

621 384165
CAS



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y

COMPUTACION

**“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED DE AREA EXTENDIDA PARA
UN SISTEMA DE COMUNICACIONES FIJO MOVIL EN LA BANDA DE UHF
PARA TRANSMODAL S.A. CON COBERTURA ENTRE LAS PROVINCIAS DE
GUAYAS, EL ORO, LOS RIOS Y EL SUR DE MANABI.”**

INFORME TECNICO

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACION: ELECTRONICA

PRESENTADA POR:

HUGO ARMANDO CASAL VILLACRES

GUAYAQUIL - ECUADOR

1.999

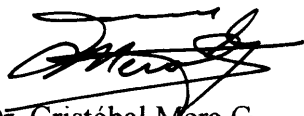
AGRADECIMIENTO



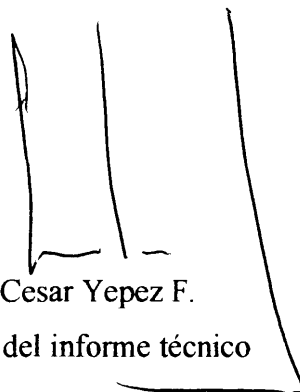
Al Ing. CESAR YEPEZ FLORES, por su gran ayuda y colaboración, en la elaboración de este informe técnico.-

A la COMPAÑÍA "NOVA COMUNICACIONES" POR EL APOYO BRINDADO.-

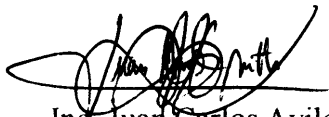
TRIBUNAL DE GRADUACION



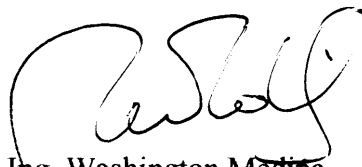
Dr. Cristóbal Mera G.
Decano de la F.I.E.C



Ing. Cesar Yopez F.
Director del informe técnico



Ing. Juan Carlos Avilés.
Miembro principal



Ing. Washington Medina
Miembro principal

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este informe técnico, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio de la misma a la escuela superior politécnica del litoral"

(Reglamento de graduación de la ESPOL)

HUGO CASAL V.



RESUMEN

En la actualidad, pese a la existencia en nuestro medio de otras tecnologías para comunicación, como los sistemas troncalizados y la telefonía celular, la operación de redes de comunicación convencionales como la descrita aquí, se adecuan y son los preferidos aún para cubrir amplias zonas geográficas para un gran número de usuarios. Esta preferencia está especialmente marcada por los menores costos de operación, y el mejor desempeño del sistema por las diferencias técnicas debido a las frecuencias de operación principalmente.

El material mostrado en este trabajo se presenta en la secuencia seguida durante la ejecución de este proyecto. Por la naturaleza eminentemente técnica de esta presentación se acentúa la información y criterios que en la práctica son empleados para la implementación y puesta en operación de este tipo de sistemas. Se hace referencia a todas las fuentes de información concernientes al tema, especialmente, a los fabricantes de los equipos y accesorios empleados. Se ha procurado lograr que el material presentado esté adecuadamente balanceado entre lo técnico y lo académico. No se ha descuidado el aspecto económico, por lo cual se ha dedicado un capítulo

entero a la presentación de los costos de adquisición y operación de todo la red, lo cual en la actualidad puede marcar la diferencia al momento de la toma de decisiones para llevar adelante un proyecto de esta naturaleza de parte del usuario.



INDICE GENERAL

RESUMEN -----	V
INDICE GENERAL -----	VII
INDICE DE FIGURAS -----	X
INDICE DE CUADROS -----	XI
INTRODUCCION -----	13

CAPITULO I

DEFINICION DE LAS CARACTERISTICAS OPERATIVAS Y COBERTURAS REQUERIDAS POR EL USUARIO -----	15
1.1 Zonas de cobertura -----	15
1.2 Zonas de sombra -----	16
1.3 Tipo y cantidad de unidades para los usuarios del sistema -----	17

CAPITULO II

SITIOS ELEGIDOS PARA EL MONTAJE DE LAS REPETIDORAS Y ENLACES -----	19
---	----

VIII

2.1	Criterios para la selección de los sitios -----	19
2.2	Información geográfica de cada sitio -----	23
2.3	Infraestructura -----	23
2.3.1	Características de las casetas y torres -----	26
2.3.2	Sistemas de energía principal y de respaldo -----	30
2.3.3	Protección contra descargas eléctricas -----	32

CAPITULO III

	SELECCIÓN DEL EQUIPAMIENTO UTILIZADO EN EL SISTEMA ----	34
3.1	Repetidoras unidireccionales -----	34
3.1.1	Controladores -----	35
3.1.2	Fuentes de poder -----	36
3.1.3	Duplexores -----	37
3.1.4	Antenas -----	39
3.1.5	Líneas de transmisión -----	42
3.1.6	Conectores -----	43
3.2	Enlaces laterales -----	46
3.3	Estaciones para los usuarios -----	48
3.3.1	Bases -----	49
3.3.2	Móviles -----	49
3.3.3	Portátiles -----	52
3.4	Señalización MDC1200 -----	53
3.5	Capacidad de expansión del sistema -----	55

CAPITULO IV

	PRESUPUESTO Y COSTOS DE OPERACIÓN -----	60
4.1	Costos del equipamiento -----	61
4.1.1	Repetidoras y enlaces -----	61

4.1.2 Radios para los usuarios -----	61
4.2 Infraestructura -----	61
4.3 Instalaciones -----	66
4.4 Pagos a la S.N.T -----	66
4.5 Mantenimiento -----	71

