

**CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE RADIO DIFUSIÓN ORIENTADO A LA  
OPTIMIZACIÓN DE LA SEÑAL DE LA EMISORA “RADIO UNIVERSIDAD DE  
NARIÑO”**

**GUIDO OLIMPO ZAMBRANO GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JUAN DE PASTO  
2007**

**CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE RADIO DIFUSIÓN ORIENTADO A LA  
OPTIMIZACIÓN DE LA SEÑAL DE LA EMISORA “RADIO UNIVERSIDAD DE  
NARIÑO”**

**GUIDO OLIMPO ZAMBRANO GÓMEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de  
Ingeniero Electrónico**

**Director: Ing. Edgar Andrés Calvache García**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JUAN DE PASTO  
2007**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Jurado**

---

**Jurado**

---

**Asesor**

San Juan de Pasto, Julio de 2007

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de su (s) autor (es)”.

Artículo primero del acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

## **AGRADECIMIENTOS**

De manera especial agradezco al señor Héctor Edmundo Santacruz Guevara, Director Técnico de la Estación de Radio y Televisión de la Universidad de Nariño, por su incondicional aporte al ofrecer orientación y asesoría durante todo el desarrollo práctico del proyecto; al señor Pablo Andrés Villota Zambrano, técnico de mantenimiento correctivo, por su generosidad en la información sobre mantenimiento de cada equipo y consecución de material bibliográfico de los mismos; al Ingeniero Jairo Solarte Portilla, funcionario de la empresa COLOMBIA TELECOMUNICACIONES, por su gesto de buena voluntad en el préstamo de instrumental y orientación en el proceso de mediciones; al Ingeniero Edgar Andrés Calvache García, Profesor de La Universidad de Nariño, Programa de Ingeniería Electrónica, por su tiempo empleado en la dirección general de todo el proyecto.

## **RESUMEN**

El proyecto: Caracterización del sistema de radio difusión orientado a la optimización de la señal de la emisora “Radio Universidad De Nariño”, empieza su desarrollo desde el 2 de octubre de 2006 con el reconocimiento del sistema de transmisión en sus secciones de estudio master, enlace y transmisión de potencia.

Se procedió entonces a identificar las funciones y modos de operación de equipos con el objeto de crearle una hoja de vida a cada uno donde se registre su estado de uso y características de desempeño. Abordándose además la tarea de conseguir los manuales técnicos de aquellos equipos que carecían de éste recurso. Toda la documentación así revisada, permitió crear rutinas de mantenimiento preventivo a cada equipo. Igualmente, los datos de los fabricantes facilitaron realizar el cálculo de disponibilidad del sistema. Concluidas éstas acciones, se realizaron ajustes que se proponen para la actualización del estudio técnico.

Una labor que requería de instrumentación especializada fue realizar el análisis de interferencias de la señal, por lo que se hizo gestión completa para adquirir en préstamo un analizador de espectros, instrumento con el cual se llevó a cabo un muestreo en diferentes sectores de la ciudad y simultáneamente se registró la calidad de la señal emitida.

Tales actividades fueron concluidas el 2 de Abril de 2007.

## **ABSTRACT**

The project broadcasting system's characterization oriented to sign's optimized of "Radio Universidad de Nariño" broad casting station, start to develop in October 2th 2006 year with recognize to transmission system in this Master studio and power transmission sections.

In this stage was identified the equipment's functions and operations forms, then to create a data sheet for each one where appear registered the use condition and actual performance. More over the technical manuals were gotten for those devices that don't have this resources. This documentation let to create preventive maintenance routines for each equipment. Like wise the manufacturer's data made easy to calculate the system's available. After that adjustments were done to technical study and to be left over propose for this actualization.

Also, an interference's analysis was realized, then an spectrum analyzer was applied for, and a radio transmitter's test was done. Simultaneously was registered the signal radio's quality too.

These activities finished 2th April 2007.

**Keywords:** characterization, broadcasting, sign, available, study, equipment, manuals, maintenance , test, interference, quality.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. METODOLOGÍA	19
1.1 CARACTERIZACIÓN DE EQUIPOS	19
1.2 DETERMINACIÓN DEL STOCK DE EQUIPOS Y REPUESTOS DEL SISTEMA DE RADIODIFUSIÓN	23
1.3 CÁLCULO DE LA DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA DE RADIODIFUSIÓN	26
1.4 ELABORACIÓN DE PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO	28
1.4.1 Precauciones de seguridad.	28
1.4.2 Revisión general.	29
1.4.3 Revisión y mantenimiento de circuitos internos.	30
1.4.4 Revisión y mantenimiento de elementos.	31
1.4.5 Verificación de funcionamiento.	32
1.5 ESTUDIO DE COBERTURA Y CALIDAD DE LA SEÑAL DE RADIO	33
1.5.1 Cálculo de la potencia de radiación.	34
1.5.2 Porcentaje de liberación de la primera zona de Fresnell	35
1.5.3 Estudio de calidad de la señal	41
1.5.4 Análisis de interferencias	46
1.5.5 Verificación de frecuencia de enlace	46



	<b>Pág.</b>
1.6 CÁLCULOS QUE MODIFICAN AL ESTUDIO TÉCNICO	48
2. CONCLUSIONES	50
3. RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFIA	54
ANEXOS	55

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Stock de equipos y repuestos del sistema de transmisión.	23
Tabla 2. Valores MTBF y MTTR de equipos del sistema de transmisión.	27
Tabla 3. Disponibilidad e indisponibilidad del sistema de transmisión.	28
Tabla 4. Valores de disponibilidad e indisponibilidad total del sistema de transmisión.	28
Tabla 5. Valores para potencia de recepción a 20 vatios.	36
Tabla 6. Valores para potencia de recepción a 1000 vatios.	36
Tabla 7 . Datos para determinar el porcentaje de liberación de la primera zona de Fresnell. Altura de la antena de transmisión a 2860, 723 msnm.	42
Tabla 8. Análisis de interferencias 1.	46
Tabla 9. Análisis de interferencias 2.	47
Tabla 10. Análisis de interferencias 3.	47
Tabla 11. Análisis de interferencias 4.	47
Tabla 12. Análisis de interferencias 5.	48

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación del Estudio Master y Sistema de transmisión de potencia de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM, en la ciudad de San Juan de Pasto.	20
Figura 2. Diagrama del estudio master, ubicado en la sede VIPRI, de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM	21
Figura 3. Diagrama del sistema Transmisión de Potencia, ubicado en San Juan de Anganoy, de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM	22
Figura 4. Esquema de la potencia de recepción de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO, utilizando 20 Vatios.	37
Figura 5. Esquema de la potencia de recepción de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO, utilizando 1000 Vatios.	38
Figura 6. Representación del radio de Fresnell Rf.	39
Figura 7. Alturas presentes entre antena transmisora, obstáculo y recepción para la señal de radio.	40
figura 8. Porcentaje de liberación de la primera zona de Fresnell, para la señal de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM , en la ciudad de San Juan de Pasto. Curvas de nivel.	44
figura 9. Porcentaje de liberación de la primera zona de Fresnell, para la señal de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM , en la ciudad de San Juan de Pasto. Calles y carreras.	45

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Hojas de vida técnicas de equipos de radiodifusión.	56
Anexo B. Protocolos de mantenimiento de equipos	86
Anexo C. Patrones de radiación de antena de polarización circular modelo LB1 – C	106
Anexo D. Modificaciones del estudio técnico	107
Anexo E. Gráfica de intensidad de campo para potencia efectiva radiada	113

## GLOSARIO

**ANÁLISIS DE INTERFERENCIAS:** estudio que permite identificar si una señal radiada se desplaza libremente en el espacio hasta llegar a su destino, sin la presencia de otras señales cercanas en el espectro electromagnético que puedan entorpecer dicho desplazamiento.

**DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA:** es la probabilidad de que un equipo o sistema en cualquier momento se encuentre listo a operar cumpliendo sus funciones normales.

**ENLACE:** sistema electrónico que permite que la señal producida en el estudio master sea enviada a través del espectro electromagnético y recibida en la sección de transmisión de potencia.

**ESTACIÓN DE RADIO:** referente a todo el sistema de producción y transmisión de información específica que caracteriza a la emisora; utilizando, como medio para llegar al receptor de los oyentes, una sola frecuencia del espectro electromagnético.

**ESTUDIO MASTER:** sección de la estación de radio, donde se produce y edita el contenido informativo que caracteriza a la emisora.

**INDISPONIBILIDAD DEL SISTEMA:** es la probabilidad de que un equipo o sistema deje de operar por mal funcionamiento o daño.

**PRIMERA ZONA DE FRESNELL:** debido a la refracción de una onda en el aire, una señal de radio no se propaga en línea recta entre transmisor y receptor, sino en forma curva, formando regiones elipsoidales entre los dos dispositivos. La primera zona de Fresnell es la elipsoide que, entre todas, tiene el radio menor más pequeño.

**RADIO DIFUSIÓN:** efecto por medio del cual, una onda de radio se propaga a través de un medio inalámbrico.

**RUIDO:** a nivel de sonido, se manifiesta como ondas de elevada frecuencia las cuales se suman a la señal de audio emitida por la estación de radio, generando distorsiones desagradables al oído.

**SOBREMÓDULACIÓN:** hace referencia a una onda, cuyos niveles de amplitud, sobrepasan a aquellos donde la señal traduce información legible para quien la

recibe. Al sobrepasar dichos niveles se dice que la señal satura a los dispositivos electrónicos que la emiten, manifestándose en distorsiones audibles molestas.

STOCK: reserva de equipos y repuestos, a parte de los que se hallan funcionando en el sistema, con los que se dispone en caso de una eventual emergencia.

TIEMPO MEDIO A LA REPARACIÓN (MTTR): tiempo que tarda el equipo o sistema en ser reparado y por lo tanto no se encuentra en funcionamiento.

TIEMPO MEDIO ENTRE FALLOS (MTBF): tiempo que el equipo o dispositivo opera normalmente entre dos fallas

TRANSMISIÓN DE POTENCIA: sección de la estación de radio, donde se propaga en niveles de potencia elevados, para llegar a todos los oyentes de una localidad, la señal producida por la emisora.

## INTRODUCCIÓN

Desde sus comienzos la radio ha sido un medio de información masivo, ágil y que de alguna manera incidió en el acercamiento de culturas entre los pueblos. Hoy, a pesar del desarrollo de medios de comunicación e información mucho más versátiles, la radio no ha perdido su esencia en el propósito de informar de manera oportuna y ofrecer espacios que promueven las culturas local y foráneas.

Una de las dependencias que posee la Universidad de Nariño es la EMISORA RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM y es responsabilidad de la institución, a parte de brindar información con el propósito antes mencionado, entregar una señal de calidad que se encuentre a la altura de las emisoras de radio FM (Frecuencia modulada) que ofrecen competencia.

Es objetivo del desarrollo de este proyecto, llevar a cabo una caracterización de todo el sistema que integra a la estación de radio y zonas de cobertura de la emisora de la Universidad; cuyo resultado, oriente acciones concretas enfocadas a la optimización de la señal de transmisión y con ello generar bases que faciliten la actualización de su estudio técnico.

Para el desarrollo de éste objetivo, a través del presente documento y en su orden, se desglosan los siguientes aspectos:

Se identifican los antecedentes y la formulación del problema a solucionar definiendo sus alcances y las delimitaciones.

A continuación se determinan los objetivos que guiarán el desarrollo de la práctica.

Seguidamente, aparece descrita la metodología de las actividades realizadas en el trabajo de pasantía.

Posteriormente, se presentan las conclusiones a las que se ha llegado con el desarrollo del proyecto, así como las recomendaciones respectivas orientadas a la optimización de la señal de radio

Al final, se incluyen los anexos complementarios que resultan de las actividades realizadas en la emisora.

## EL PROBLEMA

**Descripción del problema.** La emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO opera con licencia de funcionamiento del ministerio de comunicaciones desde el 20 de mayo del 2000, sin embargo, en el momento no cuenta con un estudio técnico actualizado que caracterice sus parámetros de ejecución en relación con:

- frecuencia de enlace master estudio – transmisor de potencia
- esquema definido que la cobertura de la emisora tiene en los diferentes sectores de la ciudad de Pasto.

Lo anterior ha llevado a situaciones donde la señal de radio manifiesta la presencia de ruido y sobre modulaciones, las cuales no resulta sencillo identificar su origen para aplicar los respectivos correctivos.

En forma semejante, no existe un estudio que permita identificar el stock ó reserva de equipos y repuestos que forman parte del estudio master y sistema de transmisión de la emisora, disponibles en caso de eventuales daños de aquellos que se encuentran operando, al igual que protocolos y rutinas de mantenimiento de los mismos.

**Formulación del problema.** Con base en el estudio técnico a desarrollar, ¿ Qué acciones se pueden proyectar en relación con el manejo de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO para mejorar la calidad de su señal?.

### **ALCANCE Y DELIMITACIÓN.**

El desarrollo de este proyecto está orientado a reconocer aspectos claves que se enfoquen a la optimización de la señal de la estación de radio de la Universidad de Nariño, llevando a cabo la observación y análisis de radiodifusión entre el estudio master que se encuentra en la sede VIPRI (Vicerrectoría de Investigaciones Postgrados y Relaciones Internacionales) de la institución y el transmisor de potencia ubicado en San Juan de Anganoy, así como la esquematización de la cobertura actual que tiene la señal de la emisora de la universidad en la ciudad de Pasto.

De igual manera, se determinará el Stock de equipos y repuestos, se calculará la disponibilidad del sistema de radiodifusión y se elaborarán protocolos de mantenimiento a los equipos del sistema teniendo en cuenta las diferentes normas establecidas para este fin.

Además, las respectivas observaciones y análisis fijarán bases que permitan actualizar el estudio técnico de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

### **OBJETIVOS**

**Objetivo general.** Caracterizar el sistema de radiodifusión y zonas de cobertura, orientado a la optimización de la señal de transmisión de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO y establecer bases que permitan la actualización del Estudio Técnico respectivo.



### **Objetivos específicos:**

- Caracterizar el sistema actual de radiodifusión de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO entre el estudio master que se halla en la sede VIPRI de la Universidad de Nariño y el transmisor de Potencia ubicado en la población de San Juan de Anganoy del municipio de Pasto.
- Identificar el stock de repuestos y equipos con los cuales cuenta la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO para su funcionamiento.
- Realizar el cálculo de la disponibilidad del sistema de comunicaciones de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO.
- Elaborar protocolos y rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos del sistema de transmisión, que así lo requieran.
- Esquematizar la cobertura que presenta la señal de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO en el momento.
- Plantear posibles mejoras orientadas a la optimización de la señal de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO apoyado en el estudio a desarrollarse.

### **JUSTIFICACIÓN**

La emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO, que se emite por los 101.1 Mhz de frecuencia modulada en la ciudad de San Juan de Pasto, opera con licencia de funcionamiento del Ministerio de Comunicaciones de Colombia desde el 20 de mayo del 2000. Desde entonces, la estación no ha tenido una caracterización de funcionamiento del sistema.

Lo anterior, ofrece incertidumbre en el valor de la frecuencia de enlace para el cual se otorgó licencia legal de operación, así mismo, demanda realizar un estudio de propagación y análisis de interferencia, entre el estudio master de la VIPRI y el transmisor de potencia ubicado en la población de San Juan de Anganoy. Además, dado el crecimiento moderno urbano con altas y densas construcciones en algunos sectores de la ciudad y el irregular relieve de las regiones aledañas al casco urbano, se presenta la necesidad de llevar a cabo un examen de la calidad de la señal en los diferentes puntos de las zonas para las cuales está destinada la difusión de la emisora, por lo que es necesario un proceso de muestreo que lleve a generar un plano de la cobertura de dicha señal.

Por otro lado, se requiere identificar el número, clase y características de los equipos que se encuentran funcionando, así como el stock de repuestos por

unidades con mayor frecuencia de falla. Se hace entonces necesaria una caracterización de los mismos para calcular la probabilidad de su tiempo de vida útil y de funcionamiento. Al hacer la caracterización de los equipos se podrá establecer protocolos y rutinas de mantenimiento que favorecerá la viabilidad de manejo de éstos, en caso del cambio o relevo de operarios de la estación. Desarrollado lo anterior, se dispondrá de bases contundentes para proponer mejoras que se orienten a la optimización de la señal, ya sea utilizando los equipos y aparatos con los que se dispone en el sistema o en caso contrario justificar la consecución de nuevos recursos tecnológicos.

## **ANTECEDENTES**

La Universidad de Nariño, en su propósito por promover los valores culturales de la región y de poseer un medio que permita a los estudiantes presentar a consideración de la población pastusa sus expresiones auténticas, incursionó en la creación de un canal radial propio, el cual por ser el resultado del entusiasmo de quienes fueran sus pioneros, no contaba con los requerimientos técnicos y legales de uso del espectro electromagnético. El 20 Mayo del 2000 la estación de radio adquiere la licencia de funcionamiento con el nombre de RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO, emitiéndose en los 101.1 Mhz de frecuencia modulada para la ciudad de Pasto. Desde entonces hasta la fecha ha mantenido al aire su programación.

Las instalaciones con las que cuenta corresponden al Estudio Master ubicado en al sede VIPRI de la Universidad de Nariño el cual se enlaza con el transmisor de potencia ubicado en la población de San Juan de Anganoy, al occidente del sector urbano de la ciudad de Pasto. Al inicio, al realizar las instalaciones de aparatos y equipos no se llevó a cabo un registro técnico escrito de ésta labor. Desde entonces se ha operado con el andamiaje de la estructura inaugural, por lo tanto, se carece del conocimiento exacto de factores como frecuencia de enlace entre estudio master y transmisor de potencia, rango de cobertura de la señal de radio, stock de equipos y protocolo de mantenimiento de los mismos, presencia de ruido e interferencias en la señal.

Por consiguiente, hasta el momento no se ha contado con un Estudio Técnico periódico que dé testimonio del cumplimiento de la entidad con los requerimientos ante el ministerio de comunicaciones. Además, los avances tecnológicos han obligado a la estación a renovar los equipos los cuales se han adquirido como mejoras, pero las adaptaciones realizadas de estos, en la infraestructura existente, no han sido las más adecuadas por lo que se ha generando un deterioro progresivo en la calidad de la señal de la emisora.

Además de lo anterior, no se ha realizado observaciones y análisis calificados para determinar dichas necesidades de actualización, mantenimiento preventivo y correctivo de equipos e instalaciones.

## **1. METODOLOGÍA**

Las labores ejecutadas en la pasantía enfocadas a dar cumplimiento a los objetivos propuestos, realizadas bajo la orientación del director técnico de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM, corresponden a las siguientes:

### **1.1 CARACTERIZACIÓN DE EQUIPOS**

Se hizo una identificación completa de las instalaciones y funcionamiento del sistema de radio difusión de la emisora en las secciones de Estudio Master, Enlace ubicados en la sede VIPRI de la Universidad de Nariño y Transmisión de Potencia localizada en San Juan de Anganoy (Ver Figuras 1, 2 y 3); realizándose un reconocimiento detallado de la función, modo de operación y estado de los aparatos que integran a cada una de las secciones.

Se procedió entonces, a realizar la caracterización de cada uno de los aparatos y equipos que conforman al sistema, identificando las conexiones empleadas, así como los niveles de operación tanto eléctricos como de frecuencia y potencia. Esta labor facilitó la creación de la hoja de vida para cada equipo (Anexo A).

Un recurso necesario para la caracterización completa, es el manual técnico de cada equipo. Por lo tanto, la actividad siguiente consistió en realizar la búsqueda y organización de los que hay en la emisora y la consecución de aquellos de los que carece. Debido a que algunos aparatos corresponden a series de fabricación antiguas, las empresas productoras necesitaron información gráfica adicional para ubicar el manual correcto; por lo que, se apeló a la documentación fotográfica de la estructura interna, en especial, la del equipo generador estéreo así como del transmisor y receptor de enlace, para ser enviada al correo electrónico de las respectivas empresas.

De ésta manera, se adquirió los planos y esquemas internos que se adicionaron a los datos que se tenían, lográndose una caracterización completa de dichos equipos.

Al caracterizar a cada elemento que integra el sistema de Estudio Master, Enlace y Transmisión de Potencia, se pudo observar que los registros de algunos de los equipos que aparecen en el estudio técnico de la emisora realizado en el año de 2001, no coinciden con los que se encuentran funcionando en el momento debido a los cambios y ajustes que ha necesitado la infraestructura de la misma desde ese entonces. Razón por la cual, atendiendo a las particularidades de los equipos

Figura 1. Ubicación del Estudio Master y Sistema de Transmisión de Potencia de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM, en la ciudad de San Juan de Pasto.

