TOS: filtrado mediante estos campos que especifican nivel de prioridad en la cabecera IP

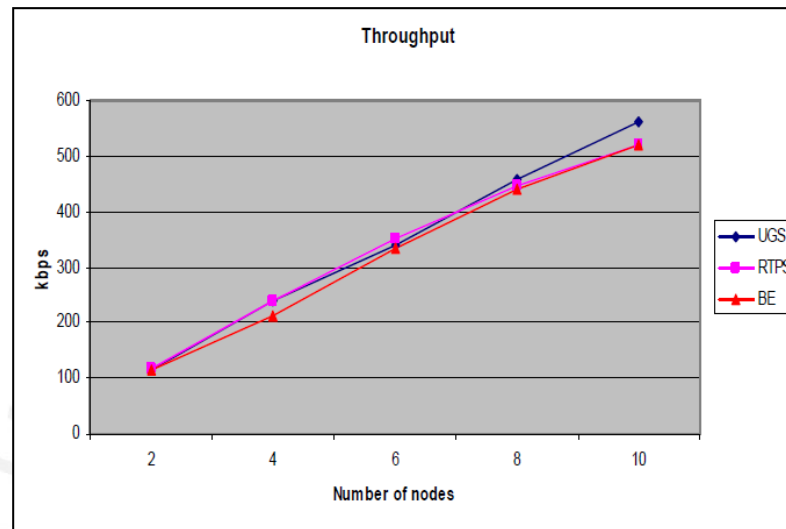
### 3.5.7 Experimento de Calidad de Servicio

- **Tráfico VOIP**

Para el experimento de VOIP, un número de nodos fueron colocados dentro del área de cobertura de la estación base y el tráfico VoIP estuvo asociado a cada nodo. El tráfico VOIP es un flujo de velocidad de bits constante (Constant Bit Rate- CBR) que depende del

codificador de voz que se utilice. Para este experimento se emplearon los codificadores G.711, G.729, G.729.2, G723, G723.2.

En la Figura A3-1 se muestra el rendimiento de la red conforme el número de nodos se incrementa. El mayor rendimiento es observado para el flujo de servicio UGS debido a que con el menor número de paquetes perdidos, el rendimiento promedio es mayor para este tipo de servicio.



**FIGURA A3-1: VARIACION DE RENDIMIENTO PARA TRÁFICO VOIP (CÓDEC G711 64 BPS)**  
FUENTE: [IEEE08]

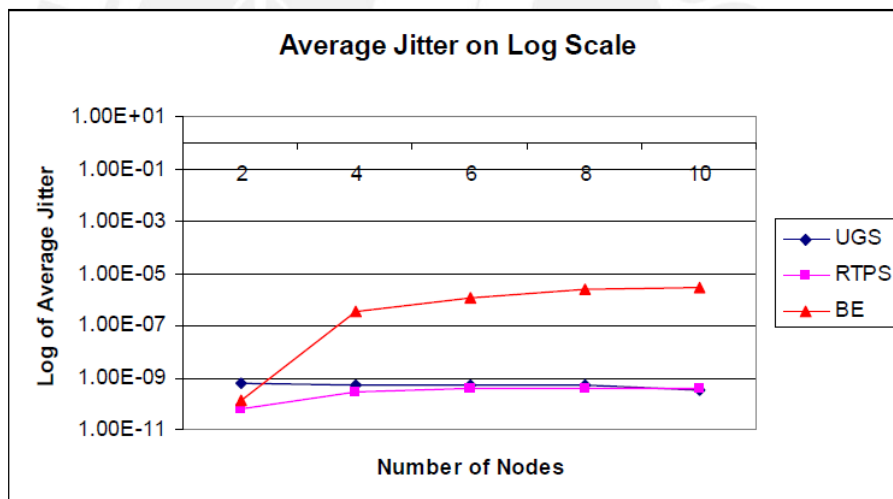
En la Figura A3-2 se muestra el gráfico comparativo de los tres tipos de QoS de los cambios de pérdida de paquetes conforme el número de nodos aumenta. UGS tiene la pérdida de paquetes más baja debido a que el ancho de banda no se solicita regularmente como en el flujo de servicio rtPS. La pérdida de paquetes es mayor en el caso de BE debido a que a medida que el número de nodos se incrementa, cada nodo empieza a enviar paquetes. Al incrementar el tráfico, los paquetes se caen debido a la colisión.



**FIGURA A3-2: VARIACION DE PAQUETES PERDIDOS PARA TRÁFICO VOIP (CÓDEC G711 64 KBPS)**

FUENTE: [IEEE08]

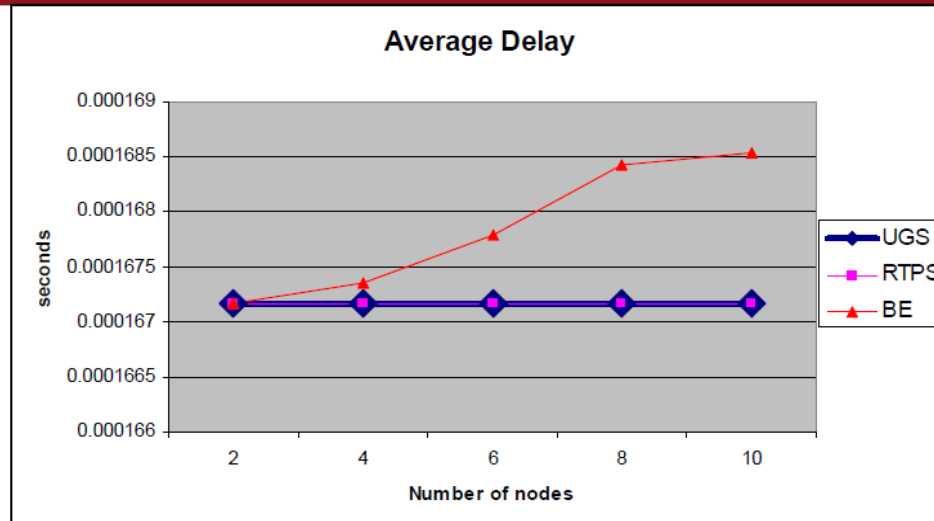
La figura A3-3 muestra la fluctuación de fase promedio para todos los tres tipos de QoS. El gráfico está dibujado en escala logarítmica para hacer la comparación sencilla. La fluctuación media de UGS no varía en demasía conforme el número de nodos se incrementa.



**FIGURA A3-3: VARIACIÓN DEL PROMEDIO DE JITTLER PARA TRÁFICO VOIP**

FUENTE: [IEEE08]

La figura A3-4 muestra la variación de retardo promedio de los tres tipos de QoS. Los valores de UGS y los flujos de RTPS se encuentran muy cerca uno del otro. El flujo BE tiene el mayor retraso en comparación con UGS y flujos RTP.



**FIGURA A3-4: VARIACION DEL PROMEDIO DE RETARDO PROMEDIO PARA TRÁFICO VOIP CÓDEC G711**

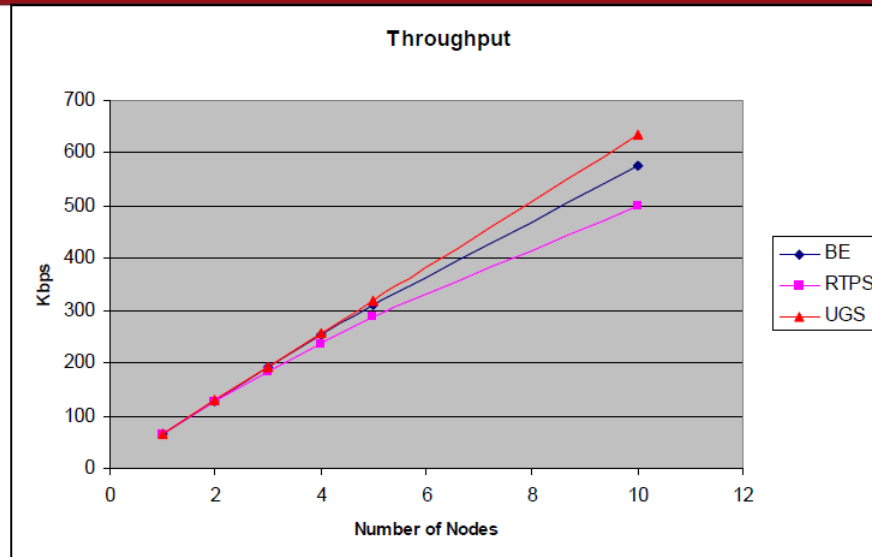
FUENTE: [IEEE08]

De acuerdo al estudio realizado, se observó que el flujo de servicio UGS tiene el mejor rendimiento, la menor pérdida de paquetes y un promedio bajo de jitter. Esto hace que sea más adecuado para el tráfico VoIP.

- **Tráfico de vídeo**

Un número de nodos generando tráfico de video streaming fueron establecidos en este experimento. Para el análisis empleado en la simulación, se utilizó un flujo de datos de 64 kbps H.263.

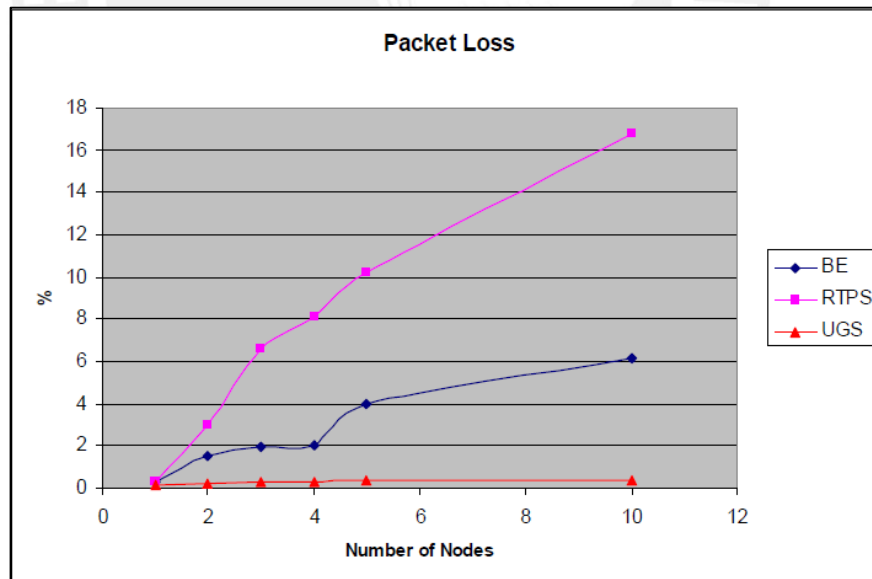
La Figura A3-5 muestra la variación de rendimiento global para el tráfico de vídeo conforme el número de nodos se incrementa. El rendimiento global es ligeramente superior en el caso de flujo de servicio UGS. Para los primeros 10 nodos, el rendimiento del flujo de servicio rtPS es el más bajo.



**FIGURA A3-5: VARIACION DEL RENDIMIENTO PARA TRAFICO DE VIDEO (PARAMETROS 64 KBPS H323)**

Fuente: [IEEE08]

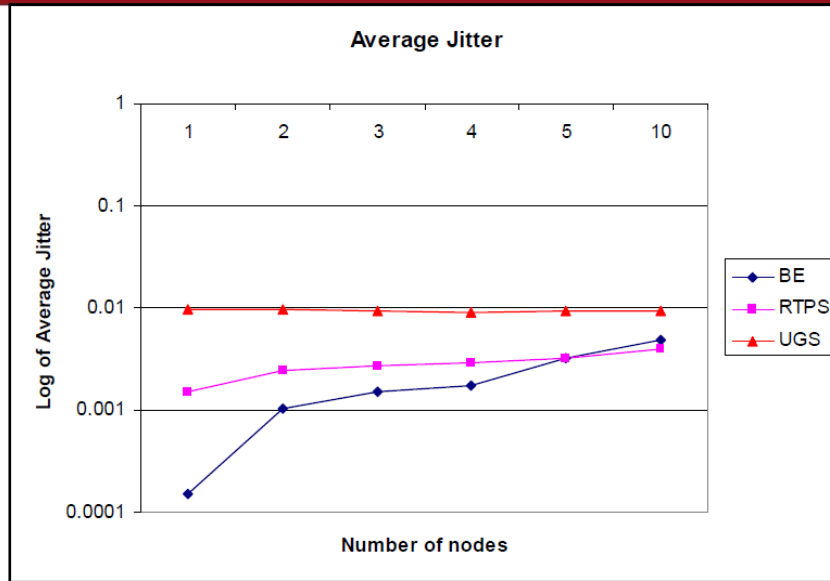
La Figura A3-6 muestra la variación de la pérdida de paquetes conforme el número de nodos se incrementa. rtPS tiene una alta tasa de pérdida de paquetes debido al mecanismo de solicitud de ancho de banda que se utiliza. UGS tiene la menor pérdida de paquetes.