CAPITULO V

IMPLEMENTACION E INSTALACION DE LA RED -----	72
5.1 Cronograma de instalaciones -----	73
5.2 Programación y alineación de los equipos -----	75
5.2.1 Repetidoras -----	76
5.2.2 Enlaces -----	78
5.2.3 Radios -----	83
5.3 Criterios técnicos para el montaje e instalación de los equipos -----	84
5.4 Medición de potencia y niveles de señal -----	86
CONCLUSIONES -----	88
ANEXOS -----	91
BIBLIOGRAFIA -----	



INDICE DE FIGURAS

CAPITULO II

2.1 Alimentación para la repetidora de Hierba Buena -----	28
2.2 Respaldo de energía para Cerro Coroso -----	29

CAPITULO III

3.1 Operación entre las repetidoras y el enlace -----	45
3.2 Expansión de la red -----	58

CAPITULO V

5.1 Modificaciones efectuadas al RICK -----	81
5.2 Interfase entre el RICK, el enlace y la repetidora -----	82

INDICE DE CUADROS

CAPITULO II

2.1	Calificación de los sitios -----	24
2.2	Información geográfica de los sitios -----	24
2.3	Datos técnicos para el calculo de baterías y paneles solares -----	27

CAPITULO III

3.1	Antenas seleccionadas por estación -----	41
3.2	Cuadro comparativo de perdidas para la línea de transmisión -----	41
3.3	Conectores empleados por cada estación -----	44
3.4	Funciones del sistema de señalización MDC1200 -----	56

CAPITULO IV

4.1	Cotización de las repetidoras -----	62
4.2	Cotización de los radios para usuarios -----	63
4.3	Cotización de infraestructura para Hierba Buena -----	64
4.4	Cotización de infraestructura para Coroso -----	65
4.5	Cotización de renta de sitio -----	67

4.6	Cotización de instalaciones -----	67
4.7	Imposición mensual a la SNT -----	69
4.8	Numero de revisiones de mantenimiento -----	70

CAPITULO V

5.1	Cronograma de instalaciones -----	74
5.2	Parámetros técnicos de la repetidora de Hierba Buena -----	77
5.3	Parámetros técnicos de la repetidora de Coroso -----	77
5.4	Parámetros técnicos del enlace -----	79
5.5	Asignación de canales para los radios -----	79

INTRODUCCION

El traslado de todo tipo de carga pesada, especialmente desde los principales puertos de la costa de nuestro país requiere que los proveedores de tal servicio dispongan de un medio para controlar a los vehículos encargados de transportar esa carga. El costo de la mercadería y de los vehículos, conocer los tiempos que se requieren para trasladar esa carga, las dificultades que se puedan presentar con los carros, en definitiva la operación integral de este negocio requiere, que el departamento de operaciones de la empresa tenga a su disposición la facilidad de comunicarse con sus vehículos en cualquier lugar en el que se encuentren y en cualquier momento. Debido a ello **TRANSMODAL S.A.** una empresa relativamente nueva en este tipo de servicios, decidió implementar su sistema de comunicación tratando en una primera etapa de cubrir las zonas geográficas ubicadas en la región costa, y posteriormente la región Sierra.

El propietario de esta empresa por mucho tiempo vinculado al negocio de operaciones portuarias, las cuales tradicionalmente poseían sistemas de comunicación en la denominada banda marina, se había creado la idea de que el sistema podría ser

desarrollado en la VHF. Lamentablemente y con mucha anterioridad al mes de agosto del año 1996, fecha en que se iniciaron las gestiones para este proyecto, no existían canales disponibles en esa banda, razón por la cual, se propuso y desarrollo posteriormente el sistema en la banda de UHF en el segmento comprendido de 450 MHZ a 460 MHZ. Este era el rango de frecuencias en el cual la **Secretaria Nacional de Telecomunicaciones - S.N.T-** asignaba para sistemas de comunicación fijo móvil en ese momento.





CAPITULO 1

DEFINICION DE LAS CARACTERISTICAS OPERATIVAS Y COBERTURA REQUERIDAS POR EL USUARIO

Las interrogantes que surgen al iniciar un proyecto de comunicación de esta índole deben ser planteadas por el proveedor del servicio y absueltas en gran medida por el futuro usuario. Mientras la información que se obtenga sea la más confiable y útil, los resultados finales cumplirán con las expectativas que el cliente tiene del sistema. Debido a lo anterior el contenido de este capítulo está destinado a presentar cuáles son los datos que se deben considerar al iniciar este u otro proyecto similar.

1.1 ZONAS DE COBERTURA

Se entiende por zonas de cobertura el área geográfica dentro de la cual se desplazarán o estarán ubicadas las estaciones o unidades de los usuarios del sistema. Estas zonas no necesariamente coincidirán con las áreas dentro de las cuales operan los miembros de la empresa en el desenvolvimiento de sus

actividades. Esta diferencia esta determinada fundamentalmente por las zonas de sombra que irremediamente tendrá el sistema de comunicación.

Se definen a continuación cuales fueron las áreas de cobertura solicitadas por el cliente:

1. Las provincias de El Oro, Guayas, y Los Ríos. Se deseaba dentro de lo posible que sean cubiertas íntegramente.
2. El trayecto Guayaquil – Cascol – Manta.

1.2 ZONAS DE SOMBRA

Las zonas de sombra son aquellas áreas geográficas dentro de las cuales no existe cobertura con el sistema, debido a las obstrucciones presentes en ese sitio, que impiden que la señal que se origina en cualquier radio de usuario alcance o llegue a la repetidora o estación base más cercana y viceversa. Esas obstrucciones pueden ser de origen natural como montañas, plantaciones; o construcciones realizadas por el hombre como edificios.