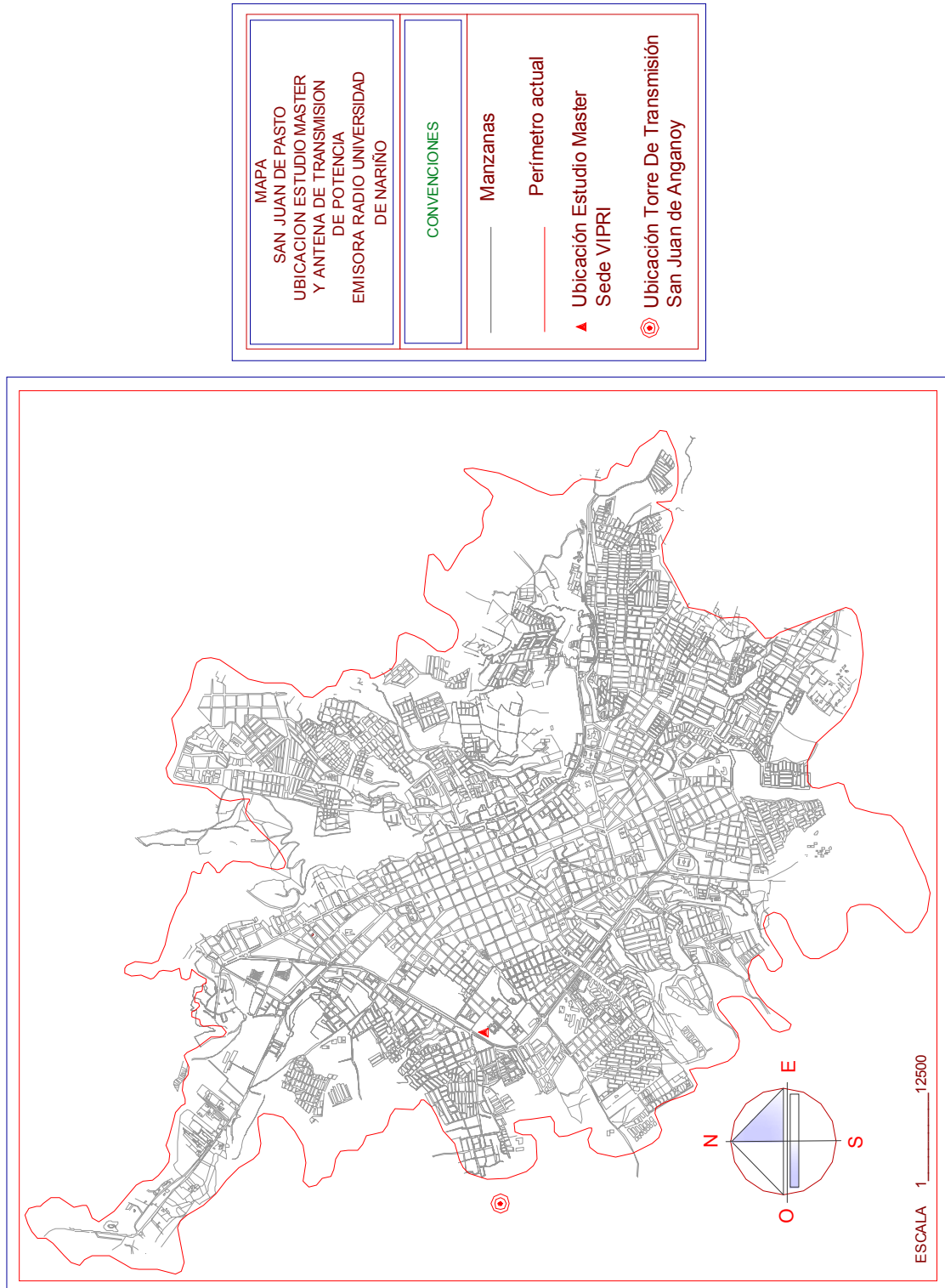


Figura 2. Diagrama del Estudio Master, ubicado en la sede VIPRI, de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM

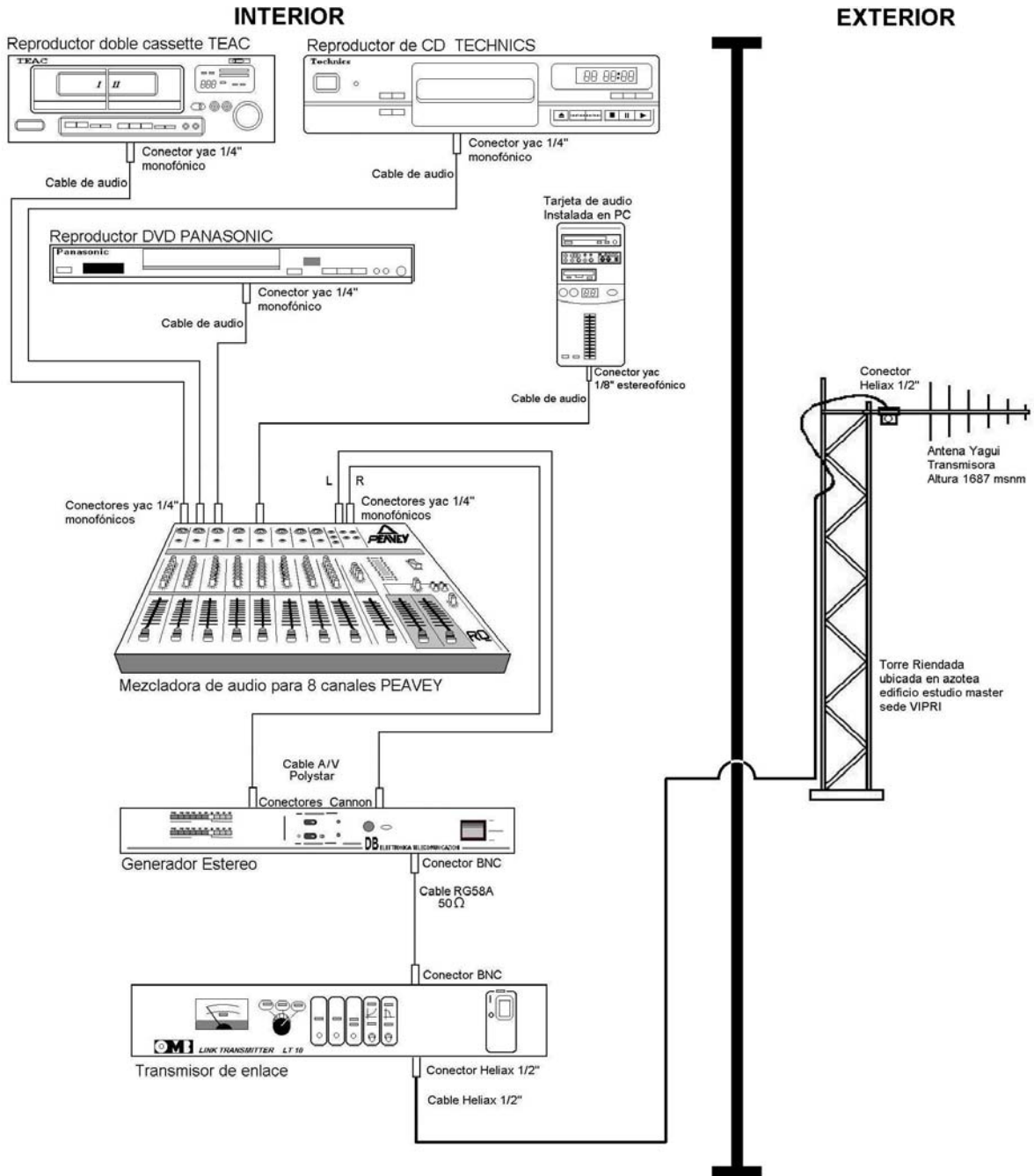
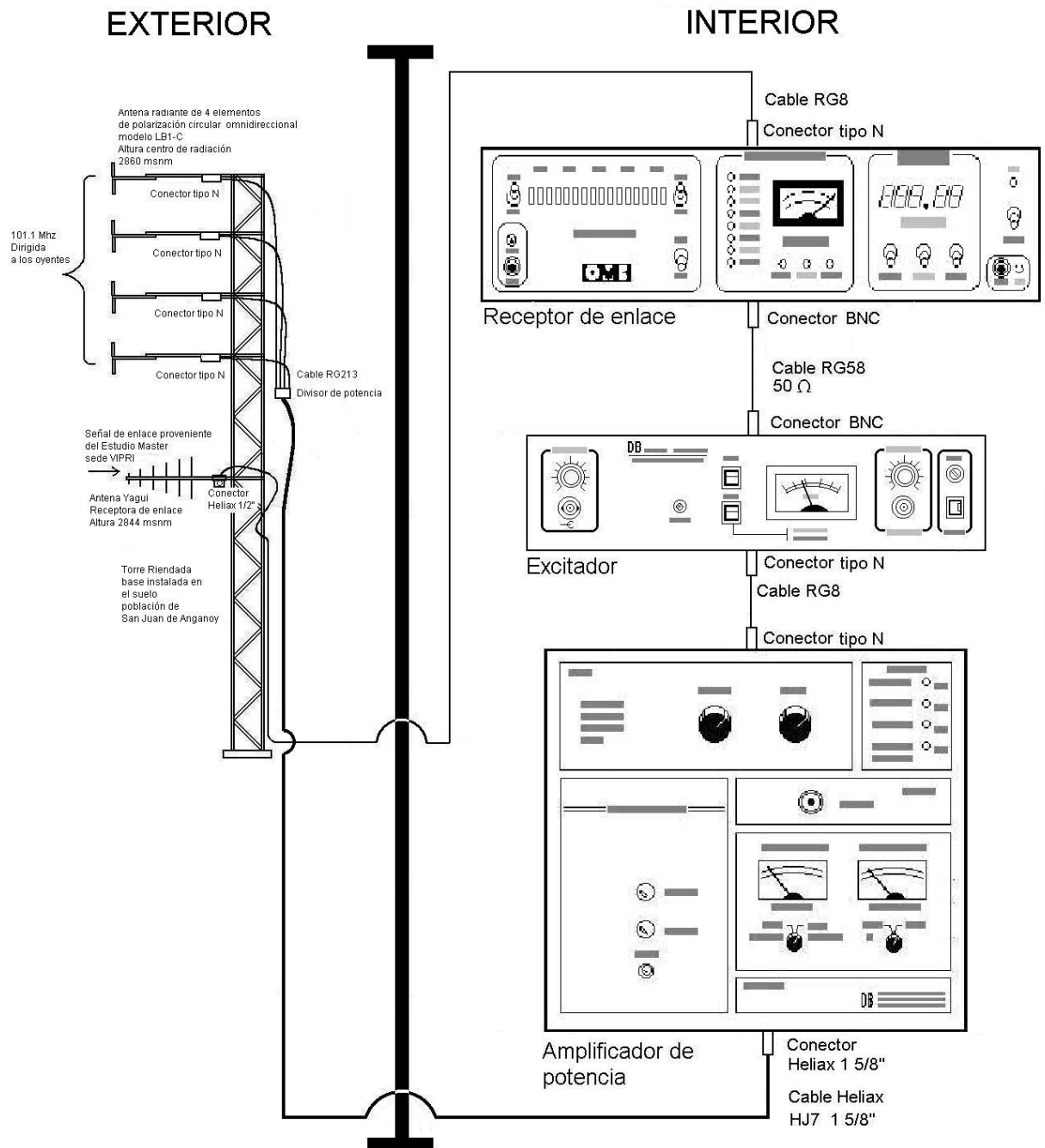


Figura 3. Diagrama del Sistema Transmisión de Potencia, ubicado en San Juan de Anganoy, de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM



actuales, se realizaron algunas modificaciones que se proponen para un nuevo estudio técnico que habría de realizarse por personal certificado.

## 1.2 DETERMINACIÓN DEL STOCK DE EQUIPOS Y REPUESTOS DEL SISTEMA DE RADIODIFUSIÓN

Esta fue una labor desarrollada en forma paralela a la creación de las hojas de vida. En la Tabla 1, Se establece los equipo que se encuentran operando y la reserva de los mismos, disponibles en caso de daño o falla.

Tabla 1. Stock de equipos y repuestos del sistema de transmisión

Nombre de equipo o repuesto	Elemento que se halla operando	Número de elementos operando	Elementos de reserva	Número de elementos de reserva
Reproductor de audio	Tarjeta de Audio instalada en PC	1	Reproductor doble Cassette Reproductor de CD Reproductor de DVD	1  1 1
Mezclador de sonido	Consola Peavey de ocho canales	1	Consola de cuatro canales	2
Generador estéreo	Generador estéreo	1	-	0
Transmisor de enlace	Transmisor de enlace	1	-	0
Antena Yagui transmisora y receptora	Antena Yagui de seis elementos estableciendo enlace entre transmisor y receptor.	2	-	0
Receptor de enlace	Receptor de enlace	1	-	0
Excitador	Excitador	1	-	0
Amplificador de potencia	Amplificador de potencia	1	-	0
Válvula tríodo	-	-	-	0

<b>Nombre de equipo o repuesto</b>	<b>Elemento que se halla operando</b>	<b>Número de elementos operando</b>	<b>Elementos de reserva</b>	<b>Número de elementos de reserva</b>
Divisor de potencia	Un divisor de potencia entre cable Hélix HJ7 DE 1 5/8" y Cable RG8 que conecta a las antenas de polarización circular	1	-	0
Antenas de polarización circular	Antenas de polarización circular	4 elementos en la torre de transmisión de potencia	-	0
Conectores	Monofónicos 1/4"	1 por cada conexión entre reproductor y mezclador de audio	Conectores Monofónicos 1/4"	2 para cada conexión
Conectores	estereofónicos 1/8"	1 entre Tarjeta de audio instalada en PC y mezclador de audio	Conector estereofónicos 1/8"	2 para cada conexión
Conectores Cannon	Conectores cannon en las dos entradas del generador estéreo	1 conector cannon para cada entrada	Conectores cannon	2 para cada conexión
Conector Heliax	Un Conector Heliax 1/2" en la salida del transmisor de enlace, uno en la antena yagui de transmisión y uno en la antena yagui receptora de enlace.	3 Conectores Heliax 1/2" para cada conexión	Conector Heliax 1/2"	2 por cada conexión
Conector tipo N	Uno a la entrada del receptor de enlace, uno a la salida del excitador, uno en la entrada del amplificador de potencia y nueve en antenas de polarización circular	12	Conector tipo N	2 por cada conexión



<b>Nombre de equipo o repuesto</b>	<b>Elemento que se halla operando</b>	<b>Número de elementos operando</b>	<b>Elementos de reserva</b>	<b>Número de elementos de reserva</b>
Cable RG58A 50 ohms	Cable RG58A entre generador estereo y transmisor de enlace	50 centímetros Cable RG58A 50 ohms	Cable RG58A 50 ohms	10 metros
Cable de audio	6 metros cable de audio	4 tramos de cable de 1.5 m cada uno	Cable de audio	20 metros de cable de audio
Cable de Audio y video (Polystar)	20 metros de cable de audio y video	10 metros de cable de audio por cada canal de salida (izquierdo y derecho)de la consola	Cable de audio y video	20 metros de cable de audio y video
Cable Hélix HJ4 ½"	Cable Hélix entre transmisor de enlace y antena yagui.	20 metros cable Hélix (aproximado)	-	0
Cable RG8 de 50 Ohms	Un tramo entre antena yagui receptora y receptor de enlace, un tramo entre excitador y amplificador de potencia, cuatro tramos que conectan al divisor de potencia con cada antena de polarización circular	Un tramo de 15, uno de 1.5 y cuatro tramos de 3 metros de cable RG8	Cable RG8 de 50 Ohms	40 metros
Cable RG58 de 50 Ohms	Un tramo entre el receptor de enlace y el excitador	1.5 metros de cable RG58	Cable RG58 de 50 Ohms	10 metros
Cable Heliac HJ7 de 1 5/8"	Un tramo entre amplificador de potencia divisor de potencia de las antenas de polarización circular	30 metros (aproximadamente)	-	0

### 1.3 CÁLCULO DE LA DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA DE RADIODIFUSIÓN

La determinación del stock de equipos y repuestos de la estación, permitió realizar el cálculo de la disponibilidad de la misma. Medida que ofrece información relacionada con la solvencia del sistema de radiodifusión para mantener ó, en caso de daño o avería de equipos, reestablecer la comunicación. El cálculo de este parámetro se lo efectuó atendiendo al Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF) dado por el fabricante de cada equipo y el Tiempo Medio a la Reparación (MTTR), dato que fue suministrado por el técnico operativo de mantenimiento correctivo de los equipos de la emisora.

La probabilidad de que un equipo o sistema se encuentre listo a cumplir su función en un instante cualquiera se conoce como Disponibilidad (D). La situación opuesta, es decir la probabilidad de que un equipo o sistema deje de operar por mal funcionamiento o daño, recibe el nombre de Indisponibilidad (I). Tales probabilidades se expresan en porcentajes y en función de los factores conocidos como: Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF) y Tiempo Medio de Reparación (MTTR).

El factor MTBF representa el tiempo que el equipo o dispositivo opera normalmente entre dos fallas, mientras que el MTTR es el tiempo que tarda el equipo o sistema en ser reparado y por lo tanto no se encuentra en funcionamiento. Dicho tiempo se expresa en horas.

La disponibilidad corresponde al cociente que hay entre MTBF y la suma de MTBF más MTTR:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Mientras que la indisponibilidad se obtiene a través de la expresión:

$$I = 1 - D$$

Un valor óptimo de disponibilidad corresponde al 100%, lo que indica que un equipo o sistema nunca tenga reparaciones o daños, sin embargo debido a los costos que tal condición genera, se asume como nivel óptimo el valor de 99.999% de disponibilidad.

La disponibilidad para el caso de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM corresponde al hecho de que el sistema transmita la señal sin interrupciones. Por lo tanto, al detallar el funcionamiento que tiene la emisora en sus secciones de estudio master, enlace y transmisión de potencia se puede

resumir en el hecho de que una interrupción puede ocasionarse cuando falle el generador estéreo para el caso del estudio master ó el transmisor y receptor para la sección de enlace ó el excitador y amplificador para la sección de transmisión de potencia. Estos por operar en serie son interdependientes entre sí, en su labor de transmisión de la señal de radio. Situación que no ocurriría en caso de sufrir daño alguno de los equipos de reproducción de audio, los cuales pueden ser reemplazados por otros que desempeñan una función semejante, haciendo que la señal se siga emitiendo sin interrumpirse.

El MTBF es un dato que lo ofrece el fabricante de cada equipo basado en procedimientos experimentales y estadísticos de funcionamiento continuo que atienden a normas estándar. El MTTR se determinó con base en el criterio y experiencia del técnico operario de mantenimiento correctivo de la emisora. Los datos correspondientes a los equipos nombrados aparecen relacionados en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores MTBF y MTTR de equipos del sistema de transmisión.

<b>Equipo</b>	<b>MTBF (Horas)</b>	<b>MTTR (Horas)</b>
Generador Estéreo	100000	2
Transmisor de enlace	100000	2
Receptor de enlace	100000	2
Excitador	100000	2
Amplificador de potencia	100000	1804

El MTTR del amplificador de potencia corresponde al tiempo de reparación debido a que éste dispone de una válvula tríodo ( EIMAC 3CX800A7) la cual requiere ser importada, llevando un tiempo considerable restaurar su funcionamiento debido a asuntos de tipo administrativo, envío del dispositivo y disponibilidad de tiempo del técnico operario de mantenimiento correctivo. El valor de este factor para los demás equipos se reduce al tiempo de mantenimiento preventivo que se desarrollaría como labor de rutina.

El cálculo de la disponibilidad se obtiene siguiendo los pasos:

Cálculo de la disponibilidad e indisponibilidad de cada equipo.

Determinación de indisponibilidad del sistema que se obtiene sumando las indisponibilidades de cada componente.

Cálculo de la disponibilidad total del sistema.

En la Tabla 3 se expresan los resultados individuales y de todo el sistema:

Tabla 3. Disponibilidad e indisponibilidad del sistema de transmisión.

<b>Propiedad</b>	<b>Generador Estéreo</b>	<b>Transmisor de enlace</b>	<b>Receptor de enlace</b>	<b>Excitador</b>	<b>Amplificador de potencia</b>
Disponibilidad	0.99998	0.99998	0.99998	0.99998	0.98227
Indisponibilidad	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.01773

La indisponibilidad total se calcula

$$I \text{ Total} = I \text{ gs} + I \text{ Tx enlace} + I \text{ Rx de enlace} + I \text{ Exc} + I \text{ Ap}$$

La disponibilidad total en porcentaje se obtiene

$$D \% = (1 - I \text{ total}) * 100$$

Tabla 4. Valores de disponibilidad e indisponibilidad total del sistema de transmisión.

