

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



IMPLEMENTACION DE UNA RED DE AM Y FM EN EL PERU

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

PRESENTADO POR:

LEON GALLARDO CARLOS CESAR

PROMOCIÓN 1996-I

LIMA – PERÚ

2010

IMPLEMENTACION DE UNA RED DE AM Y FM EN EL PERU

***Dedicado a mis queridos Padres
Carlos, Rosa y recordados por siempre
Papá Adán y Mamá Herminia***

SUMARIO

El objetivo del presente trabajo es explicar como se realizó la instalación de una cadena de estaciones de radio en Amplitud Modulada y en Frecuencia Modulada, utilizando un enlace auxiliar satelital, para tener presencia en el territorio nacional, según la respectiva autorización que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones otorgó en su debido momento.

Se describirá detalladamente el inicio del proyecto, se empezará por los temas normativos, es decir lo que concierne a procedimientos administrativos para solicitar la autorización al MTC, así como los casos de obtención de frecuencia mediante compra, también en el caso que se tenga que ir a licitación y en los casos en que se tenga que alquilar una determinada frecuencia.

El siguiente paso es decidir el operador satelital que se usará, para ello se describe los criterios que se usaron para tal decisión. Luego de ello el siguiente paso es escoger con que plataforma se trabajará, es decir, que equipos se usarán para el funcionamiento de la estación terrena (up link) y también para las estaciones receptoras (down link).

A continuación se muestra la forma como se diseña las estaciones retransmisoras, tanto en Amplitud Modulada y Frecuencia Modulada, para el caso del presente informe solo se dará cuenta de una estación por cada forma de modulación.

Se termina el presente informe con los costos totales aproximados que demandó el proyecto y los tiempos de duración de la ejecución del mismo.

ÍNDICE

PORTADA	I
CERTIFICADO DE APROBACIÓN	II
TÍTULO	III
DEDICATORIA	IV
SUMARIO	V
ÍNDICE	VI
PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	2
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	
1.1 Problemas de carácter normativo	2
1.2 Problemas referentes al enlace satelital	2
1.3 Problemas referentes a la radiodifusión	3
1.3.1 Adquisición del terreno necesario donde operará la Planta Transmisora	3
1.3.2 Adquisición de los equipos necesarios para el funcionamiento de la Retransmisora	4
1.3.3 Dimensionamiento de la Torre necesaria para la sujeción del Sistema Radiante	4
CAPÍTULO II	5
RESOLUCION DEL PROBLEMA	
2.1 De carácter normativo	5
2.2 De carácter técnico referente al Enlace Satelital	7
2.3 De carácter técnico a la Radiodifusión	10
2.3.1 Adquisición del Terreno necesario donde operar la Planta Transmisora	10
2.3.2 Adquisición de los equipos necesarios para la operación normal	11
2.4 Elección del tipo de Torre	40
2.4.1 Torres para AM	40
2.4.2 Torres para FM	41
2.5 Instalación eléctrica	41
2.6 Sistema de Tierra	42
2.6.1 Instalaciones de AM	42
2.6.2 Instalaciones de FM	42

CAPITULO III	44
DESCRIPCION DE INSTALACIONES DE AM Y FM	
3.1 Instalación de una Retransmisora de FM en la localidad de Chocope - Casagrande	44
3.1.1 Elaboración del Perfil Técnico	44
3.1.2 Cálculo de la Altura Media del Área a servir	45
3.1.3 Base de datos SRTM	45
3.1.4 Cálculo de la Potencia del Transmisor	49
3.1.5 Resultado de los cálculos	50
3.1.6 Sistema Eléctrico	51
3.1.7 Sistema de Tierra	52
3.2 Instalación de una Retransmisora de AM en la localidad de Arequipa	55
3.2.1 Elaboración del Perfil Técnico	57
3.2.2 Cálculo del Área de Cobertura	58
3.2.3 Equipamiento	59
3.2.4 Sistema de Tierra	64
3.2.5 Sistema Eléctrico	64
CAPITULO IV	
COSTOS Y TIEMPOS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA CADENA NACIONAL DE RADIO MARIA	65
4.1 Tiempos estimados	65
4.2 Costos	66
CONCLUSIONES	72
ANEXO A	73
LISTA DE FIGURAS	
ANEXO B	76
GLOSARIO DE TÉRMINOS	
BIBLIOGRAFÍA	78

PROLOGO

El fin de este trabajo es explicar las problemáticas que se tuvo que resolver para lograr que la cadena de Radio María se ponga en marcha, a continuación se describe brevemente como ha sido desarrollado el presente trabajo:

El capítulo I, FORMULACION DEL PROBLEMA, en esta primera parte se da cuenta de todos los inconvenientes previos, para hacer realidad el proyecto de tener una cadena de radiodifusión a nivel nacional, se explica que el comienzo es cumplir con todos los requisitos que el Estado mediante su ente regulador que es el Ministerio de Transportes propone para poder operar en una determinada frecuencia. A continuación se describe los pasos técnicos, empezando por la decisión de la plataforma satelital a usar, luego se puntualiza las decisiones relativas a elección del terreno necesario, equipos de radiodifusión y las dimensiones de la torre que se usará.

El capítulo II, RESOLUCION DEL PROBLEMA, aquí se detalla las soluciones a todo lo planteado en el capítulo I. Los criterios de decisión son explicados detenidamente a cada problema planteado, aquí se toma en consideración tanto las partes teóricas como las experiencias profesionales que han sido obtenidas en otros trabajos relacionados a la radiodifusión.

El capítulo III, DESCRIPCION DE INSTALACIONES DE AM Y FM, en esta parte, se toma a las localidades de Chocope y Arequipa como muestras para poder describir como son las instalaciones propiamente dicha, en lo que se refiere a la FM y AM respectivamente, se empieza con el perfil técnico, los tiempos de envío de los equipos y accesorios de ferretería. Los criterios eléctricos y de sistema de tierra y se termina con la Retransmisora funcionando en su totalidad.

El capítulo IV, COSTOS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA CADENA NACIONAL DE RADIO MARIA, aquí se detallan los costos del proyecto, tanto de equipos como de carácter logístico.

En lo que se refiere CONCLUSIONES, se trata de puntualizar hechos técnicos como consecuencia de la experiencia de este interesante proyecto.

CAPÍTULO I

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Problemas de carácter normativo

Para poder operar usando el espectro electromagnético, es importante tener la autorización para prestar el servicio de radiodifusión del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. El procedimiento para ello es cumplir con lo que dicta el Capítulo III de la Ley de Radio y Televisión Decreto Supremo N° 005-2005-MTC. ANEXO 1. En lo que atañe a los servicios de enlace auxiliar a la radiodifusión, revisar el título V, artículo 53 del DS arriba mencionado.

Hay que señalar que se solicitó autorización al Ministerio en las zonas donde había frecuencias libres según el plan de canalización, en las ciudades donde no había, se tuvo que comprar o alquilar la frecuencia de interés.

El pronunciamiento del MTC es normalmente entre 6 a 12 meses, contados a partir del instante en que se deja la documentación en mesa de partes del MTC.

Luego de tener la autorización, hay un plazo de 12 meses para poder instalar la estación de radiodifusión, tiempo en el cual el MTC realizará una inspección técnica para confirmar lo arriba señalado.

El siguiente detalle normativo es lo que se refiere a la homologación de los equipos a utilizar, revisar cartilla de orientación. ANEXO III

1.2 Problemas referentes al enlace satelital

Se debe elegir al operador, el cual permitirá subir la señal de audio al satélite. La decisión pasa por revisar el aspecto económico y técnico. Los operadores que se tuvieron en cuenta fueron Satmex e Intelsat, además también se pensó en contratar a un tercero, es decir una empresa que sub-arrienda el transponedor de un operador satelital.

Luego que se tiene el operador, el siguiente paso será elegir la plataforma necesaria para poder operar la estación terrena y también el proveedor al cual se comprará las antenas parabólicas de recepción y la antena parabólica de transmisión. Las plataformas que se tuvieron para elección fueron Radyne Comstream e International Datacasting (Proflin) y en lo que respecta a antenas parabólicas se tuvo en mente a las de marca Prodelin y Andrew.

1.3 Problemas referentes a la Radiodifusión

Para poder instalar y poner en marcha una Retransmisora es necesario en primera instancia realizar una agenda para poder organizar los tiempos en los cuales se deben ejecutar las respectivas compras, envíos de accesorios y finalmente la instalación propiamente dicha, con el apoyo respectivo del personal técnico de la planta. Se ha dividido esta problemática en cuatro partes:

1.3.1 Adquisición del terreno necesario donde operará la Planta Transmisora

Según la Ley de Radio y Televisión las plantas transmisoras se ubicarán fuera del perímetro urbano. Debido a esto las plantas de transmisión se ubican en su mayoría en los cerros aledaños a la ciudad.

Para el caso de la FM el área necesaria esta en función de la decisión referente al tipo de torre que se usará para poder sostener al arreglo de antenas. Desde el punto de vista económico el broadcaster siempre intentará elegir la torre ventada de sección triangular, pues es relativamente económica respecto a la torre autoportada. El tamaño de la torre regular es de 40m., si es ventada se necesitará un área aproximada que será 500m². Las torres autoportadas por diseño ocupan menos área, lo que conlleva a buscar un terreno de un área reducido. El otro parámetro importante para la elección del terreno es lo concerniente a la factibilidad técnica eléctrica, sin ella es por demás tener un buen terreno si la factibilidad es inexistente.

Para el caso de la AM, la elección del terreno dependerá de la frecuencia de operación otorgada por el MTC, debido a que la longitud de los radiales deberán ser del tamaño de la torre, usualmente la longitud de la torre elegida es un cuarto de longitud de onda. Esto conlleva a que a frecuencias bajas gran área por escoger. Además de la factibilidad de energía eléctrica es importante confirmar que a un radio de un kilómetro no haya estructuras metálicas tipo torre que puedan complicar la adaptación de impedancia entre la antena y el transmisor. Por otro lado también cabe señalar la importancia del terreno en lo que se refiere a su salinidad, es decir deberá ser bastante conductivo para poder asegurar una buena irradiación de energía.

1.3.2 Adquisición de los equipos necesarios para el funcionamiento de la Retransmisora

Se debe elegir el equipamiento necesario para poder operar en las potencias autorizadas por el MTC, esto se refiere a Transmisores, Antenas, cables coaxiales, conectores, equipos de procesamiento de audio. También debe tenerse en cuenta a los equipos eléctricos necesarios tales como regulador de voltaje, grupos electrógenos, UPS, etc., así como accesorios para las instalaciones eléctricas tales como tablero de distribución, llaves termomagnéticas y cables dimensionados para la carga calculada de operación. Cabe señalar que los equipos de transmisión tales como el transmisor y el sistema irradiante deberán estar homologados según lo que establece la norma técnica del MTC.

Respecto a los transmisores se pensó en Broadcast Electronic, RVR y Elenos, para la FM y Nautel, Continental y Adema para la OM, en lo que se refiere a las antenas para FM se tomo en consideración a las antenas Jampro, RVR y Sira. Para AM se pensó en antenas de monopolo doblado y las marcas LBA y Adema.

1.3.3 Dimensionamiento de la Torre necesaria para la sujeción del Sistema Radiante

Es necesario elegir correctamente las dimensiones de la torre en lo que se refiere a altura y sección, esto dependerá también de la modalidad de modulación, es decir FM o AM.

En lo que respecta a la FM, dependiendo del terreno sea cerro o lugar plano, la altura es un parámetro importante para una buena irradiación, pues de esto dependerá asegurar al broadcast una buena cobertura.

En referencia a la AM, la altura de la torre estará en función de la frecuencia a operar, usualmente se trabaja en un cuarto de longitud de onda. Aquí es importante resaltar que la sección de la torre, es otro parámetro importante, pues del ancho de la torre dependerá el ancho de banda al cual responda el transmisor que se elija para operar, la relación ancho de banda y sección de la torre es directamente proporcional.

CAPÍTULO II

RESOLUCION DEL PROBLEMA

2.1 De carácter normativo

Las ciudades que se solicitó autorización al MTC fueron:

Piura FM, potencia de trabajo 2.5kW

Sullana FM, potencia de trabajo 0.5kW

Talara FM , potencia de trabajo 0.3 kw

Paita FM, potencia de trabajo 0.3kW

Chiclayo FM, potencia de trabajo 2.5kW

Trujillo FM, potencia de trabajo 2.5kW

Chepen FM, potencia de trabajo 0.5kW y AM, potencia de trabajo 1kW

Cajamarca AM, potencia de trabajo 1kW

Cañete FM, potencia de trabajo 0.5kW

Chincha FM, potencia de trabajo 0.5kW

Pisco FM, potencia de trabajo

Juliaca FM, potencia de trabajo 0.5kw

Puno FM, potencia de trabajo 0.5 kW

Tarapoto FM, potencia de trabajo 0.5 kW

Bambamarca FM, potencia de trabajo 0.5kW y AM potencia de trabajo 1kW

Lima, distrito de Villa Maria, potencia de trabajo 0.1 kW

Las ciudades en las cuales se compró la frecuencia fueron:

Lima AM, potencia de operación 12.5kW

Arequipa AM, potencia de operación 1kw

Cusco AM, potencia de operación 1kW

Las ciudades en las cuales se ganó en licitación fueron:

Casagrande FM, potencia de operación 0.5kW

Bagua FM, potencia de operación 1kW

Tumbes FM, potencia de operación 1kW

Yurimaguas FM, potencia de operación 1kW

Las ciudades en las cuales se arrienda la frecuencia son:

Ica

Huancayo

Los requisitos generales que exige el MTC para solicitar una autorización para operar en AM o FM se pueden revisar en la página del MTC www.mtc.gob.pe, allí se puede ver que desde el punto de vista técnico se debe llenar la cartilla de Perfil Técnico, aquí se describe la ubicación de la planta transmisora y de los estudios, así como las características técnicas del transmisor y del sistema irradiante, este documento deberá ser firmado por un Ingeniero Electrónico colegiado. Cabe señalar que según el reglamento de Radio y Televisión las plantas transmisoras se encontraran fuera del perímetro urbano, por ello dentro de los requisitos esta la compra de un plano de 1/10000 en el cual se debe señalar la ubicación de la planta. Aquí hay que comentar que las licencias adjudicadas antes de la promulgación de la Ley de Radio y Televisión, estuvieron autorizadas dentro del territorio denominado perímetro urbano, en estos casos el MTC ha dispuesto un plazo que vence en el 2012 para que estas plantas puedan salir del perímetro urbano.

Para las ciudades en las cuales se compró la frecuencia, los requisitos pueden revisarse en la página web del MTC, www.mtc.gob.pe.

Debido a que la frecuencia de AM en la ciudad de Lima fue comprada, esta se adquirió con la licencia para operar un enlace auxiliar para la radiodifusión que es lo que va a permitir que la señal de audio producido en los estudios cito en el distrito de Lince se transmita hacia la planta transmisora cito en el distrito de Chillón.

Los requisitos para solicitar autorización para operar un enlace auxiliar a la radiodifusión, también puede revisarse en la página web del MTC.

Fue necesario también solicitar la autorización de enlace auxiliar satelital, los requisitos se pueden revisar en la página web del MTC. En el perfil técnico se describe la ubicación de la Estación Terrena, así como las características del operador satelital, es decir se señala el transponder otorgado, la frecuencia de subida, la frecuencia de bajada, el tipo de polarización, el ancho de banda, la tasa de bits, el tipo de modulación y el FEC. También se describe las características de los equipos a usar tales como el codificador, el modem y la parabólica.

En lo que se refiere a las licitaciones el MTC las convoca y fija las bases del concurso público.

2.2 De carácter técnico referente al enlace satelital

La decisión por escoger a INTELSAT pasó por dos situaciones dirimientes, la primera la problemática económica, la segunda que es un operador que es bastante usado en nuestro país. En cuanto al detalle económico el servicio contratado paso por las siguientes características: un ancho de banda de 256kbps, modulación BPSK. Bajo estas características el operador realizó el link budget respectivo en el cual explicó los alcances técnicos del servicio brindado, como potencia de transmisión, dimensionamiento de las parabólicas de recepción así como la parabólica de transmisión, por otro lado también el operador aseguró que la pisada del satélite cubra las expectativas de recepción en todo el país. Este operador señalo al INTELSAT 09 como satélite de operación.

Se eligió como plataforma de operación a International Datacasting. La decisión se baso en que esta plataforma es usada por todas las cadenas radiodifusoras de la World Family a nivel mundial.

El up-link que se uso estuvo constituido por un codificador de audio el ENC260/R, un modulador DM250, el up converter ABE y el HPA Terrasat.

La antena parabólica escogida para la transmisión fue tipo offset de marca Prodelin de 3.9m de diámetro y para la recepción se escogió de tipo axial o foco primario de 2.4m de diámetro.

La particularidad de esta plataforma es que la señal de Radio Maria no puede ser recepcionada por cualquier receptor de satélite solo puede ser de plataforma International Datacasting con esta modalidad se evita cualquier modalidad de "pirateo" de señal satelital.

Las características de transmisión son las siguientes:

- a. Potencia : 43.5dBm
- b. Velocidad de bits : 256Kbps
- c. Polarización de subida : Horizontal
- d. Polarización de bajada : Vertical
- e. Transponder : 23C
- f. Banda : C

Describiré la funcionalidad de los equipos:

- a. ENC260/R. Este equipo acepta de entrada audio analógico o AES/EBU, por otro lado el algoritmo de compresión usado es el ISO/MPEG Layer II/IIA. El ENC260/R opera de 4 maneras la entrada de audio :

Mono
Dual Mono
Stereo
Joint Stereo

Este equipo tiene la flexibilidad de tener 600ohm balanceado o mayor que 100kohm en la entrada de audio.

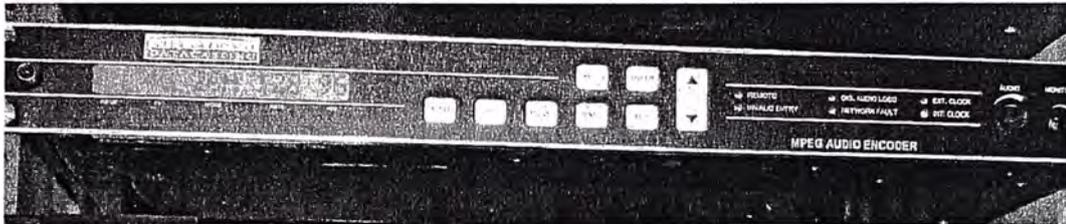


Fig. 2.1. Encoder de audio

- b. *DM250/B*. Este equipo modula la señal codificada proveniente del ENC260/R utilizando el método de BPSK. Luego que esto se produce la frecuencia de salida es en FI, esta frecuencia dependerá de la programación del up converter.