En la práctica debido a limitaciones de orden económico en primer lugar, y por restricciones de acceso a sitios para la ubicación de las repetidoras, no se puede garantizar el 100% de cobertura en las zonas de interés para el usuario. Expresado de otra forma la relación costo/beneficio no justifica la inversión requerida para eliminar esas áreas de sombra.

Las zonas de sombra con relación a las coberturas mencionadas anteriormente son:

1. El trayecto desde Patricia Pilar a Santo Domingo de los Colorados por el norte, y el tramo desde Manglaralto hasta el límite provincial con Manabí por el oeste, principalmente.
2. La comunicación dentro de la ciudad de Manta con estaciones móviles y portátiles.

Debido a lo anterior se decidió que la operación dentro de la ciudad de Manta se efectúe en simplex, esto es, cualquier unidad que deseara comunicarse hacia otra zona debería hacerlo a través de la base de la oficina de esa ciudad, la cual si podría ingresar a la red a través de la repetidora ubicada en el Cerro Coroso. Esta forma de operación se utilizaría también entre móviles cuando se encuentren fuera del área de cobertura de cualquier repetidora.

1.3 TIPO Y CANTIDAD DE UNIDADES PARA LOS USUARIOS DEL SISTEMA.

El siguiente aspecto a considerar es el tipo y cantidad de unidades que emplearán los usuarios. Esta información es de suma importancia debido a que nos permitirá dimensionar y definir las características técnicas de los equipos que conformarán las repetidoras, en lo que tiene relación con el tráfico existente.

Los siguientes son los requerimientos iniciales en cuanto a las unidades que planeó utilizar nuestro cliente:

1. **Estaciones Portátiles:** 4 personas operarían exclusivamente en la ciudad de Guayaquil con estas unidades.
2. **Estaciones Móviles:** 32 vehículos de carga o cabezales irían equipados con radios fijos.
3. **Estaciones Bases:** Una en la oficina principal en Guayaquil y otra oficina en la ciudad de Manta.

CAPITULO 2

SITIOS ELEGIDOS PARA EL MONTAJE DE LAS REPETIDORAS Y ENLACES

Una vez definida la cobertura requerida por el cliente, la misma que se encuentra indicada en el capítulo 1, corresponde ahora seleccionar los sitios donde se instalarán los equipos de repetición y enlace, para ello, se debe indicar los criterios a seguir para su elección y cual es la información asociada con cada uno de los lugares seleccionados. En el caso que nos corresponde los sitios elegidos son: El Cerro Hierba Buena en la provincia del Azuay y el Cerro Coroso en la provincia de Manabí.

2.1 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS SITIOS

Actualmente en nuestro país ya existen muchos sitios con infraestructura desarrollada para el montaje de repetidoras de comunicación, sin embargo, es importante mencionar ciertos aspectos que en la práctica suelen ocasionar inconvenientes en la operación de los equipos instalados en esos lugares, los cuales, deben considerarse al momento de realizar la selección, porque en caso

contrario, se pueden traducir en una degradación en el funcionamiento del sistema.

1. **Cobertura:** Para definir que sitio otorgará la mejor cobertura con relación a la deseada se debe analizar la geografía del terreno a través del uso de las cartas topográficas. Estas cartas están disponibles en la escala de 1:50.000, y son editadas por el Instituto Geográfico Militar. El trazado de los perfiles topográficos y el cálculo de campo eléctrico correspondiente permitirán conocer si el sitio es o no conveniente.

Independientemente del cálculo o estudio de ingeniería mencionado anteriormente se deberá realizar pruebas de campo, las mismas que se pueden llevar a cabo utilizando dos unidades portátiles, operando en simplex, una de ellas en el sitio mismo y la otra que se deberá desplazar por las rutas o zonas a cubrir. Debido a las características técnicas de estas unidades podemos considerar que esta prueba es la más conservadora de todas.

Cuando el sitio elegido está ubicado en las estribaciones de la cordillera, no debe primar aquel criterio de "mientras más alto mejor". En la práctica se ha demostrado que es preferible que en ese lugar la pendiente del terreno sea lo más abrupta posible y, además, que su ubicación con respecto a la costa sea la más cercana posible.

2. Acceso: Si el sitio seleccionado por las pruebas y los estudios de ingeniería es el más idóneo, el siguiente factor a considerar es el acceso. Esto quiere decir, la facilidad de poder llegar a ese lugar no sólo para la instalación inicial sino para los trabajos de mantenimiento posteriores. El acceso puede ser considerado desde dos aspectos:

- El medio utilizado total o parcialmente: vehículo, caballo, o caminata.
- Períodos de tiempo para el ingreso: es decir, si se puede llegar en cualquier momento o si el acceso esta restringido a ciertos meses del año solamente, debido fundamentalmente a las condiciones climáticas.

Cualquiera de estas dificultades deberá ser resuelta, ya que en caso contrario afectará al funcionamiento de todo el sistema.

3. Seguridad física: Es importante que exista alguna forma de preservar la seguridad física de los equipos que se vayan a instalar. Sin descuidar las seguridades que se le pueda proporcionar a la caseta donde se vayan a alojar los equipos, es necesario que exista alguna persona que pueda periódicamente constatar que las instalaciones no han sufrido ningún problema. Si el sitio elegido esta ubicado en un lugar inhóspito por ejemplo, muy difícilmente se pudiese garantizar la integridad de los equipos e instalaciones.