<b>Indisponibilidad Total</b>	0.01781
<b>Disponibilidad Total (%)</b>	98.219

## 1.4 ELABORACIÓN DE PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO

Usando como apoyo los datos ofrecidos por los manuales técnicos, los protocolos de Mantenimiento Preventivo de equipos electrónicos ya validados de empresas como COLOMBIA TELECOMUNICACIONES, se obtuvo información que se utilizó como base en la elaboración de los protocolos y rutinas de mantenimiento preventivo para cada aparato, facilitando dicha tarea a quien le corresponda en situaciones futuras, en caso de eventuales cambios del personal operativo de la estación de radio.

Se determinaron entonces los siguientes pasos como las acciones generales que se deben realizar en la rutina de mantenimiento, constituyendo la base de las rutinas a implementar, las cuales varían según las características específicas de cada equipo. Estos pasos, son:

**1.4.1 Precauciones de seguridad.** Si es primera vez que va a manipular el equipo, lea las instrucciones de uso expuestas en el manual que ofrece el fabricante.

Evitar el funcionamiento del equipo si se encuentra cerca a un medio expuesto al agua ( tazas de café, piscinas, lluvia, goteras etc.)

Evite desplazar el equipo de su sitio si éste se encuentra en funcionamiento, de igual manera es muy peligroso intentar hacer mediciones o reemplazar componentes con el equipo encendido. Antes de intentar cualquier procedimiento de medida o mantenimiento, considere qué corrientes y voltajes peligrosos pueden existir. Es muy importante remover la fuente primaria de potencia del equipo, cuando el voltaje principal AC esta puesto. Buen juicio, cuidado y sentido común es lo mejor para prevenir accidentes.

Al conectar cualquier instrumento (vatímetro, analizador de espectro, etc.) a la salida de alta frecuencia, use un atenuador apropiado o la carga de pruebas para proteger la etapa final amplificadora y la entrada del instrumento.

Si la unidad no va a ser empleada por un largo período de tiempo, debe desconectarse de la respectiva fuente de corriente.

**1.4.2 Revisión general.** Involucra la siguientes acciones específicas:

**Inspección Visual.** Es la operación más importante de mantenimiento preventivo debido a que esta determina la necesidad de las otras. Es conveniente llegar a familiarizarse en forma completa con las condiciones de operación normal con el objeto de reconocer e identificar condiciones anormales rápidamente. El remedio para la solución de muchos de los problemas visibles es obvio. Sin embargo, se debe tener cuidado especial si se localizan componentes dañados por el calor. El sobrecalentamiento es usualmente un síntoma de una falla.

Es esencial determinar la causa actual del sobrecalentamiento antes de que el componente dañado por calor sea reemplazado, porque de lo contrario el daño será repetido, observe con precaución lo siguiente:

Sobrecalentamiento; Indicado por el cambio del color, el ondulamiento de partes y olores particulares.

Oxidación, suciedad, corrosión, moho, herrumbre u hongos que crecen.

**Tocar.** Chequee las partes que visualmente muestran sobrecalentamiento especialmente partes que rotan, tales como el motor del ventilador. La necesidad de lubricación, la pérdida de apropiada ventilación o la existencia de algún defecto puede ser detectado y corregido antes de que ocurran fallas más graves. Llegar a familiarizarse con temperaturas de operación normales con el objeto de reconocer desviaciones del rango normal.

**Apretar.** Asegure y apriete los tornillos sueltos, las tuercas, no atornille indiscriminadamente, asegúrese de aplicar la presión adecuada cuando este asegurando tornillos, tuercas, etc., de acuerdo con los parámetros de diseño de estas partes que podrían lesionarse en caso de ejercer excesiva presión.

**Limpiar.** Limpie las partes cuando la inspección muestra que la limpieza es requerida. Para limpiar la carcasa del equipo puede usar un trapo húmedo o si fuera necesario deberá emplear limpiador a base de silicona. Evite utilizar bencina, alcohol o diluyente de pintura.

Para los circuitos internos impresos toque con sus manos la pared o utilice una manilla de descarga estática antes de manipular la parte interna. Puede limpiarlos removiendo el polvo con un pincel a la vez que utiliza un soplador. En las superficies que NO presenten salientes metálicas producto de soldadura, como es el caso de los buses de conexión, puede usarse alcohol isopropílico empapado en un trozo de algodón. Asegúrese de retirar alguna fibra residual al terminar la limpieza.

**Ajuste.** Haga los ajustes cuando la inspección muestra que dichos ajustes son necesarios para mantener el equipo en operación normal.

Asegure los contactos de las correas con los zócalos de los circuitos impresos para aquellos equipos que operan con movilidad, tal es el caso de reproductores de CD, DVD.

**Lubricación.** Los motores de los ventiladores en los equipos son unidades selladas y no requieren lubricación.

**Pintura.** Pinte las superficies con el tipo original de pintura, aplique una primera mano si es necesario. Cuando la inspección muestra herrumbre, gasto, o daño sobre la película de pintura.

**1.4.3 Revisión y mantenimiento de circuitos internos.** Al conectar o remover placas de circuito impreso, conectores de cable, o fusibles siempre desenergice al menos la parte afectada del equipo. Después que esta parte ha sido desenergizada, espere el tiempo suficiente para descargar los condensadores antes de efectuar operación alguna. En circuitos de alta tensión, utilice siempre el bastón de descarga a tierra repetidas veces antes de tocar cualquier parte del circuito.

Durante el proceso de una reparación, recuerde que los FET (Transistores de efecto de campo) y otros dispositivos semiconductores óxido metálicos de silicio (MOS) de alta impedancia de entrada pueden parecer defectuosos debido a la fuga entre las pistas o calles de la placa de circuito impreso en que se hallan montados. Limpie cuidadosamente la placa de circuito impreso y revise otra vez el dispositivo afectado antes de concluir que éste está dañado.

Al reemplazar dispositivos MOS, siga las recomendaciones generales de manipulación y aislamiento para evitar cualquier daño causado por cargas estáticas y soldadura en tales dispositivos. Al remover cualquier componente de una placa de circuito impreso, en particular los circuitos integrados, tenga cuidado de no dañar los terminales y las pistas de la placa.

#### 1.4.4 Revisión y mantenimiento de elementos.

**Semiconductores.** El mejor chequeo del desempeño de un semiconductor es su operación adecuada al encontrarse instalado en el equipo. Cuando los semiconductores son reemplazados, verifique la operación de aquel o aquellos circuitos que puedan verse afectados por la presencia de éstos elementos. Reemplace los semiconductores descompuestos por dispositivos originales o por algún reemplazo directo recomendado. El mantenimiento preventivo de transistores es desarrollado en los siguientes pasos:

- Inspeccione los semiconductores y las áreas circundantes, de la acumulación de polvo o mugre que podrían generar trayectorias de fugas. La acumulación de polvo sobre las superficies que disipan calor pueden reducir el flujo de aire y convertirse en una barrera térmica.
- Examine todos los semiconductores de modo que no haya conexiones sueltas o corrosión. Los transistores de potencia de RF (Radio Frecuencia) y otros, tienen unos requerimientos de torque específicos que deben ser seguidos.
- Tener en cuenta que aunque el procedimiento correctivo o la solución de la mayoría de los defectos visibles son evidentes, se debe tener especial cuidado si se encuentra daño por sobrecalentamiento. El sobrecalentamiento usualmente indica otro problema en el equipo, por lo tanto, es importante que la causa de este se corrija para prevenir la repetición del daño.

**Condensadores.** Mantenimiento preventivo de capacitores es realizado de la siguiente manera:

- Examine todos los terminales de los capacitores de forma que no haya conexiones sueltas o corrosión.
- Asegure que los componentes montados están asegurados.
- Examine el cuerpo de cada capacitor observando deformaciones, cambio de color, u otra evidencia de daño.
- Inspeccione los capacitores electrolíticos para ubicar signos de fugas. Use practicas estándar para reparar conexiones de soldadura malas con las herramientas para soldar apropiadas.

**Resistencias fijas.** Mantenimiento preventivo de resistores fijos puede ser realizado teniendo en cuenta lo siguiente:

- Cuando este inspeccionando un chasis, una tarjeta, un módulo con componentes discretos examine los resistores de forma que no se vean sucios o afectados por sobrecalentamiento. Cambio de color, rotura o componentes deformados indican una posible sobrecarga.
- Cuando este reemplazando un resistor asegúrese que el valor reemplazado corresponde al componente designado por el diagrama circuital.
- Limpie los resistores sucios con una pequeña brocha.

**Transformadores.** Mantenimiento preventivo de transformadores puede ser realizado desarrollando las siguientes actividades:

- Toque cuidadosamente cada transformador inmediatamente después de remover la potencia, para observar signos de sobrecalentamiento.
- Inspeccione cada transformador de manera que no este sucio que las partes de montaje no estén sueltas, que las conexiones terminales estén aseguradas.
- La mugre, el polvo o la mezcla de estos entre los terminales de conexión pueden causar saltos de voltaje.
- Asegure los terminales, los elementos de montaje, etc..
- Limpie con una tela suave y húmeda libre de pequeñas partes de algodón. Use un solvente limpiador apropiado si es requerido.
- Limpie los contactos o conexiones corroídas con una tela suave.
- Reemplace los transformadores defectuosos.

**Relevos.** Reemplace los relevos que son sellados herméticamente si se encuentran defectuosos. Para otro tipo de relevos verifique lo siguiente:

- El relevo está firmemente montado.
- Las terminales de conexión no están dobladas y el aislamiento no está dañado.
- Los terminales de conexión están asegurados y limpios.
- El movimiento de las partes internas se desplazan libremente.
- La tensión de sostenimiento es correcta.
- Los contactos están limpios, ajustados adecuadamente y hacen buen contacto.
- La bobina no muestra señales de sobrecalentamiento.
- Limpie la mugre o las conexiones que presentan terminales corroídas.

**1.4.5 Verificación de Funcionamiento.** Además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de la rutina, es importante poner en funcionamiento el equipo en todos los modos de operación que éste posea verificando que no existan fallas como interferencias entre canales, ruido, mallas, respuestas indeseadas, entre otras.

Para equipos que cuenten con dispositivos de medición o indicadores como LEDs, vatímetros, voltímetros y demás accesorios, se recomienda visualizar su estado físico y en la medida de lo posible comprobar su funcionamiento con otro sistema de medición que permita verificarlo con adecuada exactitud, también se debe verificar que los valores o estados presentados en estos se encuentren dentro de los parámetros y condiciones adecuadas de funcionamiento del equipo.

Con las acciones generales anteriores, se diseñó un formato para llevar a cabo las labores de mantenimiento preventivo para cada equipo donde se registran aspectos como identificación del aparato, valoración de la estructura física, funcionamiento, casillas donde se marca la acción de mantenimiento que se le realiza a cada parte externa e interna del equipo. De igual forma, se incluye un



cuadro adicional donde se hacen las respectivas observaciones particulares sobre el trabajo de mantenimiento, persona encargada y fecha en que acontece el evento. Finalmente se adiciona un cronograma sugerido para el mantenimiento de cada equipo.

Este formato complementa a las hojas de vida de cada equipo y se encuentran en el anexo B.

## **1.5 ESTUDIO DE COBERTURA Y CALIDAD DE LA SEÑAL DE RADIO**

Se hizo a través de un análisis de propagación de la señal emitida; donde se calculó la potencia de recepción, el porcentaje de liberación de la primera zona de Fresnell y muestreo de la calidad de la señal.

Uno de los objetivos del proyecto corresponde a la esquematización de la cobertura de la señal emitida por la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM, pero durante el tiempo en que se desarrolló la pasantía se presentó una falla en el amplificador de potencia. La válvula tríodo que es base de funcionamiento de este equipo cumplió su ciclo de vida útil. El técnico encargado de hacer el mantenimiento correctivo de estos equipos, con el propósito de mantener al aire la señal por lo menos con una cobertura limitada al sector urbano de la Ciudad de Pasto, conectó el cable Heliac de las antenas de transmisión de polarización circular a la salida del excitador, por lo que la señal continuó su emisión pero solo con una potencia de 20 vatios que son los que suele emplear para excitar al amplificador en su funcionamiento normal el cual entrega los 1000 vatios de potencia radiada.

Debido a la situación anterior y sumado al hecho de la difícil consecución de un Analizador de Espectros para realizar un número significativo de muestreos de la señal, el estudio de potencia de radiación se hizo en forma teórica orientado solo al sector urbano, tanto para 20 vatios que son los que irradia en el momento del desarrollo de proyecto, como 1000 vatios que son los que debería irradiar si el sistema se hallara operando normalmente.

En forma semejante, se identificó , el porcentaje de liberación del factor conocido como “Primera Zona de Fresnell”; el cual, establece si la radiación, entre la antena transmisora y la antena receptora del oyente, se encuentra libre de obstáculos físicos (relieves geográficos o construcciones elevadas) que impidan el desplazamiento de las ondas de radio generando deterioro en la calidad de la señal recibida.

La calidad de la señal fue determinada cualitativamente haciendo uso de un receptor de radio, en algunos sectores de la ciudad, corroborando los resultados logrados en el cálculo del porcentaje de liberación de la primera zona de Fresnell.

**1.5.1 Cálculo de la potencia de radiación.** Para este trabajo teórico se utilizó la potencia de transmisión de la emisora y considerando además, la ganancia de las antenas, las atenuaciones por las pérdidas en las líneas de transmisión y recepción así como las que se presentan en el espacio libre.

La Potencia de recepción,  $P_{RX}$ , se expresa como:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{LTXA} - L_{LTXB} - L_{FS} + G_{TX} + G_{RX}$$

Donde

$P_{TX}$  = Potencia transmitida [dBm]

$L_{LTXA}$  = Pérdidas de potencia en las líneas y conectores del transmisor

$L_{LTXB}$  = Pérdidas de potencia en las líneas y conectores del receptor

$L_{FS}$ , corresponde a pérdidas en el espacio libre; las cuales se expresan a su vez según la fórmula de Fritz:

$$L_{FS} = 32.45 + 20 * \log (\text{frecuencia[MHz]}) + 20 * \log (\text{distancia [km]})$$

$G_{TX}$  = Ganancia en la antena transmisora

$G_{RX}$  = Ganancia en la antena receptora

La potencia de transmisión debe expresarse en dBm; por lo tanto, para 20 vatios que es la potencia con la que se encontraba operando el sistema en el momento del desarrollo del proyecto, se tiene:

$$P_{TX} = 10 * \text{Log} \frac{20}{0.001} = 43.01029 \text{ dBm}$$

y para 1000 vatios, que es la potencia con la que debería estar operando el sistema, se tiene:

$$P_{TX} = 10 * \text{Log} \frac{1000}{0.001} = 60 \text{ dBm}$$

Las pérdidas en las líneas y conectores del transmisor

$$L_{LTXA} = 0.509 \text{ dB}$$

Ganancia en la antena de transmisión

$$G_{TX} = 3.2 \text{ dB}$$

Ganancia en la antena receptora ( dipolo de  $\frac{1}{2}$  onda)

$$G_{RX} = 0.0 \text{ dB}$$

Pérdidas de potencia en las líneas y conectores del receptor

$$L_{TXB} = 0.0 \text{ dB}$$

Las pérdidas en el espacio libre se calcularon cada 0.5 km a partir de la antena transmisora y una frecuencia de 101.1 MHz.

La potencia de recepción aceptable para obtener una señal reconocible en el receptor es de  $-60\text{dBm}$ .

Con los datos obtenidos se realizó una esquematización de la potencia radiada en la ciudad de San Juan de Pasto, utilizando para ello mapas del sector urbano y la gráfica del patrón de radiación de las antenas LBC-1 de polarización circular. Los datos aparecen registrados en las tablas 5 y 6, los esquemas en las figuras 4 y 5.

### 1.5.2 Porcentaje de liberación de la primera zona de Fresnell

Para determinar este porcentaje se tiene en cuenta los siguientes aspectos:

Factor de curvatura terrestre para zona templadas

$$k = 4/3$$

Radio terrestre

$$R = 6378 \text{ km}$$

Corrección de la curvatura terrestre

$$h = \frac{d_1 * d_2}{2 * k * R}$$

donde

$d_1$  = distancia desde la antena emisora hasta el obstáculo [km]

$d_2$  = distancia desde el obstáculo hasta la antena receptora [km]

El valor  $h$  se suma a la altura del obstáculo, debido a la curvatura terrestre, obteniéndose así la altura real del mismo,  $h_1$ . Entonces:

$$h_1 = \text{Altura del obstáculo} + h$$

Tabla 5. Valores para potencia de recepción a 20 vatios

<b>Distancia [km]</b>	<b>Pérdidas en el espacio libre (Lfs)</b>	<b>Potencia de recepción (Prx)</b>
0.5	66.5244232	-20.8231232
1	72.5450231	-26.8437232
1.5	76.0668483	-30.3655483
2	78.565623	-32.8643231
2.5	80.5038233	-34.8025233
3	82.0874482	-36.3861482
3.5	83.426384	-37.725084
4	84.5862229	-38.884923
4.5	85.6092734	-39.9079734
5	86.5244232	-40.8231232
5.5	87.3522769	-41.6509769
6	88.1080481	-42.4067482
6.5	88.8032902	-43.1019903
7	89.4469839	-43.745684
7.5	90.0462484	-44.3449484

Tabla 6. Valores para potencia de recepción a 1000 vatios

<b>Distancia [km]</b>	<b>Pérdidas en el espacio libre (Lfs)</b>	<b>Potencia de recepción (Prx)</b>
0.5	66.5244232	-3.8334232
1	72.5450231	-9.85402311
1.5	76.0668483	-13.3758483
2	78.565623	-15.874623
2.5	80.5038233	-17.8128233
3	82.0874482	-19.3964482
3.5	83.426384	-20.735384
4	84.5862229	-21.8952229
4.5	85.6092734	-22.9182734
5	86.5244232	-23.8334232
5.5	87.3522769	-24.6612769
6	88.1080481	-25.4170481
6.5	88.8032902	-26.1122902
7	89.4469839	-26.7559839
7.5	90.0462484	-27.3552484

Figura 4. Esquema de la potencia de recepción de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM, utilizando 20 vatios.