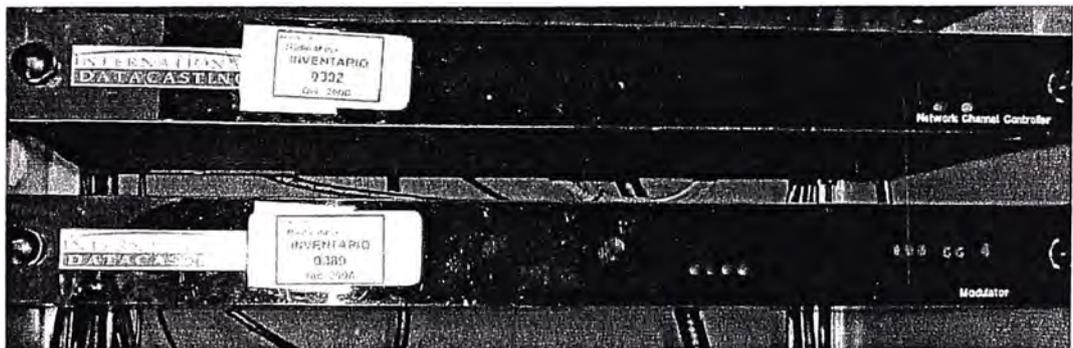


Fig. 2.2. Modem

- c. Up – Converter ABE. Este equipo recibe la señal de FI, la convierte a banda L y es llevada hacia al HPA.

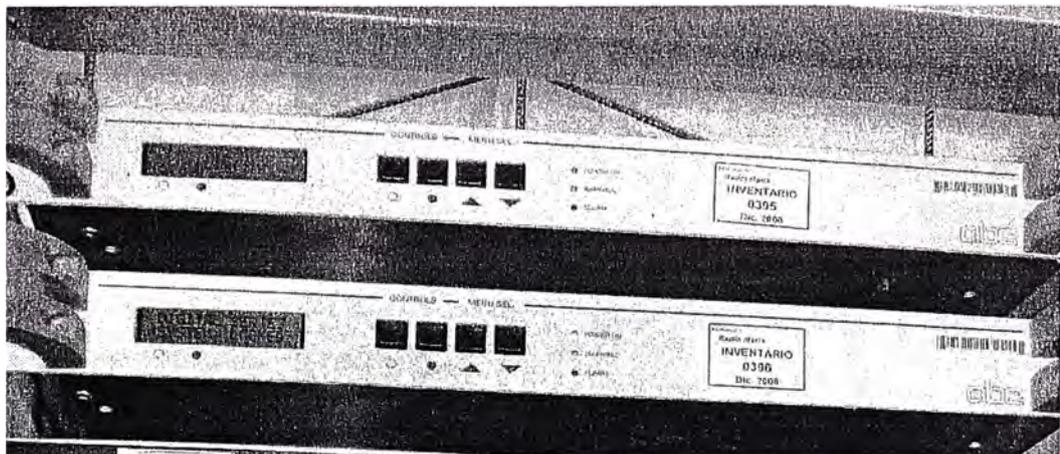


Fig. 2.3. Up-Converter

- d. HPA Terrasat. Este equipo convierte la banda L a banda C y amplifica la señal para poder subirla al satélite vía el feed-horn, según la potencia que el operador satelital señale. Cabe señalar que la señal de subida al satélite en este caso PAS-9 debió pasar una calificación por parte de Intelsat, para ello se realizó una comunicación telefónica con el nodo respectivo y se realizaron pruebas de polarización (cross pool) y de alineación de la parabólica. Por otro lado el sistema de amplificación consta con un sistema de respaldo, es decir se tiene dos HPA cada uno con su propia fuente que puede ser gobernado vía remota.

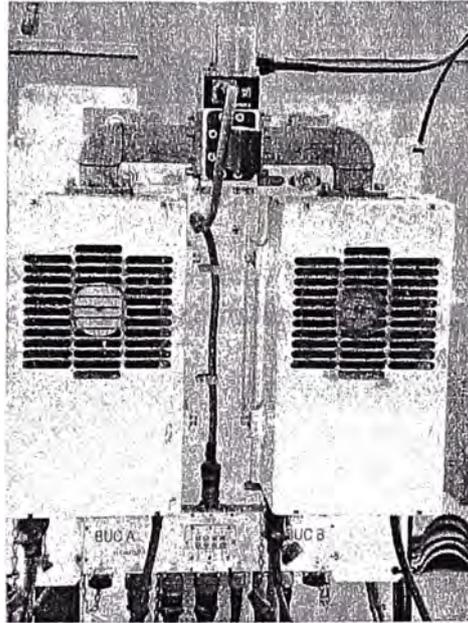


Fig. 2.4. HPA

- e. Antena Parabólica de Transmisión. Según el link budget recibido, se nos recomendó una parabólica offset de 3.8m de diámetro tipo off set. Se decidió comprar de marca Prodelin.

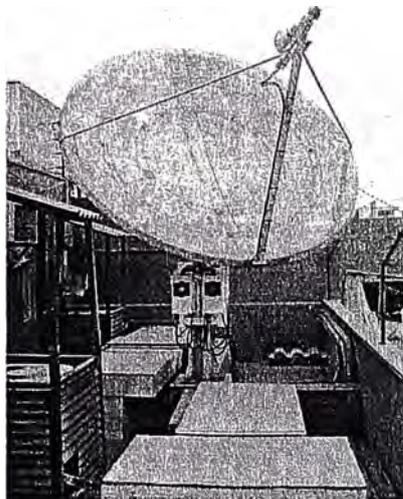


Fig. 2.5. Parabolica off-set

- f. Receptor SR121/MA. Este equipo sirve para la recepción de la señal satelital y así poder insertar el audio enviado desde la estación terrena hacia el transmisor de FM o AM ubicado en las respectivas retransmisoras en todo el país.

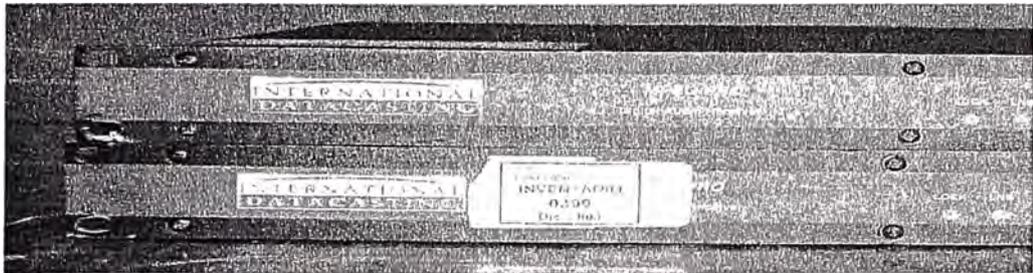
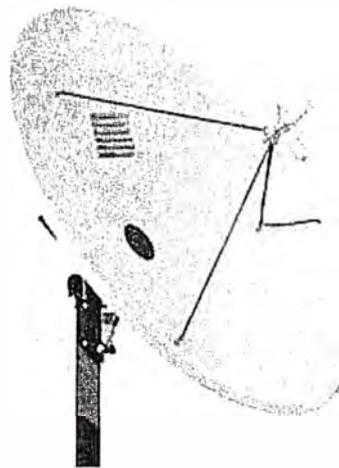


Fig. 2.6. Receptor de Satélite

- g. Antena Parabólica de Recepción. El operador recomendó usar parabólicas de 2.4 m de diámetro tipo axial. Optamos por comprar marca Prodelin.



► ZOOM

Fig. 2.7 Parabólica axial

2.3 De carácter técnico a la radiodifusión

2.3.1 Adquisición del terreno necesario donde operara la planta transmisora

Debido a la reglamentación del MTC en lo que se refiere a la ubicación de la planta transmisora, se tuvo que buscar terrenos en los cerros cercanos a la ciudad de interés. La búsqueda del terreno pasaba por dos parámetros importantes: altura respecto a la ciudad que se desea alumbrar y viabilidad

técnica en lo que se refiere al acceso de energía eléctrica. Bajo este concepto hubo dos posibilidades de encontrar el terreno necesario: uno era la realización de un convenio con otra estación de radiodifusión en el cual se compartía su torre y el otorgamiento de un ambiente de su caseta de transmisión y el otro era la compra del terreno a la municipalidad.

Para el caso de la FM, la elección de las dimensiones del terreno estaba en función de las características de la torre elegida, es decir podría ser ventada o autosoportada. Si la elección es ventada, de manera normal, la longitud elegida esta alrededor de los 40m., según cálculos aproximados respecto a la longitud de los anclajes respecto a la base de la torre, esta representa la tercera parte de la longitud de la torre, implicando que como se tiene tres anclajes, se forma un triángulo equilátero que tiene de lado 22.49m, luego el área ocupada es de 218.8m^2 , en este caso yo sugeriría un total de 250m^2 , pues se debe agregar la construcción de la caseta. Si la elección es autosoportada el área es menor si la altura escogida es 40m. aproximadamente la distancia entre azapatas es de 3m haciendo un área triangular de 3.9m^2 , en este caso yo elegiría un total de 12m^2 de área agregando la caseta de transmisión.

Para el caso de la AM, la dimensión del terreno esta en función de la frecuencia autorizada. Aquí se señala que las dimensiones del terreno dependerán de la longitud de los radiales, pues para un buen sistema de radiación, la longitud de estos deberá ser igual al de la torre y que en casos normales es un cuarto de longitud de onda. Para el caso puntual de Arequipa, la frecuencia de operación es de 640Khz, la longitud de los radiales debería ser de 117.1m, esto hace que se forme un cuadrado de 234.2m de lado dando por resultado un área de 54931.6m^2 . En la práctica esto fue improbable pues, como esta frecuencia fue comprada, el terreno solo era de 4000m^2 y se tuvo que resolver de una manera singular, caso que será explicado más adelante.

2.3.2 Adquisición de los equipos necesarios para la operación normal.

En lo que respecta a la FM las potencias otorgadas fueron 250W, 500, 1000 y 3000W, aquí hago referencia que el MTC otorgo autorización en referencia a la potencia nominal del transmisor, hago mención de este detalle pues según nuevo plan de canalización la potencia de operación es referente a la Potencia radiada. La cadena decide usar transmisores de marca ELENOS, la decisión pasa pues como ya había señalado anteriormente que la cadena es asesorada por la World Family con centro de operaciones en Italia y debido a

convenios, esta entidad solo trabaja con esta marca. Debido a mi experiencia profesional, puedo recomendar el uso de transmisores de marcas: Harris, Broadcast Electronics, RVR y OMB, los dos primeros son bastantes caros pero de una buena operatividad.

Empezaré por mencionar al transmisor que se usa para potencias de 250W, el modelo que se usa es el ETG300. Es un transmisor bastante integrado tecnológicamente hablando, puede ser usado en todo el ancho de banda de la FM, el cambio de frecuencia se realiza desde el panel frontal sin necesidad de realizar algún tipo de sintonía final, a continuación describo sus características técnicas.

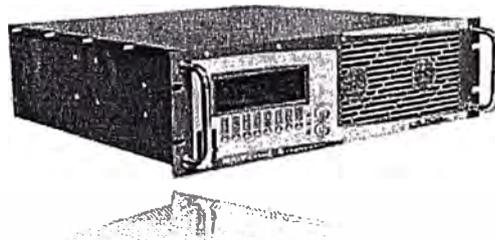


Fig. 2.8 Transmisor de FM modelo ETG300

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Operating band:	87.5 ÷ 108.0 MHz
Frequency step:	10 kHz
Modulation type:	F3 direct frequency modulation of VCO
Power amplifier technology:	MOSFET
Nominal power:	300 W
Output power stability:	+/- 0.1 dB
Output Impedance:	50 Ohm
RF output connector:	"N" female
Harmonic and spurious attenuation:	< -80 dBc
Frequency stability:	within 1 ppm
Residual AM:	asynchronous: 0.1% - synchronous: 0.2% (typ.)
Weight:	22 Kg
Dimensions(W x H x D):	48.5 x 45.5 x 13.5 cm
Power supply voltage	115/230 VAC singlephase
Power Consumption:	500 VA typ. @ 300 W RF
Cooling system:	forced air-cooling

AUDIO L/R INPUT

Frequency response:	±0.15dB (16Hz ÷ 15kHz) -45dB at 19 kHz
---------------------	--

Stereo separation:	better than 65dB @ 1kHz
Pilot tone:	19 kHz \pm 1Hz
Input Impedance:	10 kOhm - 600Ohm (switchable) Balanced
Gain control:	-12dB \div +12 dB steps by 0.1 dB
Connector type:	XLR female
19KHz attenuation:	>45 dB

MPX INPUT

Impedance:	10kOhm unbalanced input
Frequency response:	\pm 0.1 dB (16Hz \div 100kHz)
Gain control:	-12dB \div +12 dB steps by 0.1 dB
Intermodulation distortion:	0.05% two tones 1kHz and 3 kHz measurement
THD+N:	< 0.03% @ 1kHz
S/N CCIR:	better than 72dB referred to 75kHz
Pre-emphasis:	50/75 μ s \pm 0.1 dB
Connector type:	BNC female

SCA INPUT

Input Impedance:	10kOhm unbalanced input
Connector type:	BNC female

ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Operating conditions temperature:	-10°C \div +45°C
Non-operating conditions temperature:	-20°C \div +50°C
Operating conditions humidity:	95% @ +40°C
Non-operating conditions humidity:	90% @ +65°C
Operating conditions altitude:	<4600 m s.l.m.
Carrying altitude:	<15000 m s.l.m.

Para la potencia de 500W se uso el ETG500

ETG500

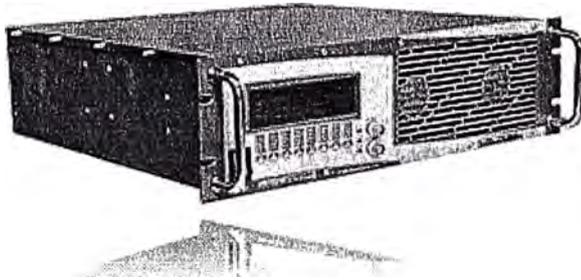


Fig. 2.9. Transmisor de FM modelo ETG500

MAIN FEATURES

Operating band:	87.5 ÷ 108.0 MHz
Frequency step:	10 kHz
Modulation type:	F3 direct frequency modulation of VCO
Power amplifier technology:	MOSFET
Nominal power:	500 W
Output power stability:	+/- 0.1 dB
Output Impedance:	50 Ohm
RF output connector:	"N" female
Harmonic and spurious attenuation:	< -80 dBc
Frequency stability:	within 1 ppm
Residual AM:	asynchronous: 0.1% - synchronous: 0.2% (typ.)
Weight:	22 Kg
Dimensions(W x H x D):	48.5 x 45.5 x 13.5 cm
Power supply voltage	115/230 VAC singlephase
Power Consumption:	900 VA typ. @ 500 W RF
Cooling system:	forced air-cooling

AUDIO L/R INPUT

Frequency response:	±0.15dB (16Hz ÷ 15kHz) -45dB at 19 kHz
Stereo separation:	better than 65dB @ 1kHz
Pilot tone:	19 kHz ± 1Hz
Input Impedance:	10 kOhm - 600Ohm (adjustable) Balanced
Gain control:	-12dB ÷ +12 dB steps by 0.1 dB
Connector type:	XLR female
19KHz attenuation:	>45 dB

MPX INPUT

Impedance:	10kOhm unbalanced input
Frequency response:	± 0.1 dB (16Hz ÷ 100kHz)
Gain control:	-12dB ÷ +12 dB steps by 0.1 dB
Intermodulation distortion:	0.05% two tones 1kHz and 3 kHz measurement
THD+N:	< 0.03% @ 1kHz
S/N CCIR:	better than 72dB referred to 75kHz
Pre-emphasis:	50/75 µs ± 0.1 dB
Connector type:	BNC female

SCA INPUT

Input Impedance:	10kOhm unbalanced input
Connector type:	BNC female

ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Operating conditions temperature:	-10°C ÷ +45°C
Non-operating conditions temperature:	-20°C ÷ +50°C
Operating conditions humidity:	95% @ +40°C
Non-operating conditions humidity:	90% @ +65°C
Operating conditions altitude:	<4600 m s.l.m.
Carrying altitude:	<15000 m s.l.m.

Para la potencia de 1000W se usó el ETG1000

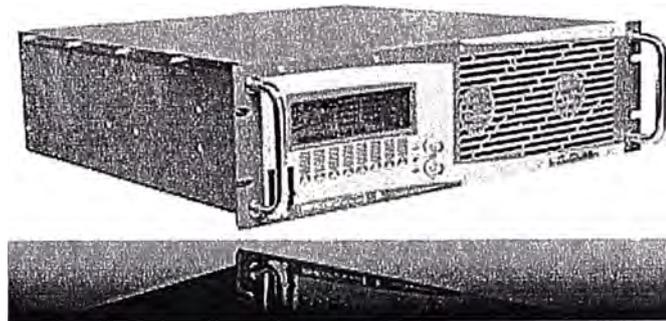


Fig. 2.10. Transmisor de FM modelo ETG1000

GENERAL FEATURES

Operating band:	87.5 ÷ 108 MHz
Frequency step:	10 kHz
Modulation type:	F3 direct frequency modulation of VCO
Power amplifier technology:	MOSFET
Nominal power:	1000 W
Output power stability:	+/- 0.1 dB
Output Impedance:	50 Ohm
RF output connector:	"N" Female, 7/16", LC, 7/8"
Harmonic and spurious attenuation:	< -80 dBc
Frequency stability:	within 1 ppm
Residual AM:	asynchronous 0.1% (typ.); synchronous 0.2% (typ.)
Dimensions:	48.5L X 45.5D X 13.5H cm

Weight:	22 Kg
Power supply voltage:	115 / 230 VAC singlephase
Power Consumption :	1600 VA typ. @ 1000 W RF
Cooling System:	Forced air-cooling

AUDIO L/R INPUT

Frequency response:	± 0.15 dB (16 Hz ÷ 15 kHz) -45db at 19 kHz
Stereo separation:	better than 65db @ 1kHz
Pilot tone:	19 kHz \pm 1kHz
Input impedance:	10 kOhm - 600Ohm (adjustable) Balanced
Gain control:	-12dB ÷ +12 dB steps by 0.1 dB
Connector type:	XLR female
19KHz attenuation:	>45 dB

ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Operating conditions temperature:	0°C ÷ +45°C
Non-operating conditions temperature:	-20°C ÷ +50°C
Operating conditions humidity:	95% @ +40°C
Non-operating conditions humidity:	90% @ +65°C
Operating conditions altitude:	< 4600 m. s.l.m.
Carrying altitude:	< 15.000 m. s.l.m.