- 4. Congestión del Espectro:** Debido a que en el pasado no se aplicaron ni se respetaron las regulaciones para la asignación de canales radioeléctricos, ni se ejerció ningún tipo de control en cuanto a la instalación de las repetidoras en los sitios con infraestructura desarrollada, actualmente esos lugares sufren de una gran congestión del espectro electromagnético, lo cual origina que los beneficios relacionados con su ubicación geográfica se vean minimizados por la saturación del espectro, lo que produce entre otras cosas: productos de intermodulación, niveles de ruido excesivo en toda la banda, interferencia de otros canales, etc. provocando en la mayoría de los casos la desensibilización del receptor de las repetidoras.

Para citar algunos ejemplos de lugares con problemas de esta índole podemos mencionar a: Cerro Azul en la provincia de Guayas, Cerro de Hojas en la provincia de Manabí y Cerro Pichincha en la provincia del mismo nombre.

- 5. Imposición mensual a la SNT:** Los pagos mensuales, por autorización de frecuencias para sistemas de comunicación fijo-móvil a la S.N.T., están en relación directa con la altura sobre el nivel del mar del sitio elegido para la ubicación de la repetidora. Esto quiere decir que mientras más alto sea un sitio, mayor será el pago que se deberá efectuar por el uso de las frecuencias asignadas a esa ubicación. Es por ello que se debe analizar con mucho cuidado al momento de la elección de un sitio el costo indicado anteriormente.

6. Fenómenos naturales: Existen lugares que por su ubicación geográfica son proclives a sufrir los efectos de la naturaleza lo cual se puede traducir en un serio inconveniente para el normal funcionamiento de los equipos que se vayan a instalar ahí. Si bien existen muchos fenómenos naturales, existen dos que en la práctica provocan los daños más graves y de los cuales son muy difíciles de proteger a los equipos, pese a todas las precauciones que se puedan tomar, estos son: los rayos o tormentas eléctricas y las temperaturas demasiado bajas.

Para efectos comparativos y para definir las características de los sitios elegidos de acuerdo a los aspectos indicados anteriormente se ha elaborado el Cuadro 2.1, donde se asigna una calificación que varía desde excelente hasta regular.

2.2 INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE CADA SITIO

El Cuadro 2.2 muestra los datos geográficos de los sitios seleccionados. Las coordenadas están expresadas en grados, minutos y segundos, y la altura en metros.

2.3 INFRAESTRUCTURA

Este término se refiere a la disponibilidad de energía eléctrica de la red pública y a las facilidades de caseta y torre para alojar a los equipos y antenas. De no existir energía eléctrica será necesario emplear algún medio equivalente. Las dos alternativas más utilizadas en cuanto a energía son: Solar y Eólica.

CUADRO 2.1. CALIFICACION DE LOS SITIOS

SITIO	COBERTURA	ACCESO	SEGURIDAD	ESPECTRO	IMPOSICION MENSUAL	FENOMENO
HIERBA BUENA	EXCELENTE	REGULAR	BUENO	BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO
COROSO	MUY BUENO	BUENO	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE

CUADRO 2.2. INFORMACION GEOGRAFICA DE LOS SITIOS

SITIO	PROVINCIA	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
HIERBA BUENA	AZUAY	2° 43' 36" SUR	79° 26' 52" OESTE	3.200 Mts
COROSO	MANABI	1° 29' 11.1" SUR	80° 3' 24.1" OESTE	760 Mts

Cualquiera que sea el medio alterno elegido, elevará el presupuesto final. Hay que destacar que el costo del Kilovatio obtenido por el uso energía solar es más costoso que el eólico, sin embargo, está más desarrollado el uso del primero debido a que las condiciones atmosféricas se prestan más para ello en la cordillera occidental de nuestro país.

Para reducir los costos de la inversión, **TRANSMODAL** decidió rentar la infraestructura para la ubicación de sus equipos tanto en Hierba Buena como en Coroso.

En el Cerro Hierba Buena Nova Comunicaciones dispone de una caseta de estructura metálica y una torre de 36 metros de altura. Debido a la carencia de energía eléctrica de la red pública, se hizo indispensable la colocación de un sistema de paneles solares y baterías, lo cual si fue adquirido por **TRASMODAL**.

En el Cerro Coroso la infraestructura fue proporcionada por la radiodifusora **SONONDA** de la ciudad de **PORTOVIEJO**. Aquí, si existe energía eléctrica de la red publica, pero no es muy confiable por lo que fue necesario agregar un sistema de respaldo de energía con baterías y su correspondiente cargador. La caseta en este sitio es de cemento y la torre tiene una altura de 40 metros.

2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS CASETAS Y TORRES

Las especificaciones de las casetas están determinadas por las características del ambiente donde estarán ubicadas y por el grado de seguridad física que se desee proporcionar a los equipos que se vayan a alojar en su interior. Los dos tipos de caseta más empleados son: la metálica, y las de cemento.

El tipo de torre se define por las dimensiones del terreno donde se la vaya a montar, y por el número y tipo de antenas a instalar, principalmente. Sin embargo de lo anterior, el costo será el factor que finalmente decidirá cual tipo será seleccionado. El valor de una torre autoportada contra una de tensores de la misma altura está en una relación mínima de 5 a 1, lo cual hace que las últimas sean las más utilizadas. Una ventaja que cabe destacar para las torres autoportadas es que requieren menos mantenimiento.

Generalmente para aquellos lugares con temperaturas muy bajas, poca seguridad física, y difícil acceso, se eligen las casetas con estructura metálica. Este es el caso de la región sierra.

Para ambientes medianamente corrosivos, temperaturas altas, poca seguridad y relativa facilidad para el acceso, se eligen las casetas de cemento. Por lo cual son más empleadas en la región costa.