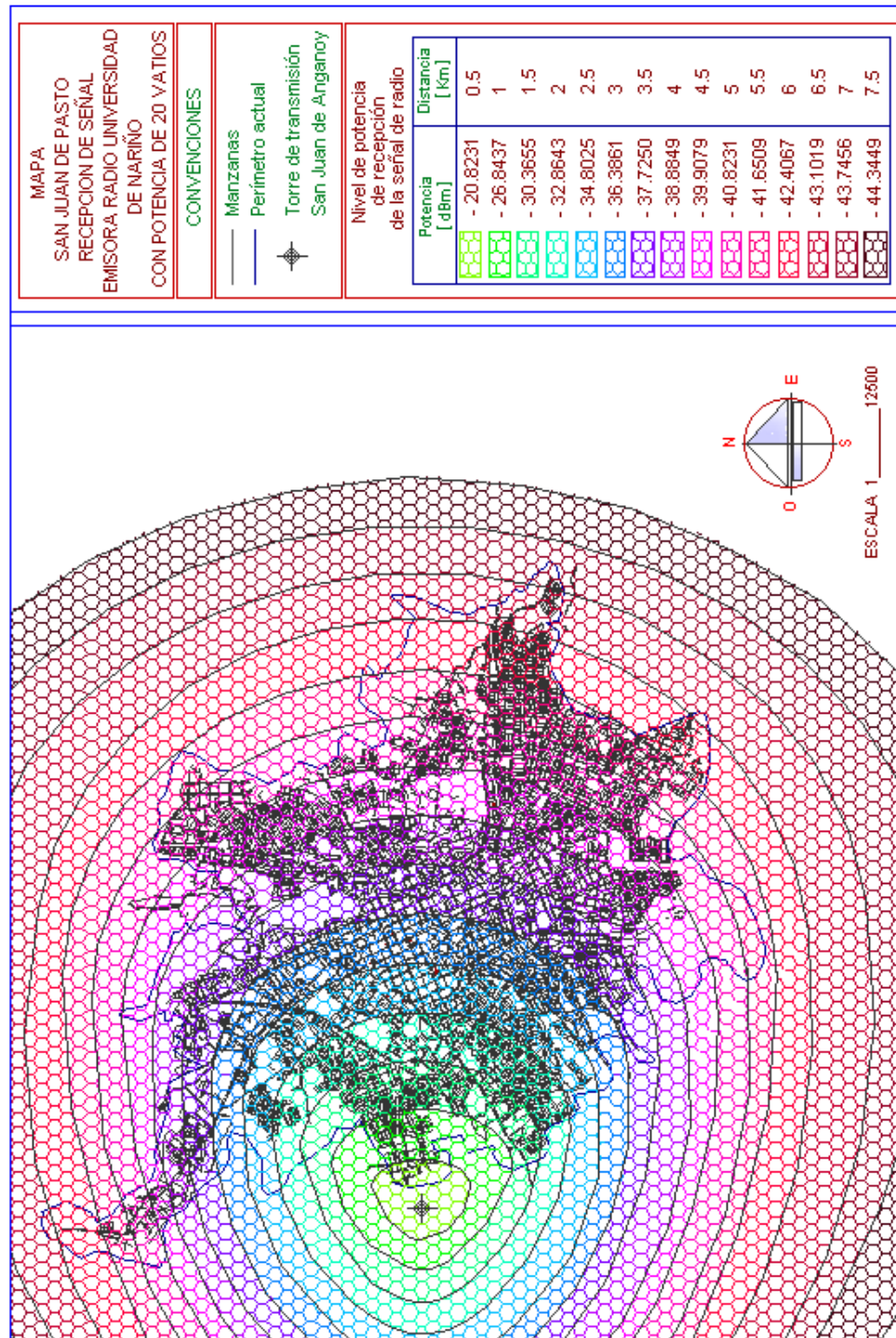
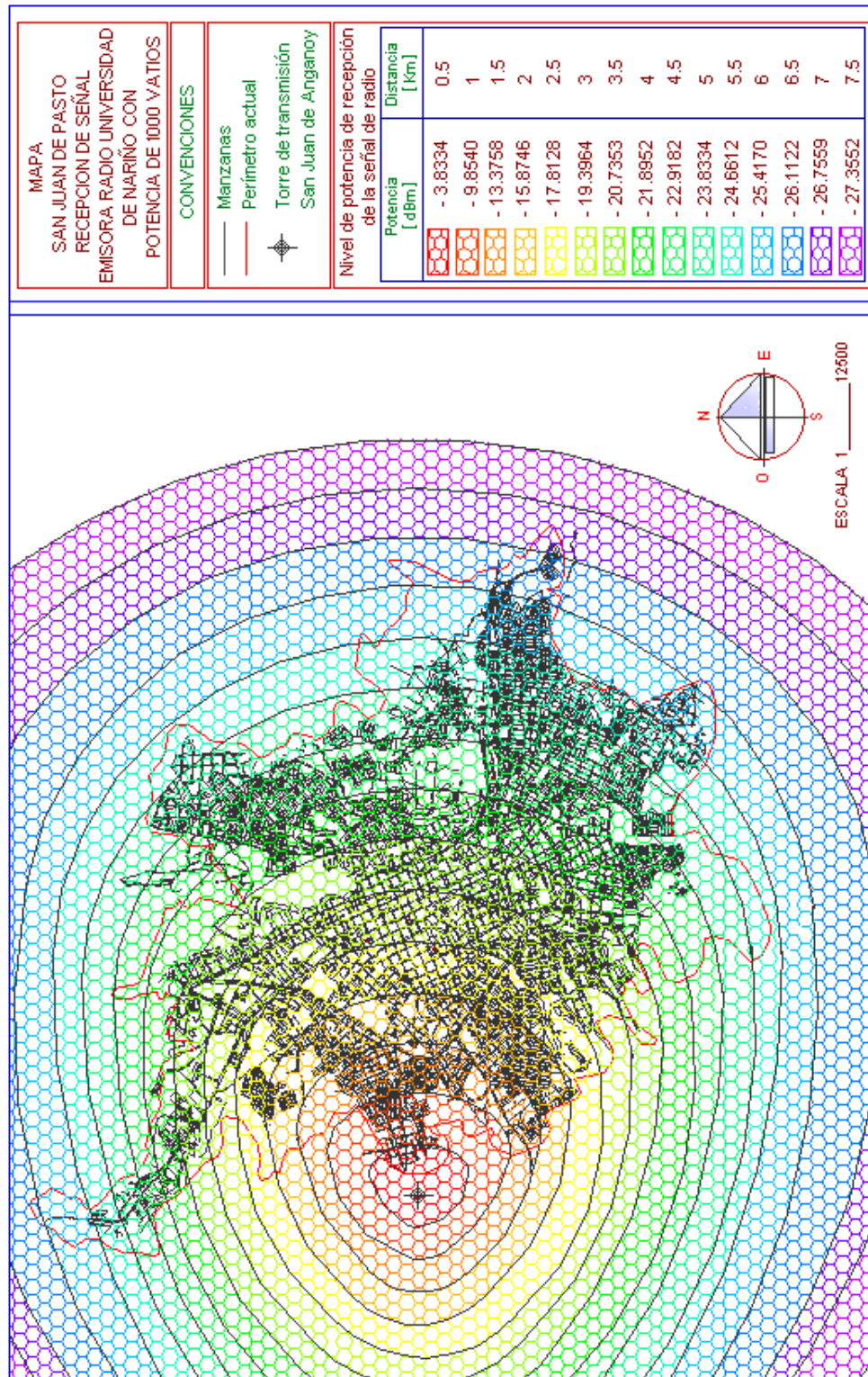


Figura 5. Esquema de potencia de recepción de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM, utilizando 1000 vatios.



Radio de Fresnell

$$R_f = \sqrt{\frac{n \cdot \lambda \cdot d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}}$$

donde

n = Número de la zona de Fresnell a identificar (1ª)

λ = Longitud de onda del rango de frecuencia con el que se trabaja

$$\lambda = \frac{C}{\gamma}$$

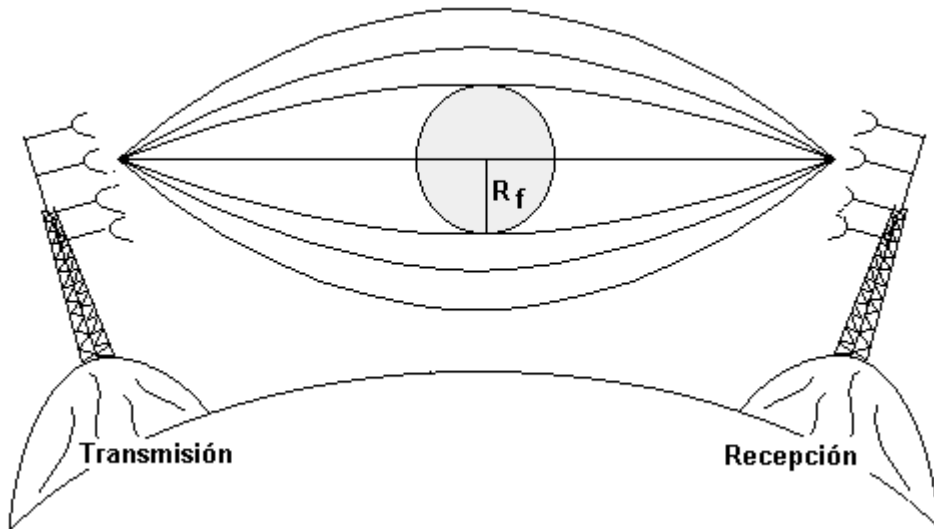
donde

C = Velocidad de luz en el vacío (3\*10<sup>8</sup> m)

γ = Frecuencia con la que se trabaja [Hz]

El radio de Fresnell corresponde a la distancia que tiene la perpendicular que hay desde el centro de la línea recta que se presenta entre el sistema transmisor - receptor y la elipsoide de la primera zona de Fresnell, como se representa en la Figura 6.

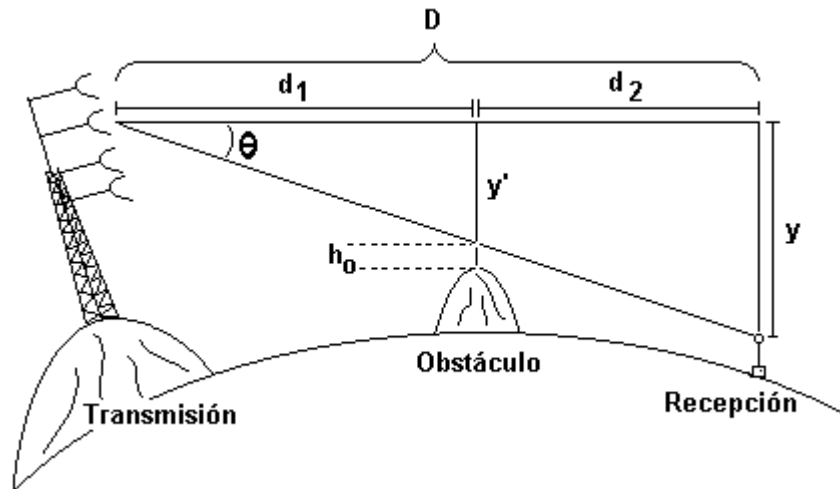
Figura 6. Representación del radio de Fresnell R<sub>f</sub>.



Ahora determinamos la distancia entre el obstáculo y centro del radio de Fresnell, h<sub>o</sub>, para lo cual hay que tener en cuenta que la altura del receptor se encuentra muy por debajo de la altura de la antena emisora. Por lo tanto, se debe considerar dicha diferencia según lo que representa la figura 7, de donde utilizando los valores de “y” y de “D” se averigua “tg θ”.

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{y}{D}$$

Figura 7. Alturas presentes entre antena transmisora, obstáculo y recepción para la señal de radio.



Valor que es igual a

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{y'}{d_1}$$

entonces,

$$y' = \operatorname{tg}\theta * d_1$$

por lo que la altura al centro de radio de Fresnell,  $h'$ , sería

$$h' = y - y'$$

Se necesita además la altura del centro de radio de Fresnell sobre el nivel del mar,  $h_{\text{CRF}}$

$$h_{\text{CRF}} = \text{Altura del receptor} + h'$$

La distancia entre el obstáculo y centro del radio de Fresnell,  $h_0$  se obtiene como

$$h_0 = h_{\text{CRF}} - h_1$$

Si el valor de  $h_0$  es positivo, indica que la altura del obstáculo se encuentra por debajo del centro del radio de Fresnell. Por el contrario, si el valor es negativo, la altura del obstáculo se halla por encima del centro del radio de Fresnell. Se



considera que la señal captada en el receptor es aceptable, si ésta primera zona se encuentra libre en un valor igual o superior al 60%.

Para determinar el porcentaje de la liberación de la primera zona de Fresnell se considera el diámetro de la misma, es decir  $2 \cdot R_f$ .

$$\% \text{ Liberación } 1^{\text{a}} \text{ zona de Fresnell} = (R_f + h_0) * \frac{100\%}{2 * R_f}$$

Si el porcentaje de liberación de la 1ª zona de Fresnell es mayor o igual a 100 se asume que la señal se encuentra libre de obstáculos. En caso de dar cero e incluso, valores negativos indicaría que el obstáculo impide totalmente el paso de la señal entre transmisor y receptor.

### **1.5.3 Estudio de calidad de la señal**

Los valores obtenidos en forma teórica, relacionados con el porcentaje de liberación de la primera zona de Fresnell, corroboraron las observaciones cualitativas que se hicieron en forma previa para determinar la calidad de la señal de radio; hecho para el cual, se empleó un receptor de radio de automóvil, debido a su sensibilidad en la percepción cuando se halla desplazándose en diferentes latitudes, longitudes y alturas sobre el nivel del mar. Para esta medición es adecuado tener como un mínimo de 120 observaciones para identificar más en detalle los baches y lugares de mejor recepción, pero debido al hecho de estar caracterizando a una señal con potencia de 20 vatios, para algunos lugares donde en condiciones normales de operación de la emisora la recepción debería ser de una valoración cercana o igual al 100%, la observación sería algo incierta; por eso se escogieron solo algunos sectores estratégicos de la ciudad. Sin embargo los datos obtenidos son unos indicadores que guían el estudio de cobertura en el sector urbano. Los datos de ubicación fueron registrados en las coordenadas que indicara un Navegador Satelital, Marca Garmin, Modelo GPS 12 XL, donde se apreció de manera evidente, que los valores más pequeños en porcentaje, inferior al valor de calidad aceptable (60%), corresponden a aquellos lugares de la ciudad que tienen una posición “sumergida” o sin línea apreciable de vista en relación con la antena de transmisión ubicada en San Juan de Anganoy.

Con base en todos los procedimientos anteriores prácticos y teóricos, se establecieron los resultados que caracterizan la calidad de recepción de la señal de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO, registrados en la Tabla 7 y esquematizados en la figura 8.

Tabla 7 . Datos para determinar el porcentaje de liberación de la primera zona de Fresnell. Altura de la antena de transmisión a 2860, 723 msnm.

Nombre del obstáculo	Ubicación	d1 (m)	h1 (msnm)	Lugar de Recepción	Ubicación	d2 (m)	Altura de recepción (msnm)	Rf (m)	h <sub>CRF</sub> (msnm)	h <sub>o</sub>	% de liberación 1ª zona de Fresnell
Aire Libre	1° 12' 22.59"N 77° 16' 38.56" W	2922.23	2568.04	Sn Juan Bosco	1° 12' 21.93"N 77° 16' 32.2" W	250.28	2541	26.15	2566.223	-1.82	46.52
		2922.23	2568.12	Igl.Fátima	1° 12' 16.33"N 77° 16' 21.04" W	672.72	2552	40.28	2609.771	41.66	101.70
		2922.23	2568.08	Tras. Batallón	1° 12' 20.68"N 77° 16' 25.47" W	484.04	2549	35.10	2593.297	25.21	85.91
		2922.23	2568.10	Barrio Fátima	1° 12' 10.33"N 77° 16' 17.26" W	607.53	2545	38.63	2599.342	31.24	90.43
Goretti	1° 12' 32.88"N 77° 16' 44.94" W	2812.61	2563.03	H .Chambú	1° 12' 33.88"N 77° 16' 39.38" W	158.80	2540	21.12	2557.141	-5.89	36.07
		2812.61	2563.05	AV.Am. Con Cll.18	1° 12' 30.8"N 77° 16' 34.3" W	316.32	2542	29.05	2574.221	11.17	69.23
		2812.61	2563.09	Navar. Cll.21 con Cr17	1° 12' 28.64"N 77° 16' 24.92" W	561.33	2538	37.26	2591.692	28.60	88.37
		2812.61	2563.12	AV.Col con Cr 15A	1° 12' 28.38"N 77° 16' 19.25" W	737.40	2535	41.64	2602.659	39.54	97.48
Igl. Santiago	1° 12' 38.31"N 77° 16' 57.05" W	2812.61	2563.13	Centenario-Normandía	1° 12' 34.85"N 77° 16' 17.26" W	808.96	2528	43.18	2602.321	39.19	95.38
		2396.38	2566.13	C.C.Sanandresito	1° 12' 39.63"N 77° 16' 49.12" W	211.79	2540	24.03	2566.044	-0.09	49.82
		2396.38	2566.13	Cll.22 con Cr.13	1° 12' 30.55"N 77° 16' 52.64" W	200.79	2548	23.45	2572.177	6.05	62.90
		2396.38	2566.16	Cll.16conCr.22	1° 12' 39.9"N 77° 16' 45.08" W	408.36	2537	32.18	2584.133	17.98	77.93
U.Mariana	1° 13' 24.2"N 77° 16' 56.35" W	2396.38	2566.19	Plaza Carnaval	1° 12' 38.13"N 77° 16' 35.4" W	625.24	2530	38.36	2598.434	32.25	92.03
		2720.50	2530.02	Cll.19conCr.34A	1° 13' 28.22"N 77° 16' 56.79" W	102.47	2509	17.12	2521.767	-8.25	25.90
		2720.50	2530.04	H.Infantil	1° 13' 24.4" N 77° 18' 13.06" W	256.31	2505	26.36	2535.628	5.59	60.60
		2720.50	2530.04	Av.Estud.con Cr.34A	1° 13' 33.24"N 77° 16' 53.8" W	254.53	2500	26.28	2530.862	0.82	51.56
Bloques El Mirador	1° 13' 32.85"N 77° 17' 26.78" W	2036.34	2551.18	Pandiaco	1° 13' 45.02"N 77° 17' 14.9" W	628.33	2500	37.75	2585.059	33.88	94.88
		2036.34	2551.18	Urb. Terranova	1° 13' 53.67"N 77° 17' 23.08" W	658.43	2490	38.42	2580.581	29.40	88.26

Nombre del obstáculo	Ubicación	d1 (m)	h1 (msnm)	Lugar de Recepción	Ubicación	d2 (m)	Altura de recepción (msnm)	Rf (m)	h <sub>CRF</sub> (msnm)	h <sub>o</sub>	% de liberación 1ª zona de Fresnell
		2036.34	2551.18	IDDAT	1° 13' 47.15"N 77° 17' 13.85" W	643.14	2490	38.08	2578.982	27.81	86.51
Quintas de Sn.Pedro	1° 13' 39.86"N 77° 17' 44.09" W	1848.55	2583.07	Almacafé	1° 14' 2.92"N 77° 17' 48.71" W	678.28	2492	38.37	2590.976	7.90	60.30
Cantera Toro	1° 13' 55.21"N	1989.64	2620.07	Gaseosas Nariño	1° 14' 6.91"N 77° 17' 56.38" W	622.18	2472	37.50	2564.600	-55.47	-23.96
Bajo	77° 17' 57.41" W	1989.64	2620.09	Briceño	1° 14' 13.4"N 77° 18' 3.62" W	782.22	2472	40.82	2581.697	-38.39	2.97
Entrada terrazas de Briceño	1° 14' 26.56"N 77° 18' 24.5" W	2806.51	2478.93	Terrazas de Briceño	1° 14' 41.28"N 77° 18' 24.06" W	774.25	2475	42.43	2558.403	79.48	143.64
Loma Cementerio Central	1° 13' 31.1"N 77° 16' 36.04" W	3262.04	2600.09	Niño J de Praga. Cem.	1° 13' 32.35"N 77° 16' 22.37" W	453.60	2569	34.38	2604.613	4.53	56.58
		3262.04	2600.19	Nueva Aranda	1° 13' 48.27"N 77° 16' 11.11" W	978.28	2630	47.26	2683.230	83.04	137.86
		3262.04	2600.12	La libertad	1° 13' 39.99"N 77° 16' 17.26" W	651.35	2585	40.14	2630.892	30.77	88.33
		3262.04	2600.07	marquetalia (Subida cárcel)	1° 13' 17.97"N 77° 16' 24.21" W	340.58	2540	30.25	2570.320	-29.74	0.84
Loma Las Violetas	1° 12' 6.5"N 77° 16' 40.92" W	3092.57	2559.02	Las violetas	1° 12' 6.98"N 77° 16' 31.73" W	109.05	2545	17.68	2555.754	-3.27	40.76
Caicedo	1° 12' 6.39"N 77° 17' 2.42" W	2474.84	2620.05	Niza	1° 12' 6.31"N 77° 16' 52.12" W	317.50	2556.3	28.90	2590.914	-29.13	-0.41
Granada	1° 11' 50.41"N 77° 16' 56.54" W	2901.86	2610.05	Igl. Chapal	1° 11' 47.76"N 77° 16' 47.12" W	282.47	2558	27.64	2584.853	-25.20	4.42
		2901.86	2610.10	Gaseosas La Cigarra	1° 11' 38.39"N 77° 16' 43.82" W	576.36	2552	37.77	2603.157	-6.94	40.81
		2901.86	2610.10	Mister Pollo Sur	1° 11' 34.69"N 77° 16' 46.27" W	613.34	2552	38.76	2605.867	-4.24	44.53
Villafior II Mz. 23	1° 12' 2.95"N 77° 15' 15.13" W	5661.68	2608.23	Barrio Popular	1° 12' 1.03"N 77° 14' 49.26" W	689.83	2614	42.72	2640.796	32.57	88.12
Canchala	1° 11' 54.31"N 77° 15' 17.45" W	5761.37	2631.39	Vía Oriente	1° 11' 51.65"N 77° 14' 30.66" W	1147.38	2690	53.28	2718.353	86.96	131.60
Emilio Botero	1° 11' 45.2" N 77° 16' 34.05" W	4189.67	2576.04	Barrio Cantarana	1° 11' 46.66" N 77° 16' 26.06" W	148.33	2565	20.62	2477.295	-98.74	-189.46

Figura 8. Porcentaje de liberación de la primera zona de Fresnell, para la señal de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM, en la ciudad de San Juan de Pasto. Curvas de Nivel.