**FIGURA A3-6: VARIACION DEL PROMEDIO DE PAQUETES PERDIDOS PARA TRÁFICO DE VÍDEO (PARAMETROS 64 KBPS H323)**

Fuente: [IEEE08]

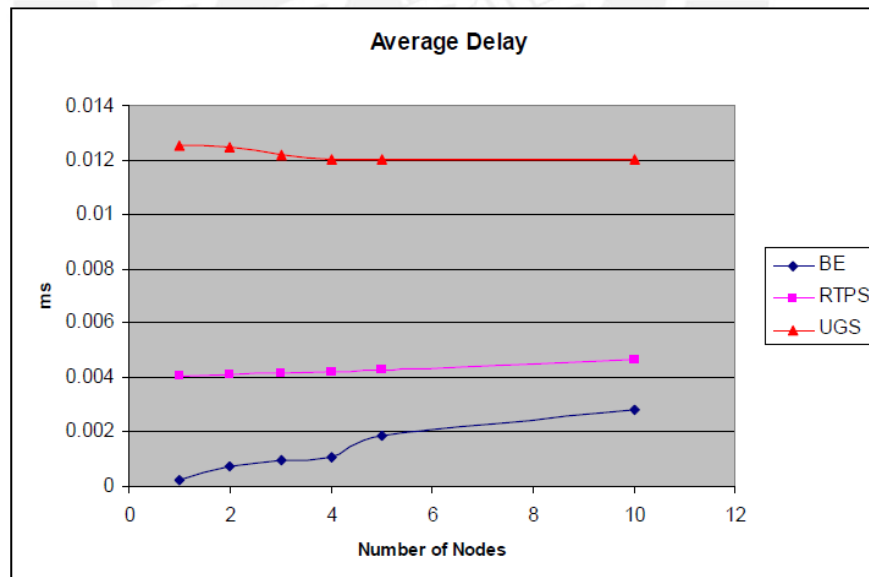
La figura A3-7 muestra la variación promedio de jitter. Para hacer la comparación más sencilla se emplea una escala logarítmica. De la figura se muestra que la fluctuación de fase es muy constante para el flujo UGS. Sin embargo, rtPS tiene menor jitter que UGS.



**FIGURA A3-7: VARIACION DEL PROMEDIO DE JITTLER PARA TRAFICO DE VIDEO (PARAMETROS 64 KBPS H323)**

Fuente: [IEEE08]

La figura A3-8 muestra la variación promedio de retardo conforme el número de nodos aumenta. UGS tiene mayor retraso en comparación con BE y rtPS. A medida que el número de nodos incrementa, la demora media aumenta rápidamente para BE en comparación con rtPS.



**FIGURA A3-8: VARIACION DE RETARDO PARA TRAFICO DE VIDEO (PARAMETROS 64KBPS H.263)**

Fuente: [IEEE08]

De acuerdo a estudio realizado, el flujo de servicio rtPS es más optimizado para la transmisión de tráfico de vídeo.

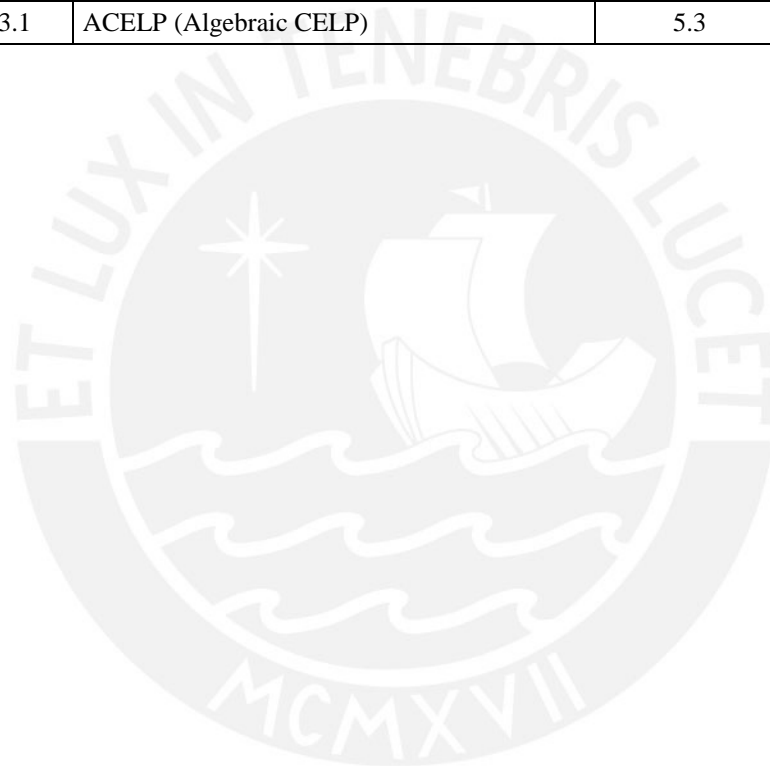
## ANEXO 4: SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

## 4.1 Telefonía VoIP

TABLA A4-1: CODIFICADORES DE VOZ

Fuente: [PUCP 12]

| Codificador        | Módulo de compresión                                 | Tasa de bits (Kbps) | Factor de compresión |
|--------------------|------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|
| G.711              | PCM(Pulse Code Modulation)                           | 64                  | 1                    |
| G.726              | ADPCM(Adaptive Differential PCM)                     | 32                  | 2                    |
| G.728              | LD-CELP(Law Delay-Code Excited Linear Prediction)    | 16                  | 4                    |
| G.729 <sup>a</sup> | CS-ACELP(Conjugate Structure- Algebraic CELP)        | 8                   | 8                    |
| G.723.1            | MP-MLQ (Multi Pulse-Maximum Likelihood Quantization) | 6.3                 | 10                   |
| G.723.1            | ACELP (Algebraic CELP)                               | 5.3                 | 12                   |



### 4.1.1 Ancho de Banda de Codecs de Voz

Table 4 lists the effects of payload size on the bandwidth requirements of various codecs.

*Table 4 Voice Codec Characteristics*

| Algorithm | Voice BW (kb/s) | Frame Size (bytes) | Cisco Payload (bytes) | Packets per Second | IP/UDP/RTP Header (bytes) | CRTP Header (bytes) | L2    | Layer 2 Header (bytes) | Total Bandwidth (kb/s) No VAD | Total Bandwidth (kb/s) With VAD |
|-----------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|-------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| G.711     | 64              | 80                 | 160                   | 50                 | 40                        | —                   | Ether | 14                     | 85.6                          | 42.8                            |
| G.711     | 64              | 80                 | 160                   | 50                 | —                         | 2                   | Ether | 14                     | 70.4                          | 35.2                            |
| G.711     | 64              | 80                 | 160                   | 50                 | 40                        | —                   | PPP   | 6                      | 82.4                          | 41.2                            |
| G.711     | 64              | 80                 | 160                   | 50                 | —                         | 2                   | PPP   | 6                      | 67.2                          | 33.6                            |
| G.711     | 64              | 80                 | 160                   | 50                 | 40                        | —                   | FR    | 4                      | 81.6                          | 40.8                            |
| G.711     | 64              | 80                 | 160                   | 50                 | —                         | 2                   | FR    | 4                      | 66.4                          | 33.2                            |
| G.711     | 64              | 80                 | 80                    | 100                | 40                        | —                   | Ether | 14                     | 107.2                         | 53.6                            |
| G.711     | 64              | 80                 | 80                    | 100                | —                         | 2                   | Ether | 14                     | 76.8                          | 38.4                            |
| G.711     | 64              | 80                 | 80                    | 100                | 40                        | —                   | PPP   | 6                      | 100.8                         | 50.4                            |
| G.711     | 64              | 80                 | 80                    | 100                | —                         | 2                   | PPP   | 6                      | 70.4                          | 35.2                            |
| G.711     | 64              | 80                 | 80                    | 100                | 40                        | —                   | FR    | 4                      | 99.2                          | 49.6                            |
| G.711     | 64              | 80                 | 80                    | 100                | —                         | 2                   | FR    | 4                      | 68.8                          | 34.4                            |
| G.729     | 8               | 10                 | 20                    | 50                 | 40                        | —                   | Ether | 14                     | 29.6                          | 14.8                            |
| G.729     | 8               | 10                 | 20                    | 50                 | —                         | 2                   | Ether | 14                     | 14.4                          | 7.2                             |
| G.729     | 8               | 10                 | 20                    | 50                 | 40                        | —                   | PPP   | 6                      | 26.4                          | 13.2                            |
| G.729     | 8               | 10                 | 20                    | 50                 | —                         | 2                   | PPP   | 6                      | 11.2                          | 5.6                             |
| G.729     | 8               | 10                 | 20                    | 50                 | 40                        | —                   | FR    | 4                      | 25.6                          | 12.8                            |
| G.729     | 8               | 10                 | 20                    | 50                 | —                         | 2                   | FR    | 4                      | 10.4                          | 5.2                             |
| G.729     | 8               | 10                 | 30                    | 33                 | 40                        | —                   | Ether | 14                     | 22.4                          | 11.2                            |
| G.729     | 8               | 10                 | 30                    | 33                 | —                         | 2                   | Ether | 14                     | 12.3                          | 6.1                             |
| G.729     | 8               | 10                 | 30                    | 33                 | 40                        | —                   | PPP   | 6                      | 20.3                          | 10.1                            |
| G.729     | 8               | 10                 | 30                    | 33                 | —                         | 2                   | PPP   | 6                      | 10.1                          | 5.1                             |
| G.729     | 8               | 10                 | 30                    | 33                 | 40                        | —                   | FR    | 4                      | 19.7                          | 9.9                             |
| G.729     | 8               | 10                 | 30                    | 33                 | —                         | 2                   | FR    | 4                      | 9.6                           | 4.8                             |
| G.723.1   | 6.3             | 30                 | 30                    | 26                 | 40                        | —                   | Ether | 14                     | 17.6                          | 8.8                             |
| G.723.1   | 6.3             | 30                 | 30                    | 26                 | —                         | 2                   | Ether | 14                     | 9.7                           | 4.8                             |
| G.723.1   | 6.3             | 30                 | 30                    | 26                 | 40                        | —                   | PPP   | 6                      | 16.0                          | 8.0                             |
| G.723.1   | 6.3             | 30                 | 30                    | 26                 | —                         | 2                   | PPP   | 6                      | 8.0                           | 4.0                             |
| G.723.1   | 6.3             | 30                 | 30                    | 26                 | 40                        | —                   | FR    | 4                      | 15.5                          | 7.8                             |
| G.723.1   | 6.3             | 30                 | 30                    | 26                 | —                         | 2                   | FR    | 4                      | 7.6                           | 3.8                             |
| G.723.1   | 5.3             | 30                 | 30                    | 22                 | 40                        | —                   | Ether | 14                     | 14.8                          | 7.4                             |
| G.723.1   | 5.3             | 30                 | 30                    | 22                 | —                         | 2                   | Ether | 14                     | 8.1                           | 4.1                             |

**FIGURA A4-3: ANCHO DE BANDA DE CODECS DE VOZ**

Fuente: [VELA11]

### 4.2 Compresión de vídeo

El ojo humano tiene la propiedad de que, cuando una imagen incide en la retina, se retiene durante algunos milisegundos antes de desaparecer. Si una secuencia de imágenes incide a 50 o más imágenes por segundo, el ojo no nota que está viendo imágenes discretas. Todos los sistemas del video aprovechan este principio para producir imágenes en movimiento. Para un



entendimiento de los sistemas de vídeo, se hará referencia a los sistemas analógicos en blanco y negro, que representan cada cuadro como una función de voltaje unidimensional en el tiempo. Para capturar la imagen una cámara de vídeo barre rápidamente un haz de electrones a lo ancho de la imagen y lentamente hacia abajo registrando la intensidad de luz a su paso. Esta intensidad como función del tiempo se difunde, y los receptores repiten el proceso de barrido para reconstruir la imagen.

Los parámetros de barrido exactos varían de acuerdo al país, así tenemos el sistema NTSC (Nacional Televisión Standards Committee) de 525 líneas, 30 cuadros por segundo y una relación de aspecto horizontal a vertical de 4:3, el sistema PAL/SECAM (Phase Alternating Line/Secuencial Coulerur Avec Memoire) de 625 líneas, 25 cuadros por segundo y relación de aspecto horizontal a vertical de 16:9. Con la tasa de repetición de 25 y 30 cuadros/segundo, se percibirá un parpadeo en la imagen, lo que es corregido al tener primero un cuadro con líneas impares y luego un cuadro con líneas pares, llamados campos, consiguiendo un efecto de duplicación en la frecuencia de aparición.