MPX INPUT

Impedance:	10 kohm unbalanced input
Frequency response:	± 0.1 dB (30 Hz ÷ 100 kHz)
Intermodulation distortion:	0.05% two-tones 1kHz and 3 kHz measurements
THD+N:	< 0.03% @ 1 kHz
S/N CCIR:	better than 72dB referred to 75kHz
Connector type:	BNC female

SCA INPUT

Input Impedance: 10 kOhm unbalanced input
Connector type: BCN female

ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Operating conditions temperature: $0^{\circ}\text{C} \div +45^{\circ}\text{C}$
Non-operating conditions temperature: $-20^{\circ}\text{C} \div +50^{\circ}\text{C}$
Operating conditions humidity: 95% @ $+40^{\circ}\text{C}$
Non-operating conditions humidity: 90% @ $+65^{\circ}\text{C}$
Operating conditions altitude: $<4600\text{ m s.l.m.}$
Carryng altitude: $<15000\text{ m s.l.m.}$

Para la potencia de 3500W se decidió usar el ETG3500

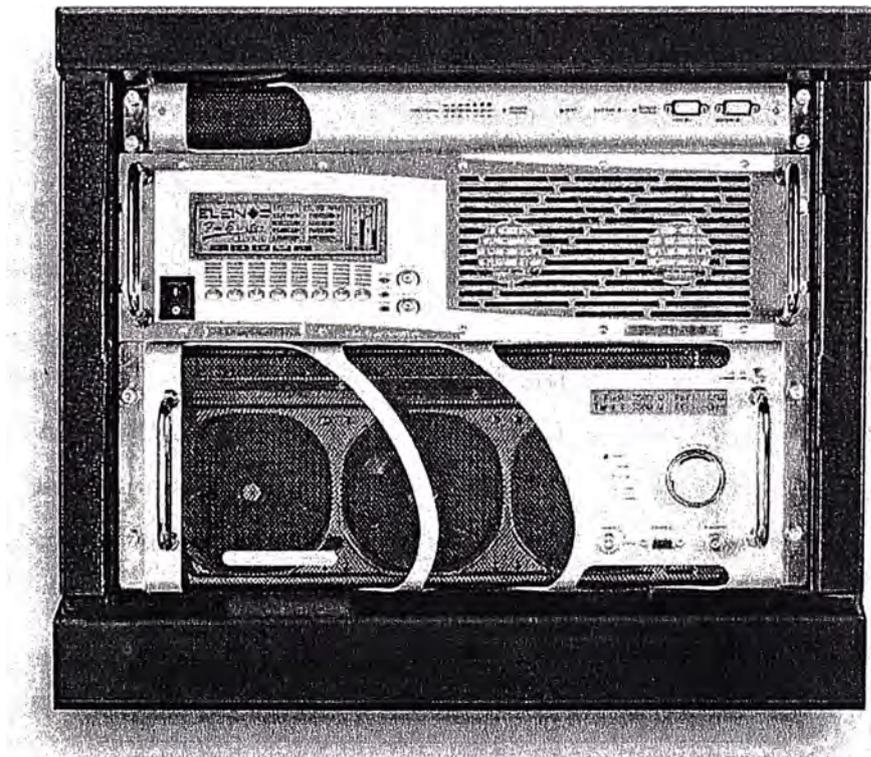


Fig. 2.11. Transmisor de 3.5kW

TechnicalFeatures**COMPOSED**

Exciter:	ETG101
Amplifiers:	E3500
Number of E3000 Amplifiers:	1
Mounted in 19" standard rack:	No

GENERAL DATA

Output Nominal Power:	3500 W adjustable
-----------------------	-------------------

Output Low-pass Filter:	W.B. 87.5 MHz - 108 MHz
Displayed Parameters:	More than 50 parameters displayed on a LCD
Number of BLF278 MOSFETs:	12
Number of amplifiers E3000:	1
Number of power supplies:	3
Dimensions: Rack units:	4+3U
Dimensions: Width:	48,5 cm
Dimensions: Height:	(17,6+13,5cm.) Tot. 31,1 cm
Dimensions: Depth:	70 cm
Weight:	(43+22Kg.) Tot.75 Kg

CONNATORS

RF Output connector:	7/8"
----------------------	------

RF

RF Efficiency:	70% typ.
Output nominal power:	3500 W Adjustable with continuity
Maximum peak power:	3700 W
Power consumption:	4200 W

POWER SUPPLY

Power supply:	220/380 V. Threephase-singlephase 50-60Hz VAC
---------------	--

COOLING SYSTEM

Cooling flow (m ³ /h):	Variable from 400 to 800 m ³ /h
Air temperature increase between output /input	17 °C
Cooling system:	Forced air-cooling through 6 axial fans

Respecto al sistema irradiante se decidió usar antenas de marca SIRA de procedencia Italiana. En este caso se trabajó con antenas de polarización circular y vertical dependiendo de las circunstancias. Se debe tener en consideración que las antenas de polarización vertical tienen mayor ganancia que las de polarización circular. Por otro lado cabe señalar que en los sitios donde hay presencia de bastantes edificaciones es preferible el uso de antenas de polarización circular pues debido a lo anteriormente mencionado la propagación de las ondas pueden sufrir efectos de reflexión o difracción haciendo que la onda cambie de polarización, trayendo consigo problemas de desvanecimiento, transmitiendo en una sola polarización habría el problema antes mencionado, en cambio haciendo la transmisión en doble polarización habría una mejora a este problema. También está el caso en el que el lugar a cubrir es extenso allí debería usarse polarización vertical debido a que como ya se había mencionado este tipo de polarización tiene la característica de tener una ganancia alta lo que da como resultado una buena cobertura. Por otro lado la decisión de uso pasa por el plan de canalización debido a que la potencia referencial del MTC está en función de la potencia radiada que matemáticamente es el producto de la potencia del transmisor por la ganancia de la antena, como es evidente al tener una gran ganancia la potencia de radiación será también grande, haciendo quizás que complique el funcionamiento adecuado para el MTC. Todas estas problemáticas deben tenerse en cuenta para la decisión de que tipo de polarización se debe usar.

Para antenas de polarización vertical se uso las antenas FM-04 y para la polarización circular las antenas FMC-01, aquí se muestran las características de ambos tipos de antenas.

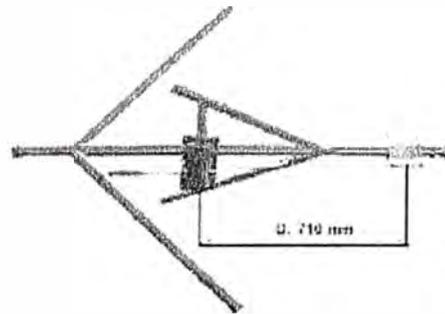
Características del modelo FMC-01:

FMC-01
FM TOP OR SIDEMOUNT DIPOLE



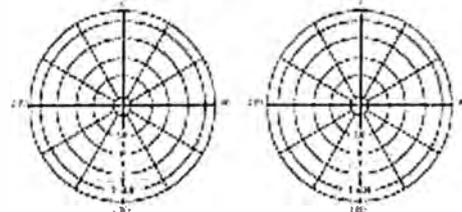
FEATURES

- CIRCULAR/ELLIPTICAL POLARIZATION
- BROADBAND 87.5 ± 104 MHz
92 - 108 MHz



ELECTRICAL DATA	
ANTENNA TYPE	FMC-01
FREQUENCY RANGE	87.5 - 104 MHz 92 ± 108 MHz
IMPEDANCE	50 ohm
CONNECTOR	T-97 SMA
MAX POWER	1.5 kW
VSWR	< 1.4
POLARIZATION	Circular/Elliptical
GAIN (referenced to half wave dipole)	-1.5 dB
HALF POWER BEAMWIDTH	Omnidirectional ± 1.5 dB in free space Omnidirectional ± 3 dB with a 100 ohm 44 meter cable DC source
WEATHER PROTECTION	

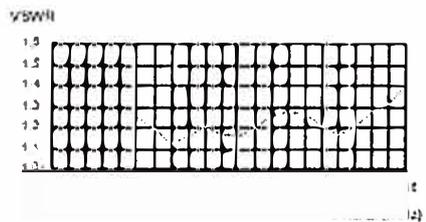
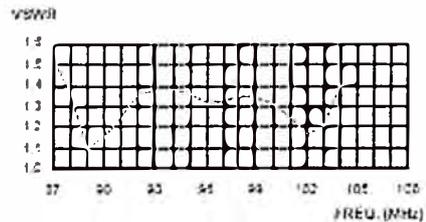
RADIATION PATTERNS (Mid Band)



Horizontal Component

Vertical Component

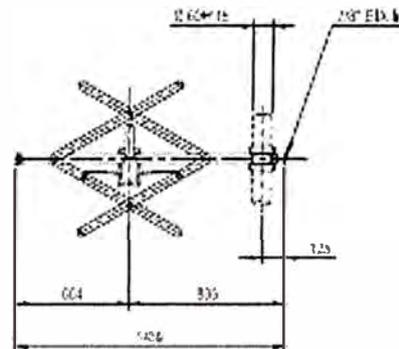
MECHANICAL DATA	
DIMENSIONS	1439 x 812 x 802 mm
WEIGHT	10 Kg
WIND SURFACE	0.982 m ²
WIND LOAD (at 50 m/s)	0.35 kN
MAX WIND VELOCITY	220 km/h
MATERIALS	External parts (stainless steel, nickel plated brass) Internal parts (silver plated brass, polished brass) Radome (fiberglass) Feed point radome Orange (standard)
WEATHER PROTECTION	
PADLOCK COLOR	Orange (standard)
HOISTING	With special pipe clamp ± 90 ± 115 mm
PACKING	1552x600x900 mm





FEATURES

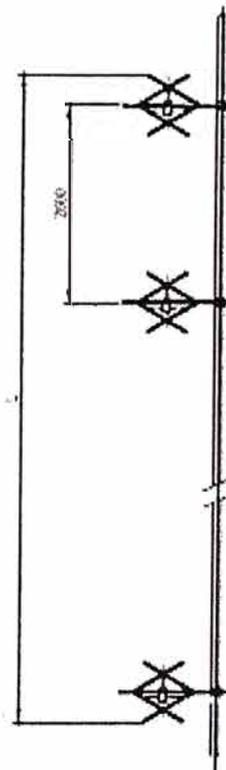
- RADIATING SYSTEMS WITH FMC-01 DIPOLE
- OMNIDIRECTIONAL PATTERNS



ELECTRICAL DATA	
FREQUENCY RANGE	87.5 - 100 MHz
IMPEDENCE	50 ohm
CONNECTOR	BIA Range according to system power rating
POWER RATING	The antenna system can accept any power according to requirements
VSWR	≤ 1.25 in the operating frequency
POLARIZATION	Circular / Elliptical
GAIN	According to requirements
VERTICAL PATTERN	Null EA, zero EA and special requirements re order
OTHER FEATURES	The antenna system can be supplied in split feed configuration (two equal halves). Each half can accept full power.

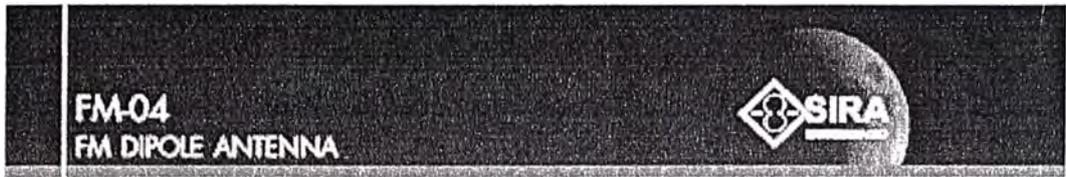
MECHANICAL DATA	
HEIGHT OF ARRAY	Subject to number of bays
TOTAL NET WEIGHT	Refer to table
WIND LOAD	Refer to table
PRESSURIZABLE	Yes
PAINTING COLOUR	Orange (standard)
MOUNTING HARDWARE	One clamp for pole, supplied
SHIPPING	As required

TECHNICAL DATA						
NUMBER OF BAYS	ELEMENTS PER BAY	GAIN (dBi)	GAIN (dB)	WEIGHT (kg)	ANTENNA HEIGHT (m)	WIND LOAD (kg)
2	1	1.3	1.41	50	3.4	8.72
4	1	4.5	2.82	55	8.6	3.44
5	1	6.3	4.17	60	10.2	3.13
8	1	7.5	5.62	125	19.0	2.88
12	1	8.2	6.32	160	27.4	4.30



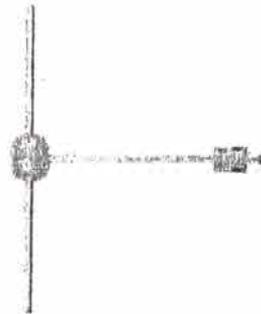
(1) Refer to table for gain & the antenna system according to system power rating
 (2) Without mounting hardware (i.e. 1kg of dipole)
 (3) v = 1.50 km/h

Características del modelo FM-04:

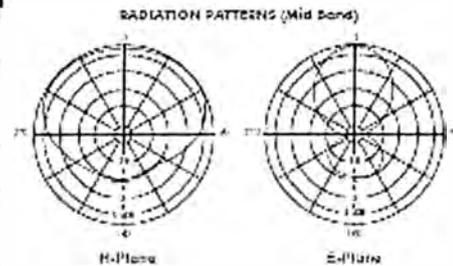


FEATURES

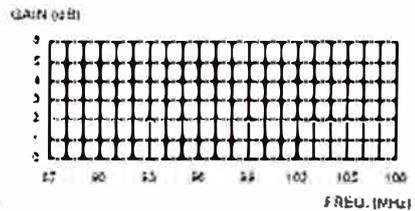
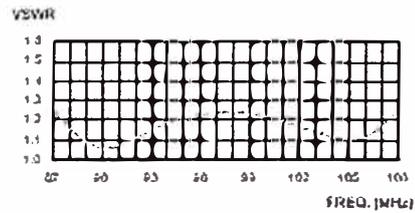
- VERTICAL POLARIZATION
- BROADBAND 87.5 ± 108 MHz
- 2 dB GAIN
- OMNIDIRECTIONAL PATTERN WITH PREFERRED DIRECTION
- STAINLESS STEEL



ELECTRICAL DATA		
ANTENNA TYPE	FM-04	FM-04/E
FREQUENCY RANGE	87.5 ± 108 MHz	
IMPEDANCE	50 ohm	
CONNECTOR	N/F or 7/16 F or 7/8" EA or 7/8" EA 90°	
MAX POWER	0.75 kW (NF), 0.5 kW (7/16 F), 0.5 kW (7/8" EA), 0.5 kW (7/8" EA 90°)	
VSWR	≤ 1.25 TYPICAL	
POLARIZATION	Vertical	
SWR (maximum over entire band)	2 dB	
HALF POWER BEAMWIDTH	E-Plane ± 37° H-Plane ± 165°	
LIGHTNING PROTECTION	All metal parts DC grounded	



MECHANICAL DATA		
DIMENSIONS	1272x1271x22 mm	1272x1271x226 mm
WEIGHT	1.9 kg	3.5 kg
WIND SURFACE	0.14 m ²	0.12 m ²
WIND LOAD (at 150 km/h)	0.18 kN	0.12 kN
MAX WIND VELOCITY	225 km/h	
MATERIALS	Dipole (stainless steel) Vertical part (aluminum) Pole (steel) Pole base (aluminum) Radome (fiberglass) Feed point radome (only for FM-04) Base (stainless steel)	
WIND PROTECTION	None	
RADOME COLOUR	Grey (standard)	
ADJUSTING	With special pipe clamps ø 66 ± 1.4 mm	
PACKING	1480x1900x200 mm	



Specifications are subject to change without prior notice

FM-04 FM DIPOLE ANTENNA

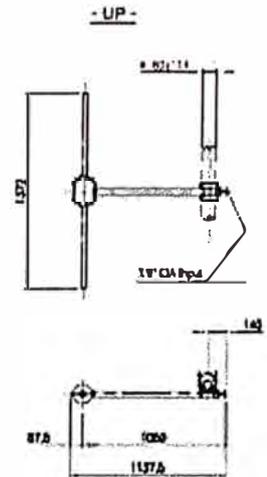


FEATURES

- RADIATING SYSTEMS WITH FM-04 SERIES
- OMNI DIRECTIONAL PATTERN WITH PREFERRED DIRECTION
- HIGH POWER SYSTEMS

ELECTRICAL DATA

FREQUENCY RANGE	67.5 ÷ 108 MHz
IMPEDANCE	55 ohm
CONNECTOR	EIA Range according to system power rating
POWER RATING	The antenna system can accept any power according to requirements ± 1.25 in the operating frequency
VSMB	
POLARIZATION	Vertical
SAM	According to requirements
VERTICAL PATTERN	N/A (N/A) below 50 and special requirements in order
OTHER FEATURES	The omnidirectional system can be installed in 20ft feet configurations (two equal halves). Each half can accept 2000W power.



MECHANICAL DATA

HEIGHT OF ARRAY	Subject to number of legs
TOTAL NET WEIGHT	Refer to table
WIND LOAD	Refer to table
PRESSURIZABLE	Yes
PAGEBITE COLOUR	Gray (standard)
MOUNTING HARDWARE	One plate for pole, supplied
SHIPPING	As required

TECHNICAL DATA

NUMBER OF MASTS	PER MAST	PANELS (1)	GAIN (1)	WEIGHT (1)	WEIGHT (2)	ANTENNA HEIGHT L (1)	WIND LOAD	
							(2) LB	(2) KW
3	1	3	2.16	37	22.6	6.0	2.04	3.5
4	1	6	4.31	34	38.0	9.2	3.72	6.6
6	1	9.0	6.45	33	76.0	14.4	1.08	3.6
8	1	12.0	8.59	108	107.6	35.6	1.44	1.2
12	1	18.0	12.87	182	122.4	38.3	2.16	1.1

(1) Minimum to mast size for the dimension of one side of one side of the mast are shown.
 (2) Without mast ring hardware.
 (3) in 1:50 scale



Para lo que es cable coaxial se decidió usar dos tipos dependiendo de la potencia nominal del transmisor a usar, LDF4-50 que puede usarse desde 3.56 hasta 3.8kW aquí adjunto su especificación técnica y el VXL5-50 que puede usarse desde 6.40 hasta 7.12kW.