**CUADRO 2.3. DATOS TECNICOS PARA EL CALCULO DEL
GRUPO DE BATERIAS Y PANELES SOLARES**

DESCRIPCIÓN	VALOR
Tiempo Promedio de transmisión/recepción por repetidora al día	3 horas
Tiempo Promedio en stand by por repetidora al día	21 horas
Tiempo Promedio de cielo despejado al día	4 horas
Tiempo Promedio de cielo nublado al día	8 horas
Tiempo de oscuridad completa al día	12 horas
Consumo de corriente durante transmisión /recepción por repetidora	7 amp
Consumo de corriente durante stand by por repetidora	1 amp
Corriente promedio durante cielo despejado por cada módulo solar	3 amp
Corriente promedio durante cielo nublado por cada módulo solar	1 amp

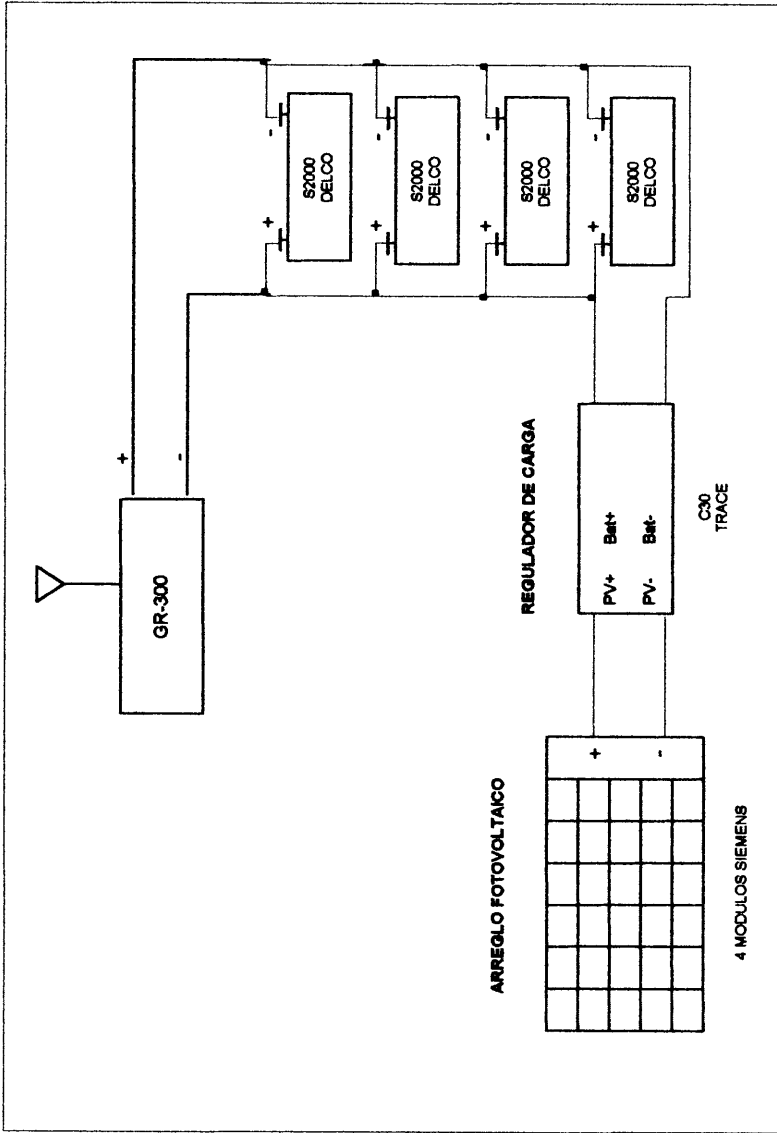


FIGURA No 2.1 ALIMENTACION PARA LA REPETIDORA DE HIERBA BUENA

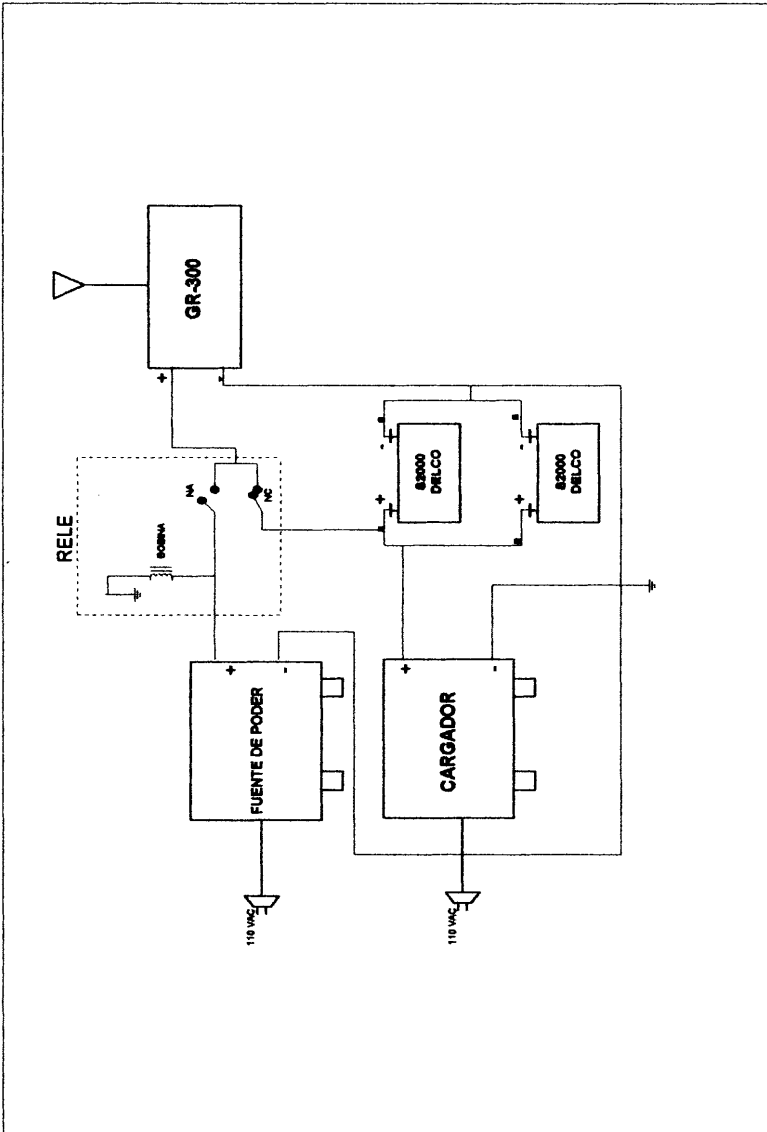


FIGURA 2.2 RESPALDO DE ENERGIA PARA CERRO COROSO

2.3.2 SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA PRINCIPAL Y DE RESPALDO

Para la implementación del sistema de energía eléctrica en Hierba Buena se eligió utilizar módulos solares fabricados por **SIEMENS**, controlador de carga **TRACE** y baterías libres de mantenimiento de ciclo profundo fabricadas por **DELCO**. Para Coroso se utilizaron el mismo tipo de baterías con un cargador de 25 amperios.

Las especificaciones técnicas de estos accesorios pueden ser encontradas en los correspondientes manuales técnicos de cada fabricante indicados en la bibliografía.

Las figuras 2.1 y 2.2 muestran la interconexión de los elementos utilizados para la alimentación de las repetidoras en cada sitio.

Para dimensionar la cantidad de baterías y módulos solares requeridos para energizar a la repetidora de Hierba Buena se consideraron los datos del Cuadro 2.3.

CALCULO DEL NUMERO DE PANELES SOLARES

Los valores de corriente entregados por los paneles solares fueron tomados de mediciones efectuadas en el sitio en las condiciones de iluminación solar indicadas.

El total de amperios – hora promedio consumidos por la repetidora al día es:

$$7 \text{ amp} \times 3 \text{ horas} + 1 \text{ amp} \times 21 \text{ horas} = 21 \text{ AH} + 21 \text{ AH} = 42 \text{ AH.}$$

Considerando un 20% de margen para este consumo se tendrá: $42 \text{ AH} \times 1.2 = 50.4 \text{ AH.}$

El total de amperios- hora entregado por cada modulo solar al día es:

$$3 \text{ amp} \times 4 \text{ horas} + 1 \text{ amp} \times 8 \text{ horas} = 12 \text{ AH} + 8 \text{ AH} = 20 \text{ AH.}$$

$20 \text{ AH} \times 4 \text{ módulos} = 80 \text{ AH}$ entregados por todo el arreglo al día en promedio.

Es decir, que con 4 paneles solares se logra recuperar la energía consumida por la repetidora diariamente.

CALCULO DEL NUMERO DE BATERIAS