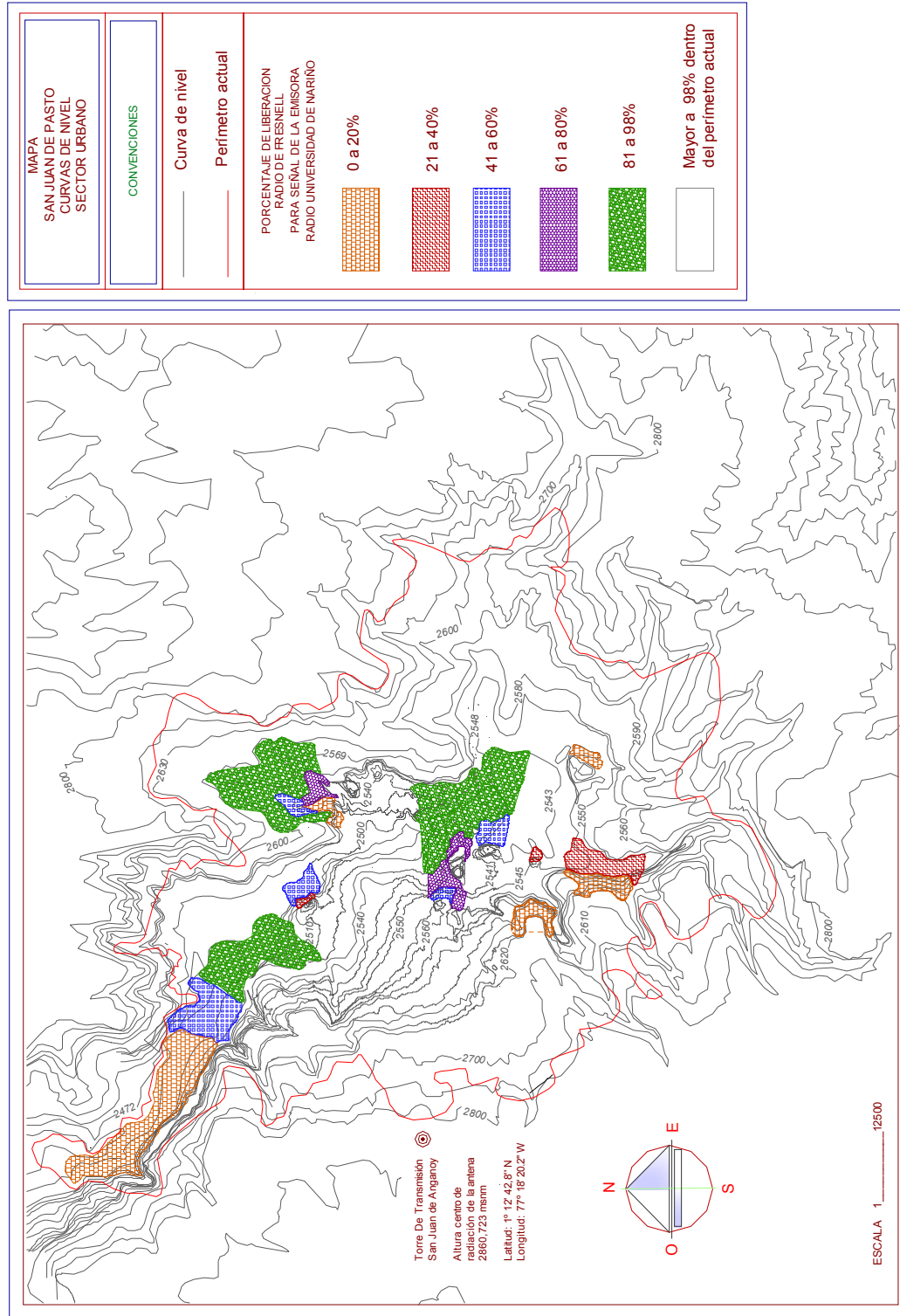
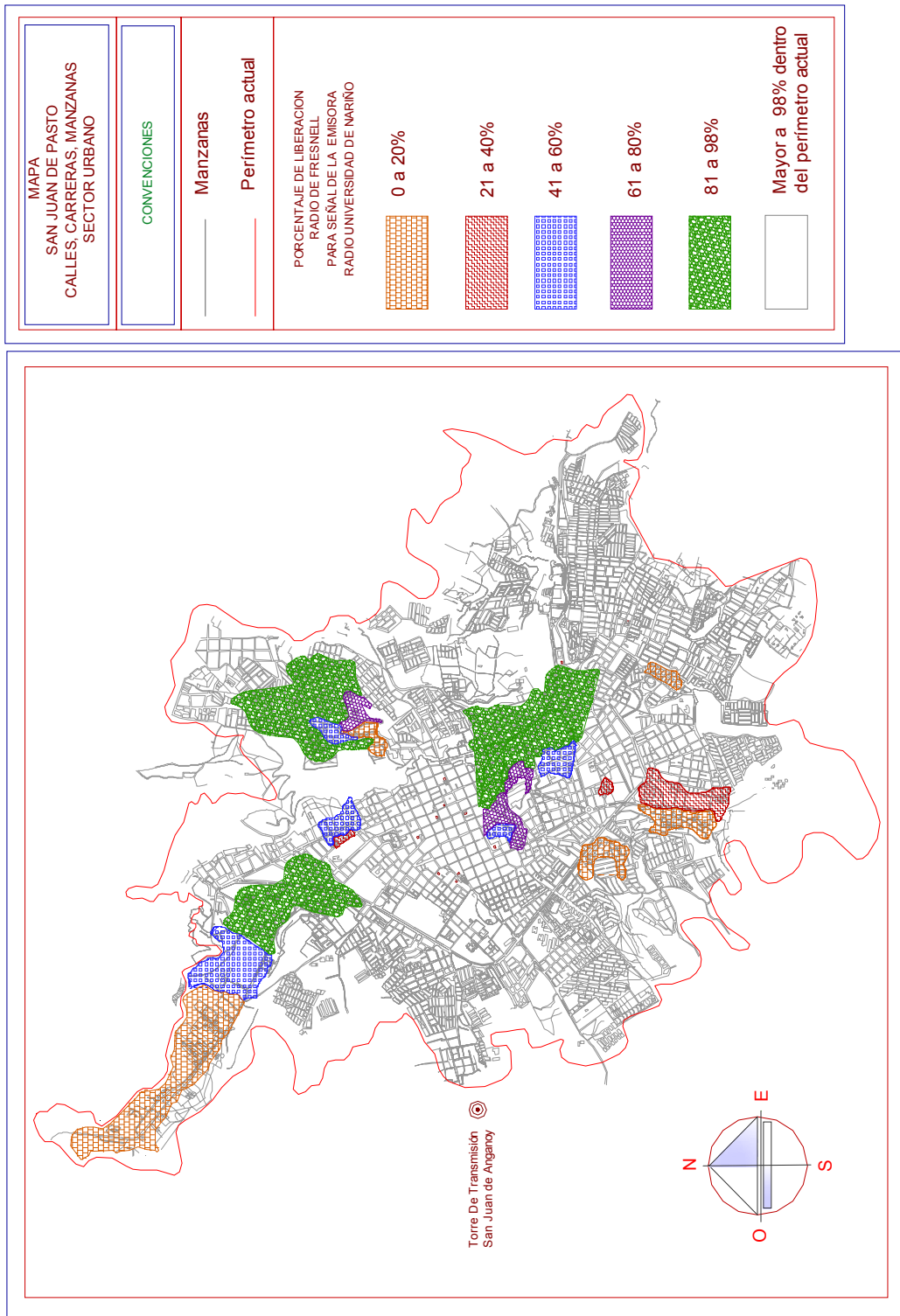


Figura 9. Porcentaje de liberación de la primera zona de Fresnell, para la señal de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM, en la ciudad de San Juan de Pasto. Calles y carreras.



### 1.5.4 Análisis de interferencias

Este trabajo se llevó a cabo utilizando un analizador de espectros Marca HEWLETT PACKARD modelo 8592A y una antena YAGUI para frecuencia de 460 MHz, aparatos que facilitaron identificar los niveles de potencia en la recepción de cinco sectores de la ciudad y compararlos con los de las otras emisoras FM

Si bien se puede apreciar, por los valores medidos, la potencia baja de con la que se encuentra trabajando, la observación permitió descartar la posibilidad de una intromisión de otra señal que opere a frecuencia cercana a los 101.1 MHz generando interferencia. Entonces la señal se encuentra libre, distante en el espectro de sus homólogas vecinas al irradiar con 20 vatios.

Los datos que permiten el análisis de interferencias se encuentran en las Tablas 8 a 12.

**1.5.5 Verificación de frecuencia de enlace.** Esta observación se realiza identificando la configuración del banco de switches del transmisor de enlace. Dicha observación manifestó una frecuencia de 333.3 MHz. Este dato fue corroborado utilizando el analizador de espectros al hacer una medición en el trayecto que hay entre la antena transmisora y la receptora de enlace en las coordenadas 1° 12' 48.82" de latitud norte, 77° 17' 39.59" de longitud oeste y 2648 metros sobre el nivel del mar, donde la frecuencia corresponde al mismo valor calibrado en el transmisor con una potencia de -50 dBm. Sin embargo la frecuencia permitida por el Ministerio de Comunicaciones para realizar el enlace de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO es de 301.3 MHz.

Tabla 8. Análisis de interferencias 1

<b>Ciudad</b>	San Juan de Pasto	<b>Latitud</b>	1° 12' 778"
<b>Dirección</b>	Universidad de Nariño sede VIPRI	<b>Longitud</b>	77° 17' 463"
<b>Fecha</b>	17 de Abril de 2007	<b>Altura</b>	2660 M.S.N.M

N°	Hora (HH:MM)	Canal	Nivel de potencia (dBm)	Interferencia		Clasificación o Servicio	Fuente o Procedencia	Distancia (Km)	Observaciones
				Nivel	Frecuencia				
1	11:15 am	101.1	-60	-	-	Emisora FM	San Juan de Anganoy	3	RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO
2	11:17 am	100.1	-55	-	-	Emisora FM	Chambú	4.5	SANTAFE ESTEREO
3	11:20 am	97.1	-52	-	-	Emisora FM	Km 8 Vía Galeras	6	TROPICANA ESTEREO
4	11:24 am	96.1	-60	-	-	Emisora FM	Cima Volcán Galeras	7.5	POLICIA NACIONAL
5	11:28 am	94.1	-25	-	-	Emisora FM	Antanas	5	AMOR ESTEREO

Tabla 9. Análisis de interferencias 2

<b>Ciudad</b>	San Juan de Pasto	<b>Latitud</b>	1° 11' 59"
<b>Dirección</b>	Universidad de Nariño sede TORO BAJO	<b>Longitud</b>	77° 16' 50"
<b>Fecha</b>	17 de Abril de 2007	<b>Altura</b>	2518 M.S.N.M

N°	Hora (HH:MM)	Canal	Nivel de potencia (dBm)	Interferencia		Clasificación o Servicio	Fuente o Procedencia	Distancia (Km)	Observaciones
				Nivel	Frecuencia				
1	12:30 am	101.1	-72	-	-	Emisora FM	San Juan de Anganoy	4.2	RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO
2	12:34 am	100.1	-62	-	-	Emisora FM	Chambú	5.5	SANTAFE ESTEREO
3	12:39 am	97.1	-70	-	-	Emisora FM	Km 8 Vía Galeras	7	TROPICANA ESTEREO
4	12:43 am	96.1	-75	-	-	Emisora FM	Cima Volcán Galeras	8	POLICIA NACIONAL
5	12:47 am	94.1	-47	-	-	Emisora FM	Antanas	4.8	AMOR ESTEREO

Tabla 10. Análisis de interferencias 3

<b>Ciudad</b>	San Juan de Pasto	<b>Latitud</b>	1° 12' 3.02"
<b>Dirección</b>	Mz 23 C18 B/ Villa Flor II	<b>Longitud</b>	77° 15' 15.62"
<b>Fecha</b>	17 de Abril de 2007	<b>Altura</b>	2640 M.S.N.M

N°	Hora (HH:MM)	Canal	Nivel de potencia (dBm)	Interferencia		Clasificación o Servicio	Fuente o Procedencia	Distancia (Km)	Observaciones
				Nivel	Frecuencia				
1	3:00 pm	101.1	-60	-	-	Emisora FM	San Juan de Anganoy	6	RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO
2	3:04 pm	100.1	-60	-	-	Emisora FM	Chambú	2.5	SANTAFE ESTEREO
3	3:10 pm	97.1	-46	-	-	Emisora FM	Km 8 Vía Galeras	10.5	TROPICANA ESTEREO
4	3: 14 pm	96.1	-69	-	-	Emisora FM	Cima Volcán Galeras	12	POLICIA NACIONAL
5	3: 18 pm	94.1	-39	-	-	Emisora FM	Antanas	6.7	AMOR ESTEREO

Tabla 11. Análisis de interferencias 4

<b>Ciudad</b>	San Juan de Pasto	<b>Latitud</b>	1° 13' 0.73"
<b>Dirección</b>	Cr 24 N° 25 – 11 El Calvario	<b>Longitud</b>	77° 15' 15.62"
<b>Fecha</b>	17 de Abril de 2007	<b>Altura</b>	2578 M.S.N.M

N°	Hora (HH:MM)	Canal	Nivel de potencia (dBm)	Interferencia		Clasificación o Servicio	Fuente o Procedencia	Distancia (Km)	Observaciones
				Nivel	Frecuencia				
1	3:59 pm	101.1	-56	-	-	Emisora FM	San Juan de Anganoy	4.8	RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO
2	4:01 pm	100.1	-44	-	-	Emisora FM	Chambú	4	SANTAFE ESTEREO
3	4:04 pm	97.1	-49	-	-	Emisora FM	Km 8 Vía Galeras	8.5	TROPICANA ESTEREO
4	4:09 pm	96.1	-59	-	-	Emisora FM	Cima Volcán Galeras	9.5	POLICIA NACIONAL
5	4:14 pm	94.1	-49	-	-	Emisora FM	Antanas	4.2	AMOR ESTEREO

Tabla 12. Análisis de interferencias 5

<b>Ciudad</b>	San Juan de Pasto	<b>Latitud</b>	1° 12' 48.82"
<b>Dirección</b>	Mz C Casa 10 B/ San Diego	<b>Longitud</b>	77° 17' 39.59"
<b>Fecha</b>	17 de Abril de 2007	<b>Altura</b>	2648 M.S.N.M

N°	Hora (HH:MM)	Canal	Nivel de potencia (dBm)	Interferencia		Clasificación o Servicio	Fuente o Procedencia	Distancia (Km)	Observaciones
				Nivel	Frecuencia				
1	4:51 pm	101.1	-40	-	-	Emisora FM	San Juan de Anganoy	2	RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO
2	4:55 pm	100.1	-42	-	-	Emisora FM	Chambú	4.5	SANTAFE ESTEREO
3	5:01 pm	97.1	-49	-	-	Emisora FM	Km 8 Vía Galeras	5	TROPICANA ESTEREO
4	5:06 pm	96.1	-55	-	-	Emisora FM	Cima Volcán Galeras	7	POLICIA NACIONAL
5	5:10 pm	94.1	-42	-	-	Emisora FM	Antanas	5	AMOR ESTEREO

## 1.6 CÁLCULOS QUE MODIFICAN AL ESTUDIO TÉCNICO

Estos cálculos se hicieron debido a que se observaron inconsistencias en las marcas de los equipos registrados en el estudio a los que se hallan presentes en la emisora. De esta manera, el estudio técnico utiliza teóricamente una potencia nominal de 2700 vatios, sin embargo, el equipo del que dispone la emisora posee, según el manual técnico, un valor de potencia nominal de 1500 vatios. Por lo tanto, para la modificación respectiva se procedieron a realizar los cálculos utilizando la potencia nominal del amplificador con que cuenta la emisora.

Cabe aclarar que luego del estudio técnico realizado en el año 2001, donde se argumenta el uso de 2700 vatios como potencia nominal del amplificador, se informó al Ministerio de Comunicaciones que la estación estaba operando con 1 Kilovatio de potencia radiada; sin embargo, como en el estudio técnico no aparecen los cálculos que involucran a dichos valores, se hace necesario realizar la modificación respectiva del documento.

De manera semejante la marca de las antenas de transmisión y el modelo no corresponden a las registradas, se procedió entonces a realizar los cálculos que involucran sus magnitudes, con los valores de ganancia de las antenas que se hallan funcionando. Las características de las antenas se relacionan en la correspondiente hoja de vida, (Anexo A) y el respectivo patrón de radiación (Anexo C).

Dichas inconsistencias del valor nominal del amplificador de potencia y la ganancia de las antenas, afectan los valores de la potencia efectiva radiada (P.E.R), al igual que la intensidad de campo lo que repercute en el área de servicio



que cubre la señal emitida, que para este nuevo cálculo manifiesta un valor menor al que presenta el estudio técnico.

Los cálculos de longitud media de la antena de radiación, altura máxima del centro de radiación de la antena, altura máxima permitida sobre el nivel del mar y distancias de protección para frecuencia modulada, no presentaron inconsistencias significativas.

Los cálculos nombrados se expresan en el Anexo D, y la respectiva gráfica de intensidad de campo para potencia efectiva radiada en el Anexo E.

## 2. CONCLUSIONES

La caracterización del sistema de radiodifusión de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM, favoreció la consecución de manuales técnicos de equipos que carecían de este soporte.

La identificación del Stock de equipos y repuestos facilitó determinar el porcentaje de disponibilidad de la emisora, donde se reconoce que a pesar de no alcanzar el valor óptimo, éste, puede disminuir aun más por no tener una reserva; especialmente, para la válvula Tríodo 3CX800A7 del transmisor de potencia al igual que el sistema transmisor-receptor de enlace y excitador.

A parte de los protocolos, se hizo necesario plantear unas rutinas de mantenimiento de los equipos, por resultar en la práctica, mucho más funcional para el operario encargado de ejecutar dicha labor periódica preventiva.

Al realizar la esquematización de cobertura de la señal de la emisora, en relación con la potencia de recepción, se observa que a pesar de hallarse operando con 20 vatios de potencia radiada, los niveles teóricos obtenidos para el perímetro urbano de la ciudad de Pasto, superan a  $-60$  dBm que es el valor mínimo para que una señal de radio sea reconocible. Siendo por lo tanto, los niveles de recepción, para una transmisión de 1000 vatios, mucho mas altos. Sin embargo en relación con la calidad de recepción, para algunos sectores de la ciudad, la señal de radio no alcanza el nivel aceptable; debido a que no existe línea de vista entre la antena transmisora y el receptor. Teóricamente se demuestra que en tales lugares no se libera el 60% de la primera zona de Fresnell, que es considerado el valor mínimo requerido.

La estación de radio de la Universidad de Nariño, opera en los 101.1 MHz y su difusión no ofrece ni recibe interferencias con señales que se transmiten entre los 88 y los 108 MHz de frecuencia modulada, al funcionar con 20 vatios de potencia radiada.

Para actualizar el estudio técnico de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM es necesario reevaluar los cálculos de potencia aparente radiada y servicio de cobertura de la señal utilizando los valores nominales del

amplificador de potencia y la ganancia de las antenas de polarización circular instaladas.

### 3. RECOMENDACIONES

Gestionar la instalación del sistema de luces de obstrucción, las cuales son requisito legal para vuelos nocturnos, en la torre de transmisión de potencia ubicada en San Juan de Anganoy.

Instalar una UPS (Unity Power Supply) en el estudio Master y una planta eléctrica de encendido automático en la sección de transmisión de potencia en San Juan de Anganoy, que le permitan a la emisora continuar con la transmisión de la señal en caso de suspensión del fluido eléctrico.

Disponer de un compresor – limitador de audio que controle las sobre modulaciones en la señal emitida por los dos canales monofónicos, entre la consola y el generador estéreo, lográndose así eliminar las distorsiones de sonido momentáneas que la emisora suele presentar.

Reemplazar algunos equipos analógicos, cuya vida útil se ha reducido considerablemente, por equipos digitales nuevos. Esto incrementaría la disponibilidad del sistema de radio difusión, al quedar los equipos antiguos en condición de reserva.

Disponer de una reserva de aquellos dispositivos y repuestos que poseen mayor vulnerabilidad, como ocurre con la válvula tríodo 3CX800A7 del transmisor de potencia, evitando la disminución de la disponibilidad del sistema.

Proponer un convenio con la empresa COLOMBIA TELECOMUNICACIONES para disponer de equipos de medición de frecuencia, cuando la necesidad lo amerite. Como ocurre con la revisión de la frecuencia de enlace entre estudio master y sección transmisora de potencia a realizarse cada seis meses.