Aquí características del LDF4-50. Datos de <http://www.commscope.com/andrew/eng/index.html>.

Construction Materials

Jacket Material	PE
Outer Conductor Material	Corrugated copper
Dielectric Material	Foam PE
Flexibility	Standard
Inner Conductor Material	Copper-clad aluminum wire
Jacket Color	Black

Dimensions

Nominal Size	1/2 in
Cable Weight	0.15 lb/ft 0.22 kg/m
Diameter Over Dielectric	12.954 mm 0.510 in
Diameter Over Jacket	16.002 mm 0.630 in
Inner Conductor OD	4.826 mm 0.190 in
Outer Conductor OD	13.970 mm 0.550 in

Electrical Specifications

Cable Impedance	50 ohm \pm 1 ohm
Capacitance	23 pF/ft 76 pF/m
dc Resistance, Inner Conductor	0.450 ohms/kft 1.480 ohms/km
dc Resistance, Outer Conductor	0.580 ohms/kft 1.903 ohms/km
dc Test Voltage	4000 V
Inductance	0.190 μ H/m 0.058 μ H/ft
Insulation Resistance	100000 MOhm
Jacket Spark Test Voltage (rms)	8000 V
Operating Frequency Band	1 – 8800 MHz

Peak Power	40.0 kW
Pulse Reflection	0.5%
Velocity	88%

Environmental Specifications

Installation Temperature	-40 °C to +60 °C (-40 °F to +140 °F)
Operating Temperature	-55 °C to +85 °C (-67 °F to +185 °F)
Storage Temperature	-70 °C to +85 °C (-94 °F to +185 °F)

General Specifications

Brand	HELIAX®
-------	---------

Mechanical Specifications

Bending Moment	3.8 N-m 2.8 ft lb
Flat Plate Crush Strength	110.0 lb/in 2.0 kg/mm
Minimum Bend Radius, Multiple Bends	127.00 mm 5.00 in
Minimum Bend Radius, Single Bend	50.80 mm 2.00 in
Number of Bends, minimum	15
Number of Bends, typical	50
Tensile Strength	113 kg 250 lb

Standard Conditions

Attenuation, Ambient Temperature	20 °C 68 °F
Average Power, Ambient Temperature	40 °C 104 °F
Average Power, Inner Conductor Temperature	100 °C 212 °F

Return Loss

Frequency Band	VSWR	Return Loss (dB)
806–960 MHz	1.13	24.30
1700–2000 MHz	1.13	24.30

Standard Attenuation Table

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100 m)	Attenuation (dB/100 ft)	Average Power (kW)
0.5	0.149	0.045	40.00
1	0.211	0.064	36.50
1.5	0.259	0.079	29.78
2	0.299	0.091	25.78
10	0.672	0.205	11.47
20	0.954	0.291	8.08
30	1.172	0.357	6.58
50	1.521	0.463	5.07
88	2.031	0.619	3.80
100	2.169	0.661	3.56
108	2.256	0.688	3.42
150	2.673	0.815	2.88
174	2.887	0.88	2.67
200	3.103	0.946	2.48
300	3.835	1.169	2.01
400	4.462	1.36	1.73
450	4.749	1.447	1.62
500	5.021	1.53	1.54
512	5.085	1.55	1.52
600	5.533	1.686	1.39
700	6.009	1.831	1.28
800	6.456	1.968	1.19
824	6.56	1.999	1.18
894	6.855	2.089	1.12
960	7.124	2.171	1.08
1000	7.284	2.22	1.06
1250	8.226	2.507	0.94
1500	9.093	2.771	0.85
1700	9.744	2.97	0.79
1800	10.058	3.066	0.77
2000	10.666	3.251	0.72

2100	10.961	3.341	0.70
2200	11.251	3.429	0.69
2300	11.535	3.516	0.67
2500	12.09	3.685	0.64
2700	12.627	3.849	0.61
3000	13.407	4.086	0.58
3400	14.401	4.389	0.54
3700	15.118	4.608	0.51
4000	15.815	4.82	0.49
5000	18.01	5.489	0.43
6000	20.055	6.113	0.38
8000	23.826	7.262	0.32
8800	25.244	7.694	0.31

Aquí características del VXL5-50. Datos
<http://www.commscope.com/andrew/eng/index.html>.

Construction Materiales

Jacket Material	PE
Outer Conductor Material	Corrugated copper
Dielectric Material	Foam PE
Flexibility	Very Flexible
Inner Conductor Material	Corrugated copper tube
Jacket Color	Black

Dimensions

Nominal Size	7/8 in
Cable Weight	0.27 lb/ft 0.41 kg/m
Diameter Over Dielectric	23.622 mm 0.930 in
Diameter Over Jacket	27.432 mm 1.080 in
Inner Conductor OD	8.890 mm 0.350 in
Outer Conductor OD	24.892 mm 0.980 in

Electrical Specifications

Cable Impedance	50 ohm \pm 1 ohm
Capacitance	23 pF/ft 74 pF/m
dc Resistance, Inner Conductor	0.820 ohms/kft 2.690 ohms/km
dc Resistance, Outer Conductor	0.360 ohms/kft 1.181 ohms/km
dc Test Voltage	6000 V
Inductance	0.197 μ H/m 0.060 μ H/ft
Insulation Resistance	100000 MOhm
Jacket Spark Test Voltage (rms)	8000 V
Operating Frequency Band	1 – 5000 MHz
Peak Power	90.0 kW
Pulse Reflection	0.5%
Velocity	88%

Environmental Specifications

Installation Temperature	-40 °C to +60 °C (-40 °F to +140 °F)
Operating Temperature	-55 °C to +85 °C (-67 °F to +185 °F)
Storage Temperature	-70 °C to +85 °C (-94 °F to +185 °F)

General Specifications

Brand	HELIAX®
-------	---------

Mechanical Specifications

Bending Moment	16.3 N-m 12.0 ft lb
Flat Plate Crush Strength	80.0 lb/in 1.4 kg/mm
Minimum Bend Radius, Multiple Bends	127.00 mm 5.00 in
Minimum Bend Radius, Single Bend	88.90 mm 3.50 in
Number of Bends, minimum	15
Number of Bends, typical	40
Tensile Strength	102 kg 225 lb

Standard Conditions

Attenuation, Ambient Temperature	20 °C 68 °F
Average Power, Ambient Temperature	40 °C 104 °F
Average Power, Inner Conductor Temperature	100 °C 212 °F

Return Loss

Frequency Band	VSWR	Return Loss (dB)
806–960 MHz	1.13	24.30
1700–2170 MHz	1.13	24.30

Standard Attenuation Table

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100 m)	Attenuation (dB/100 ft)	Average Power (kW)
0.5	0.089	0.027	90.00
1	0.126	0.038	69.04
1.5	0.154	0.047	56.32
2	0.178	0.054	48.74
10	0.402	0.122	21.65
20	0.571	0.174	15.23
30	0.702	0.214	12.38
50	0.912	0.278	9.53
88	1.221	0.372	7.12
100	1.304	0.398	6.67
108	1.358	0.414	6.40
150	1.611	0.491	5.40
174	1.742	0.531	4.99
200	1.874	0.571	4.64
300	2.323	0.708	3.74
400	2.709	0.826	3.21
450	2.887	0.88	3.01
500	3.056	0.931	2.85
512	3.095	0.943	2.81
600	3.374	1.028	2.58

700	3.67	1.119	2.37
800	3.949	1.204	2.20
824	4.014	1.223	2.17
894	4.199	1.28	2.07
960	4.368	1.331	1.99
1000	4.468	1.362	1.95
1250	5.062	1.543	1.72
1500	5.611	1.71	1.55
1700	6.025	1.836	1.44
1800	6.225	1.897	1.40
2000	6.613	2.016	1.31
2100	6.802	2.073	1.28
2200	6.988	2.13	1.24
2300	7.17	2.185	1.21
2500	7.526	2.294	1.16
2700	7.873	2.4	1.10
3000	8.376	2.553	1.04
3400	9.021	2.749	0.96
3700	9.487	2.891	0.92
4000	9.941	3.03	0.87
5000	11.379	3.468	0.76

Los conectores para el tipo LDF4-50 es el L4TNM-PS aquí las características:

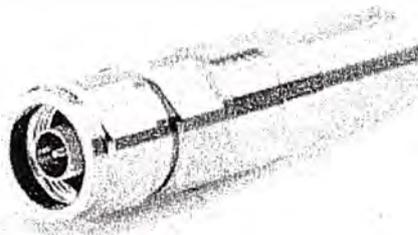


Fig. 2.12. Conector LDF4-50

General Specifications

Interface	N Male
Body Style	Straight
Brand	HELIAX® Positive Stop™
Mounting Angle	Straight

Electrical Specifications

Connector Impedance	50 ohm
Operating Frequency Band	0 – 8800 MHz
Cable Impedance	50 ohm
3rd Order IMD	-116 dBm @ 910 MHz
3rd Order IMD Test Method	Two +43 dBm Carriers
RF Operating Voltage, maximum (vrms)	707.00 V
dc Test Voltage	2000 V
Outer Contact Resistance	0.30 mOhm
Inner Contact Resistance	2.00 mOhm
Insulation Resistance, minimum	5000 MOhm
Average Power	0.6 kW @ 900 MHz
Peak Power, maximum	10.00 kW
Insertion Loss, typical 	0.05 dB
Shielding Effectiveness	-130 dB

Outline Drawing

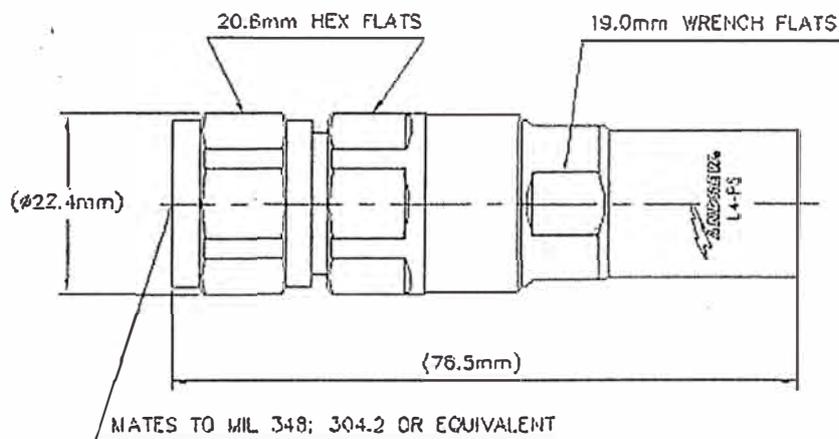


Fig. 2.13. Conector tipo N macho para cable de ½"

Mechanical Specifications

Outer Contact Attachment Method	Ring-flare
Inner Contact Attachment Method	Captivated
Outer Contact Plating	Trimetal
Inner Contact Plating	Silver
Attachment Durability	25 cycles
Interface Durability	500 cycles
Interface Durability Method	IEC 169-16:9.5
Connector Retention Tensile Force	890 N 200 lbf
Connector Retention Torque	5.42 N-m 48.00 in lb
Insertion Force	66.72 N 15.00 lbf
Insertion Force Method	MIL-C-39012C-3.12, 4.6.9
Pressurizable	No
Coupling Nut Proof Torque	176.26 N-m 1560.00 in lb
Coupling Nut Retention Force	444.82 N 100.00 lbf
Coupling Nut Retention Force Method	MIL-C-39012C-3.25, 4.6.22

Dimensions

Nominal Size	1/2 in
Diameter, maximum	22.40 mm 0.88 in
Length	78.00 mm 3.07 in
Weight	93.00 g 0.21 lb

Environmental Specifications

Operating Temperature	-55 °C to +85 °C (-67 °F to +185 °F)
Storage Temperature	-55 °C to +85 °C (-67 °F to +185 °F)
Immersion Depth 	1 m
Immersion Test Mating	Unmated
Immersion Test Method	IEC 60529:2001, IP68
Water Jetting Test Mating	Unmated
Water Jetting Test Method	IEC 60529:2001, IP66
Moisture Resistance Test Method	MIL-STD-202F, Method 106F
Mechanical Shock Test Method	MIL-STD-202, Method 213, Test Condition I

Thermal Shock Test Method	MIL-STD-202F, Method 107G, Test Condition A-1, Low Temperature -55 °C
Vibration Test Method	IEC 60068-2-6
Corrosion Test Method	MIL-STD-1344A, Method 1001.1, Test Condition A

Standard Conditions

Attenuation, Ambient Temperature	20 °C 68 °F
Average Power, Ambient Temperature	40 °C 104 °F

Return Loss

Frequency Band	VSWR	Return Loss (dB)
45–1000 MHz	1.02	39.00
1010–2200 MHz	1.03	37.00
2210–3000 MHz	1.05	33.00
3010–4000 MHz	1.07	29.00
4010–6000 MHz	1.12	25.00
6010–8000 MHz	1.15	23.00

Los conectores para el cable tipo VXL5-50 es el V5E78 aquí características:

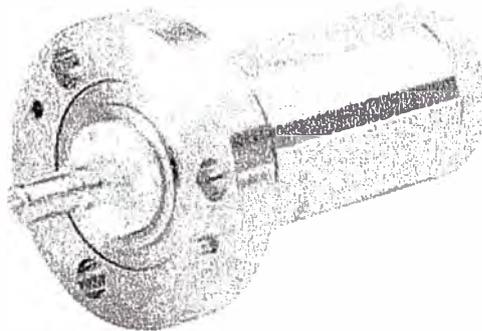


Fig. 2.14. Conector VXL5-50

General Specifications

Interface	7/8 in EIA Flange
Body Style	Straight
Brand	HELIAX®
Mounting Angle	Straight

Electrical Specifications

Connector Impedance	50 ohm
Operating Frequency Band	0 – 5000 MHz
Cable Impedance	50 ohm
RF Operating Voltage, maximum (vrms)	2120.00 V
dc Test Voltage	6000 V
Outer Contact Resistance	1.50 mOhm
Inner Contact Resistance	1.50 mOhm
Insulation Resistance, minimum	5000 MOhm
Average Power	2.3 kW @ 900 MHz
Peak Power, maximum	90.00 kW
Insertion Loss, typical ①	0.05 dB
Shielding Effectiveness	-130 dB

Outline Drawing

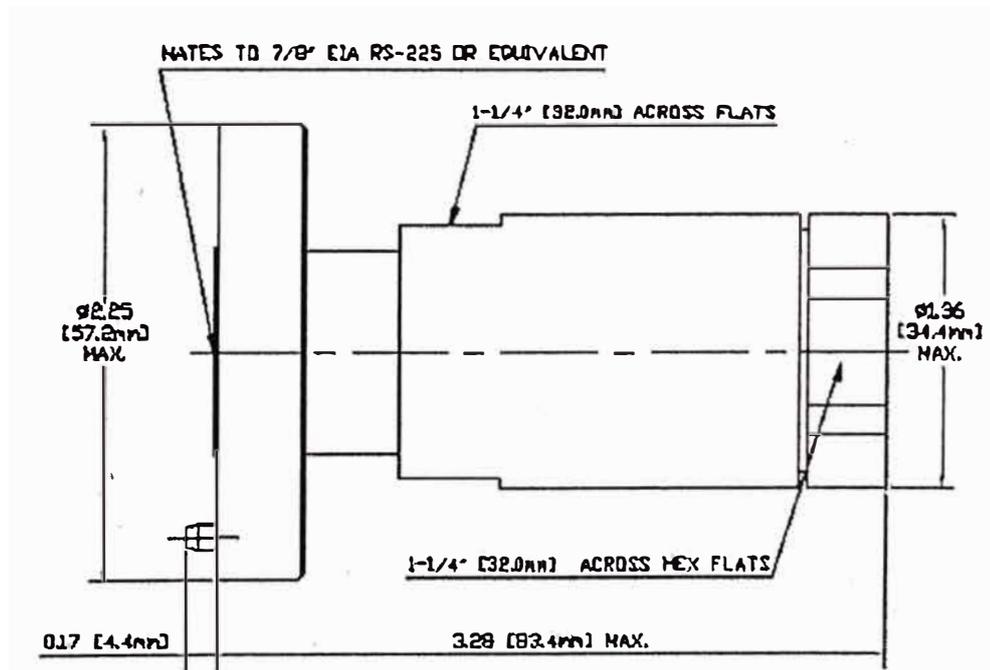


Fig. 2.15. Connector EIA 7/8"

Mechanical Specifications

Outer Contact Attachment Method	Self-flare
Inner Contact Attachment Method	Captivated
Outer Contact Plating	Unplated

Inner Contact Plating	Silver
Attachment Durability	25 cycles
Interface Durability	50 cycles
Interface Durability Method	IEC 169-16:9.5
Connector Retention Tensile Force	890 N 200 lbf
Connector Retention Torque	8.13 N-m 72.00 in lb
Insertion Force	200.17 N 45.00 lbf
Insertion Force Method	MIL-C-39012C-3.12, 4.6.9
Pressurizable	No

Dimensions

Nominal Size	7/8 in
Diameter, maximum	58.42 mm 2.30 in
Length	86.36 mm 3.40 in
Weight	448.00 g 0.99 lb

Environmental Specifications

Operating Temperature	-55 °C to +85 °C (-67 °F to +185 °F)
Storage Temperature	-55 °C to +85 °C (-67 °F to +185 °F)
Immersion Depth 	1 m
Immersion Test Mating	Mated
Immersion Test Method	IEC 60529:2001, IP68
Water Jetting Test Mating	Mated
Water Jetting Test Method	IEC 60529:2001, IP66
Moisture Resistance Test Method	MIL-STD-202F, Method 106F
Mechanical Shock Test Method	MIL-STD-202F, Method 213B, Test Condition C
Thermal Shock Test Method	MIL-STD-202F, Method 107G, Test Condition A-1, Low Temperature -55 °C
Vibration Test Method	MIL-STD-202F, Method 204D, Test Condition B
Corrosion Test Method	MIL-STD-1344A, Method 1001.1, Test Condition A

Standard Conditions

Attenuation, Ambient Temperature	20 °C 68 °F
Average Power, Ambient Temperature	40 °C 104 °F