El número de baterías requeridas se estima considerando la profundidad de descarga que debe permitirse para prolongar la vida útil de las mismas.

Si la capacidad de las baterías es de 115 AH y solo permitimos un 25 % de descarga, utilizaremos por cada una 28.75 AH. Por lo cual con 4 baterías se obtendrán 115 AH, lo que permitiría alimentar la repetidora por más de 2 días consecutivos si las condiciones fueran adversas.

El controlador de carga regula la energía entregada por los paneles solares al banco de baterías previniendo que se sobrecarguen y extendiendo con ello la vida útil de las mismas. Tiene una capacidad de hasta 30 amperios por lo que se podrían conectar con seguridad hasta 9 paneles solares.

Para Coroso debido a que sí se dispone de energía eléctrica se debe calcular el número de baterías para el respaldo. Asumiendo interrupciones promedio de hasta 1 día en el fluido eléctrico, y manteniendo el criterio del 25% de descarga, las 2 baterías instaladas otorgan 57.5 AH con lo cual cubrimos lo requerido por la repetidora y enlace en este sitio. El cargador seleccionado, automáticamente carga las baterías con la corriente adecuada sin provocar daños a las mismas, hasta que hayan alcanzado su voltaje nominal, y luego de ello les entrega una corriente mínima de sostenimiento.

2.3.3 PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS

La infraestructura de cada sitio donde se instalaron las repetidoras cuenta con las siguientes accesorios y protecciones para precautelar la integridad de los equipos en el caso de sufrir el efecto de la caída de rayos, ya sea en las torres o a través de la red de energía eléctrica pública:

- 1. Pararrayos:** Instalado en el extremo superior de la torre. Recibe las descargas provenientes de los rayos, proporcionando una ruta de baja impedancia hacia tierra. Los transformadores de la red de alimentación también poseen esta protección. Se suele emplear varillas de cobre para el pararrayos y la toma a tierra de la torre de 5/8" x 8' , con alambre sólido de cobre # 6 para conectar ambas varillas.
- 2. Protector Coaxial:** Se intercala en serie en la línea de transmisión, entre la antena y el equipo. Físicamente va ubicado a la salida del cable coaxial en la caseta. Este accesorio debe ir conectado a tierra con un cable eléctrico de medida adecuada. Las especificaciones técnicas de este dispositivo pueden ser encontradas en el manual del fabricante mencionado en la bibliografía.
- 3. Puesta a tierra de los equipos:** Todos los equipos deben estar conectados al sistema de tierra de la caseta, torre y red de energía eléctrica, los cuales deben formar un solo punto de referencia.