En el vídeo a colores se tiene el mismo patrón para la captura y despliegue del vídeo, pero empleando tres haces para el barrido, uno rojo, uno verde y uno azul (RGB), aprovechando las propiedades que tienen estos colores primarios, para que a partir de ellos se pueda obtener cualquier color empleando superposición lineal entre ellos y la intensidad apropiada. Los sistemas actuales combinan las señales de luminancia (brillo) y dos de crominancia (color). El ojo humano es más sensible a la señal de luminancia, por lo que las señales de crominancia no necesitan transmitirse con tanta precisión, ocupando menor ancho de banda. La señal de luminancia se transmite a la misma frecuencia que la señal de blanco y negro, mientras que la señal de crominancia se transmite a una frecuencia más alta, así un televisor blanco y negro recibe únicamente la señal de luminancia pero discrimina el color.

Los sistemas digitales se representan de manera más simple al ser una secuencia de macro bloques, que consisten en una malla rectangular de elementos de imagen, conocidos como píxeles. El vídeo en blanco y negro utiliza 8 bits/píxel consiguiendo representar 256 niveles de gris. Para una buena calidad en vídeo a color se usan 8 bits por cada color RGB, permitiendo el uso de 24 bits/píxel, lo cual limita a 16 millones de colores.

La geometría es la misma que un sistema analógico, donde las líneas continuas de barrido se reemplazan por filas de píxeles discretos. Para producir una imagen uniforme, debe tenerse al menos 25 cuadros/segundo, manteniendo la relación de aspecto horizontal a vertical 4:3.

**ANEXO 5: HOJAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS**

**Equipo WiMAX Modelo LNK-LU150-N- Albentia**

| Radio parameters                  | LNK-150/135                                                                                            | LNK-350                                                   |     |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----|
| Frequency band                    | 4900-5875 MHz (LNK-150), 3300-3600 MHz (LNK-135)                                                       | 5150 - 5915 MHz                                           |     |
| Modulation                        | OFDM IEEE 802.16-2009 - 256 subcarriers                                                                | OFDM, MIMO 2x2                                            |     |
| Supported channel bandwidth       | 3.5, 5, 7 and 10 MHz                                                                                   | 20, 40 MHz                                                |     |
| Adaptive modulation               | BPSK, QPSK, 16QAM and 64QAM                                                                            |                                                           |     |
| FEC                               | Reed-Solomon and Convolutional Code IEEE 802.16-2009                                                   | Reed-Solomon and Convolutional Code                       |     |
| Maximum RF power                  | +20 dBm                                                                                                | +28 dBm (+/- 2)                                           |     |
| Transmission power control        | > 30 dB                                                                                                | > 30 dB                                                   |     |
| Duplexing technique               | TDD (Time Domain Duplexing)                                                                            |                                                           |     |
| Uplink/downlink allocation        | Programmable from 85-15% to 90-10%                                                                     | N/A                                                       |     |
| DFS                               | Yes                                                                                                    |                                                           |     |
| Antenna                           | 23 dBi integrated or N-type connector                                                                  | 23 dBi integrated or N-type connectors (x2)               |     |
| Sensitivity                       | -92 dBm / -75 dBm                                                                                      | -94 dBm / -72 dBm                                         |     |
| <b>Traffic and throughput</b>     |                                                                                                        |                                                           |     |
| Maximum over-the-air rate         | 50 Mbps                                                                                                | 300 Mbps                                                  |     |
| Net Ethernet traffic              | 35 Mbps                                                                                                | 220 Mbps                                                  |     |
| Maximum PPS                       | 10 000                                                                                                 | 60 000                                                    |     |
| ARQ support                       | Yes. To be selected according to service                                                               | Yes                                                       |     |
| Encryption                        | AES128 and 3DES                                                                                        | AES128                                                    |     |
| <b>Quality of Service (QoS)</b>   |                                                                                                        |                                                           |     |
| QoS control                       | QoS Layer 2. Guaranteed min/max per service flow                                                       | N/A                                                       |     |
| Service differentiation           | Layer 2                                                                                                | MAC source/destination address, EtherType, VLAN tag       | N/A |
|                                   | Layer 3                                                                                                | DSCP ToS, IP source/destination and subnet, protocol type | N/A |
|                                   | Layer 4                                                                                                | TCP, UDP source/destination port range                    | N/A |
| Service flows per user            | 16                                                                                                     | N/A                                                       |     |
| <b>Management</b>                 |                                                                                                        |                                                           |     |
| Local management interfaces       | HTTP / HTTPS / SSH / XML-RPC                                                                           | HTTP / HTTPS / SSH / SFTP                                 |     |
| Remote management interfaces      | SNMP v1/2/3, XML-RPC                                                                                   | SNMP v1/2/3                                               |     |
| <b>Networking functionality</b>   |                                                                                                        |                                                           |     |
| Layer 2 functionality             | Bridging (IEEE 802.1), VLAN (IEEE 802.1q)                                                              | Bridging (802.1), VLAN (802.1q), ISL, MPLS                |     |
| Layer 3 functionality             | Dynamic/static routing, NAT, DHCP server/client                                                        | N/A                                                       |     |
| Data interface                    | 10/100 Base-T Ethernet RJ45                                                                            | 10/100/1000 Base-T                                        |     |
| <b>Physical features</b>          |                                                                                                        |                                                           |     |
| Size (model: 23 dBi int. antenna) | 306 x 306 x 82 mm                                                                                      | 370 x 370 x 93.5 mm                                       |     |
| ODU weight (23 dBi int. antenna)  | 3.3 kg (including mounting kit)                                                                        | 3.6 kg (including mounting kit)                           |     |
| Size (model: N-type connector)    | 183 x 183 x 43 mm                                                                                      | 183 x 183 x 43 mm                                         |     |
| ODU weight (N-type connector)     | 2.2 kg (including mounting kit)                                                                        | 2.2 kg (including mounting kit)                           |     |
| Operating temperature range       | From -30 °C to +55 °C (working environment temperature)                                                |                                                           |     |
| PoE supply                        | 100-240 VAC 50/60 Hz input, 24 VDC 1 A output                                                          | 100-240VAC 50/60Hz input, 48VDC output                    |     |
| ODU power supply                  | 10-24 VDC                                                                                              | 48 VDC (nominal)                                          |     |
| Power consumption                 | <10 W (100% traffic)                                                                                   |                                                           |     |
| <b>Standards</b>                  |                                                                                                        |                                                           |     |
| Protocol                          | IEEE 802.16-2009                                                                                       | Proprietary                                               |     |
| Radio                             | ETSI EN 301 893, ETSI EN 302 502                                                                       |                                                           |     |
| Environment                       | IP67 protection, IEC 61000-4-2 (ESD), IEC 61000-4-5 (Surge) IEC 61000-4-2 (ESD), IEC 61000-4-5 (Surge) |                                                           |     |
| EMC                               | ETSI EN 301 489-1 v1.8.1 and ETSI EN 301 489-17 v1.2.1                                                 |                                                           |     |

**FIGURA A5-4: HOJA TECNICA EQUIPO WIMAX MODELO LNK-LU150-N**

Fuente: [ALB13]

**Equipo WiMAX Modelo BreezeNET B28- Alvarion**

**Escenario de instalación para la gama completa de opciones de servicios Ethernet**

BreezeNET B está disponible en varias configuraciones lo que asegura una solución de costo y desempeño óptimos para cada instalación.

| Configuración         | Rango de frecuencia | ancho de banda          | Producción neta (FTP)                                         | Opciones de mejora | Antena                           | Información adicional                                             |
|-----------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>BreezeNET B10</b>  | 5.4 y 5.8 GHz       | canales 10 y 20 MHz     | Hasta 10 Mbps agregados                                       | Ninguna            | Antena integrada desde 16/20 dBi | Enlace completo en una caja (unidad de base y puente a distancia) |
| <b>BreezeNET B14</b>  | 2.4 y 5x GHz        | canales 10 y 20 MHz     | Hasta 14 Mbps (hasta 7 Mbps uplink y hasta 7 Mbps downlink)   | B28 y B100         | Antena integrada desde 16/20 dBi | Hasta 2 E1/T1 enlaces (opcional)                                  |
| <b>BreezeNET B28</b>  | 5x GHz              | canales 10, 20 y 40 MHz | Hasta 35 Mbps (hasta 20 Mbps uplink y hasta 20 Mbps downlink) | B100               | Antena externa hasta 24/28 dBi   | Hasta 2 E1/T1 enlaces (opcional)                                  |
| <b>BreezeNET B100</b> | 2.4 y 5x GHz        | canales 10, 20 y 40 MHz | Hasta 73 Mbps (hasta 70 Mbps uplink y hasta 70 Mbps downlink) | Ninguna            |                                  | Hasta 4 E1/T1 enlaces (opcional)                                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Radio</b></p> <p><b>Frecuencia</b></p> <p><b>B10</b><br/>5.47-5.725 GHz<br/>5.725-5.875 GHz</p> <p><b>B14</b><br/>5.150-5.350 GHz<br/>5.250-5.350 GHz<br/>5.470-5.725 GHz<br/>5.725-5.875 GHz<br/>(código universal de país con HW rev. C)<br/>2.400-2.484 GHz</p> <p><b>Antena</b></p> <p><b>B10</b><br/>RB/BU 5 GHz Antena integrada<br/>14° h/v 20 dBi EN 302 085,<br/>Cumple con Clase TS 1,2,3,4,5</p> | <p><b>B28+B100</b><br/>5.150-5.350 GHz<br/>5.250-5.350 GHz<br/>5.470-5.725 GHz<br/>5.725 - 5.875 GHz<br/>(código universal de país con HW rev. C)<br/>5.725-5.850 GHz (todos los otros códigos de país)</p> | <p><b>Modulation</b><br/>Modulación OFDM, BPSK, QPSK, QAM16, QAM64</p> <p><b>Tipo de radio</b><br/>OFDM TDD</p> <p><b>Canal BW</b></p> <p><b>B10</b><br/>10/20 MHz<br/>B14+B28+B100<br/>10/20/40 MHz</p> <p><b>B14</b><br/>RB/BU 2.4 GHz Antena externa<br/>24 dBi, 6° horizontal x 10° vertical plana<br/>RB/BU 2.4 GHz Antena integrada<br/>16 dBi 20° horizontal x 20° vertical plana<br/>Cumple con EN 301 525 v1.1.1 TS 2 (2000-06)</p> | <p><b>Máxima producción neta</b></p> <p>B10: 10 Mbps<br/>B14: 14 Mbps<br/>B28: 28 Mbps B100:<br/>73 Mbps potencia exteriores (en puerto antena)</p> <p><b>B10-B100</b><br/>Hasta 21 dBm (depende de regulación)<br/>montaje en pared/poste con opción de incl.</p> <p><b>B14-B100</b><br/>RB/BU 5 GHz Antena externa<br/>23 dBi, 9° plana; 28 dBi, 4.5° plana<br/>RB/BU 5 GHz Antena integrada<br/>21 dBi, 10.5° horizontal x 10.5° vertical, plana EN 302 085,<br/>Cumple con Clase TS 1,2,3,4,5</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

\* Sujeto a regulaciones locales

**FIGURA A5-2: HOJA TECNICA EQUIPO WIMAX MODELO BREEZENET B28**

Fuente: [ALV13]