Return Loss

Frequency Band	VSWR	Return Loss (dB)
45–1000 MHz	1.04	34.00
1010–2200 MHz	1.07	29.00
2210–3000 MHz	1.12	25.00
3010–4000 MHz	1.2	21.00
4010–4500 MHz	1.38	16.00
4500–5000 MHz	1.78	11.00

Para la AM se decidió usar los transmisores de marca Nautel, el por que de la decisión pasa por la circunstancia arriba mencionada en lo que se refiere a la relación con la World Family. Aquí según mi experiencia puedo dar testimonio que esta es una de las mejores marcas en AM si no es la mejor, otras marcas que también recomiendo son Continental Lenza de procedencia Chilena, Adema de procedencia Argentina. Para la potencia de 1000W se tiene el modelo J1000 aquí sus características:

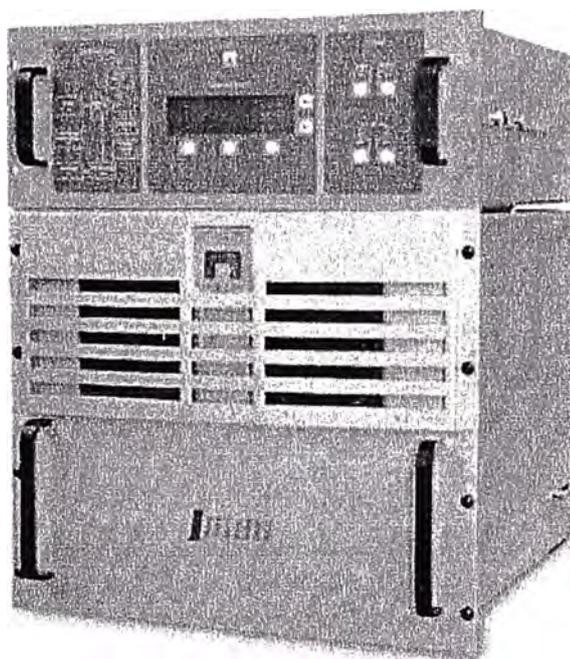


Fig. 2.16. Transmisor Nautel modelo J1000

Nautel J1000

Nautel Family Name

Jazz

Nautel Model Number

J1000

Configuration

Two 500 watt RF power modules

RF Output Power

Rated – 1000 watts
Operating Range - 10 to 1100 watts
Six preset levels, selected locally or remotely
RF Frequency Range (supplied to one frequency as ordered)
531 kHz to 1610 kHz
RF Terminating Impedance
50 ohms, unbalanced
Maximum Reflected Power
150 peak reflected watts
RF Termination
Type N
Audio Frequency Response
30 Hz to 10,000 Hz, +0.2 dB, -0.8 dB
Audio Frequency Distortion
Better than 0.8% (THD) at 95% modulation
30-10,000 Hz at 1000 watts
Better than 1.2% (THD) at 95% modulation
30-10,000 Hz at 100 watts.
Reduced antenna bandwidth may degrade specification
Audio Intermodulation Distortion
1.0% or less, 60/7000 Hz 1:1 ratio
SMPTE Standards at 85% modulation
Transient Intermod Distortion
0.5% @ 80% modulation 2.96 kHz/8 kHz,
30 kHz BW
Squarewave Tilt
0.5% 40 Hz 60% modulation
Squarewave Overshoot
1.0% 400 Hz 70% modulation
(100 μ S Risetime)
Incidental Quadrature Modulation
-36 dB reference 95% modulation 1 kHz
Modulation Capability
125% positive peak modulation
Carrier Shift
0.5% or less
RF Harmonics
-73 dB relative to carrier
Spurious Outputs
-73 dB relative to carrier
OBE Compliance
Meets FCC and Industry Canada requirements
, and CCIR recommendations.
Noise and Hum
65 dB or more below 100% modulation
Frequency Stability
Internal:
 ± 2 ppm over temperature range
External:
GPS 10 MHz dependent on external source
Audio Input (600 ohms active balanced)
+10 dBm nominal
(adjustable from 0 dBm to +12 dBm)

Power Input

170 Vac - 270 Vac 50/60 Hz single phase

AC Supply Connector

Universal mate supplied

Permissible Power Supply Variations

170 Vac – 270 Vac, 47 to 63 Hz frequency

Efficiency

75%

t e c h n i c a l s u m m a r y

www.nautel.com | info@nautel.com

Digital Display

Forward/reflected output power, VSWR

Dc input current/Dc voltages

Fault diagnostics

128 event log

HD Radio™

Compatible with NE IBOC - HD Radio™

signal generator

DRM

Compatible with 9 kHz mode of operation

Ambient Temperature

0°C to +50°C

Derate 3°C per 500 m

(2°C per 1000 ft above sea level)

Humidity Range

0-95% non-condensing

Altitude

0 m to 4000 m (0 ft to 12,000 ft)

Dimensions

19 inches W x 23 inches H x 20 inches D

(48 cm W x 58 cm H 51 cm D)

Weight

50 lbs (23 kg)

Las características más saltantes de este equipo es que la fuente de alimentación de los módulos de potencia es switching, haciendo que el tamaño del transmisor se reduzca enormemente, así como la eficiencia de operación crece enormemente. Los cambios de frecuencia son menos traumáticos que en los transmisores a válvula, pues este cambio se hace solo con variaciones de unos dip switch. Luego de esto existe un procedimiento de ajuste en la tarjeta moduladora, así como en el tanque de resonancia. Esto es de bastante ayuda pues ya no se debe comprar otro cristal para el cambio de frecuencia.

Para la potencia de 12kW se uso el modelo XL12

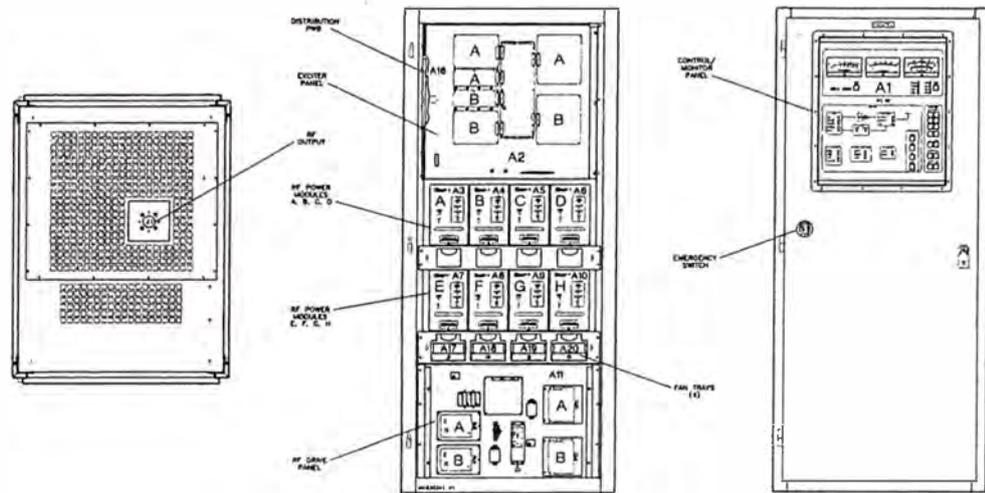


Fig. 2.17. Transmisor Nautel modelo XI-12

En lo que se refiere a la antena se ha usado dos tipos de antenas: el monopolo vertical a un cuarto de longitud de onda y el monopolo doblado.

Desde el punto de vista económico la construcción de una antena de monopolo vertical no es ventajoso pues a frecuencias bajas la altura de la torre tendrá que ser de gran longitud dependiendo de la frecuencia de operación a esto hay que agregar que para tener un buen ancho de banda la torre tendrá que ser ancha. Por otro lado este tipo de antena dificulta otro uso que se le puede dar a la torre, pues si se desea instalar otro tipo de antenas, se debe realizar previamente conexiones de aislamiento o si se desea instalar luz de balizaje. Estas necesidades o ventajas son resueltas por las antenas tipo monopolo doblado, que permite tener alturas menores y anchos de torre menos costosos.

En lo que se refiere a monopolos doblados se ha elegido la marca LBA, aquí una nota técnica referente a este tipo de antena.



Fig. 2.18. Antena Monopolo Doblado

La antena Tunipole [™] de LBA Technology, Inc., está siendo implementada por radiodifusoras de onda media en Norte, Centro y Sud América.

La Tunipole LBA es una implementación especializada de la antena Folded Unipole. Consiste de un marco de cables con los dispositivos apropiados para resonancia y acoplamiento que se instalan en la torre de la estación de radio.

La base de la torre no necesita aislador, pero se encuentra aterrizada directamente al sistema de radiales de la estación. Los cables de la antena Tunipole LBA se instalan en lo alto de la torre y a la caja de sintonía (acoplador) en la base. Elementos de sintonización son parte integral del sistema.

La energía del transmisor se desplaza de la caja de sintonía a los cables, sube a lo alto de la torre, entra a la misma, y baja a la base, donde completa el circuito y entra al sistema de radiales. Al hacer esto, el sistema de antena radia una señal de banda amplia y alta eficiencia.

Eléctricamente hablando, la Tunipole LBA es equivalente al ya familiar dipolo, cortado a la mitad e instalado verticalmente a un sistema de radiales.

El sistema tiene las características del patrón de radiación de una antena monopolo alimentada en serie, con los cables de la Tunipole LBA funcionando como elementos de transformación y control de la impedancia.

A diferencia de las antenas alimentadas en serie, la Tunipole LBA hace que la impedancia de base sea completamente ajustable, lo que facilita los ajustes en el acoplador.

El sistema de radiales instalado constó de 120 radiales alrededor de la base de la torre, la longitud de los mismos se consideró al máximo para lograr la altura de la torre, como es fácil darse cuenta para frecuencias bajas estas longitudes son bastantes grandes, teniendo en base a esto las áreas del terreno a usar son bastantes grandes haciendo difícil la compra de terrenos de gran área.

2.4 Elección del tipo de Torre. Aquí hay que discriminar para lo que son instalaciones en AM y FM.

2.4.1 Torres para AM: El sistema irradiante para transmisiones en AM es función de la frecuencia autorizada, ahora llegado a este punto, es decisión si se utilizará antena monopolo vertical o monopolo doblado. Si la decisión pasa

por el monopolo vertical, se debe tener en consideración si la frecuencia es baja o alta, si es baja la altura de la torre-antena debe ser alta, haciendo que el costo de la torre se eleve, de manera contraria si la frecuencia es alta, la altura de la torre será baja. Por otro lado se debe tener claro, que otro uso que se pretende dar a la torre, pues se debe tener en consideración que una transmisión por AM, en antenas de tipo monopolo vertical, la energía irradiada por el transmisor fluye por la estructura metálica de la torre, entonces debido a esto es complicado colocar otro tipo de antenas en esta torre, así como también resulta complicado colocar luz de balizaje si fuera el caso. Además se debe tener en consideración que el ancho de banda usado para la transmisión es función del ancho de la torre, es decir, una torre ancha, asegura un buen ancho de banda. En el caso de una frecuencia baja, usar una torre alta y ancha resulta bastante caro.

La solución para usar torres no tan altas ni tan anchas, es el uso de antenas de monopolo doblado. Este tipo de antenas además, ayuda al uso de la estructura de la torre, para el anclaje de otro tipo de antenas ya sea para FM o TV, además facilita la instalación de luz de balizaje si el caso lo requiera. La cadena de Radio Maria, tiene 3 sistemas irradiantes con antena de monopolo doblado y 3 sistemas irradiante de monopolo vertical. Todas sus torres son de tipo ventadas y de sección triangular. La torre más alta está situada en la ciudad de Lima, con 131m y de 60cm de ancho y funciona como antena monopolo vertical.

2.4.2 Torres para FM. Para este tipo de transmisión pueden ser tipo ventadas o autosoportadas. La decisión pasa por el tipo de antenas que se usará. Si las antenas son grandes y pesadas se recomienda autosoportada por el contrario si las antenas son livianas y/o medianas de altura se recomienda ventadas. La altura de la torre pasa por el análisis de la cobertura y la topología del terreno. En ambos casos será importante el mantenimiento a las torres teniendo mayor cuidado en las zonas costeras, por la cercanía al mar.

2.5 Instalación Eléctrica

La cadena tiene en su mayoría transmisores de 500W y 1000W que son los modelos SF500 y HF1000 y también en los modelos ETG500 y ETG1000, los primeros son de tecnología antigua de la década de los 70', estos consumen en energía eléctrica el triple de la potencia de RF, es decir 1500W para el primer caso y 3000W para el segundo, es decir, en amperaje el

modelo SF500 6.8A. y el modelo HF1000 13.6A. Los modelos ETG consumen el doble de su potencia de RF, es decir, en el modelo ETG500 1000W y en modelo ETG1000 2000W, esto en Amperaje 4.5A. en el primer caso y 9A. en el segundo.

TRANSMISOR	HF500	HF1000	ETG500	ETG1000
CORRIENTE	6.84	13.6	4.5	9
LLAVE TERMICA	16A	25A	10A	20A

Por otro lado también está la instalación de equipos de aire acondicionado, debido al dimensionamiento de las casetas: 2.5x2.5x2m, se decidió usar equipos minisplit de 18000BTU. El consumo de este equipo es de 25A en el arranque y 2.5A de manera estable.

Los equipos de recepción de satélite y procesadores de audio consumen en promedio 1 A, los cuales van conectados a una llave térmica

El dimensionamiento de los cables de energía son los siguientes:

- a. Para la acometida : Cable concéntrico SET600V 3x12
- b. Para las instalaciones interiores : Cable vulcanizado 2X14

2.6 Sistema de Tierra

2.6.1 Instalaciones de AM:

- a. Se utiliza fleje de cobre de 2"x1mm, el cual es instalado en la periferia de la caseta de transmisión en cada vértice del rectángulo se instala una varilla de cobre de ¾"x2.40m, aquí se le hace tratado con conducrete, los radiales que pasan por este fleje son soldados a este. Entre la torre y la caseta se instala un fleje de cobre de 4"x1mm que tendrá una dimensión de 8m, que servirá de descarga principal, aquí se soldaran los radiales, también se unirá mediante, cintas de cobre de 2"x1mm a la cinta que se encuentra en la periferia antes descrita y además estará soldada el cable desnudo de cobre 0, que es el que esta conectado al pararrayo.
- b. La descarga principal tendrá tratamiento con conducrete.

2.6.2 Instalaciones de FM

- a. Si el clima es complicado referente a precipitaciones fluviales, también se instala fleje de cobre de 2"x1mm alrededor de la caseta y en vértices

opuestos se instala una varilla de cobre de $\frac{3}{4}$ "x2.4m, con su respectivo tratado de conducrete.

b. Entre la torre y la caseta se instala un fleje de cobre de 4"x1mm de 8m. que hará la función de descarga principal, mediante un cable desnudo 0 se unirá al fleje de cobre de 2"x1mm y de igual manera a la torre en cuestión.

c. El cable desnudo 0, que conecta al pararrayo también estará soldado a esta descarga principal.

CAPITULO III
DESCRIPCION DE INSTALACIONES DE AM Y FM

En este capítulo se describirán puntualmente como fueron instaladas dos repetidoras de la cadena de Radio Maria. Se escogieron las instalaciones que tuvieron en su momento algunas complicaciones de tipo técnico.

3.1 Instalación de una Retransmisora de FM en la localidad de Chocope – Casagrande

La problemática de esta instalación se centró en la búsqueda de un terreno que se encuentre fuera del perímetro urbano para poder realizar las instalaciones respectivas. La autorización fue otorgada en una ubicación en la que la seguridad no era buena pues las instalaciones eléctricas sufren en todo momento robo de cables y la delincuencia había empeorado en el tiempo que se hizo el estudio técnico y el otorgamiento de la misma. Siendo Chocope una localidad cuyos límites de distrito colindan con la empresa Gloria, esto complico más la problemática, ya que se tuvo que alejar de las localidades que se deseaban cubrir. Por otro lado se tenía el límite de ERP que en esa jurisdicción es de 1000W y la autorización para operar era de 500W, esto limitaba más aun las decisiones de instalación, debido a que obligaba a usar antenas de polarización circular por tener estas bajas ganancias.

Se pudo comprar un terreno que se encontraba a 4Km de Chocope, a 10Km de Casagrande y Paján. Los parámetros de diseño se centraron en la altura de la torre y la potencia de irradiación en función de las antenas a usar para obtener una buena cobertura y estar dentro de la norma de canalización. A continuación se describen los cálculos respectivos:

3.1.1 Elaboración del Perfil Técnico

Parámetros Técnicos del Emplazamiento de Transmisión		
POTENCIA DEL TRANSMISOR	236 W	
FRECUENCIA	107.7 MHZ	
ALT. CENTRO RADIACION	80.8 m. SNS	
PATRON DE RADIACION	OMNIDIRECCIONAL	
GANANCIA DE ANTENA	8 dBd	
POLARIZACION	VERTICAL	
PERDIDAS CABLE 1/2"	2.17 dB / 100 m	
ALTITUD	94m. SNM	
COORDENADAS	LO: 79° 15'19.7"	LS: 7°48'26.7"

Como se puede apreciar la potencia del transmisor es de 236W, la razón es la siguiente, en el momento de la instalación las antenas de polarización circular que se tenían, si bien es cierto, eran de banda ancha pero en el siguiente ancho de banda 88 a 104 Mhz no podían ser utilizadas en la frecuencia de 107.7Mhz y las antenas que se tenían eran de polarización vertical con ganancia de 8dbd y de banda ancha desde 88 hasta 108Mhz en los cálculos que más adelante se verán se decidió usar un transmisor cuya potencia nominal era de 500W pero operaría en la potencia arriba mencionada usando 4 dipolos de polarización vertical.

3.1.2 Calculo de la Altura Media del área por servir

Se realizó levantamientos topográficos en 8 direcciones, que permiten determinar las alturas medias, de manera que se pueda calcular la altura efectiva de la antena sobre cada perfil del área de cobertura para el empleo del programa de cómputo. Los levantamientos de las alturas se han extraído de la base de datos SRTM

3.1.3 Base de datos SRTM

Las alturas medias determinadas, se encuentran en el cuadro mostrado a continuación.