Cabe mencionar que adicionalmente a la protección contra descargas eléctricas, estas medidas protegen contra interferencias u otros fenómenos de la misma naturaleza.



CAPITULO 3

SELECCIÓN DEL EQUIPAMIENTO UTILIZADO EN EL SISTEMA

En este capítulo se indicarán todos los equipos y accesorios seleccionados, tanto para los repetidores, enlaces, y estaciones para los usuarios del sistema. Se mencionarán los criterios utilizados para la selección y cuales son los requisitos mínimos que deben reunir estos equipos para funcionar en las condiciones que se presentaron.

Es importante indicar que fue **MOTOROLA** la línea de equipos seleccionada para implementar íntegramente el sistema de comunicación de **TRANSMODAL**.

3.1 REPETIDORAS UNIDIRECCIONALES

La palabra unidireccional fue adoptada por **MOTOROLA** para referirse a las repetidoras de la línea de productos **RADIUS**. Estas repetidoras salieron al mercado con el nombre de **GR300** y estaban conformadas por dos radios modelo **GM300** actuando uno como receptor y el otro como transmisor, ambos manejados por un controlador. Las características fundamentales de esta línea

de repetidoras son: la rapidez de armado, la velocidad para ser configuradas a frecuencias diferentes, y su reducido tamaño y peso. El término unidireccional diferencia la operación de este equipo, ya que puede también ser empleado como Repetidor Bidireccional el cual se utiliza como enlace entre dos Repetidoras Unidireccionales. Estos dos tipos de operación son posibles gracias al controlador denominado **R.I.C.K.**

3.1.1 CONTROLADORES

Este término se refiere al equipo que se encarga de manejar el audio y activación de las repetidoras.

Existen algunos modelos de controladores disponibles para la línea de repetidoras **GR300**, entre los cuales se encuentran paneles de tono e interconectores telefónicos. El que se utilizó en el sistema aquí descrito es el más sencillo de todos y se lo conoce como **R.I.C.K.**

Estas siglas provienen de las palabras **REPEATER INTERFACE COMMUNICATIONS KIT**. El **R.I.C.K** se configura a través de un conjunto de 12 switches o conmutadores y el ajuste de audio se lo realiza a través de 2 potenciómetros. Tiene disponible en la parte posterior 2 puertos para conectar los radios de recepción y de transmisión y un tercero para cualquier otro accesorio, como por ejemplo un interconector telefónico.

3.1.2 FUENTE DE PODER

La fuente de poder que alimenta a la repetidora posee las siguientes especificaciones:

- Voltaje de salida: 13.8 voltios
- Voltaje de entrada: 115 voltios AC
- Corriente nominal: 12 amperios DC
- Consumo: 300 vatios AC
- Capacidad del fusible: 3 amperios AC

En la parte posterior de este equipo se encuentran ubicados dos conectores, uno doble para energizar a los dos radios de la repetidora y el otro para el ventilador. Las dimensiones de la fuente de poder están calculadas para que pueda caber exactamente en el mueble metálico de la repetidora, por lo tanto no es posible instalar otra fuente en el mismo sitio. Sin embargo es posible reemplazarla por otra que cumpla con las especificaciones arriba indicadas, aunque deberá ir colocada en la parte exterior del mueble.

3.1.3 DUPLEXOR

El duplexor permite la utilización de una sola antena, y una sola línea de transmisión para el receptor y el transmisor de la repetidora. Otorga mejor aislamiento entre las dos etapas con relación al uso de antenas separadas, y protege al receptor de cualquier interferencia o ruido que se ubique fuera de la banda de paso de su cavidad.

Los requisitos que debe reunir un duplexor son los siguientes:

- Estar diseñado para trabajar en la banda de frecuencia en la cual operará la repetidora.
- Ser capaz de manejar el nivel de potencia del transmisor.
- Trabajar por lo menos con la separación de frecuencia asignada al canal en el cual funcionará la repetidora.
- Proporcionar un adecuado rechazo al ruido del transmisor situado en la frecuencia de recepción.
- Proporcionar suficiente aislamiento entre las dos etapas para prevenir especialmente la desensibilización del receptor.

El modelo de duplexor que viene originalmente con las repetidoras **GR300** es de 6 cavidades, del tipo denominado BAND REJECT. Estos

duplexores no son otra cosa que filtros tipo NOTCH interconectados entre sí.

Las principales ventajas de este modelo son: su tamaño, facilidad de calibración, y bajo costo.

Las desventajas más significativas son: la falta de selectividad, alta pérdida de inserción, y pobre aislación entre las frecuencias de recepción y transmisión.

Cuando en el sitio donde operará la repetidora el espectro electromagnético está congestionado se hace indispensable el uso de un duplexor más selectivo. Esta última característica hace que esos modelos en especial sean de dimensiones mayores y que no puedan ir ubicados en el sitio originalmente destinado para ese efecto en el interior del mueble.

Tomando en consideración el criterio anterior, se decidió utilizar para las dos repetidoras que se instalaron en este sistema, el duplexor modelo **Q3330**, fabricado por **SINCLAIR**, el cual entre otras cosas garantiza: mayor selectividad, y mejor aislamiento entre las etapas de recepción y transmisión. En el manual del fabricante se podrán encontrar las especificaciones técnicas de este accesorio.

3.1.4 ANTENAS

Este es el más importante elemento a considerar en cualquier sistema de comunicación. La correcta selección de este accesorio determinará en gran medida la eficiencia en el funcionamiento del todo el sistema. No importa cuan potente o sensible pueda ser un radio o repetidora, si la antena que se encarga de irradiar y recibir las señales electromagnéticas no lo hace de forma eficiente.