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Comunicaciones de datos</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>Cump. estándar y redes</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 IEEE 802.3 CSMA/CD 1x 10/100BaseT<br/> <b>VLAN Support</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 Basado en 802.1q 802.1q transparente o rotulado y rerotulado</p>                                                                                                                                                     | <p><b>QoS</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 Prioridad enlace inalámbrico (WLP)<br/>                 802.1p DRAP IP TOS/DSCP Procesamiento de paquetes rápido<br/> <b>B14-B100</b><br/>                 Tres 10/100base T. Cumple con IEEE 802.3 LAN, WAN, y estándares locales, Cuatro T1/E1: RJ-45. Cumple con ANSI T1.403, ITU-T G.703; AT&amp;T TR-62411</p> | <p><b>Seguridad</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 a. Protocolo asociación -ESSID<br/>                 b. WEP 128, AES 128, FIPS 197<br/>                 c. Filtración nivel IP para dirección o protocolo de usuario<br/>                 d. Dirección de acceso y filtración dirección IP para gestión</p> |
| <p><b>Gestión configuración</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>Opciones de gestión</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 Monitor vía Telnet, SNMP y configuración carga/descarga<br/> <b>Asignación de dirección IP</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 Configurable o automático (cliente DHCP)</p>                                                                                                                                        | <p><b>Mejoramiento SW</b><br/> <b>B14-B100</b><br/>                 Via TFTP y FTP<br/> <b>Configuración carga/descarga</b><br/>                 Via TFTP y FTP</p>                                                                                                                                                                                                         | <p><b>Agents SNMP</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 SNMP v1 cliente, MIB II, Puente MIB, Private BreezeACCESS@ VL MIB</p>                                                                                                                                                                                    |
| <p><b>Características eléctricas -RB/BU</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>Consumo de energía</b><br/> <b>B10-B100: 25W</b><br/> <b>Cable interiores/exteriores</b><br/>                 CAT-5 blindado, 90m máx</p>                                                                                                                                                                                                                                                      | <p><b>Indicadores</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 Unidad int.: LEDS de aliment, enlace, Ethernet, Unidad ext.: LED estado, Ethernet y enlace W, indicador barra SNR 10 (RB solamente)</p>                                                                                                                                                                     | <p><b>Alimentación CA</b><br/>                 Unidad int.: Enchufe aliment. CA 3 pin aliment, proporciona 56 VCC a la unidad<br/>                 Conectores RJ-45</p>                                                                                                                                                  |
| <p><b>Físico y medioambiental</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>Dimensiones RB/BU</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 Unidad int.: 16 x 9 x 6 cm (0.55 kg)<br/>                 Unidad ext. con antena integrada en 2.4 GHz: 43.2 x 30.2 x 5.9 cm (2.9 kg)<br/>                 Unidad ext. con antena integrada en 5 GHz: 30.5 x 30.5 x 6.2 cm (3.3 kg)<br/>                 Unidad ext. desprendida (sin antena): 30.6 x 12 x 4.7 cm (1.85 kg)</p> | <p><b>B14-B100</b><br/>                 4 cm x 18 cm x 5.9 cm (0.36 kg)<br/>                 Temperatura operativa<br/> <b>B10-B100</b><br/>                 Unidad ext.: -40°C to 55°C<br/>                 Unidad int.: 0°C to 40°C<br/>                 Unidad int.: 0°C to 40°C<br/>                 Humedad operativa</p>                                              | <p><b>B10-B100</b><br/>                 Unidad ext.: 5%-95% sin condensación, protegido contra clima,<br/>                 Unidad int.: 5%-95% sin condensación</p>                                                                                                                                                      |
| <p><b>Estándares y regulaciones</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>Radio</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 FCC parte 15.247, FCC P15.407,<br/>                 ETSI: EN 302 502, EN 301 893 (1.3.1),<br/>                 EN 300 440-1/2, EN 300 328<br/> <b>EMC</b><br/>                 B10-B100<br/>                 FCC parte 15 clase B<br/>                 ETSI: EN 301489-1</p>                                                               | <p><b>Seguridad</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 UL 60950-1, EN 60950-1<br/> <b>Protección contra rayos</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 EN 61000-4-5, clase 3 (2kV)<br/> <b>Almacenamiento</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 ETS 300 019-2-1 class 1.2E</p>                                                                          | <p><b>Transporte</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 ETS 300 019-2-2 clase 2.3T<br/> <b>Medio ambiental</b><br/> <b>B10-B100</b><br/>                 Operación: ETS 300 019 parte 2-3 clase 3.2E para unidades internas<br/>                 ETS 300 019 parte 2-4 clase 4.1E para unidad en exteriores</p>   |

FIGURA A5-2: HOJA TECNICA EQUIPO WIMAX MODELO BREEZENET B28

(CONTINUACIÓN)

Fuente: [ALV13]

Equipo de Solución Propietaria Modelo RADWIN 2000 Serie C-Radwin

| Configuración                                                    |                                                                                                                                                    |           |            |                  |     |       |     |     |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|------------------|-----|-------|-----|-----|
| Arquitectura                                                     | ODU: ODU (Outdoor Unit) con antena integrada o unidad de conexión para antena externa<br>IDU: (Indoor Unit) Unidad de interiores o dispositivo PoE |           |            |                  |     |       |     |     |
| Interfaz IDU a ODU                                               | Cable de exteriores CAT-5e; longitud máxima del cable: 100 m                                                                                       |           |            |                  |     |       |     |     |
| Rendimiento máximo                                               |                                                                                                                                                    |           |            |                  |     |       |     |     |
|                                                                  | Agregado                                                                                                                                           | Simétrico | Asimétrico | TDM              |     |       |     |     |
| RADWIN 2000 Serie C                                              | 200 Mbps                                                                                                                                           | 100 Mbps  | 100 Mbps   | Hasta 16 E1s/T1s |     |       |     |     |
| RADWIN 2000 Serie L                                              | 100 Mbps                                                                                                                                           | 50 Mbps   | -          |                  |     |       |     |     |
| RADWIN 2000 Serie PDH                                            | 20 Mbps                                                                                                                                            | 10 Mbps   | -          |                  |     |       |     |     |
| Radio                                                            |                                                                                                                                                    |           |            |                  |     |       |     |     |
| Alcance                                                          | Hasta 120 Km/75 millas                                                                                                                             |           |            |                  |     |       |     |     |
| Bandas de frecuencia                                             | 2,302-2,472 GHz, 3,400-3,700 GHz y 4,800-6,060 GHz<br>Radios multibanda soportadas                                                                 |           |            |                  |     |       |     |     |
| Ancho de banda de canal                                          | Serie C                                                                                                                                            | Serie L   | Serie PDH  |                  |     |       |     |     |
|                                                                  | 10/20/40 MHz                                                                                                                                       | 10/20 MHz | 10/20 MHz  |                  |     |       |     |     |
| Potencia de Tx máxima                                            | 25 dBm @ 4,8 - 6,0 GHz; 26 dBm @ 2,x GHz; 26 dBm @ 3,x GHz                                                                                         |           |            |                  |     |       |     |     |
| Codificación y modulación adaptativa                             | Soportada                                                                                                                                          |           |            |                  |     |       |     |     |
| Selección automática de canales                                  | Soportada                                                                                                                                          |           |            |                  |     |       |     |     |
| Diversidad                                                       | Polarización y diversidad espacial soportadas                                                                                                      |           |            |                  |     |       |     |     |
| Visor de espectro                                                | Soportada                                                                                                                                          |           |            |                  |     |       |     |     |
| Tecnología dúplex                                                | TDD                                                                                                                                                |           |            |                  |     |       |     |     |
| Cifrado                                                          | AES 128                                                                                                                                            |           |            |                  |     |       |     |     |
| Sincronización TDD                                               | Sincronización en el sitio<br>Sincronización entre sitios mediante unidad GSU                                                                      |           |            |                  |     |       |     |     |
| Parámetros de radio                                              |                                                                                                                                                    |           |            |                  |     |       |     |     |
| Modulación                                                       | 2x2 MIMO-OFDM                                                                                                                                      |           |            |                  |     |       |     |     |
|                                                                  | BPSK                                                                                                                                               | QPSK      |            | 16QAM            |     | 64QAM |     |     |
| Relación de corrección de errores FEC (Forward Error Correction) | 1/2                                                                                                                                                | 1/2       | 3/4        | 1/2              | 3/4 | 2/3   | 3/4 | 5/6 |
| Velocidad de aire [Mbps] @ canal de 20 MHz                       | 13                                                                                                                                                 | 26        | 39         | 52               | 78  | 104   | 117 | 130 |
| Sensibilidad (dBm) @ BER <10E-11, 20 MHz                         | -88                                                                                                                                                | -86       | -83        | -81              | -80 | -72   | -70 | -67 |

FIGURA A5-3: HOJA TECNICA EQUIPO RADWIN 2000 SERIE C

Fuente: [RAD13]

Equipo de Solución Propietaria Modelo RADWIN 2000 Serie C-Radwin

| Interfaz Ethernet                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Número de puertos                | 2 en IDU-C e IDU-E; 1 en dispositivo PoE 10/100BaseT con autonegociación (IEEE 802.3u) Entramado/Codificación IEEE 802.3                                                                                                                                                                                  |
| Puerto SFP                       | Soportado en IDU-C (tipo FE)                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| VLAN                             | 802.1Q, 802.1P y Tagging QinQ (soportado en IDU-C e IDU-E RW-71XX)                                                                                                                                                                                                                                        |
| QoS                              | Soportado 4 niveles                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Máxima velocidad de información  | Configurable en pasos de 1 Kbps                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Conector                         | RJ-45                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Tamaño máximo de trama           | 2048 Bytes                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Latencia                         | 3 ms (típica)                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Protección de servicio           | Soporte incorporado: topología 1+1 y anillo                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Interfaz TDM                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Número de puertos                | Hasta 16 E1s/T1s en IDU-C; 2 E1s/T1s en IDU-E                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Tipo                             | E1/T1 configurable por RADWIN Manager                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Tramado                          | No tramado (transparente)                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Temporización                    | Temporización independiente por puerto, Tx y Rx                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Conector                         | RJ-45                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Cumplimiento de normas           | ITU-T G.703, G.826                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Código de línea                  | E1: HDB3 @ 2,048 Mbps<br>T1: B8ZS/AMI @ 1,544 Mbps                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Latencia                         | Configurable: 5-20 ms (predeterminada: 8 ms)                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Impedancia                       | E1: 120Ω, balanceada<br>T1: 100Ω, balanceada                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Jitter & Wander                  | Según ITU-T G.823, G.824                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Protección de servicio           | "Hot Standby" Monitoreado (MHS) 1+1 en IDU-C                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Gestión                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Aplicación de gestión de enlaces | RADWIN Manager                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Protocolo                        | SNMP y Telnet                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Aplicación NMS                   | RADWIN NMS (RNMS)                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Mecánico                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Dimensiones y peso               | ODU (con antena integrada)<br>37,1 cm (W) x 37,1 cm (H) x 11 cm (D); 3,5 kg/7 lbs<br><br>ODU Conectorizado:<br>19,5 cm (W) x 27,0 cm (H) x 8,0 cm (D); 1,8 kg/3,6 lbs<br><br>IDU-C: 43,6 cm (W) x 4,4 cm (H) x 21 cm (D); 1,5 kg/3,3 lbs<br><br>IDU-E: 22 cm (W) x 4,4 cm (H) x 17 cm (D); 0,5 kg/1,1 lbs |
| Potencia                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Suministro de potencia           | -20 a -60 Vcc (alimentación doble en IDU-C)<br>100-240 Vca, 50/60 Hz                                                                                                                                                                                                                                      |
| Consumo de potencia              | < 35 W (ODU+IDU)<br>< 25 W (dispositivo ODU+PoE)                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Ambiental                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Temperatura de funcionamiento    | ODU: -35°C a 60°C/-31°F a 140°F<br>IDU: 0°C a 50°C/32°F a 122°F                                                                                                                                                                                                                                           |
| Humedad                          | ODU: condensación 100%, IP67 (totalmente protegido contra polvo e inmersión hasta 1 m)<br>IDU-C: 90% sin condensación                                                                                                                                                                                     |
| Golpe y vibración                | EN 300 019-2-4 IEC 60068-2 Clase 4M5                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Regulaciones de radio            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| FCC                              | 47CFR, Parte 15 Subpartes C&E; Parte 90 Subparte Y                                                                                                                                                                                                                                                        |
| IC (Canadá)                      | RSS-210, RSS-111                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ETSI                             | EN 300 328; EN 301 893; EN 302 502                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| WPC (India)                      | GSR-38                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| MII (China)                      | Regulación de Banda 5.8 GHz                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| seguridad                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| FCC/IC (cTUVus)                  | UL 60950-1, UL 60950-22, CAN/CSA C22.2 60950-1, CAN/CSA C22.2 60950-22                                                                                                                                                                                                                                    |
| ETSI                             | EN/IEC 60950-1, EN/IEC 60950-22                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| EMC                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| FCC                              | 47CFR Clase B, Parte 15, Subparte B                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ETSI                             | EN 300 386, EN 301 489-4                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| CAN/CSA                          | CISPR 22-04 Clase B                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| AS/NZS                           | CISPR 22-2006 Clase B                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

FIGURA A5-3: HOJA TECNICA EQUIPO RADWIN 2000 SERIE C

Fuente: [RAD13]