Ajustar la frecuencia del sistema de enlace a través de una calibración de los dispositivos VCO (Oscilador controlado por voltaje) y PLL ( Lazo de amarre por fase) de los equipos transmisor y receptor de enlace, corroborando los nuevos valores con la señal que ofrezca un analizador de espectros o con un frecuencímetro; lo anterior es debido a que las observaciones realizadas en la configuración de los equipos y en el espectro de frecuencia, demuestran que el nivel en el que se encuentra operando el sistema es en los 333.3 MHz, valor que

se halla distante del otorgado por el Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora En Frecuencia Modulada, correspondiente a los 301.3 MHz.

Complementar y corroborar los datos teóricos de potencia manifiestos en el estudio de cobertura de la señal de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM, presentados en este trabajo, a través de mediciones directas con un analizador de espectros, cuando la emisora transmita en su valor normal de operación de 1000 vatios; magnitud que se hallaría dentro del rango propuesto por el Plan Técnico Nacional de Radio Difusión Sonora para estación de radio clase C, correspondiente a niveles superiores a 250 vatios e inferiores a 5000 vatios de potencia radiada aparente.

Realizar el estudio orientado a reubicar las instalaciones actuales de transmisión de potencia en el cerro "Plazuelas" localizado a 3107 metros sobre el nivel del mar,  $1^{\circ} 15' 41''$  latitud Norte y  $77^{\circ} 16' 38''$  longitud Oeste; sector desde el cual, la señal emitida lograría una calidad alta porque se establece línea de vista entre antena de transmisión y receptores de radio de los oyentes para la totalidad del sector urbano de la ciudad de Pasto. Esto además permitiría un radio cobertura de la señal mucho mayor en la región. Siempre y cuando el estudio técnico que se hiciera, demuestre que no existe interferencia con otras emisoras de regiones vecinas que operen en el mismo rango de frecuencias.

Actualizar el estudio técnico de la emisora RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM, por parte del personal certificado, recontextualizando los datos que se manifiestan en este trabajo, al igual que el inventario de equipos que se han caracterizado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARÁ T., Javier. Ondas Electromagnéticas en Telecomunicaciones, Ediciones UPC, Barcelona, 1999

CORNO, Fulvio; REBAUDENGO, Mauricio y SONZA, Mateo. Técnicas para el diseño de sistemas electrónicos tolerantes a fallas. Politécnico de Torino.

HERNÁNDEZ, Guillermo Rafael. Estudio Técnico EMISORA UNIVERSIDAD DE NARIÑO. San Juan de Pasto, 2001

IBM. Content manager backup/recovery and high Availability: strategies, options, and procedures. s./.: IBM, 2004

Plan Técnico Nacional De Radiodifusión Sonora En Frecuencia Modulada. Archivo Plan Técnico 200. pdf. Junio 26 de 2006. Disponible en internet  
URL< <http://www.mincomunicaciones.gov.co> >

TELECOM. Manual de Mantenimiento Transmisores Harris. Versión 1.0. Coordinación de radio y televisión. Colombia. 2005

TOMASI, Wayne. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Cuarta Edición. Prentice Hall. México. 2003.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO. Disponibilidad de enlaces digitales. Versión 5. Colombia. 2006

## **ANEXOS**

**Anexo A.**  
**Hojas de vida técnicas de equipos de radiodifusión**

<h2 style="margin: 0;">RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM</h2> <p style="margin: 0;">Dirección: Pasto, Sede VIPRI</p>					
<h3 style="margin: 0;">HOJA DE VIDA TÉCNICA PARA EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN</h3>					
<b>Descripción del equipo</b>					
<b>Equipo:</b> Reproductor doble cassette					
<b>Marca:</b> TEAC		<b>Modelo:</b> W-600R		<b>Serial:</b> 0420415	
<b>Ubicación y personal a cargo</b>					
<b>Ubicación:</b> Estudio Master (VIPRI)			<b>Servicio:</b> Reproducción de audio		
<b>Personal a cargo:</b>			Estudiantes Monitores		
			<b>Luis Hernán Pasos</b>		
<b>Características Eléctricas</b>					
<b>Voltaje de operación:</b> 120-230 V AC		<b>P / I:</b> 15W		<b>Frecuencia:</b> 50- 60Hz	
<b>Observaciones:</b>					
<b>Componentes y accesorios</b>					
<b>Accesorios:</b>	Cables para señal de audio	<b>Marca:</b>	N/A	<b>Referencia:</b>	SJP2249-3
	Cable de alimentación AC		N/A		SJA172



<b>Observaciones:</b>	
<b>Fecha de apertura de hoja de vida:</b> Febrero 8 de 2007	
<b>Elaborada por:</b> Guido Olimpo Zambrano Gómez	
<b>Registro de mantenimiento técnico</b>	
<b>Fecha de revisión:</b>	
<b>Elaborada por:</b>	

# RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM

Dirección: Pasto, Sede VIPRI

## HOJA DE VIDA TÉCNICA PARA EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN

### Descripción del equipo

**Equipo:** Reproductor de CD

**Marca:** Technics

**Modelo:** SL-PG480A

**Serial:** VT0CB28003

### Ubicación y personal a cargo

**Ubicación:** Estudio Master (VIPRI)

**Servicio:** Reproducción de audio

**Personal a cargo:**

Estudiantes Monitores

**Luis Hernán Pasos**

### Características Eléctricas

**Voltaje de operación:** 120 V AC

**P / I:** 10 W

**Frecuencia:** 60 Hz

**Observaciones:**

### Componentes y accesorios

<b>Accesorios:</b>	Control remoto	<b>Marca:</b>	Technics	<b>Referencia:</b>	EUR645273
	Cable de conexión estéreo		N/A		SJP2249-3
	Cable de alimentación AC		N/A		SJA172

<b>Observaciones:</b>	
<b>Fecha de apertura de hoja de vida:</b> Febrero 8 de 2007	
<b>Elaborada por:</b> Guido Olimpo Zambrano Gómez	
<b>Registro de mantenimiento técnico</b>	
<b>Fecha de revisión:</b>	
<b>Elaborada por:</b>	

# RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM

Dirección: Pasto, Sede VIPRI

## HOJA DE VIDA TÉCNICA PARA EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN

### Descripción del equipo

**Equipo:** Reproductor DVD / VCD

**Marca:** Panasonic

**Modelo:** DVD-S27

**Serial:** VB4HB004277

### Ubicación y personal a cargo

**Ubicación:** Estudio Master (VIPRI)

**Servicio:** Reproducción de audio

**Personal a cargo:**

Estudiantes Monitores

**Luis Hernán Pasos**

### Características Eléctricas

**Voltaje de operación:** 110 – 240 V  
CA

**P / I:** 8 W

**Frecuencia:** 50 – 60 Hz

**Observaciones:**

### Componentes y accesorios

<b>Accesorios:</b>	Control remoto	<b>Marca:</b>	Panasonic	<b>Referencia:</b>	EUR7631020
	Cable Audio/Video		N/A		JAC3315N
	Cable de alimentación AC		N/A		RJA0019-2X

	Adaptador de enchufe para cable de alimentación		N/A		VJP2974
<b>Observaciones:</b>					
<b>Fecha de apertura de hoja de vida: Febrero 8 de 2007</b>					
<b>Elaborada por: Guido Olimpo Zambrano Gómez</b>					
<b>Registro de mantenimiento técnico</b>					
<b>Fecha de revisión:</b>					
<b>Elaborada por:</b>					

# RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM

Dirección: Pasto, Sede VIPRI

## HOJA DE VIDA TÉCNICA PARA EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN

### Descripción del equipo

**Equipo:** Reproductor DVD / VCD

**Marca:** Panasonic

**Modelo:** DVD-S35

**Serial:** VA3FE003478

### Ubicación y personal a cargo

**Ubicación:** Estudio Master (VIPRI)

**Servicio:** Reproducción de audio

**Personal a cargo:**

Estudiantes Monitores

**Luis Hernán Pasos**

### Características Eléctricas

**Voltaje de operación:** 110 – 240 V  
CA

**P / I:** 8 W

**Frecuencia:** 50 – 60 Hz

**Observaciones:**

### Componentes y accesorios

<b>Accesorios:</b>	Control remoto	<b>Marca:</b>	Panasonic	<b>Referencia:</b>	EUR7621020
	Cable Audio/Video		N/A		JAC3315N
	Cable de alimentación AC		N/A		RJA0019-2X

	Adaptador de enchufe para cable de alimentación		N/A		VJP2974
<b>Observaciones:</b>					
<b>Fecha de apertura de hoja de vida:</b> Febrero 8 de 2007					
<b>Elaborada por:</b> Guido Olimpo Zambrano Gómez					
<b>Registro de mantenimiento técnico</b>					
<b>Fecha de revisión:</b>					
<b>Elaborada por:</b>					

# RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM

Dirección: Pasto, Sede VIPRI

## HOJA DE VIDA TÉCNICA PARA EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN

### Descripción del equipo

**Equipo:** Tarjeta de Audio(Instalada en PC)

**Marca:** AUDIGY 2 SOUND  
BLASTER CREATIVE

**Modelo:** N/A

**Serial:** S-YXG50

### Ubicación y personal a cargo

**Ubicación:** Estudio Master (VIPRI)

**Servicio:** Reproducción y edición  
digital de audio

**Personal a cargo:**

Estudiantes monitores

**Luis Hernán Pasos**

### Características Eléctricas

**Voltaje de operación:** +5 a +12 V DC

**Observaciones:**

### Componentes y accesorios

<b>Accesorios:</b>	2 plug stereo dorados	<b>Marca:</b>	N/A	<b>Referencia:</b>	N/A
	2 conexiones midi (in-out)		N/A		N/A



	1 Control remoto		N/A		N/A
	2 CDS de instalación				N/A
<b>Observaciones:</b>					
<b>Fecha de apertura de hoja de vida:</b> Febrero 8 de 2007					
<b>Elaborada por:</b> Guido Olimpo Zambrano Gómez					
<b>Registro de mantenimiento técnico</b>					
<b>Fecha de revisión:</b>					
<b>Elaborada por:</b>					

# RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM

Dirección: Pasto, Sede VIPRI

## HOJA DE VIDA TÉCNICA PARA EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN

### Descripción del equipo

**Equipo:** Consola de audio de ocho canales

**Marca:** Peavey

**Modelo:** 1002-8 RQ

**Serial:** 10662269

### Ubicación y personal a cargo

**Ubicación:** Estudio Master (VIPRI)

**Servicio:** Mezclador de audio

Estudiantes Monitores

**Personal a cargo:**

Luis Hernán Pasos

### Características Eléctricas

**Voltaje de operación:**  
230 V CA

**P/I:** 24 W

**Frecuencia:** 50 - 60 Hz

**Observaciones:**

A continuación se presentan  
las  
Especificaciones técnicas:

Function	Input Z (ohms) MIN	Input gain settings	Input levels			Bal / Unbal	Connector
			Min Max	Nominal			
Microphone (150 Ohms)	2.2K	Max gain (50dBu)	-76dBu -20dBu	-56dBu -10dBu	-34dBu +22dBu	Bal	XLR Pin 1 gnd Pin 2(+) Pin 3(-)
Line (10Kohms)	10K	Max gain (44dB)  Min gain	-64dBu -8dBu	-44dBu 12dBu	-22dBu +32dBu	Bal	1/4" TRS; Tip (+), Ring (-), Sleeve ground
Aux return	22K	N/A	-33dBu	-13dBu	+10dBu	Unbal	1/4" Pone
Tape	22K	N/A	-23dBu	-18dBu	+10dBu	Unbal	RCA Phono
Function	Minimum Load Z (Ohms)	Output level		Bal/ Unbal	Connector		
		Nominal	Max				
Main L/R	600	0 dBu	+22dBu	Unbal	1/4" Phone		
Monitor	600	0 dBu	+22dBu	Unbal	1/4" Pone		
Aux send	600	0 dBu	+22dBu	Unbal	1/4" TRS		
Headphone	8	0 dBu (no load)	+22dBu	Unbal	1/4" TRS: Tip Left, Ring Right, sleeve ground		
Tape	1K	0 dBu	+22dBu	Unbal	RCA Phono		

0dBu = 0.775 V (RMS)

**Especificaciones de salida**

0dBu= 0.775V (RMS)

**Ganancia:**

Mic Input gain Adj. Range:	0dB to 56 dB
Mic input to L/R Output:	76dB (max gain)
Line input Gain Adj. Range:	-10dB to 46 dB
Line Input to L/R Output:	66dB (Max gain)
Aux Return to L/R Bal. Output:	33 dB (Max gain)

**Respuesta en frecuencia:**

Mic input to L-R Output: 20 Hz to 20 kHz +0 dB/ -1 dB

**Distorsión Total Armónica (THD):**

< 0.02 % 20 Hz to 20 kHz Mic to L – R output: ( 10 Hz- 80 kHz BW)

<b>His y Ruido:</b>			
<b>Output</b>	<b>Residual noise</b>	<b>S/N Ratio Ref: 0dBu</b>	<b>Test conditions</b>
Maste L/R	-94 dBu	94dB	All faders down
Maste L/R	-82 dBu	82dB	Master fader nominal, Channels faders down, All channels meted
Maste L/R	-81 dBu	81dB	All controls nominal, mic gain min.
(Hum and Noise measurements: 22Hz to 22kHz BW)			
<b>Equivalencia de ruido de entrada (EIN):</b> -129 dBu (input terminated with 150 ohms)			
<b>Crosstalk:</b> >60 dB adjacent input channels (20Hz – 20kHz) >60dB Left to righth outputs (20Hz – 20Khz)			
<b>Mediciones:</b> 12-segments, peak reading (0 dB= dBu)			
<b>Señales indicadoras de sobre carga:</b> Red LED lights 2 dB below clipping			
<b>Requerimientos eléctricos de funcionamiento:</b> 230 V AC 50/60 Hz 24W			
<b>Componentes y accesorios</b>			
<b>Accesorios:</b>	N/A	<b>Marca:</b>	N/A
		<b>Referencia:</b>	N/A
<b>Observaciones:</b>			
<b>Fecha de apertura de hoja de vida:</b> Febrero 8 de 2007			
<b>Elaborada por:</b> Guido Olimpo Zambrano Gómez			
<b>Registro de mantenimiento técnico</b>			

<b>Fecha de revisión:</b>
<b>Elaborada por:</b>

# RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM

Dirección: Pasto, Sede VIPRI

## HOJA DE VIDA TÉCNICA PARA EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN

### Descripción del equipo

**Equipo:** Generador Estereo

**Marca:** DB  
ELETTRONICA  
TELECOMUNICAZIONI

**Modelo:** PE 20S

**Serial:** N/A

### Ubicación y personal a cargo

**Ubicación:** Estudio Master

**Servicio:** Origen Señal  
estereofónica

**Personal a cargo:**

**Héctor Santacruz**

### Características Eléctricas

**Voltaje de operación:** 230 V AC

**P / I:** 7.5 W

**Frecuencia:** 50 – 60  
Hz

**Observaciones:**

Este equipo se encuentra conectado directamente a las señales Monofónicas (L y R) de la consola, mas no al excitador en la unidad de transmisión de Potencia.  
A continuación se presentan las especificaciones técnicas:

Impedancia de entrada..... $\leq 600\Omega$   
Nivel de entrada.....+8 ÷ -12 dBm  
Entrada mono (con preénfasis).....7 $\mu$ s  
Ancho de banda..... 20 Hz / 15 KHz

Atenuación a 20 KHz.....	≥ 30 dB
Desviación de la curva de preénfasis.....	±0.5 dB
Entrada estereo (lineal) ancho de banda.....	20 Hz ÷ 100 Khz
Linealidad:	
Dev.: 20Hz ÷ 40KHz.....	<0.15 dB
Dev.: 40 KHz ÷ 75 KHz .....	<0.2 dB
Distorsión Total:	
Dev.: 75 KHz.....	<0.12%
Dev.: 100 KHz.....	<0.15%
Relación señal a ruido	
Mono.....	>74 dB
Estereo.....	>78 dB
<b>Fecha de apertura de hoja de vida: Febrero 8 de 2007</b>	
<b>Elaborada por: Guido Olimpo Zambrano Gómez</b>	
<b>Registro de mantenimiento técnico</b>	
<b>Fecha de revisión:</b>	
<b>Elaborada por:</b>	

# RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM

Dirección: Pasto, Sede VIPRI

## HOJA DE VIDA TÉCNICA PARA EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN

### Descripción del equipo

**Equipo:** Transmisor de enlace

**Marca:** OMB SISTEMAS  
ELECTRÓNICOS, S.A

**Modelo:** LT 10

**Serial:** 1310

### Ubicación y personal a cargo

**Ubicación:** Estudio Master (VIPRI)

**Servicio:** Generar enlace entre estudio master (VIPRI) y Unidad de transmisión de potencia (San Juan de Anganoy)

**Personal a cargo:**

Héctor Santacruz

### Características Eléctricas

**Voltaje de operación:** 117 – 230 V CA

**P / I:** 27 W

**Frecuencia:** 47 - 63 Hz

**Observaciones:**

A continuación se describen las Especificaciones Técnicas del Transmisor.

Potencia de Salida de RF .....10 watts pep.  
Conector de Salida de RF ..... N hembra.  
Impedancia de Salida de RF ..... 50 ohms, asimétrica.  
Rango de Frecuencias de Trabajo..... 200 a 980 MHz, en sub-bandas de 20 MHz.  
Supresión de Armónicos.....55 dBc.  
Modulación ..... FM, F3 directa sobre portadora.

a) Mediciones en Modo Monoaural:

Relación Señal a Ruido. .... > 60 dB.

Condiciones: desviación de portadora de  $\pm 75$  KHz con un tono de 400 Hz. Medida en la



banda de 30 Hz a 20 KHz.  
 Distorsión Armónica..... < 0.07%.  
 Preénfasis..... 50 or 75 usec. seleccionable.  
 Respuesta de Frecuencias de Audio..... ± 0.5 dB dentro de la banda de 30 Hz - 15 KHz.  
 Nivel de Entrada de Audio.....Ajustable. 0 dBm.  
 nominal para desviación de ±75 KHz  
 Impedancia de Entrada de Audio..... 10 Kohms simétrica.  
 Conector de Entrada XLR hembra..

b) Mediciones en Modo Estereofónico:  
 Impedancia de Entrada de Banda Base..... 10 Kohms  
 asimétrica. Conector BNC hembra..  
 Distorsión Armónica Tot < 0.27 %.  
 Relación Señal a Ruido en Banda Base .....> 67 dB.  
 Condiciones: tono de 400 Hz medido en la banda de 30-20,000 Hz.  
 Respuesta de Frecuencias..... ± 0.6 dB de 30 Hz a 100 Khz.  
 Separación de Canales 45 dB.

c) Requisitos de Alimentación:  
 Tensión de Alimentación..... 117 a 230 vCA. 47 a 63  
 Hz.  
 Consumo de Potencia ..... 27 watts.  
 Sistema de Enfriamiento ..... Convección forzada por "túnel  
 de viento". Soplador Axial.

d) Canales Subsidiarios:  
 Impedancia de Entrada ..... 10 Kohms  
 asimétrica. Conector BNC hembra.  
 Nivel de Entrada de Subportadora ..... Ajustable. 0 dBm nominal  
 para desviación de ±7.5 KHz.  
 Respuesta de Frecuencias de Sobrebanda base ..... ±0.6 dB de 40 a 100 KHz.