BASE DE DATOS SRTM

Altura sobre el terreno promedio

Reporte generado en 11:54:09 a.m. , 11/12/2009

Coordenadas geográficas de la antena

07°48'27"S,079°15'20"O

FI02IE

Altitud del suelo: 94m

Altura de la antena sobre el nivel del suelo: 80.8m

Azt(°)	D(km)	Altitud del suelo(m)
000	00.50	0080.5
000	01.00	0082.5
000	01.50	0085.0
000	02.00	0085.0
000	02.50	0086.2
000	03.00	0089.2
000	03.50	0089.5
000	04.00	0091.0
000	04.50	0089.5
000	05.00	0091.5

000	05.50	0100.0
000	06.00	0111.5
000	06.50	0124.2
000	07.00	0132.1
000	07.50	0121.4
000	08.00	0121.0
000	08.50	0108.6
000	09.00	0104.5
000	09.50	0106.0
000	10.00	0114.1
000	Promedio	100.66m
000	HAAT	74.1400030517578m
045	00.50	0081.2
045	01.00	0085.8
045	01.50	0085.7
045	02.00	0092.0
045	02.50	0097.2
045	03.00	0100.7
045	03.50	0102.1
045	04.00	0106.0
045	04.50	0108.2
045	05.00	0111.8
045	05.50	0111.9
045	06.00	0115.1
045	06.50	0120.7
045	07.00	0123.2
045	07.50	0124.0
045	08.00	0128.2
045	08.50	0129.0
045	09.00	0133.1
045	09.50	0138.7
045	10.00	0142.6
045	Promedio	111.86m
045	HAAT	62.9400030517578m
090	00.50	0082.0
090	01.00	0086.4
090	01.50	0088.0
090	02.00	0091.5
090	02.50	0092.7
090	03.00	0095.0
090	03.50	0099.3
090	04.00	0102.3
090	04.50	0104.1
090	05.00	0109.0
090	05.50	0111.0
090	06.00	0112.2
090	06.50	0117.3
090	07.00	0117.3
090	07.50	0119.2
090	08.00	0120.3
090	08.50	0120.1
090	09.00	0124.5
090	09.50	0122.6
090	10.00	0126.6
090	Promedio	107.07m

090	HAAT	67.7300030517578m
135	00.50	0079.2
135	01.00	0077.9
135	01.50	0077.4
135	02.00	0078.0
135	02.50	0080.2
135	03.00	0081.7
135	03.50	0082.9
135	04.00	0083.7
135	04.50	0083.0
135	05.00	0085.5
135	05.50	0082.6
135	06.00	0080.0
135	06.50	0081.1
135	07.00	0083.7
135	07.50	0083.1
135	08.00	0081.5
135	08.50	0081.7
135	09.00	0083.0
135	09.50	0081.5
135	10.00	0078.8
135	Promedio	81.32m
135	HAAT	93.4800030517578m
180	00.50	0075.9
180	01.00	0075.4
180	01.50	0070.0
180	02.00	0069.5
180	02.50	0066.4
180	03.00	0066.0
180	03.50	0068.0
180	04.00	0063.9
180	04.50	0063.4
180	05.00	0061.6
180	05.50	0059.0
180	06.00	0057.3
180	06.50	0054.1
180	07.00	0053.1
180	07.50	0048.2
180	08.00	0044.7
180	08.50	0043.0
180	09.00	0042.0
180	09.50	0038.6
180	10.00	0038.4
180	Promedio	57.93m
180	HAAT	116.870003051758m
225	00.50	0074.9
225	01.00	0072.5
225	01.50	0070.2
225	02.00	0066.0
225	02.50	0064.4
225	03.00	0060.7
225	03.50	0056.2
225	04.00	0055.8
225	04.50	0051.5
225	05.00	0049.2

225	05.50	0046.5
225	06.00	0043.2
225	06.50	0040.2
225	07.00	0037.2
225	07.50	0033.0
225	08.00	0030.2
225	08.50	0028.8
225	09.00	0024.6
225	09.50	0024.0
225	10.00	0021.9
225	Promedio	47.55m
225	HAAT	127.250003051758m
270	00.50	0075.9
270	01.00	0072.5
270	01.50	0071.5
270	02.00	0067.5
270	02.50	0067.4
270	03.00	0063.5
270	03.50	0062.2
270	04.00	0061.2
270	04.50	0058.6
270	05.00	0055.1
270	05.50	0050.5
270	06.00	0048.8
270	06.50	0046.6
270	07.00	0043.0
270	07.50	0041.5
270	08.00	0037.8
270	08.50	0034.7
270	09.00	0032.0
270	09.50	0030.0
270	10.00	0026.3
270	Promedio	52.33m
270	HAAT	122.470003051758m
315	00.50	0078.9
315	01.00	0075.8
315	01.50	0076.8
315	02.00	0077.0
315	02.50	0074.3
315	03.00	0073.3
315	03.50	0071.4
315	04.00	0071.4
315	04.50	0067.7
315	05.00	0067.0
315	05.50	0063.5
315	06.00	0064.8
315	06.50	0065.4
315	07.00	0061.5
315	07.50	0062.0
315	08.00	0061.0
315	08.50	0058.4
315	09.00	0056.9
315	09.50	0057.0
315	10.00	0054.9
315	Promedio	66.95m
315	HAAT	107.850003051758m

Altitud de la antena sobre el nivel del mar : 174.8m
Altitud promedio del suelo sobre el nivel del mar: 78.21m

HAAT: 96.5900030517578mAltura sobre el terreno promedio+

Cuadro de alturas medias, en 8 ángulos de azimuth para la localidad de Chocope - Casagrande.

Angulo de Azimuth (°)	Altura Media (m)	Altura Efectiva(m)
0	100.66	74.14
45	111.86	62.94
90	107.07	67.73
135	81.32	93.48
180	57.93	116.87
225	47.55	127.25
270	52.33	122.47
315	66.95	107.85

NOTA.

La altura del centro de radiación se encuentra a 80.8m, sobre el nivel del suelo

La altura del centro de radiación en el emplazamiento de Transmisión es de: 174.8m sobre el nivel del mar.

Las alturas medias se han tomado en 8 ángulos de azimuth, en vista de la Topografía del terreno empleando la base de datos SRTM.

3.1.4 Cálculo de la potencia del transmisor

Empleamos la formula siguiente:

$$ERP(\text{dBk}) = P_{tx}(\text{dBk}) + G_a(\text{dBd}) - L_c(\text{dB})$$

$$\text{En nuestro caso: } 0 = P_{tx}(\text{dBk}) + 8 - (2.17 \cdot 80/100)$$

Por tanto:

$P_{tx}(\text{dBk}) = -6.264 \text{ dBk} = 236 \text{ W}$

En la formula: ERP: Potencia Efectiva Radiada en dBk

Ptx : Potencia del Transmisor en dBk

Ga : Ganancia de la antena sin perdidas en dBd

Lc : Perdidas en el (cable + distribuidor + latiguillos) en dB

3.1.5. Resultado de los cálculos

La aplicación de los datos mencionados proporciona los resultados que aparecen a continuación:

-DISTANCIAS A LOS CONTORNOS (Kilómetros):

FRECUENCIA: 107.7 MHZ

F(50,50) Curvas

Numero de Contornos: 3

AZ	HAAT	ERP	DISTANCIAS (KM) A		
			CONTORNOS DE NIVEL (dB uv /m)		
(degs)	(m)	(dBk)	74	66	54
0	74.14	0	6.992	11.191	22.389
45	62.94	0	6.462	10.404	20.798
90	67.73	0	6.694	10.746	21.488
135	93.48	0	7.892	12.463	25.002
180	116.87	0	8.869	13.908	27.687
225	127.25	0	9.232	14.494	28.648
270	122.47	0	9.066	14.229	28.217
315	107.85	0	8.521	13.369	26.736

Estos datos fueron calculados mediante software proporcionado en la página de la FCC <http://www.fcc.gov/mb/audio/bickel/curves.html>

La línea del contorno de 66dBu se muestra en el gráfico siguiente, en el cual se puede asegurar una buena recepción en las localidades de Paijan, Chocope y Casagrande. Por otro lado el cuadro de arriba informa que la señal será robusta en la ciudad de Paiján y que a un radio promedio de 25Km con centro en donde se encuentra ubicada la torre ventada que sostiene a los 4 dipolos de polarización vertical habrá una recepción de tipo débil, pero según las circunstancias locales podrán ser aceptables. La circunstancia local está en función del total de portadoras existentes a esa distancia que por estar en esa zona puede dificultar una recepción normal de la portadora de Radio María.



Fig. 3.1. Cobertura Chocope –Casagrande para 66dBu

3.1.6 Sistema Eléctrico. Debido a mi experiencia en otras empresas de radiodifusión preferí usar instalaciones eléctricas empotradas. La carga total se calculó de la siguiente manera:

Consumo del Transmisor	: 2.16A
Consumo de Receptor	: 0.5A
Consumo de Aire Acondicionado	: 2.5A estable, en el arranque 25A
Consumo del balizaje	: 2.5A

El cable de acometida que se uso fue un concéntrico 3x12 y para las conexiones interiores se uso el cable 2x14.

Para la posición de la luminaria se prefirió colocarla en el techo de la caseta pero en una zona que sea propicia para una revisión técnica de emergencia en el rack donde se encuentran los equipos de transmisión y se eligió un tomacorriente en la pared que da a la parte trasera de éste rack, pues cada vez que hay problemas técnicos es necesaria una toma cercana de energía eléctrica ya que es utilizada en ciertos casos para energizar instrumentos como analizador de espectros, osciloscopio, frecuencímetro, etc.

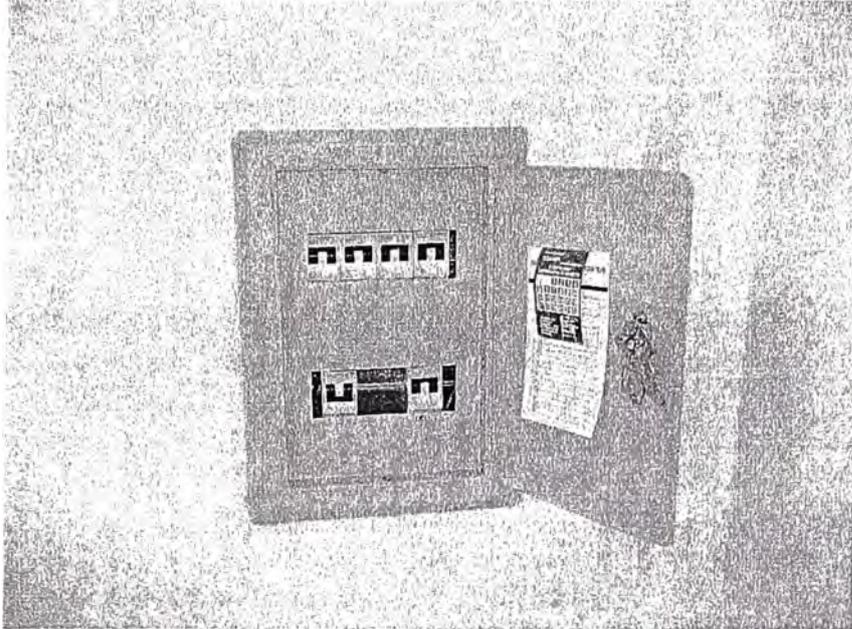


Fig. 3.2. Tablero de distribución

3.1.7 Sistema de Tierra. Aquí se usa láminas de cobre de 4" de ancho x 1mm de espesor, se hizo el conexionado desde la base de la torre, habiendo cavado una zanja de 40cm de altura y allí se hizo descansar esta lámina de cobre.

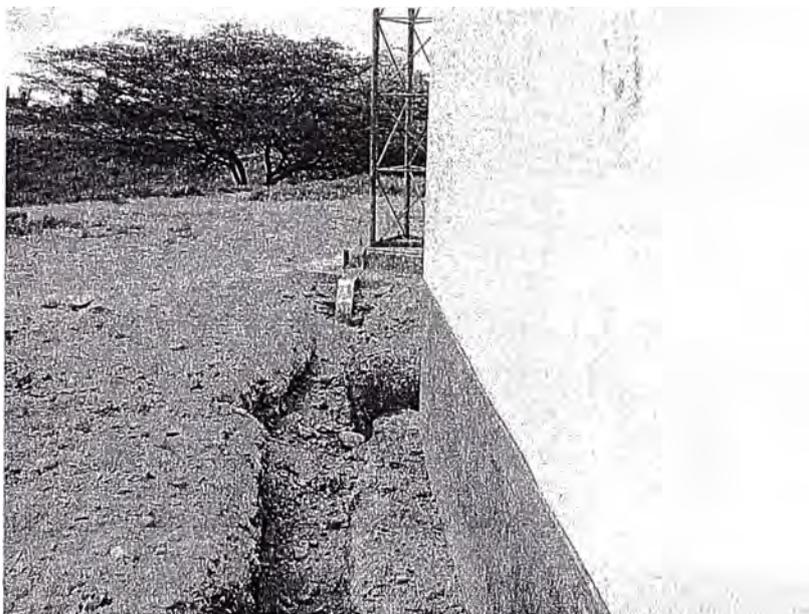


Fig. 3.3. Instalacion de fleje de cobre

Encima de la lámina se hecho el químico conductor concreto, dos bolsas.



Fig. 3.4. Presencia de Conducrete

La lámina hizo una L, es decir, vino desde la torre y se dobló 90° en el lado que da a la fachada de la caseta. En éste dobles se colocó una varilla de cobre de 2.10m. Todos los equipos se conectaron a esta lámina mediante un cable interno.

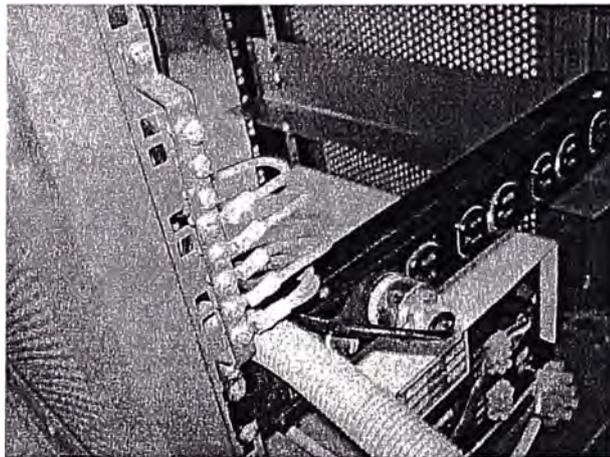


Fig. 3.5. Instalación eléctrica de los equipos

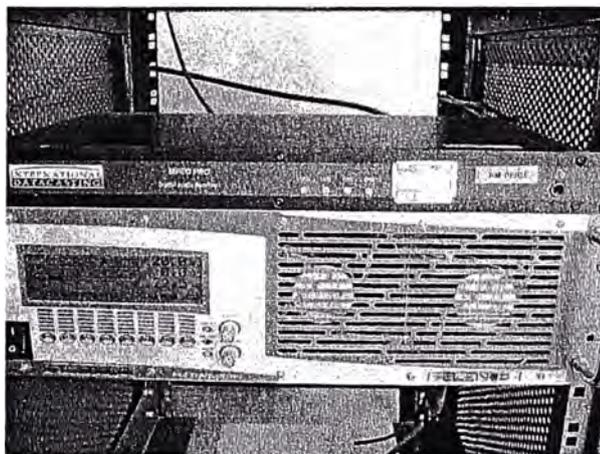


Fig. 3.6. Receptor de satélite y transmisor de FM



Fig. 3.7. Rack donde están instalados los equipos

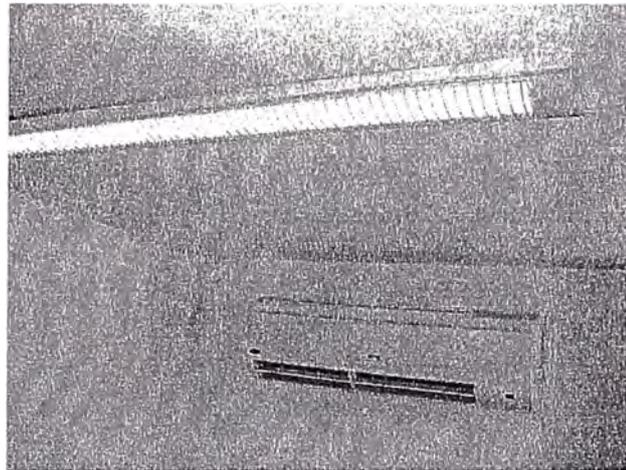


Fig. 3.8. Vista del Aire Acondicionado 18000BTU

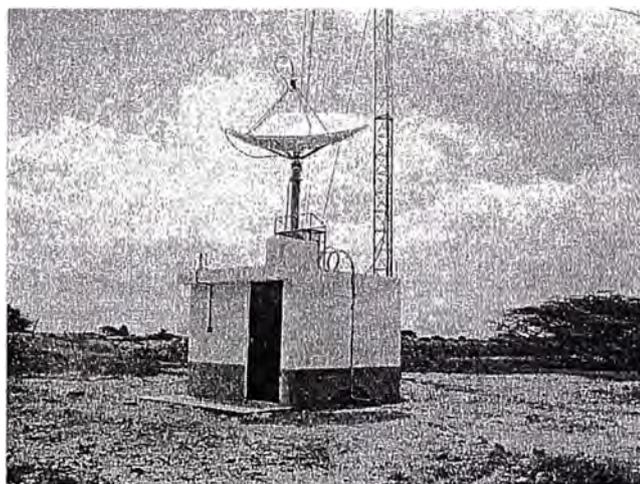


Fig. 3.9. Vista de la Caseta



Fig. 3.10. Los cuatro dipolos de polarización vertical

3.2 Instalación de una Retransmisora de AM en la localidad de Arequipa.

El problema más interesante aquí fue el área del terreno. Esta estación fue comprada y la instalación era bastante defectuosa, había pocos radiales y la torre era un octavo de longitud de onda, siendo la unidad de sintonía de construcción bastante artesanal. La consecuencia de esto era que la cobertura era pésima.

La longitud de la torre debería ser un cuarto de longitud de onda, esto implicaba una torre de 120m de longitud, con sus respectivos radiales de igual longitud y en cantidad de 120. Con estos datos necesitaríamos un área de 57600m^2 y el área que se tenía era de aproximadamente de 5000m^2 . La decisión pasaba por hacer una torre de un octavo de longitud de onda, usando el monopolo plegado de 8 hilos con radiales cortos o realizar una torre de un cuarto de longitud de onda usando un monopolo plegado de 4 hilos con radiales desiguales en longitud e intentando hacer los mas largos hacia una determinada dirección que sea la mas conveniente en cobertura. La decisión de usar torre de 120m se baso en el tema económico pues esta resultaba más barata que la otra, sumando los costos de la antena monopolo plegado, también resultaba que la dirección de la zona a cubrir coincidía para poner los radiales mas largos, agregado a esto, se tiene el tema que es más fácil adaptar una torre de un cuarto de longitud de onda que de un octavo.