Equipo de Solución Proprietaria Modelo RDL-3000-RedLine

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>System Capability</b>     | LOS/OLOS/NLOS, PMP Sector / PTP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Wireless transmission</b> | OFDM (orthogonal frequency-division, multiplexing), 2 x 2 A/B MIMO, TDD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>RF Band</b>               | 470-698 MHz <sup>1</sup> , 2300-2700 MHz <sup>1</sup> , 3300-3800 MHz <sup>1</sup> , 4940-5875 MHz <sup>1</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Channel size</b>          | 3.5/5/7/10/14/20 MHz <sup>1</sup> (software selectable)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Data Rate</b>             | Up to 120 Mbps UBR / 100 Mbps Ethernet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Latency</b>               | <10 ms                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Processing Speed</b>      | >150,000 PPS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Max Range</b>             | 100 km (66 mi)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Max Tx power</b>          | +26 dBm <sup>1</sup> (MIMO, frequency band specific)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>PoE Cable</b>             | Up to 91 m (300 ft)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Network Attributes</b>    | Transparent bridge, automatic link distance ranging, DHCP pass-through, 802.1Q VLAN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Modulation</b>            | BPSK to 64 QAM, TDMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>MAC</b>                   | Dynamic ARQ (per-link), Dynamic adaptive modulation (per-link), Dynamic and fixed TDD (per link)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>QoS</b>                   | 802.1 p/Q, CIR, PIR support, Multiple service flows per subscriber, Dynamic Spectrum Access & Management <sup>1</sup> , 802.3x                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>OTA Encryption</b>        | AES-128 <sup>1</sup> and AES-256 <sup>1</sup> (software keyed)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Net Connection</b>        | 10/100 Ethernet (RJ-45)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Authentication</b>        | X.509 Certificates (software keyed)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Management</b>            | ClearView NMS, HTTP (Web), SNMP v2 / v3, Telnet, HTTPS (SSL), SSH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>GPS</b>                   | Built-in (software keyed)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Operating Temp</b>        | -40 °C to +60 °C [-40 °F to +140 °F]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Humidity</b>              | 100% humidity, condensing                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Power Consumption</b>     | Standard IEEE 802.3at                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Compliance</b>            | Safety: IEC, EN, and UL/CSA 60950, EMC: EN 301 489-1, EN 301 489-17, 5.8 GHz <sup>1</sup> : IC RSS-210, FCC Part 15, ETSI EN 302 502, 5.4 GHz <sup>1</sup> : IC RSS-210, FCC Part 15, ETSI EN 301 893, 4.9 GHz <sup>1</sup> : IC RSS-111, FCC Part 90, 3.65 GHz <sup>1</sup> : IC RSS-197, 3.5 GHz <sup>1</sup> : IC RSS-192, 3.3-3.8 GHz <sup>1</sup> : ETSI EN 302 326-2, 2.4 GHz <sup>1</sup> : IC RSS-210 <sup>2</sup> , ETSI 300-328 <sup>2</sup> , 2.3 GHz <sup>1</sup> : IC RSS-195, 600 MHz <sup>1</sup> : IC RSS-196, FCC Part 15H <sup>2</sup> , Security: FIPS 140-2 <sup>3</sup> |
| <b>Enclosure</b>             | IP67 (IEC 60259)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Dimensions</b>            | 290.7 mm x 230 mm x 60.3 mm (11.45 in x 9.06 in x 2.375 in)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Weight</b>                | 2.7 Kg (6 lbs) without bracket or antenna                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

<sup>1</sup> Availability restricted by regional regulations or product options; <sup>2</sup> Pending; <sup>3</sup> In-process

FIGURA A5-4: HOJA TECNICA EQUIPO REDLINE MODELO RDL-3000

Fuente: [RED13]

## ANEXO 6: RadioMobile

### 6.1 Configuración de RadioMobile

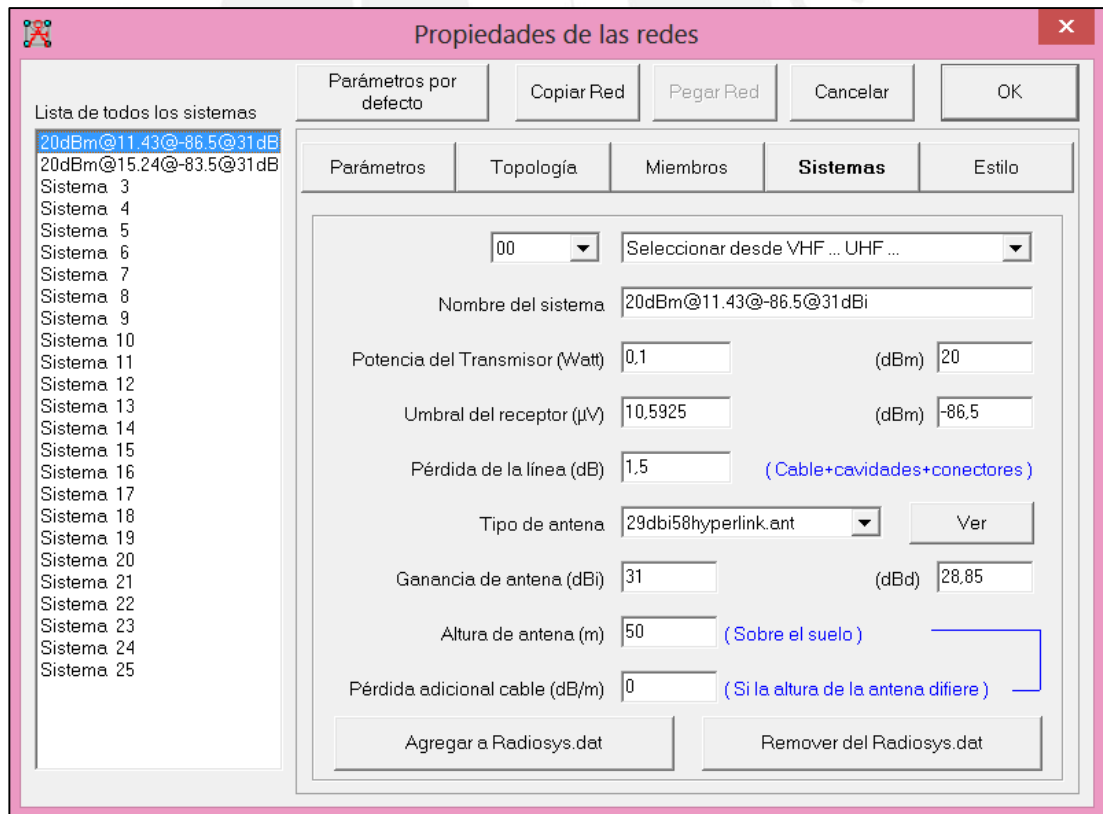
- **Propiedades de las Redes**

Se cuenta con cuatro opciones: Broadcast, Mobile, Accidental y Spot. Por las condiciones que presenta la región de Maynas, se ha elegido la opción Accidental; la cual permite seleccionar porcentajes de dos opciones: tiempo y situación. Al elevar los porcentajes de estos parámetros implica incrementar las pérdidas añadidas al enlace.

- **Implementación de los sistemas**

Las características técnicas de los equipos a emplear deberán introducirse en una pantalla similar a la que se muestra en la Figura A6-1.

Para los enlaces troncales (WiMAX) es necesario considerar la altura de las torres. De tal forma que se pueda calcular la atenuación introducida por los cables coaxiales que conectan la antena con el equipo WiMAX. Generalmente, dichas pérdidas suelen ser bajas. Para el diseño se consideran pérdidas fijas (1.5 dB por sistema)



**Propiedades de las redes**

Lista de todos los sistemas

- 20dBm@11.43@-86.5@31dB
- 20dBm@15.24@-83.5@31dB
- Sistema 3
- Sistema 4
- Sistema 5
- Sistema 6
- Sistema 7
- Sistema 8
- Sistema 9
- Sistema 10
- Sistema 11
- Sistema 12
- Sistema 13
- Sistema 14
- Sistema 15
- Sistema 16
- Sistema 17
- Sistema 18
- Sistema 19
- Sistema 20
- Sistema 21
- Sistema 22
- Sistema 23
- Sistema 24
- Sistema 25

Parámetros por defecto Copiar Red Pegar Red Cancelar OK

Parámetros Topología Miembros **Sistemas** Estilo

00 Seleccionar desde VHF ... UHF ...

Nombre del sistema 20dBm@11.43@-86.5@31dB

Potencia del Transmisor (Watt) 0.1 (dBm) 20

Umbral del receptor (µV) 10.5925 (dBm) -86.5

Pérdida de la línea (dB) 1.5 (Cable+cavidades+conectores)

Tipo de antena 29dbi58hyperlink.ant Ver

Ganancia de antena (dBi) 31 (dBd) 28.85

Altura de antena (m) 50 (Sobre el suelo)

Pérdida adicional cable (dB/m) 0 (Si la altura de la antena difiere)

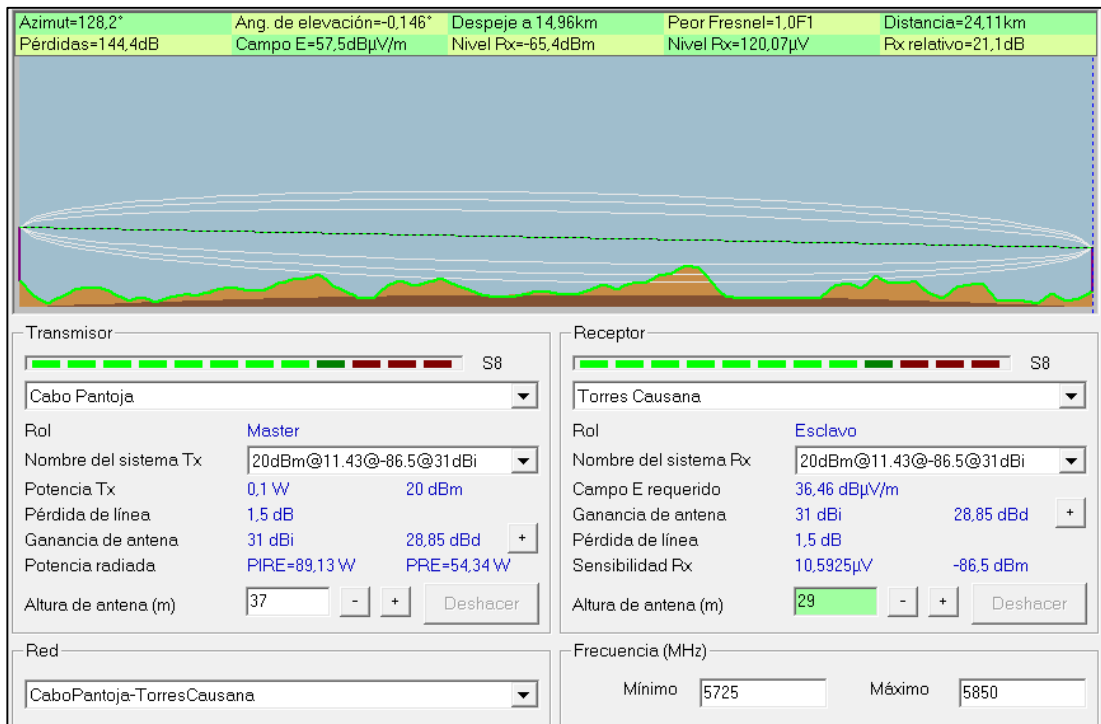
Agregar a Radiosys.dat Remover del Radiosys.dat

**FIGURA A6-1: PROPIEDADES DE LAS REDES**

Fuente: “Elaboración propia”