**Componentes y accesorios**

<b>Accesorios:</b>	N/A	<b>Marca:</b>	N/A	<b>Referencia:</b>	N/A
--------------------	-----	---------------	-----	--------------------	-----

**Observaciones:**

**Fecha de apertura de hoja de vida:** Febrero 8 de 2007  
**Elaborada por:** Guido Olimpo Zambrano Gómez

**Registro de mantenimiento técnico**

<b>Fecha de revisión:</b>
<b>Elaborada por:</b>

# RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM

Dirección: Pasto, Sede VIPRI

## HOJA DE VIDA TÉCNICA PARA EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN

### Descripción del equipo

**Equipo:** 2 antenas Yagui de 6 elementos

**Marca:** RIMSA

**Modelo:** LPD – 5H

**Serial:** N/A

### Ubicación y personal a cargo

**Ubicación:** San Juan de Anganoy

**Servicio:** Transmisión señal de radio

Héctor Santacruz

**Personal a cargo:**

### Características Eléctricas

**Impedancia:** 50 Ohm

**P / I:** 100 W

**Frecuencia:**  
140 – 470 MHz

**Observaciones:**

A continuación se presentan las Especificaciones técnicas:

Tipo .....direccional  
Rango do frecuencia ..... 140 a 470 MHz sintonizada a la frecuencia de operación  
Impedancia .....50 ohmios  
VSWR .....1.3 : 1 Máximo en  $F_c \pm 0.6\%$   
Ancho del lóbulo horizontal a -3dB ..... 58°  
Ancho del lóbulo vertical a -3dB ..... 72°  
Ganancia sobre media onda ..... 9dB  
Relación antero-posterior...:.....18 dB  
Máxima potencia de entrada ..... 100 vatios  
Protección contra descarga ..... a tierra  
Terminación estándar..... conector UG-58  
Máxima Area expuesta..... 0.10 metros cuadrados

Máxima velocidad de viento..... 150 Km. Por hora					
Peso sin embalaje.....2,5 Kg					
<b>Componentes y accesorios</b>					
<b>Accesorios:</b>	N/A	<b>Marca:</b>	N/A	<b>Referencia:</b>	N/A
<b>Observaciones:</b>					
<b>Fecha de apertura de hoja de vida:</b> Febrero 8 de 2007					
<b>Elaborada por:</b> Guido Olimpo Zambrano Gómez					
<b>Registro de mantenimiento técnico</b>					
<b>Fecha de revisión:</b>					
<b>Elaborada por:</b>					

# RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM

Dirección: Pasto, Sede VIPRI

## HOJA DE VIDA TÉCNICA PARA EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN

### Descripción del equipo

**Equipo:** Receptor de enlace

**Marca:** OMB SISTEMAS  
ELECTRÓNICOS, S.A

**Modelo:** MR

**Serial:** N/A

### Ubicación y personal a cargo

**Ubicación:** San Juan de Anganoy  
(Municipio de Pasto)

**Servicio:**

**Personal a cargo:**

Héctor Santacruz

### Características Eléctricas

**Voltaje de operación:** 120 – 240 V  
AC  
+24 DC, polo negativo a tierra

**P/ I :** 22 W

**Frecuencia:** 47 - 63  
Hz

**Observaciones:**

El oscilador y el PLL son de aportación  
externa a la empresa fabricante OMB .

A continuación se describen las  
Especificaciones Técnicas del Receptor.

Rango de frecuencias de operación .....	200 a 1100 MHz en sub bandas de 25MHz
Sensibilidad .....	MPX estereo: $\leq 1$ mV para 60 dB SNR Monoaural : $\leq 100\mu$ V para 65 dB SNR
Selectividad.....	$\pm 100$ KHz a -3 dB $\pm 350$ KHz a -70dB
Distorsión total armónica.....	$\leq 0.2\%$
Separación de canales estereo.....	45 dB de 45 a 15000 Hz
Nivel de salida de audio.....	(MPX estereo & monoaural ) + 13 dBm
Impedancia de salida de audio.....	( MPX estereo & monoaural) 6000 sin balancear

### Componentes y accesorios

<b>Accesorios:</b>	N/A	<b>Marca:</b>	N/A	<b>Referencia:</b>	N/A
--------------------	-----	---------------	-----	--------------------	-----

<b>Observaciones:</b>	
-----------------------	--

**Fecha de apertura de hoja de vida:** Febrero 8 de 2007

**Elaborada por:** Guido Olimpo Zambrano Gómez

### Registro de mantenimiento técnico

**Fecha de revisión:**

**Elaborada por:**

# RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM

Dirección: Pasto, Sede VIPRI

## HOJA DE VIDA TÉCNICA PARA EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN

### Descripción del equipo

**Equipo:** Excitador FM

**Marca:** DB ELECTRÓNICA  
TELECOMUNICAZIONI

**Modelo:** PE 20S

**Serial:** N/A

### Ubicación y personal a cargo

**Ubicación:** San Juan de Anganoy

**Servicio:**

1. Generar frecuencia portadora
2. Amplificar la señal de radio hasta 20 W necesarios para excitar el funcionamiento del amplificador de potencia.
3. Identificar los valores de las señal transmitida y la señal reflejada.

**Personal a cargo:**

Héctor Santacruz

### Características Eléctricas

**Voltaje de operación:**  
110/220  $\pm$ 10% V AC.  
12V DC (4 A corriente de batería)

**P/ I :** 68VA (con una potencia de drenaje de 20W).

**Frecuencia:**  
50/60Hz

<b>Observaciones:</b>	La etapa del generador estereo no se encuentra operando, pues debido a las modificaciones que el equipo ha tenido, hubo necesidad de conectar esta etapa antes del transmisor de enlace en el estudio master (VIPRI) y enviar la señal multiplexada hasta la unidad transmisora de potencia en San Juan de Anganoy				
	A continuación se describen las Especificaciones Técnicas del Excitador.				
Impedancia de entrada..... $\geq 22K\Omega$ Conector.....BNC Nivel de entrada .....+8 ÷ -12 dBm Ancho de banda.....20 Hz ÷ 15 KHz ( $\pm 1$ dB) Preénfasis..... 50 / 75 $\mu$ s Sub portadora.....19kHz Atenuación a 19 KHz..... $\geq 35$ dB Separación izquierdo / derecho.....> 45 dB (tip. 47 dB) Desfase de respuesta en frecuencia (ref a 500 Hz) después del decodificador..... $\pm 0.5$ dB  Distorsión total Dev. 75 KHz..... $\leq 0.15$ dB Dev. 100 kHz..... $\leq 0.18$ dB  Relación señal a ruido Con carga ..... 72 dB Sin carga..... 68 dB					
<b>Componentes y accesorios</b>					
<b>Accesorios:</b>	N/A	<b>Marca:</b>	N/A	<b>Referencia:</b>	N/A
<b>Observaciones:</b>					
<b>Fecha de apertura de hoja de vida:</b> Febrero 8 de 2007					
<b>Elaborada por:</b> Guido Olimpo Zambrano Gómez					
<b>Registro de mantenimiento técnico</b>					



<b>Fecha de revisión:</b>
<b>Elaborada por:</b>

# RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM

Dirección: Pasto, Sede VIPRI

## HOJA DE VIDA TÉCNICA PARA EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN

### Descripción del equipo

**Equipo:** Amplificador de potencia VHF 1KW

**Marca:** DB ELECTTRÓNICA  
TELECOMUNICAZIONI

**Modelo:** KA 1000

**Serial:** N/A

### Ubicación y personal a cargo

**Ubicación:** San Juan de Anganoy

**Servicio:**

Amplificar la señal de radio a emitirse a una potencia de 1 KW

**Personal a cargo:**

Héctor Santacruz

### Características Eléctricas

**Voltaje de operación:**  
220 ± 5% V AC

**P/ I :** 1600W  
7.5 A

**Frecuencia:**  
50/60Hz

**Observaciones:**

Rango de frecuencia ..... 87.5 a 108 MHz					
Potencia de salida ..... ajuste de 0 a 1000W					
Potencia de entrada ..... 0 a 20 W					
Nivel de frecuencia armónica (a portadora).....-68 dB					
Impedancia de entrada y salida.....50 Ω					
Ganancia a máxima potencia..... 17 dB					
Clase de trabajo .....C					
Voltaje anódico.....2800 V dc					
Voltaje de filamento..... 13.5 V ac					
Corriente de filamento.....1.5 A					
Conector de entrada .....Tipo N					
Conector de salida .....LC					
<b>Componentes y accesorios</b>					
<b>Accesorios:</b>	Válvula Triodo	<b>Marca:</b>	EIMAC	<b>Referencia:</b>	3CX800A7
<b>Observaciones:</b>	La válvula triodo se encuentra descompuesta por lo que la emisora solo se encuentra operando con la potencia del excitador (20W)				
<b>Fecha de apertura de hoja de vida:</b> Febrero 8 de 2007					
<b>Elaborada por:</b> Guido Olimpo Zambrano Gómez					
<b>Registro de mantenimiento técnico</b>					
<b>Fecha de revisión:</b>					
<b>Elaborada por:</b>					

# RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1 FM

Dirección: Pasto, Sede VIPRI

## HOJA DE VIDA TÉCNICA PARA EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN

### Descripción del equipo

**Equipo:** 4 antenas de polarización circular omnidireccional

**Marca:** CONTEL

**Modelo:** LB1-C

**Serial:** N/A

### Ubicación y personal a cargo

**Ubicación:** San Juan de Anganoy

**Servicio:** Transmisión señal de radio

Héctor Santacruz

**Personal a cargo:**

### Características Eléctricas

**Impedancia:** 50 Ohm

**P / I:** 700 W

**Frecuencia:**

87.5 – 108 MHz

**Observaciones:**

A continuación se presentan las Especificaciones técnicas:

Tipo .....omnidireccional  
Conector.....N  
Ganancia unidad.....- . 350 dBm  
Ganancia arreglo de 4 antenas ..... 3.2 dB  
Times.....2.036  
VSWR.....<1.10  
Potencia media de radiación..... plano vertical 180° - 3 dB  
Plano horizontal 360° - 3 Db

<b>Componentes y accesorios</b>					
<b>Accesorios:</b>	N/A	<b>Marca:</b>	N/A	<b>Referencia:</b>	N/A
<b>Observaciones:</b>					
<b>Fecha de apertura de hoja de vida:</b> Febrero 8 de 2007					
<b>Elaborada por:</b> Guido Olimpo Zambrano Gómez					
<b>Registro de mantenimiento técnico</b>					
<b>Fecha de revisión:</b>					
<b>Elaborada por:</b>					

**Anexo B.**  
**Protocolos de mantenimiento de equipos**

<b>EMISORA RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1</b>				
<b>RUTINA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO</b>				
<b>IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO</b>				
NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	TIEMPO DE VIDA
Reproductor de doble Cassette	TEAC	W-600 R	0420415	> 10 años
<b>REVISIONES Y MANTENIMIENTO</b>				
ESTRUCTURA Y ACCESORIOS	Estado físico		Funcionamiento	Mantenimiento
	Valoración		Valoración	Acción de mantenimiento
Panel frontal	Bueno		Bueno	<input type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Ajuste <input type="checkbox"/> Restauración de dispositivos
	Regular		Regular	<input type="checkbox"/> Reemplazo de dispositivos
	Malo		Malo	
Panel posterior	Bueno		Bueno	<input type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Ajuste
	Regular		Regular	<input type="checkbox"/> Restauración de dispositivos
	Malo		Malo	<input type="checkbox"/> Reemplazo de dispositivos
Cables y conectores	Bueno		Bueno	<input type="checkbox"/> Limpieza
	Regular		Regular	<input type="checkbox"/> Restauración
	Malo		Malo	<input type="checkbox"/> Reemplazo
Estructura Interna	Bueno		Bueno	<input type="checkbox"/> Limpieza de cabezotes
				<input type="checkbox"/> Ajuste
				<input type="checkbox"/> Revisión Circuitos internos
	Regular		Regular	<input type="checkbox"/> Reemplazo Circuitos internos
				<input type="checkbox"/> Revisión Semiconductores
				<input type="checkbox"/> Reemplazo Semiconductores
				<input type="checkbox"/> Revisión Condensadores
	Malo		Malo	<input type="checkbox"/> Reemplazo Condensadores
				<input type="checkbox"/> Revisión Resistencias
				<input type="checkbox"/> Reemplazo Resistencias
			<input type="checkbox"/> Revisión Transformadores	
			<input type="checkbox"/> Reemplazo Transformadores	
			<input type="checkbox"/> Restauración de soldadura	

<b>Observaciones</b>	
<b>Fecha de mantenimiento</b>	
<b>Responsable</b>	

<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO REPRODUCTOR DOBLE CASSETTE</b>												
<b>Acción de mantenimiento</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>Limpieza exterior y cabezotes</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Conexiones</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Rutina general de mantenimiento</b>												x

## EMISORA RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1

### RUTINA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO

IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO				
NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	TIEMPO DE VIDA
Reproductor de CD	Technics	SL-PG480A	VT0CB28003	> 5 años
REVISIONES Y MANTENIMIENTO				
ESTRUCTURA Y ACCESORIOS	Estado físico		Mantenimiento	
	Valoración		Acción de mantenimiento	
Panel frontal	Bueno	Bueno	Limpeza	
			Ajuste	
			Restauración de dispositivos	
Panel posterior	Regular	Regular	Reemplazo de dispositivos	
	Malo	Malo		
	Bueno	Bueno	Limpeza	
Cables y conectores	Bueno	Bueno	Ajuste	
	Regular	Regular	Restauración	
	Malo	Malo	Reemplazo	
Estructura Interna	Bueno	Bueno	Limpeza de lector óptico	
			Ajustes	
			Revisión Circuitos internos	
	Regular	Regular	Reemplazo Circuitos internos	
			Revisión Semiconductores	
			Reemplazo Semiconductores	
			Revisión Condensadores	
	Malo	Malo	Reemplazo Condensadores	
			Revisión Resistencias	
			Reemplazo Resistencias	
			Revisión Transformadores	
			Reemplazo Transformadores	
		Restauración de soldadura		

<b>Observaciones</b>	
<b>Fecha de mantenimiento</b>	
<b>Responsable</b>	



<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO REPRODUCTOR DE CD</b>												
<b>Acción de mantenimiento</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>Limpieza exterior y lector óptico</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Conexiones</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Rutina general de mantenimiento</b>												X

## EMISORA RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1

### RUTINA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO

IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO				
NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	TIEMPO DE VIDA
Reproductor de DVD	Panasonic	DVD-S27	VB4HB004277	> 5 años
REVISIONES Y MANTENIMIENTO				
ESTRUCTURA Y ACCESORIOS	Estado físico	Funcionamiento	Mantenimiento	
	Valoración	Valoración	Acción de mantenimiento	
Panel frontal	Bueno	Bueno	Limpieza	
			Ajuste	
			Restauración de dispositivos	
Panel posterior	Regular	Regular	Reemplazo de dispositivos	
	Malo	Malo		
	Bueno	Bueno	Limpieza	
Cables y conectores			Ajuste	
	Bueno	Bueno	Restauración de dispositivos	
	Regular	Regular	Reemplazo de dispositivos	
Estructura Interna	Malo	Malo	Reemplazo	
	Bueno	Bueno	Limpieza de lector óptico	
			Ajuste	
			Revisión Circuitos internos	
	Regular	Regular	Reemplazo Circuitos internos	
			Revisión Semiconductores	
			Reemplazo Semiconductores	
	Malo	Malo	Revisión Condensadores	
			Reemplazo Condensadores	
			Revisión Resistencias	
			Reemplazo Resistencias	
			Revisión Transformadores	
Reemplazo Transformadores				
		Restauración de soldadura		

<b>Observaciones</b>	
<b>Fecha de mantenimiento</b>	
<b>Responsable</b>	

<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO REPRODUCTOR DE DVD</b>												
<b>Acción de mantenimiento</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>Limpieza exterior y lector óptico</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Conexiones</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Rutina general de mantenimiento</b>												X

## EMISORA RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1

### RUTINA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO

IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO				
NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	TIEMPO DE VIDA
Tarjeta de audio instalada en PC	Audigy 2 Sound Blaster Creative	N/A	S-YXG50	> 5 años
REVISIONES Y MANTENIMIENTO				
ESTRUCTURA Y ACCESORIOS	Estado físico		Mantenimiento	
	Valoración		Acción de mantenimiento	
Panel frontal	Bueno	Bueno	Limpieza	
			Ajuste	
			Restauración de dispositivos	
Panel posterior	Regular	Regular	Reemplazo de dispositivos	
	Malo	Malo		
	Bueno	Bueno	Limpieza	
Cables y conectores			Ajuste	
	Bueno	Bueno	Restauración de dispositivos	
	Regular	Regular	Reemplazo de dispositivos	
Estructura Interna	Malo	Malo	Limpieza	
			Ajuste	
			Revisión Circuitos internos	
			Reemplazo Circuitos internos	
			Revisión Semiconductores	
			Reemplazo Semiconductores	
			Revisión Condensadores	
			Reemplazo Condensadores	
			Revisión Resistencias	
			Reemplazo Resistencias	
			Revisión Transformadores	
			Reemplazo Transformadores	
		Restauración de soldadura		

<b>Observaciones</b>	
<b>Fecha de mantenimiento</b>	
<b>Responsable</b>	

<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO TARJETA DE AUDIO</b>												
<b>Acción de mantenimiento</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>Limpieza exterior</b>			X			X			X			X
<b>Conexiones</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Rutina general de mantenimiento</b>												X

## EMISORA RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1

### RUTINA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO

IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO				
NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	TIEMPO DE VIDA
Consola mezcladora de audio	Peavey	1002-8 RQ	10662269	> 10 años
REVISIONES Y MANTENIMIENTO				
ESTRUCTURA Y ACCESORIOS	Estado físico	Funcionamiento	Mantenimiento	
	Valoración	Valoración	Acción de mantenimiento	
Carcasa	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Ajuste	
	Malo	Malo	Pintura	
Panel frontal	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Ajuste	
	Malo	Malo	Pintura	
Panel posterior	Bueno	Bueno	Restauración de dispositivos	
	Regular	Regular	Reemplazo de dispositivos	
	Malo	Malo	Reemplazo de dispositivos	
Cables y conectores	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Restauración	
	Malo	Malo	Reemplazo	
Estructura Interna	Bueno	Bueno	Limpieza	
			Ajuste	
			Revisión Circuitos internos	
	Regular	Regular	Reemplazo Circuitos internos	
			Revisión Semiconductores	
			Reemplazo Semiconductores	
	Malo	Malo	Revisión Condensadores	
			Reemplazo Condensadores	
			Revisión Resistencias	
			Reemplazo Resistencias	
			Revisión Transformadores	
			Reemplazo Transformadores	
			Restauración de soldadura	

<b>Observaciones</b>	
<b>Fecha de mantenimiento</b>	
<b>Responsable</b>	

<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO CONSOLA DE AUDIO</b>												
<b>Acción de mantenimiento</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>Limpieza exterior</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Conexiones</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Rutina general de mantenimiento</b>												X

## EMISORA RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1

### RUTINA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO

IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO				
NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	TIEMPO DE VIDA
Generador Estéreo	DB Elettronica Comuniazioni	Pe 20S	N/A	> 10 años
REVISIONES Y MANTENIMIENTO				
ESTRUCTURA Y ACCESORIOS	Estado físico	Funcionamiento	Mantenimiento	
	Valoración	Valoración	Acción de mantenimiento	
Carcasa	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Ajuste	
	Malo	Malo	Pintura	
Panel frontal	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Ajuste	
	Malo	Malo	Pintura	
Panel posterior	Bueno	Bueno	Restauración de dispositivos	
	Regular	Regular	Reemplazo de dispositivos	
	Malo	Malo	Reemplazo de dispositivos	
Cables y conectores	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Restauración	
	Malo	Malo	Reemplazo	
Estructura Interna	Bueno	Bueno	Limpieza	
			Ajuste	
			Lubricación	
	Regular	Regular	Revisión Circuitos internos	
			Reemplazo Circuitos internos	
			Revisión Semiconductores	
	Malo	Malo	Reemplazo Semiconductores	
			Revisión Condensadores	
			Reemplazo Condensadores	
		Revisión Resistencias		
		Reemplazo Resistencias		
		Revisión Transformadores		
		Reemplazo Transformadores		
		Restauración de soldadura		

<b>Observaciones</b>	
<b>Fecha de mantenimiento</b>	
<b>Responsable</b>	



<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO GENERADOR ESTEREO</b>												
<b>Acción de mantenimiento</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>Limpieza exterior</b>			X			X			X			X
<b>Conexiones</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Rutina general de mantenimiento</b>						X						X

## EMISORA RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1

### RUTINA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO

IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO				
NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	TIEMPO DE VIDA
Transmisor de enlace	OMB Sistemas Electrónicos	LT 10	1310	> 10 años
REVISIONES Y MANTENIMIENTO				
ESTRUCTURA Y ACCESORIOS	Estado físico	Funcionamiento	Mantenimiento	
	Valoración	Valoración	Acción de mantenimiento	
Carcasa	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Ajuste	
	Malo	Malo	Pintura	
Panel frontal	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Ajuste	
	Malo	Malo	Pintura	
Panel posterior	Bueno	Bueno	Restauración de dispositivos	
	Regular	Regular	Reemplazo de dispositivos	
	Malo	Malo	Reemplazo de dispositivos	
Cables y conectores	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Restauración	
	Malo	Malo	Reemplazo	
Estructura Interna	Bueno	Bueno	Limpieza	
			Ajuste	
			Lubricación	
			Revisión sistema de enfriamiento	
			Cambio dispositivo sistema de enfriamiento	
			Revisión de niveles de tensión y corriente de motores	
			Ajuste de niveles de tensión y corriente de motores	
			Revisión del nivel de potencia de salida	
			Ajuste del nivel de potencia de salida	
	Revisión de la frecuencia de enlace			
	Ajuste de la frecuencia de enlace			
	Revisión Circuitos internos			
	Regular	Regular	Reemplazo Circuitos internos	
	Malo	Malo	Revisión Semiconductores	
			Reemplazo Semiconductores	
		Revisión Condensadores		
		Reemplazo Condensadores		
		Revisión Resistencias		
		Reemplazo Resistencias		
		Revisión Transformadores		
		Reemplazo Transformadores		
		Revisión de relevos		