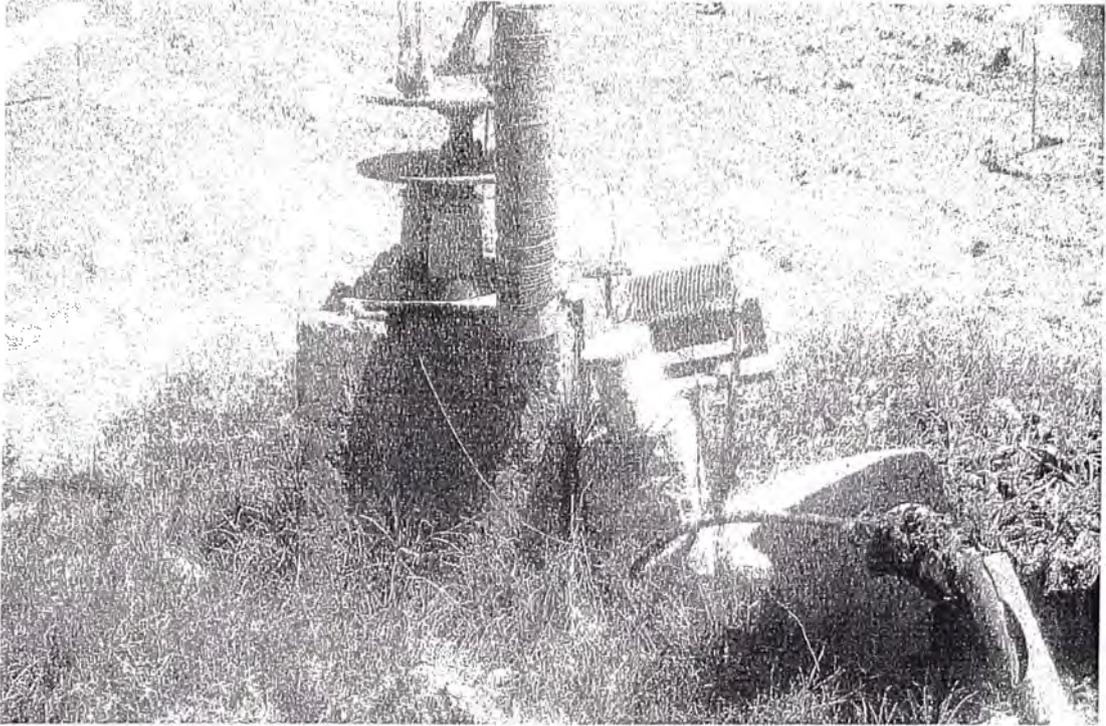


Fig. 3.11. Instalación inicial de la unidad de sintonía

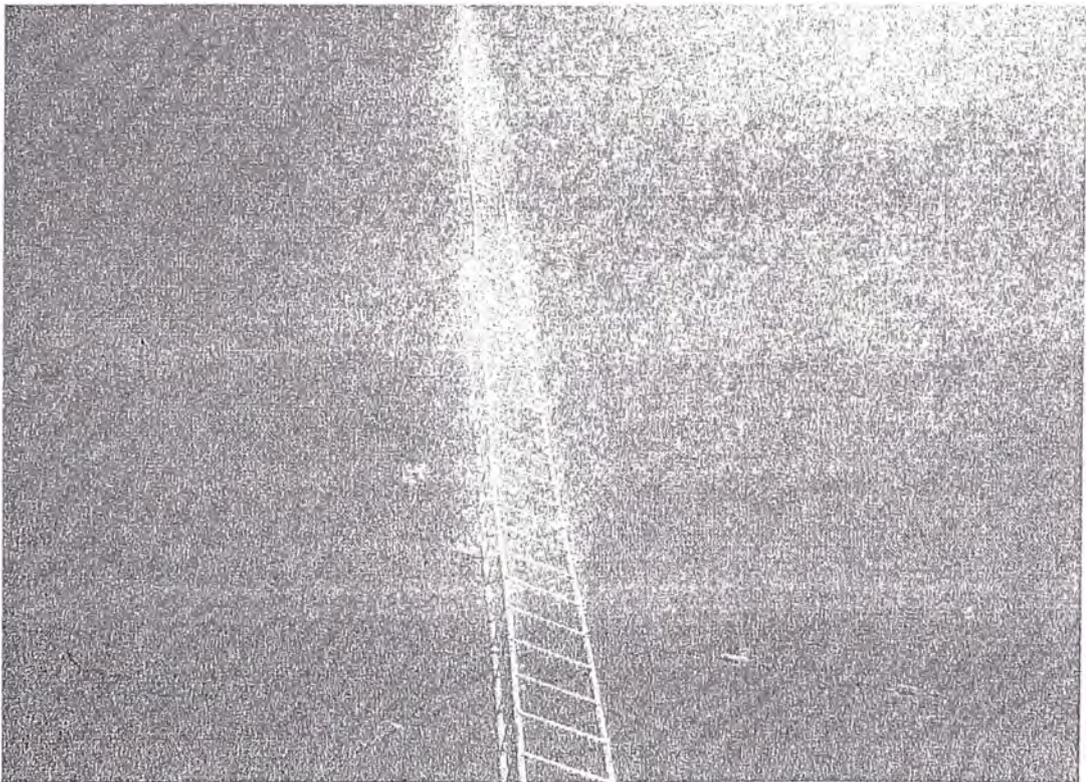


Fig. 3.12. Vista de la torre inicial



Fig. 3.13. Plano donde se muestra en rojo el perímetro del terreno de la Planta

La longitud de la torre debería ser un cuarto de longitud de onda, esto implicaba una torre de 120m de longitud, con sus respectivos radiales de igual longitud y en cantidad de 120. Con estos datos necesitaríamos un área de 57600m^2 y el área que se tenía era de aproximadamente de 5000m^2 . La decisión pasaba por hacer una torre de un octavo de longitud de onda, usando el monopolo plegado de 6 hilos con radiales cortos o realizar una torre de un cuarto de longitud de onda usando un monopolo plegado de 3 hilos con radiales desiguales en longitud e intentando hacer los mas largos hacia una determinada dirección que sea la mas conveniente en cobertura. La decisión de usar torre de 120m se basó en el tema económico pues esta resultaba más barata que la otra, sumando los costos de la antena monopolo plegado además resultaba que la dirección de la zona a cubrir coincidía para poner los radiales más largos agregado a esto, está el tema que es mas fácil adaptar una torre de un cuarto de longitud de onda que de un octavo.

3.2.1 Elaboración del Perfil Técnico

Parámetros Técnicos del Emplazamiento de Transmisión		
POTENCIA DEL TRANSMISOR	1000 W	
FRECUENCIA	620 KHZ	
ALTURA DE LA TORRE	120 m. SNS	
ALTITUD	2292m. SNM	
COORDENADAS	LO: 71° 35'12.10"	LS: 16°24'28.87"

3.2.2 Cálculo del área de cobertura

Las fórmulas para calcular la intensidad de campo de un sistema de antenas omnidireccionales, son las siguientes:

- Si la intensidad de campo se expresa en mV/m

$$E = E_o \times \frac{E_c}{100} \times \sqrt{P}$$

- Si la intensidad de campo se expresa en dB (uV/m)

$$E = E_o + E_c - 100 + 10 \log P$$

Donde:

E = Intensidad de campo eléctrico resultante.
 E_o = Intensidad de campo leída en el gráfico.
 E_c = Intensidad de campo característica.
 P = Potencia de la estación en Kw.

Datos de la estación:

- Potencia (P) : 1 Kw.
- Conductividad promedio : 6 ms/m.
- Intensidad del campo característica para una antena vertical de $\lambda/4$ utilizando un sistema de 120 radiales : 306 mV/m.
- Intensidades de campo mínimas utilizables : E₁ = 1250 uV/m.
E₂ = 500 uV/m.

Cálculo de las intensidades de campo en dB (uV/m)

$$E_c = 20 \log 306,000 \text{ (uV/m)} = 109.7$$

$$E_c = 109.7 \text{ dB (uV/m)}$$

$$E_1 = 20 \log 1250 \text{ (uV/m)} = 61.9$$

$$E_1 = 62 \text{ dB (uV/m)}$$

$$E_2 = 20 \log 500 \text{ (uV/m)} = 53.9$$

$$E_2 = 54 \text{ dB (uV/m)}$$

Tomamos E₁ = 62 dB y reemplazamos en (2) con P = 1 Kw

$$E = E_o + E_c - 100 + 10 \log P$$

$$62 \text{ dB} = E_o + 109.7 - 100 + 10 \log 1$$

$$E_o = 62 - 19.7$$

$$E_o = 52.3 \text{ dB}$$

Tomamos $E_2 = 54 \text{ dB}$ y reemplazamos en (2) con $P = 1 \text{ Kw}$

$$E = E_o + E_c - 100 + 10 \log P$$

$$54 \text{ dB} = E_o + 109.7 - 100 + 10 \log 1$$

$$E_o = 54 - 19.7$$

$$E_o = 44.3 \text{ dB}$$

Con estos valores nos dirigimos al gráfico que tiene el rango de 600Khz a 620Khz de distancia versus intensidad de onda de superficie e interceptamos con la curva de conductividad de 6 ms/m, el valor de la intensidad de campo para encontrar la distancia al contorno de la zona de servicio primario.

Para el primer caso $E_o = 52.3 \text{ dB}$
 $d_1 = 80 \text{ Kms}$

Para el segundo caso $E_o = 44.3 \text{ dB}$
 $d_2 = 120 \text{ Kms}$

3.2.3 Equipamiento

- Transmisor Nautel de 1000W
- Monitor de modulación
- Receptor de Satélite
- Aire Acondicionado de 18000BTU
- Parabólica de 2.7m de diámetro
- LNB PLL
- Unidad de Sintonía
- Antena Monopolo doblado
- Procesador de audio
- Regulador de voltaje de 5KVA



Fig. 3.15. Transmisor Nautel



Fig. 3.16. Receptor de satélite, Procesador de Audio y Monitor de Modulación

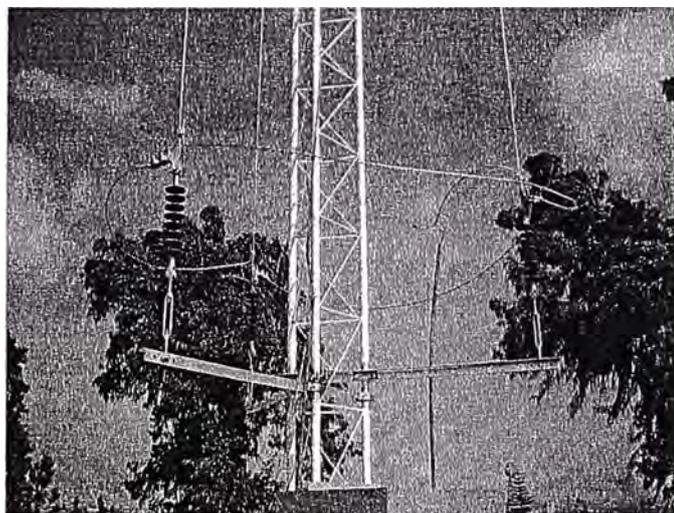


Fig. 3.17. Antena monopolo plegado

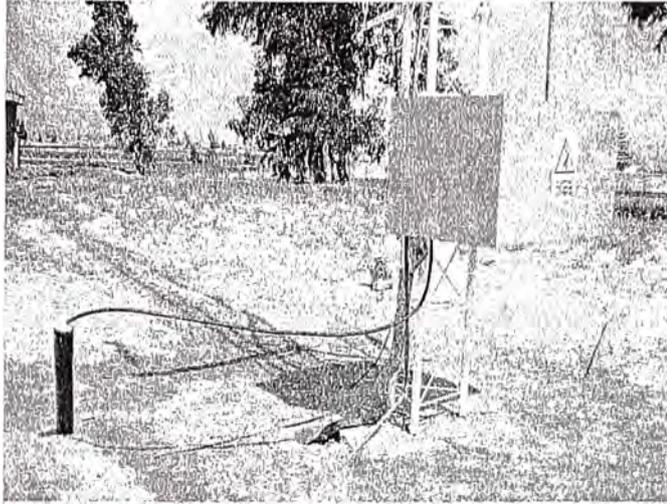


Fig. 3.18. Unidad de Sintonía

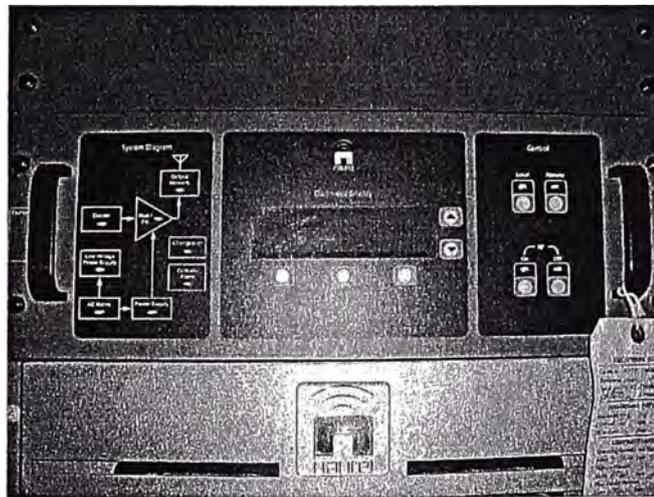


Fig. 3.19. Exitador del Transmisor Nautel

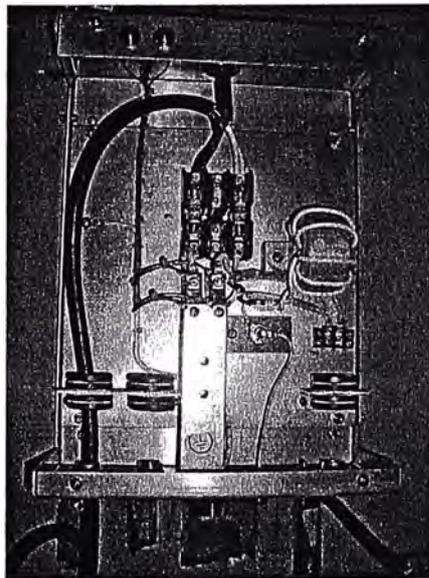


Fig. 3.20. Accesorio del Transmisor Nautel que es un supresor de armónicos

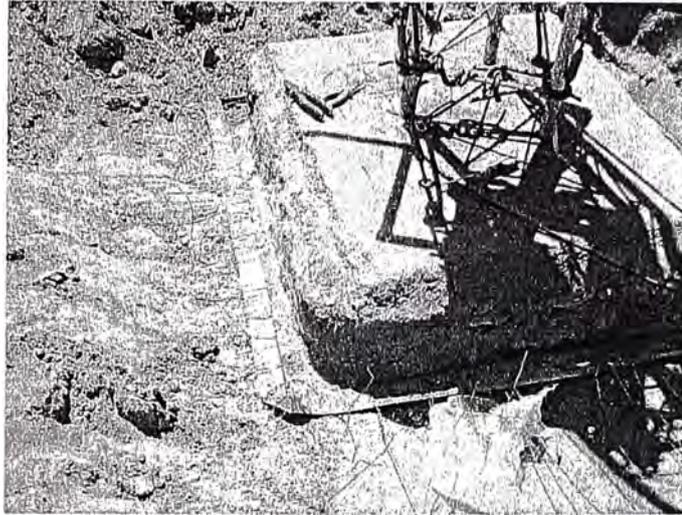


Fig. 3.21. Corona alrededor de la torre y los radiales respectivos

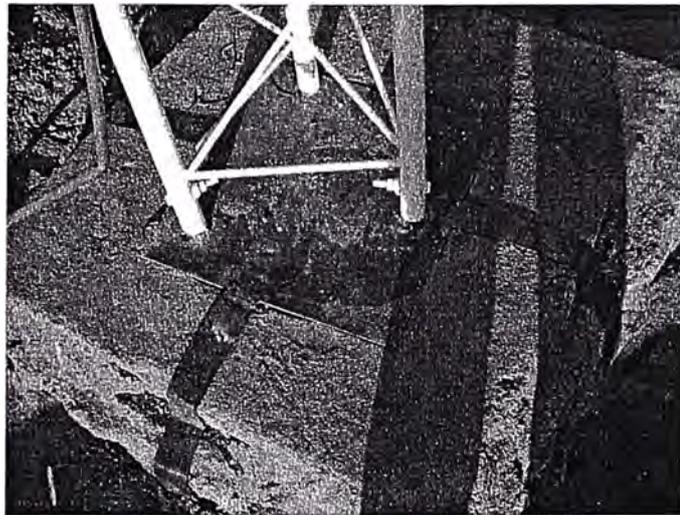


Fig. 3.22. Detalle donde se muestra el contacto galvánico entre la torre y el sistema de radiales

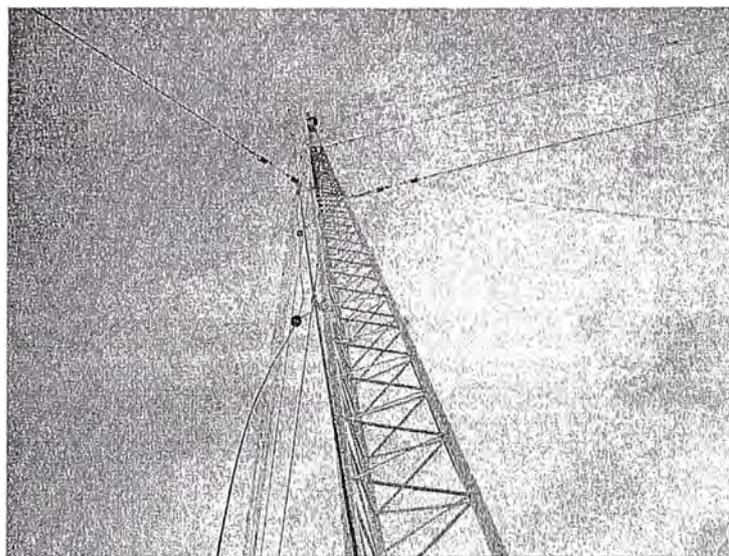


Fig. 3.23. .La torre vista desde abajo

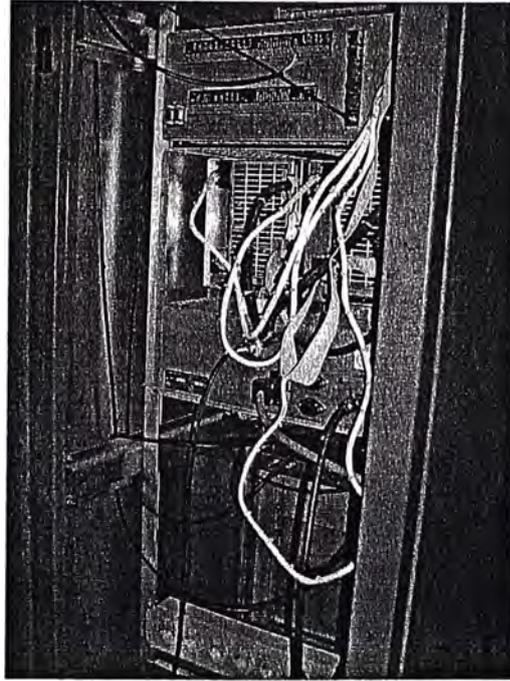


Fig. 3.24. Vista posterior del rack donde se encuentran los equipos

3.2.4 Sistema de Tierra

Se uso fleje de cobre de 2"x 1mm de espesor. Esta cinta se colocó en la periferia de la caseta y en cada vértice se instaló una varilla de cobre de 2.10m. Los radiales que daban en esta dirección fueron soldados en plata con esta cinta. En la mitad de distancia entre la torre y este collarín se colocó una cinta de 20m de 4"x1mm que unió la acometida del pararrayo pentapuntal y el collarín arriba mencionado como descarga. Esta cinta se puso a 40cm de la superficie y se hecho en la zanja el químico conducrete.