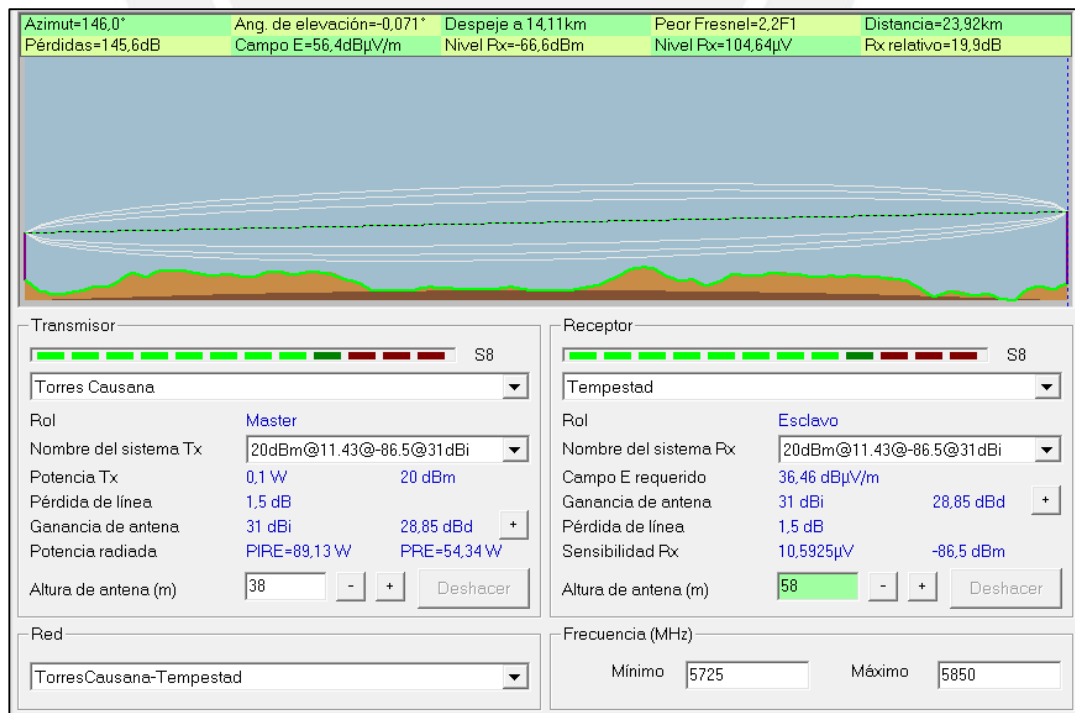


## 6.2 Resultado de la Configuración de Radio Enlaces



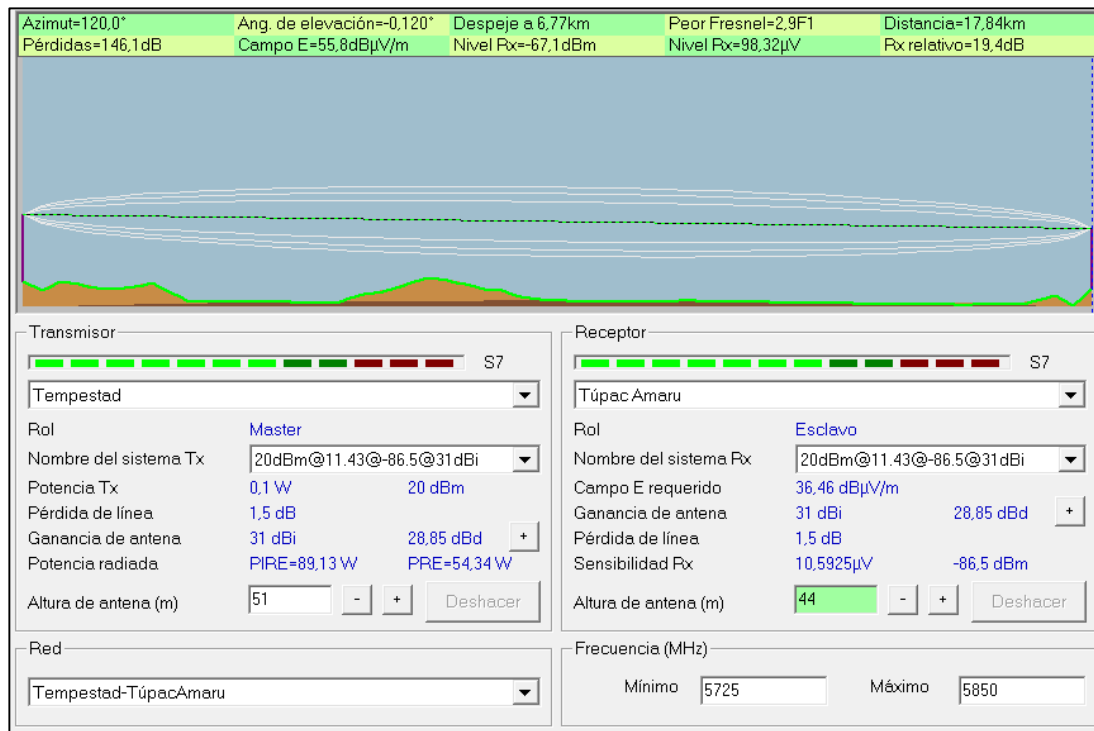
**FIGURA A6-2: ENLACE CABO PANTOJA- TORRES CAUSANA**

Fuente: “Elaboración propia”



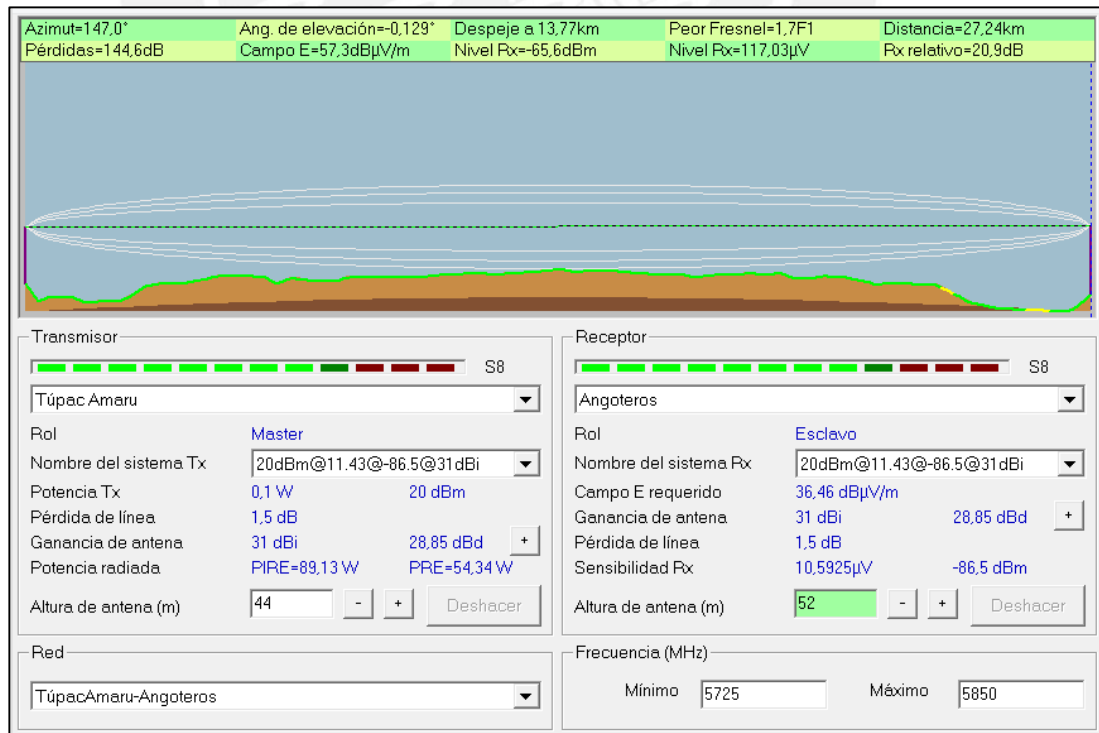
**FIGURA A6-3: ENLACE TORRES CAUSANA- TEMPESTAD**

Fuente: “Elaboración propia”



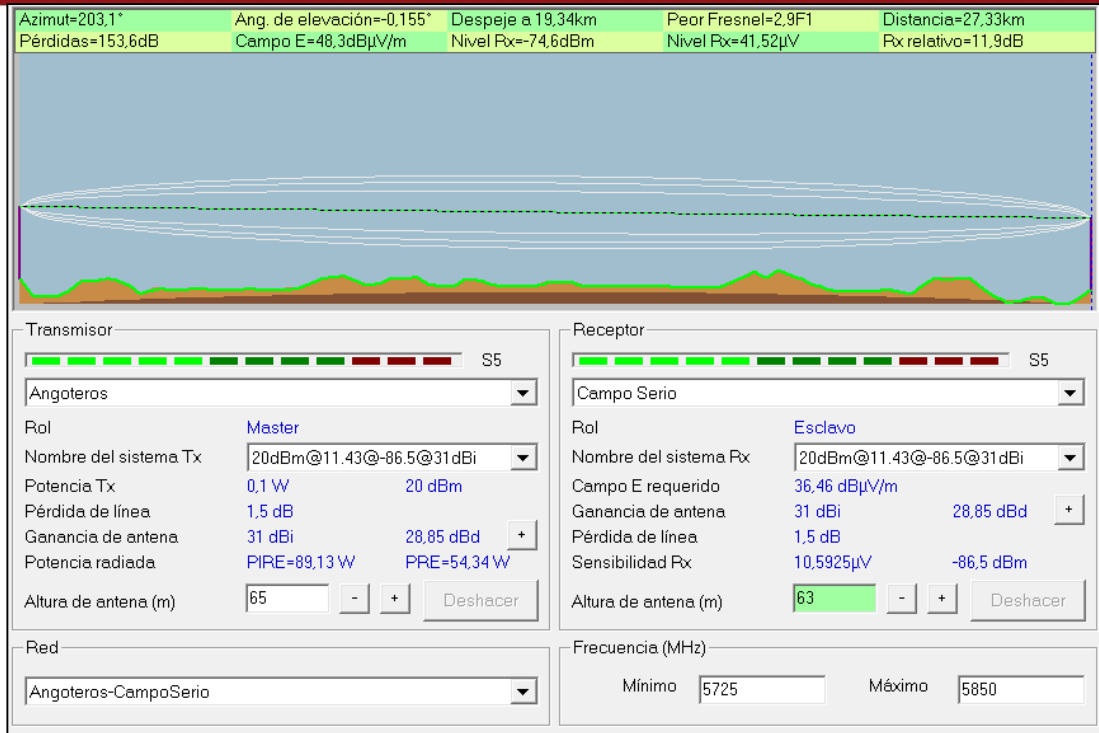
**FIGURA A6-4: ENLACE TEMPESTAD-TÚPAC AMARU**

Fuente: “Elaboración propia”



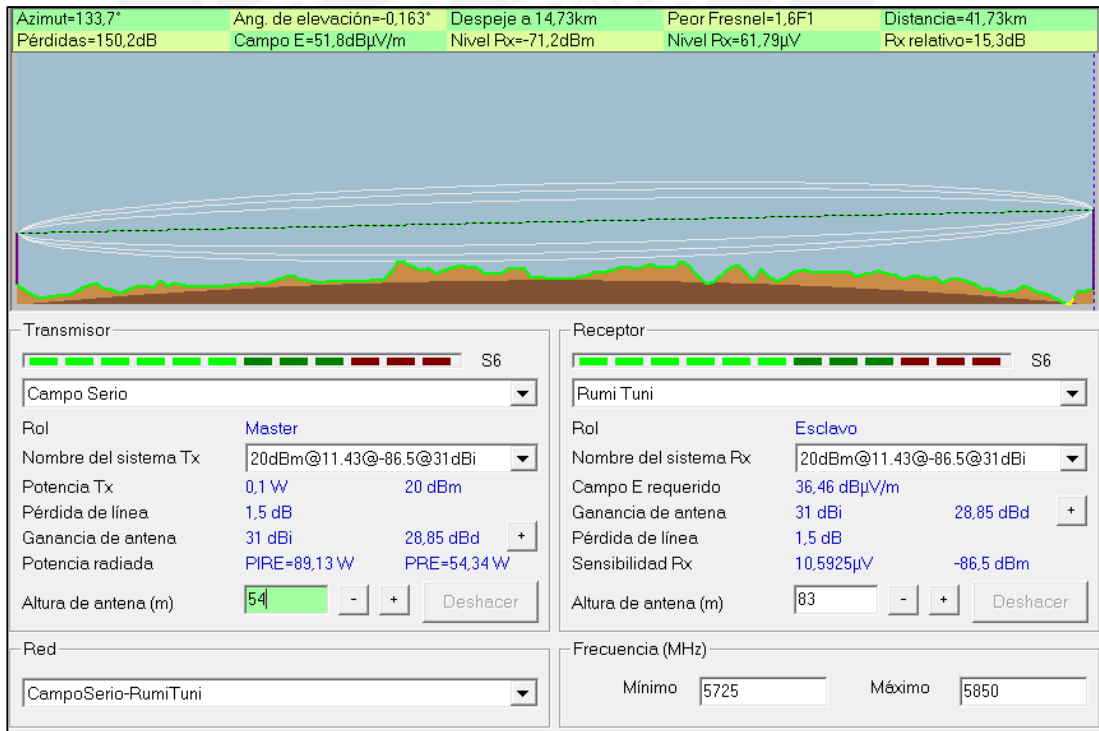
**FIGURA A6-5: ENLACE TUPAC AMARU- ANGOTEROS**

Fuente: “Elaboración propia”



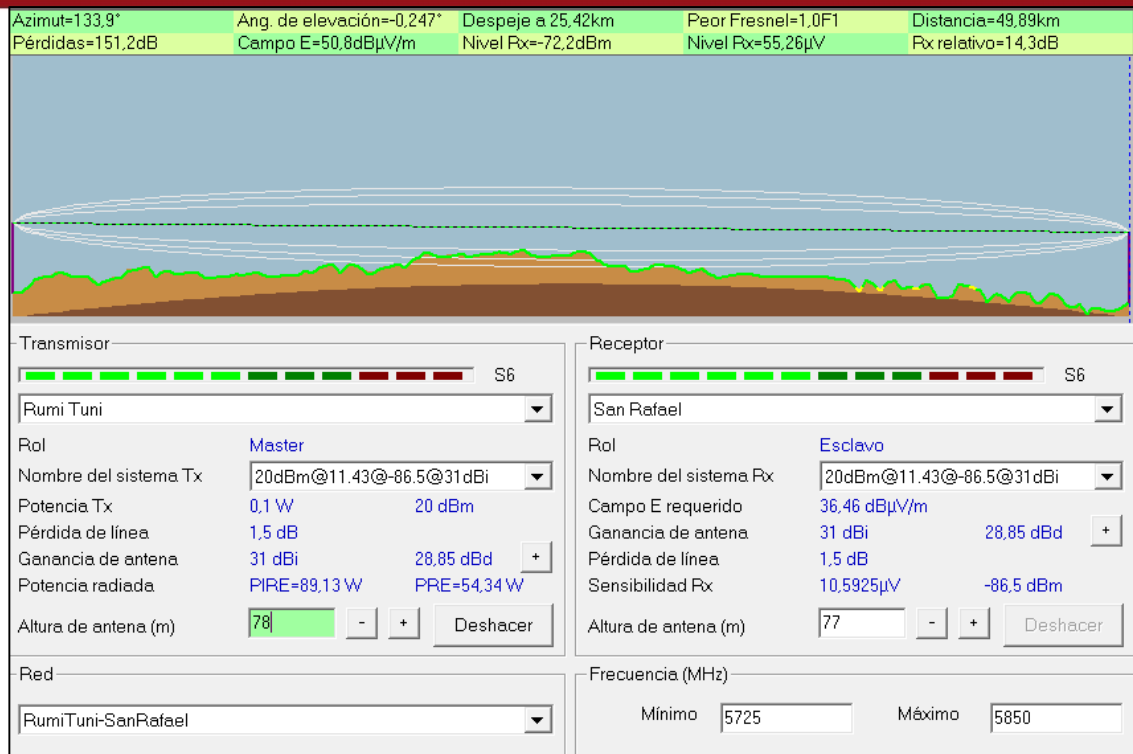
**FIGURA A6-6: ENLACE ANGOTEROS- CAMPO SERIO**