					Cambio de relevos	
					Restauración de soldadura	

<b>Observaciones</b>	
<b>Fecha de mantenimiento</b>	
<b>Responsable</b>	

<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO TRANSMISOR DE ENLACE</b>												
<b>Acción de mantenimiento</b>	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Limpieza exterior</b>			X			X			X			X
<b>Conexiones y potencia de salida</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Niveles de frecuencia de enlace</b>						X						X
<b>Rutina general de mantenimiento</b>						X						X

## EMISORA RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1

### RUTINA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO

IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO				
NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	TIEMPO DE VIDA
Receptor de enlace	OMB Sistemas Electrónicos	MR	N/A	> 10 años
REVISIONES Y MANTENIMIENTO				
ESTRUCTURA Y ACCESORIOS	Estado físico	Funcionamiento	Mantenimiento	
	Valoración	Valoración	Acción de mantenimiento	
<b>Carcasa</b>	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Ajuste	
	Malo	Malo	Pintura	
<b>Panel frontal</b>	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Ajuste	
	Malo	Malo	Pintura	
<b>Panel posterior</b>	Bueno	Bueno	Restauración de dispositivos	
	Regular	Regular	Reemplazo de dispositivos	
	Malo	Malo		
<b>Cables y conectores</b>	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Restauración	
	Malo	Malo	Reemplazo	
<b>Estructura Interna</b>	Bueno	Bueno	Limpieza	
			Ajuste	
			Lubricación	
			Revisión sistema de enfriamiento	
			Cambio dispositivo sistema de enfriamiento	
			Revisión de niveles de tensión y corriente de motores	
			Ajuste de niveles de tensión y corriente de motores	
			Revisión del nivel de potencia de salida	
			Ajuste del nivel de potencia de salida	
	Revisión de la frecuencia de enlace			
	Ajuste de la frecuencia de enlace			
	Revisión Circuitos internos			
	Regular	Regular	Reemplazo Circuitos internos	
	Malo	Malo	Revisión Semiconductores	
			Reemplazo Semiconductores	
		Revisión Condensadores		
		Reemplazo Condensadores		
		Revisión Resistencias		
		Reemplazo Resistencias		
		Revisión Transformadores		
		Reemplazo Transformadores		
		Revisión de relevos		

					Cambio de relevos	
					Restauración de soldadura	

<b>Observaciones</b>	
<b>Fecha de mantenimiento</b>	
<b>Responsable</b>	

<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO RECEPTOR DE ENLACE</b>												
<b>Acción de mantenimiento</b>	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Limpieza exterior</b>			X			X			X			X
<b>Niveles de frecuencia de enlace</b>						X						X
<b>Conexiones y potencia de salida</b>			X			X			X			X
<b>Rutina general de mantenimiento</b>						X						X

## EMISORA RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1

### RUTINA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO

IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO				
NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	TIEMPO DE VIDA
Excitador FM	DB Elettronica Comuniazioni	Pe 20S	N/A	> 10 años
REVISIONES Y MANTENIMIENTO				
ESTRUCTURA Y ACCESORIOS	Estado físico	Funcionamiento	Mantenimiento	
	Valoración	Valoración	Acción de mantenimiento	
<b>Carcasa</b>	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Ajuste	
	Malo	Malo	Pintura	
<b>Panel frontal</b>	Bueno	Bueno	Limpieza	
			Ajuste	
	Regular	Regular	Pintura	
			Restauración de dispositivos	
<b>Panel posterior</b>	Malo	Malo	Reemplazo de dispositivos	
	Bueno	Bueno	Limpieza	
			Ajuste	
	Regular	Regular	Pintura	
<b>Cables y conectores</b>			Restauración de dispositivos	
	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Restauración	
	Malo	Malo	Reemplazo	
<b>Estructura Interna</b>	Bueno	Bueno	Limpieza	
			Ajuste	
			Lubricación	
			Revisión sistema de enfriamiento	
			Cambio dispositivo sistema de enfriamiento	
			Revisión de niveles de tensión y corriente de motores	
			Ajuste de niveles de tensión y corriente de motores	
			Revisión del nivel de potencia de salida	
			Ajuste del nivel de potencia de salida	
	Revisión Circuitos internos			
	Regular	Regular	Reemplazo Circuitos internos	
			Revisión Semiconductores	
			Reemplazo Semiconductores	
			Revisión Condensadores	
			Reemplazo Condensadores	
Revisión Resistencias				
Malo	Malo	Reemplazo Resistencias		
		Revisión Transformadores		

					Reemplazo Transformadores	
					Revisión de relevos	
					Cambio de relevos	
					Restauración de soldadura	

<b>Observaciones</b>	
<b>Fecha de mantenimiento</b>	
<b>Responsable</b>	

<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO EXCITADOR FM</b>												
<b>Acción de mantenimiento</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>Limpieza exterior</b>			X			X			X			X
<b>Conexiones y potencia de salida</b>			X			X			X			X
<b>Rutina general de mantenimiento</b>						X						X

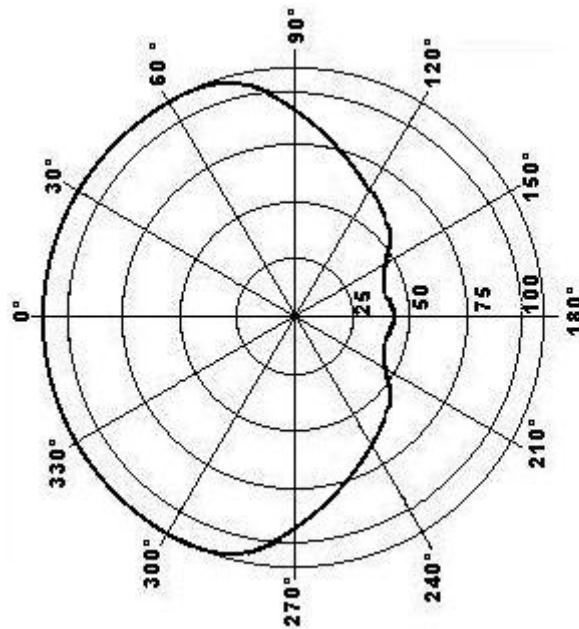
EMISORA RADIO UNIVERSIDAD DE NARIÑO 101.1				
RUTINA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO				
IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO				
NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	TIEMPO DE VIDA
Amplificador de potencia VHF 1KW	DB Electronica Telecomunicazioni	KA 1000	N/A	> 10 años
REVISIONES Y MANTENIMIENTO				
ESTRUCTURA Y ACCESORIOS	Estado físico	Funcionamiento	Mantenimiento	
	Valoración	Valoración	Acción de mantenimiento	
Carcasa	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Ajuste	
	Malo	Malo	Pintura	
Panel frontal	Bueno	Bueno	Limpieza	
			Ajuste	
	Regular	Regular	Pintura	
			Restauración de dispositivos	
	Malo	Malo	Reemplazo de dispositivos	
Panel posterior	Bueno	Bueno	Limpieza	
			Ajuste	
	Regular	Regular	Pintura	
			Restauración de dispositivos	
	Malo	Malo	Reemplazo de dispositivos	
Cables y conectores	Bueno	Bueno	Limpieza	
	Regular	Regular	Restauración	
	Malo	Malo	Reemplazo	
Estructura Interna	Bueno	Bueno	Limpieza	
			Ajuste	
			Lubricación	
			Revisión sistema de enfriamiento	
			Cambio dispositivo sistema de enfriamiento	
			Revisión de niveles de tensión y corriente de motores	
			Ajuste de niveles de tensión y corriente de motores	
			Revisión del nivel de potencia de salida	
			Ajuste del nivel de potencia de salida	
	Revisión Circuitos internos			
	Regular	Regular	Reemplazo Circuitos internos	
			Revisión Semiconductores	
			Reemplazo Semiconductores	
	Malo	Malo	Revisión Condensadores	
			Reemplazo Condensadores	
Revisión Resistencias				
Reemplazo Resistencias				
Revisión Transformadores				
		Reemplazo Transformadores		
		Revisión de relevos		
		Cambio de relevos		
		Restauración de soldadura		



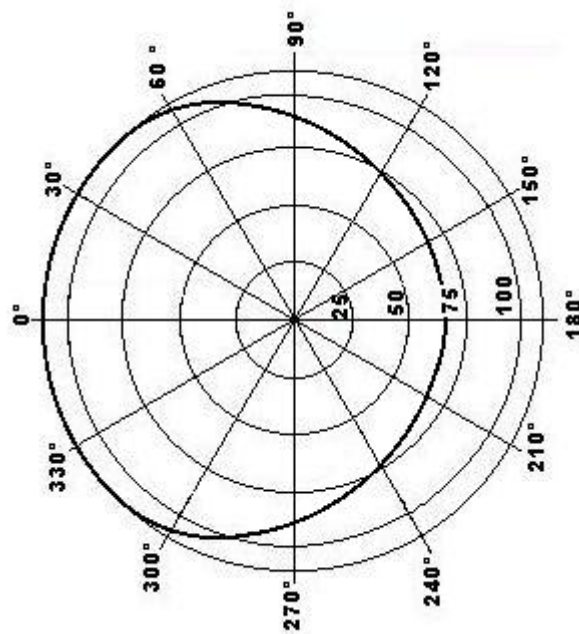
<b>Observaciones</b>	
<b>Fecha de mantenimiento</b>	
<b>Responsable</b>	

<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO AMPLIFICADOR DE POTENCIA VHF 1KW</b>												
<b>Acción de mantenimiento</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>Limpieza exterior</b>			X			X			X			X
<b>Conexiones y potencia de salida</b>			X			X			X			X
<b>Rutina general de mantenimiento</b>						X						X

Anexo C.  
Patrones de radiación de antena de polarización circular modelo LB1 – C



PATRON DE RADIACION VERTICAL



PATRON DE RADIACION HORIZONTAL

## **ANEXO D. Modificaciones del estudio técnico**

### **1. CÁLCULO DE LA POTENCIA RADIADA APARENTE [ p.r.a. ] .**

Cálculo para la frecuencia de operación 101,1Mhz

$P_n$  = Potencia nominal de salida del transmisor , se puede expresar en Vatios, dBm , dBk ,dBu , etc.

$L$  = Longitud de la línea de transmisión , se puede expresar en pies o metros lineales

$P_l$  = Pérdida o atenuación en la línea de transmisión

$P_c$  = Pérdida de inserción debida al acoplamiento entre el transmisor y la línea de transmisión, la línea de transmisión y la antena.

$P_i$  = Potencia Incidente es la Potencia con que excitamos la antena

dBk = Decibelio referido a 1 Kilovatio

#### **1.1 Potencia nominal del transmisor [ $P_n$ ]**

$P_n = 1500$  Vatios = 1,5 KW, valor este que esta dentro del rango de Potencia del Fabricante.

Potencia Nominal del Transmisor en dBk :

$$P_n \text{ [dBk]} = 10 \log [ P_n[\text{Vatios}] / 1000 \text{ vatios} ]$$

$$P_n \text{ [dBk]} = 10 \log [ 1500 / 1000 \text{ vatios} ]$$

$$P_n \text{ [dBk]} = 1,7609 \text{ dBk}$$

#### **1.2 Pérdidas en la línea de transmisión [ $P_l$ ]**

Para la frecuencia de operación 101,1Mhz y longitud de la línea de transmisión [ $L$ ] de Cuarenta y cinco [45] metros [147,638 Pies] e interpolando las curvas de pérdidas del cable marca ANDREW, Modelo Heliax HJ7, de 1 5/8 pulgadas,

tenemos que para Cien [100] pies dan 0,209 dB de atenuación, para 147,638 pies da como resultado:

$$PI = 0,309 \text{ dB}$$

### **1.3 Pérdida de inserción debida a los conectores [Pc ]**

La perdida debida a la atenuación de conectores y demás elementos de conexión entre el transmisor , línea de transmisión y antena , de acuerdo al Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada es :

$$Pc= 0,200 \text{ dB}$$

### **1.4 Potencia incidente [Pi]**

La Potencia Incidente con que excitamos la antena es igual a la Potencia del Transmisor, menos las Pérdidas.

$$Pi \text{ [dBk]} = Pn - PI - Pc$$

$$Pi[\text{dBk}] = 1,7609 - 0,309 - 0,2$$

$$Pi = 1,2519 \text{ dBk}$$

Potencia Incidente en Vatios :

$$Pi \text{ [vatios]} = [\text{Antilog } [Pi[\text{dBk}]/10] ] \times 1000$$

$$Pi \text{ [vatios]} = [\text{Antilog } [1,2519\text{dBk}/10] ] \times 1000$$

$$Pi = 1334.1 \text{ Vatios} = 1,3341 \text{ KW}$$

### **1.5 Pérdida de potencia debida a la potencia reflejada [VSWR]**

Para un VSWR de 1,1:1 que son las máximas de acuerdo al catálogo de la Antena de Radiación en Polarización Circular de Frecuencia Modulada marca CONTEL . modelo LB1-C por medio de la siguiente formula :

Pi = Potencia Incidente

Pr = Potencia reflejada

$$VSWR = [ 1 + r ] / [ 1 - r ]$$

$$r = [ VSWR - 1 ] / [ VSWR + 1 ] , r = \text{Raíz. Cuadrada } [Pr/Pi]$$

$$Pr = r^2 * Pi$$

$$r = (1,1-1) / (1,1+1) = 0,047$$

$$Pr = (0,047)^2 * 1334,$$

$$Pr = 2,94 \text{ V} = 0,002947 \text{ KW}$$

### **1.6 Potencia radiada aparente [ p.r.a. ] Potencia efectiva radiada [ P.E.R. ]**

La potencia efectiva radiada o Potencia Radiada Aparente esta dada por la siguiente fórmula:

$$P.E.R. = ( p.r.a. ] = [ Pi - Pr ] x \text{Ganancia de la Antena}$$

Se utiliza una antena de radiación en polarización circular de frecuencia modulada marca CONTEL, modelo LB1-C. formada por Cuatro [4] elementos de 3,2 dB [2.036 Veces] de Ganancia total.

$$P.E.R. = [ p.r.a. ] = [1334,1 - 2,94] x 2.036$$

$$P.E.R. = [ p.r.a. ] = 2710,2417 \text{ Vatios}$$

$$P.E.R. = [ p.r.a. ] = 2,7102417 \text{ KW}$$

Potencia Radiada Aparente en dBk :

$$P.E.R. = 10 * \log [ 2710,2417 / 1000 ]$$

$$P.E.R. = [p.r.a.] = 4,33 \text{ dBk}$$

Valor que esta dentro del rango exigidos en el Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada . [TOLERANCIA EN POTENCIA] que indica que las variaciones de Potencia no deben ser superiores ni inferiores al 10 % de la potencia autorizada. (Para estación clase C. Superior a 250 W y máximo 5 kW de p. r. a., en la dirección de máxima ganancia de la antena.)

## **2. CÁLCULO DE LA ALTURA MÁXIMA SOBRE EL NIVEL DEL MAR DEL CENTRO DE RADIACIÓN DE LA ANTENA [ H.S.I.] .**

HSI = Altura sobre el nivel del mar del centro de radiación de la antena  
H = Altura Máxima permitida por el ministerio de comunicaciones , sobre la altura promedio del municipio .  
SNM = Altura promedio del municipio , dada por el instituto Geográfico Agustín Codazzi  
HI = Altura de la torre que soporta la antena de radiación  
Hs = Altura sobre el nivel del mar donde esta instalado el sistema irradiante  
La/2 = Longitud media de la antena de radiación

La separación vertical entre elementos de la Antena de Radiación en Polarización Circular de frecuencia Modulada esta dado por la siguiente fórmula:

$$Vs = \text{Separación Vertical} = [ 97,9 [\text{Frecuencia de Operación en MHz}] \times 2,6 [\text{Metros}]$$

$$Vs = [ 97,9 /101.1] \times 2,6 \text{ Metros} = 2.518 \text{ Metros}$$

$$La = \text{Longitud de la antena} = Vs \times [\text{Número de Elementos} -1 ]$$

$$La = 2,518 [4-1 ]= 7.553 \text{ Metros}$$

### **2.1 Longitud media de la antena de radiación**

$$La/2 = 3,777 \text{ Metros}$$

### **2.2 Altura máxima permitida sobre el nivel del mar [Hmax]**

Altura promedio del municipio de Pasto [ Nariño ] :

$$SNM = 2.559 \text{ Metros}$$

Altura Máxima solicitada sobre la altura promedio del municipio

$$H = 310 \text{ Metros}$$

$$H \text{ max} = SNM + H = 2.559 + 310 = 2.869 \text{ Metros}$$

### **2.3 Altura máxima del centro de radiación de la antena [H.S.I.]**

Altura sobre el nivel del mar donde esta instalado el sistema irradiante:

Hs = 2.829.50 Metros Altura de la torre que soporta la antena de radiación;

Ht = 35 Metros

H.S.I.= Hs+Ht -La/2 = 2.829,50 + 35-3.777 = 2.860,723 Metros

Valor que está dentro del rango exigidos en el Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada .

### **3. ORIENTACIÓN DE LA ANTENA DE RADIACIÓN**

Se anexa las curvas del Patrón de Radiación Acimutal de la Antena Marca CONTEL . Modelo LBC-1 La Antena se encuentra orientada de tal manera que la Máxima radiación de Potencia este dirigida hacia la Zona Urbana del Municipio de Pasto [ Nariño ], es decir sobre el grado 0.

### **4. CÁLCULO DEL ÁREA DE SERVICIO**

Para el cálculo del área de servicio , debemos tener en cuenta :

**4.1** Diferencias de altura entre el centro de radiación de la antena y la altura promedio sobre el nivel del mar SNM .

$h = H.S.I. -SNM = 2.860.723 - 2.559 = 301,723$  Metros

**4.2** Curvas de Intensidad de Campo E[50-50 ]. (Ver Anexo E.)

**4.3** Intensidad de Campo en el extremo del área de Servicio = 2 milivoltios / Metro , valor dado por el Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada.

$E = 2$  Milivoltios / Metro =  $20 \log 2000 = 66,02$  dBu

**4.4** Factor de corrección de la Antena Marca CONTEL , Modelo LB1-C, en esa dirección :

$F_c = 0$  dB

**4.5** Potencia Aparente Radiada en dBk :

$$P.E.R. = [p.r.a.] = 4,33 \text{ dBk}$$

Las curvas han sido elaboradas para 1 kilovatio de potencia y se trata de conservar la misma intensidad de campo [ 66,02 dBu ], entonces debemos restarle la p.r.a. y el factor de corrección de la antena.

$$E1 = E - p.r.a. - Fc = 66.02 - [4,33] - 0 = 61.69 \text{ dBu}$$

En la curva E[50,50] con la intensidad de  $E1 = 61.69 \text{ dBu}$  y con la diferencia de altura de  $h = 301,723$  metros tenemos un cubrimiento del área de servicio de 34,67 Kilómetros, distancia superior a la que hay entre el sitio de transmisión y el extremo más distante de la Zona Urbana que es de 5,50 Kilómetros.

Ahora calculamos la intensidad de campo, en el extremo más distante de la Zona Urbana con respecto al punto de Radiación de la antena  $D = 5,50$  Kilómetros: En la curva E [50,50] con la diferencia de altura  $h = 301,723$  metros y al distancia  $D = 5,50$  Kilómetros, encontramos una Intensidad de Campo de  $E_p = 84,250 \text{ dBu}$ . como las curvas han sido elaboradas para 1 Kilovatio, debemos agregarle la p.r.a. de 4,33 dBk y el factor de corrección de la Antena, tenemos;

$$E_t = E_p + p.r.a. + Fc = 84,250 + [ 4,33 ] + 0 = 88,58 \text{ dBu}$$

Intensidad de Campo en Milivoltios / Metro :

$$E_t = [\text{Antilog} [ E_t \text{ [dBu]}/20 ]] / 1000 \text{ I}$$

$$E_t = [\text{Antilog} [ 88,58/20 ]] / 1000 \text{ I}$$

$$E_t = 26,853 \text{ Milivoltios /Metro}$$

Valor superior al exigido por el Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada .



## Anexo E. Gráfica de intensidad de campo para potencia efectiva radiada