3.2.5 Sistema Eléctrico

El consumo de carga fue así:

Transmisor Nautel : 9A

Procesador Symetrix : 0.5A

Monitor de Modulacion : 0.5A

Receptor de Satelite : 1 A

Aire Acondicionado Mini Splitt : 2.5 A estable, 25 A en el arranque

El cable de acometida fue AWG #6 y para la instalación interna cable vulcanizado #14.

CAPITULO IV

COSTOS Y TIEMPOS PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LA CADENA NACIONAL DE RADIO MARIA

4.1 Tiempos estimados.

Los tiempos de instalación de una Retransmisora están supeditados al sitio puntual, es decir no es lo mismo una instalación en la localidad de Puno que en la de Huacho. Cada sitio tiene sus complicaciones particulares, los problemas de tipo climáticos influyen bastante en las planificaciones de tiempo, en el papel sería interesante planificar instalaciones en climas favorables pero a veces se debe decidir la instalación bajo condiciones no tan buenas. Existen dos momentos en que empieza el proyecto, cuando se compra el terreno para la planta o cuando se pone la orden de compra de la torre, en el primer caso la instalación puede durar 3 meses en el segundo caso un mes.

En el caso de Chocope el proceso demoró un poco más de 2 meses, por circunstancias de compra-venta que han sido bastante engorrosa debido a que el terreno era de características agrarias y era parte de un todo y sin la documentación correcta de esta circunstancia el Municipio no emitía la autorización de funcionamiento, que luego de haberse presentado la documentación correcta tuvo que seguir otro trámite en el ente municipal. Mientras esto se daba ya se construía la caseta, el tiempo de construcción fue de 2 semanas y media aproximadamente. Cuando la caseta estaba por terminar se coordinó con los fabricantes de la torre para que empiecen su instalación, tiempo de instalación una semana, en los que se incluyen el tiempo de espera para que la cimentación seque. Luego que la caseta estaba terminada se enviaron desde Lima los equipos para la respectiva instalación, el tiempo de la puesta en marcha de la planta fue una semana, tiempo total 4 semanas y media. El gran detalle fue que no se pudo poner en marcha la estación pues lo técnico fue más rápido que la burocracia administrativa, se tuvo que esperar un mes más, para que la Municipalidad autorice el funcionamiento.

El caso anterior representa a las instalaciones de FM, a continuación describo el tiempo en las plantas de AM. El caso que describiré es sobre la planta en la localidad de Arequipa. Aquí era una reinstalación, ya estaba construida la caseta, el tiempo se toma desde momento en que se puso la orden de compra de la torre. Tiempo de construcción de la torre 3 semanas, tiempo de su instalación 10 días. Luego que la torre estaba puesta, se empezó la instalación del sistema de tierra y los radiales, tiempo de demora semana y media. Al final se empieza la instalación de los equipos que tuvo un tiempo de una semana. Tiempo total de instalación 7 semanas.

Un caso especial de tiempo fue la instalación del Cusco que tuvo dos etapas:

- Instalación de Media Tensión
- Instalación de la Planta Transmisora

En el primer caso el tiempo fue de por los menos 4 meses, que incluyen cotización de compra del transformix y del transformador, duración de entrega después de la orden de compra, traslado e instalación de los accesorios eléctricos. Tiempo de la instalación de los equipos dos semanas, aquí cabe señalar que hubo un receso de 3 meses debido a que el clima complicó bastante. En resumen el tiempo de instalación en el Cusco demoro alrededor de 6 meses.

Los tiempos de instalación desde el punto de vista técnico tiene una duración aproximada de mes y medio para una FM y dos meses para el caso de una AM.

Luego que ya se tenía las autorizaciones del MTC se hizo una agenda aproximada de instalación, la cual estaba supeditada a la región donde se realizaría la instalación, es decir el primer y último trimestre del año, se empezaría las instalaciones en la costa del país, entre el segundo y tercer trimestre las regiones de la selva y sierra. El proyecto estuvo fijado para dos años.

4.2 Costos

En cuanto a costos, aquí presento un cuadro de 4 estaciones de FM. En el cuadro se puede apreciar que el costo promedio por estación es de \$45000, incluyendo compra de terreno. Cabe señalar que intentando reducir costos se ha llegado a realizar convenios con otras estaciones de tal manera que se puede compartir torre, caseta y aire acondicionado en algunos casos. Por otro lado en los presupuestos manejados por Radio María no están los costos de equipamiento pues estos son donados por la World Family.

COSTOS	TUMBES		BAGUA		CHOCOPE - CASA GRANDE		YURIMAGU AS	
	US\$		US\$		US\$		US\$	
1. ACONDICIONAM IENTO		22,482		4,720		22,350		27900
Obra Civil	2300		600		600		2800	
Materiales Acometida Eléctrica	2140		1870		1800		3200	
Sistema de ventilación + instalación	1092		1150		1150		1200	
Sistema de ventilación + instalación	1100		1100		1100		1300	
Terreno	2350				2700		5400	
Cerco Perimetrico *	13500		COMO DATO GRAT UITO		15000		14000	
2. INSTALACION DEL SISTEMA IRRADIANTE		8,926		2,070		13,400		13,950
Valor torre Instalación Torre	4,300		1,220		13,00 0		13,00 0	
Cimentación	1,726		320					
Transporte Instalación antenas	2,300		300					
Instalación Antena	300				300		150	
Valor Antena							300	
Trabajos Adicionales			130				100	
ACCESORIOS DE INSTALACION	300		100		100		400	
3. INSTALACION ELECTRICA		2890		1750		750		3250
Valor Medidor	150		250		200		200	
Instalación Acometida					200		200	
Valor Materiales	670		200		200		650	
Estabilizador	1120		1300				1200	
Mano de Obra	950				150		1000	
4. PROSPECCION TECNICA		1,680		950		1000		
Viáticos	500		300		500			

Pasajes	1080		600		500			
Valor Especialista								
Gasolina								
Taxis	100		50					
5. TRANSPORTE INSTALACION		900		350		450		400
T. Carga	500		200		150		100	
T. Personal	400		150		300		300	
6. SISTEMA DE PARARRAYOS		460		400				500
Materiales	460		400				500	
Instalación								
7. SISTEMA DE SATELITE		150		150		150		100
Materiales	150		200		150		100	
Instalación Pole y parabólica								
8. INSTALACION SISTEMA TIERRA		1280		1380		700		1300
Instalación	100		200		100		100	
Materiales	1180		1180		600		1200	
9. INSTALACION Y SUPERVISON GENERAL		0		0		0	0	0
10. MATERIALES INSTALACION EN GENERAL	200	200					300	300
11.(Hotel , comida, movilidades) Personal	1400	1400	1230	1230	1300	1300	1500	1500
TOTAL		40,368		13,000		40,100		49,200

Para el caso de las AM, se muestran los cuadros de gastos en los que están inmersos las estaciones de de Cusco y Arequipa.

COSTOS	AREQUIPA	
	TAREAS	\$
1. ACONDICIONAMIENTO		\$ 1,670
Obra Civil		
Materiales	100	
Acometida Eléctrica	150	
Sistema de ventilación	900	
Estabilizador de Voltaje	520	
2. INSTALACION DEL SISTEMA IRRADIANTE		\$ 11,650

Valor torre + materiales de ferreteria	9,163	
Instalación Torre	2,142	
Sistema Balizaje	345	
Instalación Antena		
Valor Antena		
Transporte Instalacion		
Trabajos Adicionales		
Mantenimiento de Torre		
3. INSTALACION ELECTRICA		400
Valor Medidor	300	
Instalación Acometida		
Instalación Interior		
Valor Materiales	100	
Mano de Obra		
4. PROSPECCION TECNICA		470
Viáticos	100	
Pasajes	370	
Valor Especialista		
Gasolina		
Taxis		
5. TRANSPORTE INSTALACION		
T. Carga		
T. Personal		
6. SISTEMA DE PARARRAYOS		
Materiales		
Instalación		
Modificación		
7. SISTEMA DE SATELITE		100
Transporte de Materiales		
Valor Materiales (Pole Robotico 5")		
Otros Materiales		
Instalacion Pole y parabolica	100	
8. INSTALACION SISTEMA TIERRA		2028
Instalación		
Materiales	150	
Alambre de Cobre	1403	
Varrillas de cobre	200	
Cinta de Cobre	275	
Aisladores		
9. INSTALACION Y SUPERVISON GENERAL		
10. DIPOLO DOBLADO	3700	3700
11. UNIDAD SINTONIA (ATU)	2945	2945
12.ACONDICIONAMIENTO TRANSMISOR		
TOTAL		22,963

En el caso del Cusco, se llegó a un convenio con otra estación de tal manera que se compartía torre y antena monopolo doblado, Radio María tuvo que comprar el diplexor para poder sumar las dos portadoras.

COSTOS	CUSCO	
TAREAS	\$	\$
1. ACONDICIONAMIENTO	US\$	860
Obra Civil	0	
Materiales	0	
Acometida Eléctrica	0	
Sistema de ventilación	0	
Estabilizador de Voltaje	860	
2. INSTALACION DEL SISTEMA IRRADIANTE		0
Valor torre + materiales de ferreteria	0	
Instalación Torre	0	
Sistema Balizaje	0	
Mantenimiento de Torre	0	
3. INSTALACION ELECTRICa		15450
Valor Medidor	850	
Instalación Media tension	3250	
Materiales instalación Electrica M.T	8550	
Transformador TOMAR LECTURAS DE CORRIENTE	2600	
Materiales instalacion interna	200	
4. PROSPECCION TECNICA		450
Viáticos	150	
Pasajes	300	
Valor Especialista		
Gasolina		
Taxis		
5. TRANSPORTE INSTALACION		2000
T. Carga	1500	
T. Personal	500	
6. SISTEMA DE PARARRAYOS		
Materiales		
Instalación		
Modificación		
7. SISTEMA DE SATELITE		150
Transporte de Materiales		
Valor Materiales		
Cimentación Parabólica	150	
8. INSTALACION SISTEMA TIERRA		1450
Instalación	100	
Materiales	500	
Alambre de Cobre	630	
Varrillas de cobre	90	
Cinta de Cobre	130	

9. INSTALACION Y SUPERVISION GENERAL		0
10.(Hotel , comida, movilidades) Personal		1000
13. UNIDAD SINTONIA (ATU) Y DIPLEXER		5850
14.DIPLEXER		
TOTAL		27,210

CONCLUSIONES

1. Es necesario que todo Ingeniero especializado en Radiodifusión conozca los temas normativos de tal manera que pueda realizar una asesoría integral cuando sea requerido.
2. La altura de las torres en FM está en función de la cobertura deseada y del peso a sostener en lo que se refiere a los dipolos.
3. La cantidad de terreno a comprar dependerá de la torre a utilizar en el caso de la FM si es ventada o autosoportada, para el caso de la AM estará en función de la frecuencia de operación.
4. La posición del terreno a comprar debe ser justificada mediante estudio de cobertura.
5. La elección del tipo de antena a usar dependerá de la posición de la Planta Transmisora respecto a la zona que se quiera cubrir, implicando la problemática de la topografía en cuestión, esto para el caso de FM.
6. La elección de tipo de antena para la AM dependerá de las dimensiones del terreno como consecuencia de la frecuencia de operación, si no se cuenta con las dimensiones correctas es recomendable el uso del monopolo doblado, de manera contraria se debe usar monopolo vertical en un cuarto de longitud de onda.
7. El uso de radiales para la AM es importante, su longitud deberá ser de igual a la de la torre y en número de 120. Si no se cumple estas condiciones habrá que acercarse lo más que se pueda a este compromiso. Esta condición cumple para antenas monopolo vertical y monopolo doblado.
8. Es necesario el conocimiento del manejo de instrumentación pues en muchos casos de problemas en radiodifusión el uso de estos asegurara una solución óptima.
9. El uso de procesadores de audio es muy importante pues asegura que el ancho de banda sea más eficiente. Aquí recordar que la norma solo señala una desviación de frecuencia de 75Khz para una modulación del 100%.
10. La instalación de un buen sistema de tierra es importante, aquí no se debe escatimar costos, pues esto dará tranquilidad de operatividad a la planta.

ANEXO A
LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FIGURAS

Fig. 2.1.	Encoder de audio	8
Fig. 2.2.	Modem	8
Fig. 2.3.	Up-Converter	8
Fig. 2.4.	HPA	9
Fig. 2.5.	Parabolica off-set	9
Fig. 2.6.	Receptor de Satélite	10
Fig. 2.7.	Parabólica axial	10
Fig. 2.8.	Transmisor de FM modelo ETG300	12
Fig. 2.9.	Transmisor de FM modelo ETG500	13
Fig. 2.10.	Transmisor de FM modelo ETG1000	15
Fig. 2.11.	Transmisor de 3.5Kw	17
Fig. 2.12.	Conector LDF4-50	30
Fig. 2.13.	Conector tipo N macho para cable de ½"	31
Fig. 2.14.	Conector VXL5-50	33
Fig. 2.15.	Conector EIA 7/8"	34
Fig. 2.16.	Transmisor Nautel modelo J1000	36
Fig. 2.17.	Transmisor Nautel modelo XI-12	39
Fig. 2.18.	Antena Monopolo Doblado	39
Fig. 3.1.	Cobertura Chocope –Casagrande para 66dBu	51
Fig. 3.2.	Tablero de distribución	52
Fig. 3.3.	Instalación de fleje de cobre	52
Fig. 3.4.	Presencia de Conducrete	53
Fig. 3.5.	Instalación eléctrica de los equipos	53
Fig. 3.6.	Receptor de satélite y transmisor de FM	53
Fig. 3.7.	Rack donde están instalados los equipos	54
Fig. 3.8.	Vista del Aire Acondicionado 18000BTU	54
Fig. 3.9.	Vista de la Caseta	54
Fig. 3.10.	Los cuatro dipolos de polarización vertical	55
Fig. 3.11.	Instalación inicial de la unidad de sintonía	56
Fig. 3.12.	Vista de la torre inicial	56
Fig. 3.13.	Plano donde se muestra en rojo el perímetro del terreno de la Planta	57
Fig. 3.14.	Gráfica de campo eléctrico para frecuencias 600 – 620 kHz	60
Fig. 3.15.	Transmisor Nautel	61

Fig. 3.16.	Receptor de satélite, Procesador de Audio y Monitor de Modulación	61
Fig. 3.17.	Antena monopolo plegado	61
Fig. 3.18.	Unidad de Sintonía	62
Fig. 3.19.	Exitador del Trasmisor Nautel	62
Fig. 3.20.	Accesorio del Trasmisor Nautel que es un supresor de armónicos	62
Fig. 3.21.	Corona alrededor de la torre y los radiales respectivos	63
Fig. 3.22.	Detalle donde se muestra el contacto galvánico entre la torre y el sistema de radiales	63
Fig. 3.23.	La torre vista desde abajo	63
Fig. 3.24.	Vista posterior del rack donde se encuentran los equipos	64

ANEXO B
GLOSARIO DE TÉRMINOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A	: Amper
AES/EBU	: Audio Engineering Society / European Broadcasting Union
AM	: Amplitud Modulada
BPSK	: Binary Phase-Shift Keying
BTU	: British Thermal Unit
dB	: Decibelio
dBd	: Decibelio comparado a la ganancia de un dipolo de media onda
dBk	: Decibelio comparado a 1kW
dBm	: Decibelio comparado a 1mW
dBu	: Decibelio comparado con 1microVoltio/metro
ERP	: Effective Radiated Power
FEC	: Forward Error Correction
FI	: Frecuencia Intermedia
FM	: Frecuencia Modulada
HAAT	: Height above average terrain
HPA	: High Power Amplifier
ISO /MPEG	: International Organization for Standardization/ Motion Picture Expert Group
kbps	: Kilo bits por segundo
kHz	: Kiloherztz
KVA	: Kilo Volt Ampere
kW	: Kilowatt
Mhz	: Megahertz
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
SRTM	: Shuttle Radar Topography Mission
Up-link	: Estación terrena de Satélite
W	: Watt

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Edmund A. Laport, Radio Antenna Engineering McGraw-Hill Book Company Inc
- [2] Antenna Engineering Handbook fourth edition , McGraw-Hill Companies
- [3] Roger L. Freeman, Radio System Design for Telecommunications, Wiley-Interscience a John Wiley & Sons, Inc
- [4] www.abe.it
- [5] www.terrasatine.com
- [6] www.sira.mi.it
- [7] www.lbagroup.com
- [8] www.commscope.com/andrew
- [9] www.nautel.com
- [10] www.fcc.gov
- [11] www.eleos.com
- [12] www.intelsat.com
- [13] www.gdsatcom.com/prodelin
- [14] www.datacast.com