Fuente: “Elaboración propia”



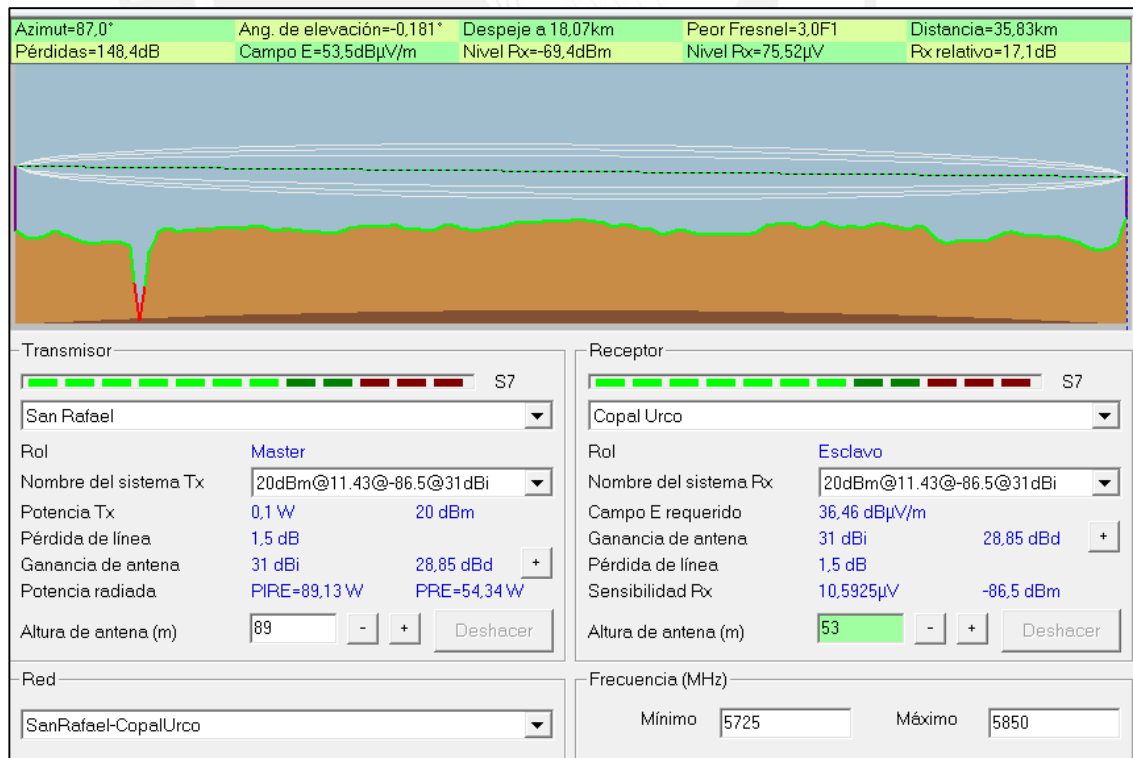
**FIGURA A6-7: ENLACE CAMPO SERIO- RUMI TUNI**

Fuente: “Elaboración propia”



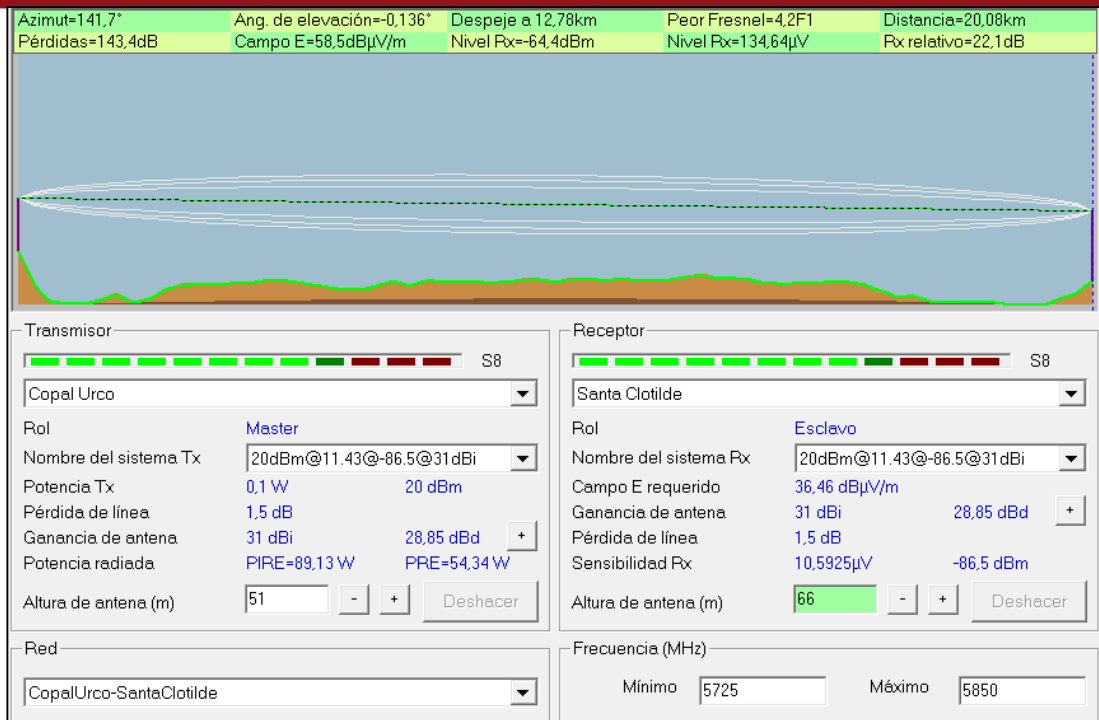
**FIGURA A6-8: ENLACE RUMI TUNI- SAN RAFAEL**

Fuente: “Elaboración propia”



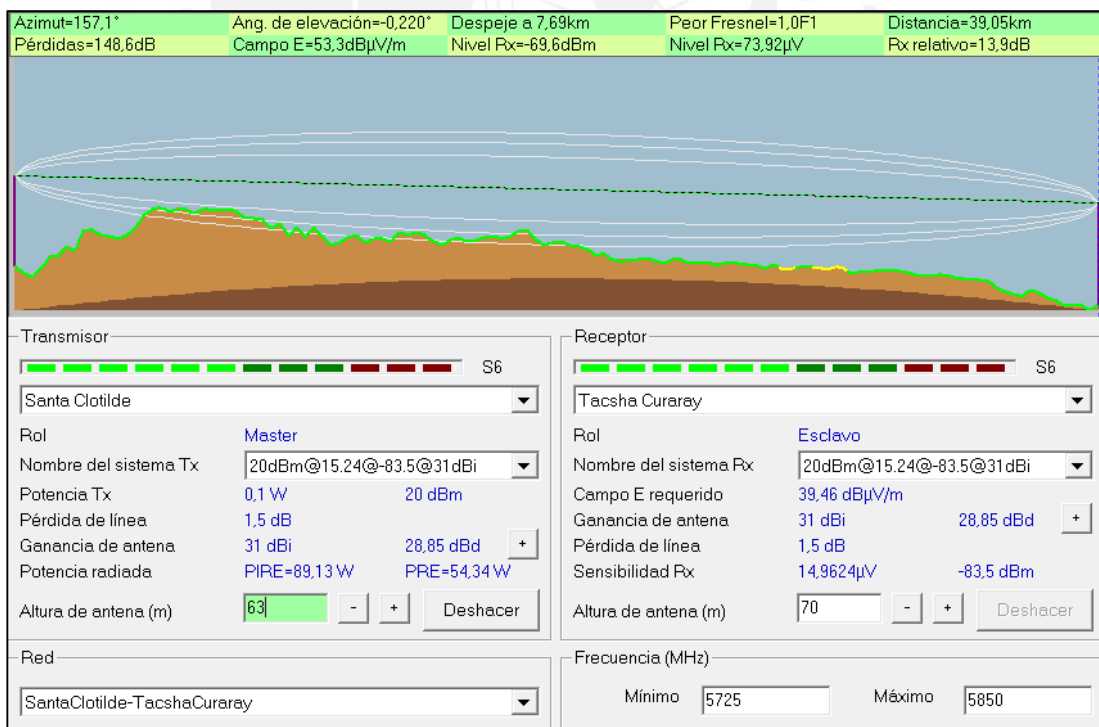
**FIGURA A6-9: ENLACE SAN RAFAEL- COPAL URCO**

Fuente: “Elaboración propia”



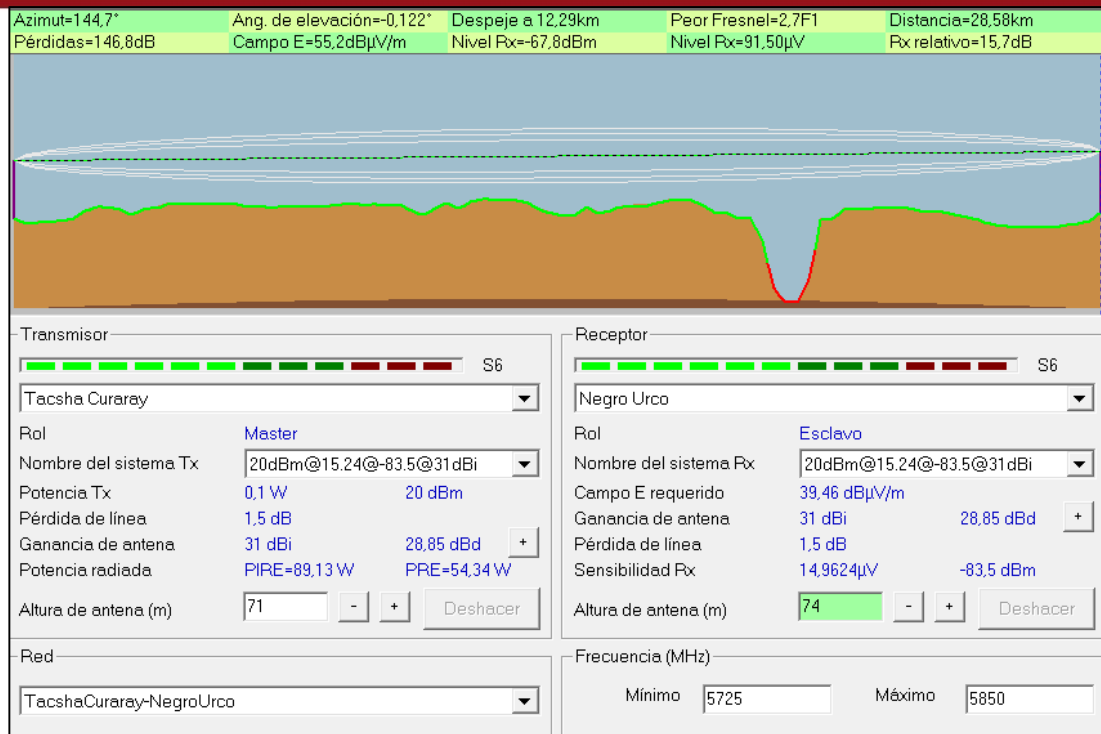
**FIGURA A6-10: ENLACE COPAL URCO – SANTA CLOTILDE**

Fuente: “Elaboración propia”



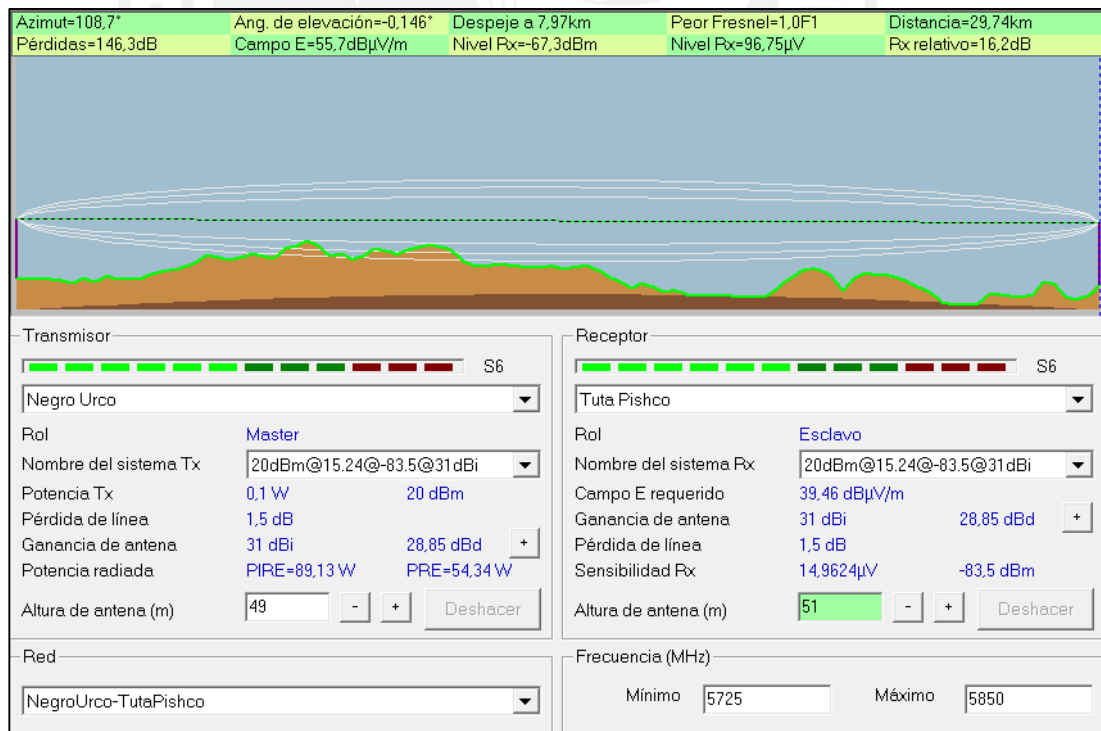
**FIGURA A6-11: ENLACE SANTA CLOTILDE- TACSHA CURARAY**

Fuente: “Elaboración propia”



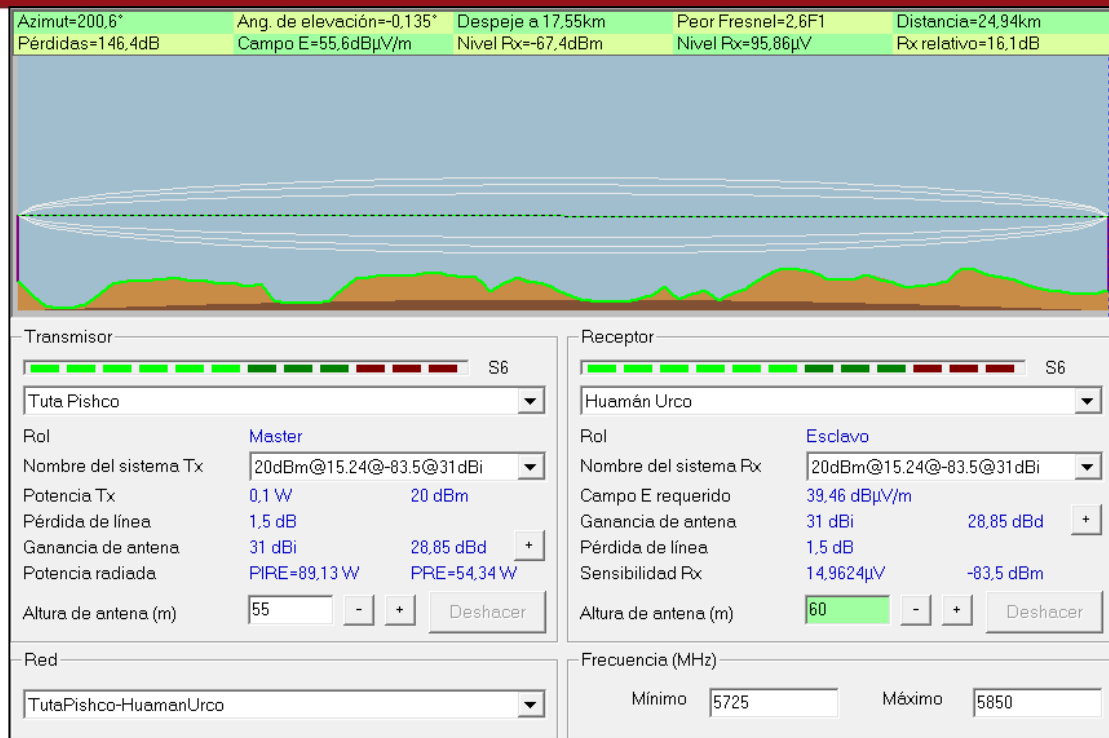
**FIGURA A6-12: ENLACE TACSHA CURARAY- NEGRO URCO**

Fuente: “Elaboración propia”



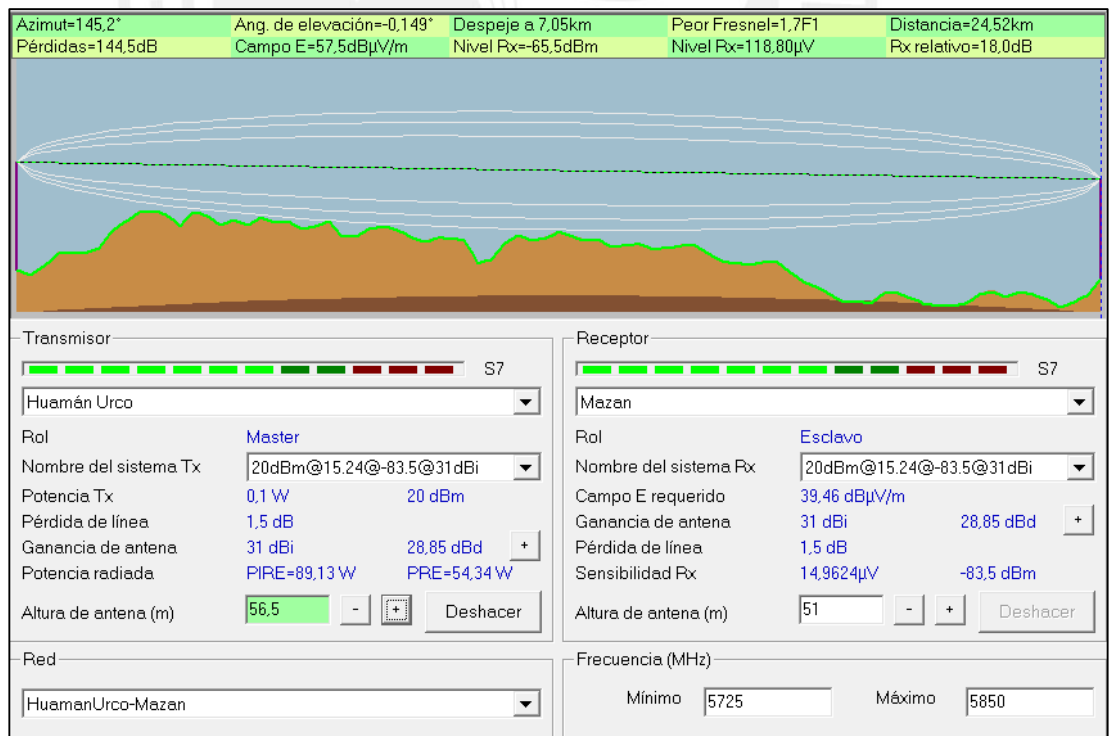
**FIGURA A6-13: ENLACE NEGRO URCO- TUTA PISHCO**

Fuente: “Elaboración propia”



**FIGURA A6-14: ENLACE TUTA PISHCO- HUAMAN URCO**

Fuente: “Elaboración propia”



**FIGURA A6-15: ENLACE HUAMAN URCO- MAZAN**

Fuente: “Elaboración propia”

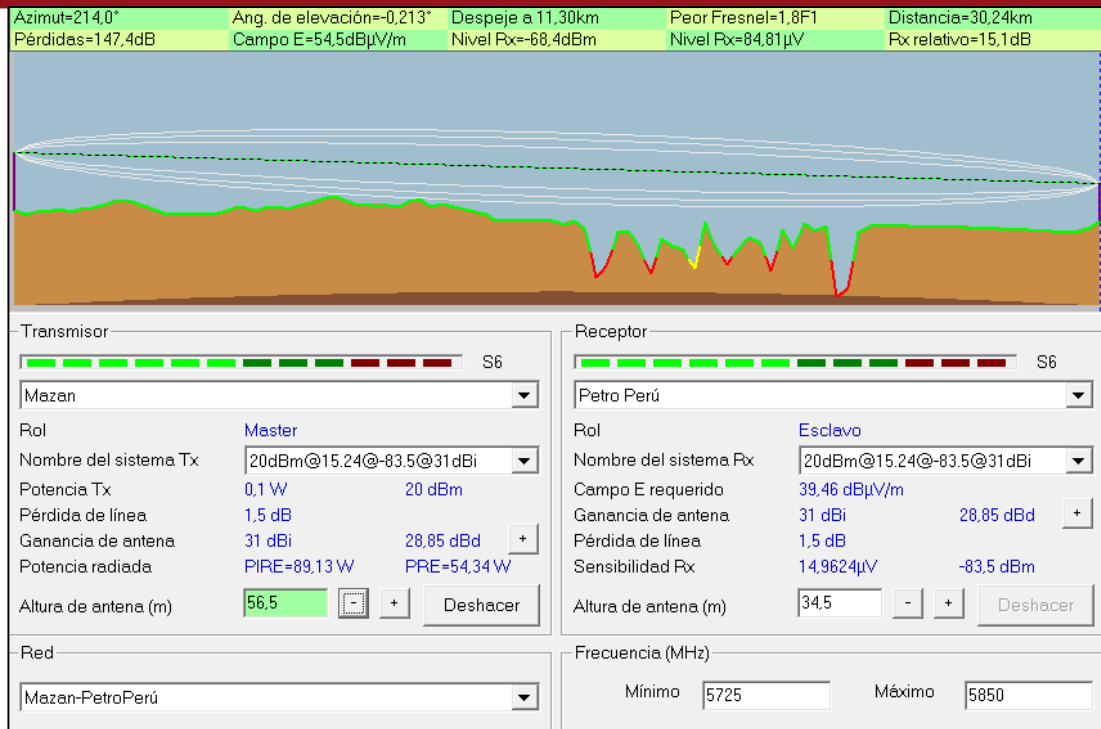


FIGURA A6-16: ENLACE MAZAN- PETRO PERU

Fuente: “Elaboración propia”

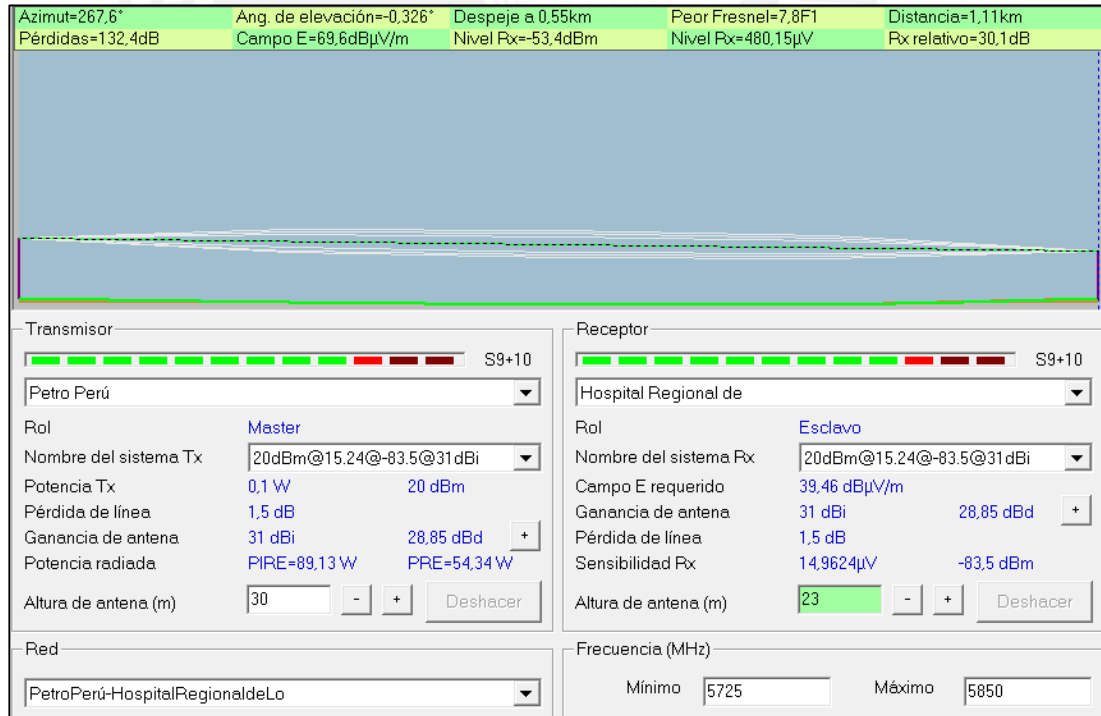


FIGURA A6-17: ENLACE PETRO PERU- HOSPITAL REGIONAL DE LORETO

Fuente: “Elaboración propia”