En el cuadro 3.1 están indicadas las antenas seleccionadas para las estaciones de usuarios, de repetidora y de enlace.

Los parámetros que se consideraron para seleccionar las antenas son los siguientes:

- **Banda de frecuencia:** Este factor se refiere obviamente a la banda de operación en la cual funcionará todo el sistema de comunicación. En el caso que nos correspondió la banda es UHF.
- **Ancho de Banda:** El segmento específico de frecuencias sobre el cual la antena operará con una relación de onda estacionaria o SWR menor a 1.5:1. El rango de operación para el sistema de **TRANSMODAL** fue de 450 MHZ a 460 MHZ.
- **Patrón de radiación:** Se refiere al ancho del haz de radiación en el plano horizontal. Para las repetidoras se emplearon antenas tipo

Offset, para las estaciones bases se utilizaron antenas tipo **Omnidireccionales**, para el enlace antenas directivas o tipo **Yagi**, y para las estaciones móviles se emplearon las antenas tipo **Látigo**.

- **Estilo:** Se refiere al tipo de construcción o presentación de la antena. Las opciones más comúnmente empleadas son: la antena de dipolos expuestos y las de recubrimiento de fibra de vidrio. La elección esta basada fundamentalmente en las condiciones climáticas bajo las cuales operará la antena, esto es: presencia de nieve o hielo, ambiente altamente corrosivo, fuerza del viento, tormentas eléctricas, etc.

Las antenas de fibra de vidrio son más apropiadas si se dan estas condiciones adversas, sin embargo, también son más costosas.

- **Ganancia:** La ganancia se expresa en Decibelios. El incremento en la ganancia se consigue a cambio de una reducción en el ancho del haz de radiación del plano vertical. Por lo tanto es importante no sobredimensionar la ganancia debido a que se podría sacrificar la cobertura del área de interés.

Se seleccionaron las antenas de repetidora con patrón offset por la forma geométrica del área de cobertura con relación a los sitios seleccionados para su instalación.

CUADRO 3.1. ANTENAS SELECCIONADAS POR ESTACION

SITIO	ESTACION	FABRICANTE	ORIGEN	MODELO
HIERBA BUENA	REPETIDORA	DECIBEL PRODUCT	USA	DB-413
COROSO	REPETIDORA	DECIBEL PRODUCT	USA	DB-413
COROSO	ENLACE	MAXRAD	USA	MYA4505
MANTA	BASE	ECUACOM	ECUADOR	
GUAYAQUIL	BASE	ECUACOM	ECUADOR	
VEHICULOS	MOVIL	MAXRAD	USA	MUF4505

**CUADRO 3.2. CUADRO COMPARATIVO DE PERDIDAS PARA
LA LINEA DE TRANSMISION**

Tipo de Línea	Fabricante	Modelo	Frecuencia	Perdida (100/mts)
HELIAX ½ “	ANDREW	LDF4-50 A	400 MHZ	1.42 Db
COAXIAL	BELDEN	9913	400 MHZ	2.70 Db

En el caso de Hierba Buena, por estar ubicada en la cordillera, era de interés principal concentrar la energía hacia la costa solamente, y reducir al máximo la radiación posterior.

Desde cerro Coroso, se debía cubrir el trayecto desde Cascol hasta Manta, el cual podía ser considerado una franja con relación a este sitio.

Para las bases se escogieron antenas omnidireccionales debido a que las oficinas de Guayaquil y Manta operarían en simplex con el resto de usuarios de cada ciudad. Se eligió esta forma de operación en ambos casos para reducir el consumo de energía de la repetidora de Hierba Buena.

Las especificaciones de las antenas pueden ser encontradas en los manuales técnicos de cada fabricante indicados en la bibliografía

3.1.5 LÍNEA DE TRANSMISIÓN

La línea de transmisión se encarga de transportar la energía entre la antena y la repetidora o radio con la menor cantidad de pérdida posible.

Los dos tipos más comunes de línea utilizados son los cables Coaxial e Heliac. Desde el punto de vista técnico, la elección de cual cable utilizar esta basada principalmente en: La frecuencia de operación, la

longitud, la potencia que soportaran, y la estructura disponible para el tendido del mismo. El cable tipo Heliac tiene menos pérdidas que el cable coaxial, cuando se trata de la frecuencia y la longitud principalmente, sin embargo es más costoso. Para efectos comparativos el costo del cable Heliac de 1/2" es 3 veces mayor que el coaxial aproximadamente.

Debido a esto último especialmente, y pese a nuestra recomendación técnica el cliente optó por adquirir cable coaxial para todas las instalaciones de su sistema de comunicación

El cuadro 3.2 permite apreciar más claramente la diferencia en cuanto a pérdidas entre los dos tipos de cable mencionados.

3.1.6 CONECTORES

En vista de que la banda de operación es UHF, y al tipo de conectores que vienen con las antenas importadas para las repetidoras, se escogieron los conectores tipo N MACHO y N HEMBRA, los cuales presentan un bajo SWR a las frecuencias en las que operaría el sistema. Los equipos fabricados por MOTOROLA utilizan un conector propietario de este fabricante, denominado MINI UHF. Las antenas de

CUADRO 3.3. CONECTORES EMPLEADOS POR CADA ESTACION

Estación	N Macho	N Hembra	Mini UHF	UHF Macho	Unión UHF Hembra
REPETIDORA	3	1	2		
ENLACE			1	3	1
BASE			1	3	1
MOVIL			1		

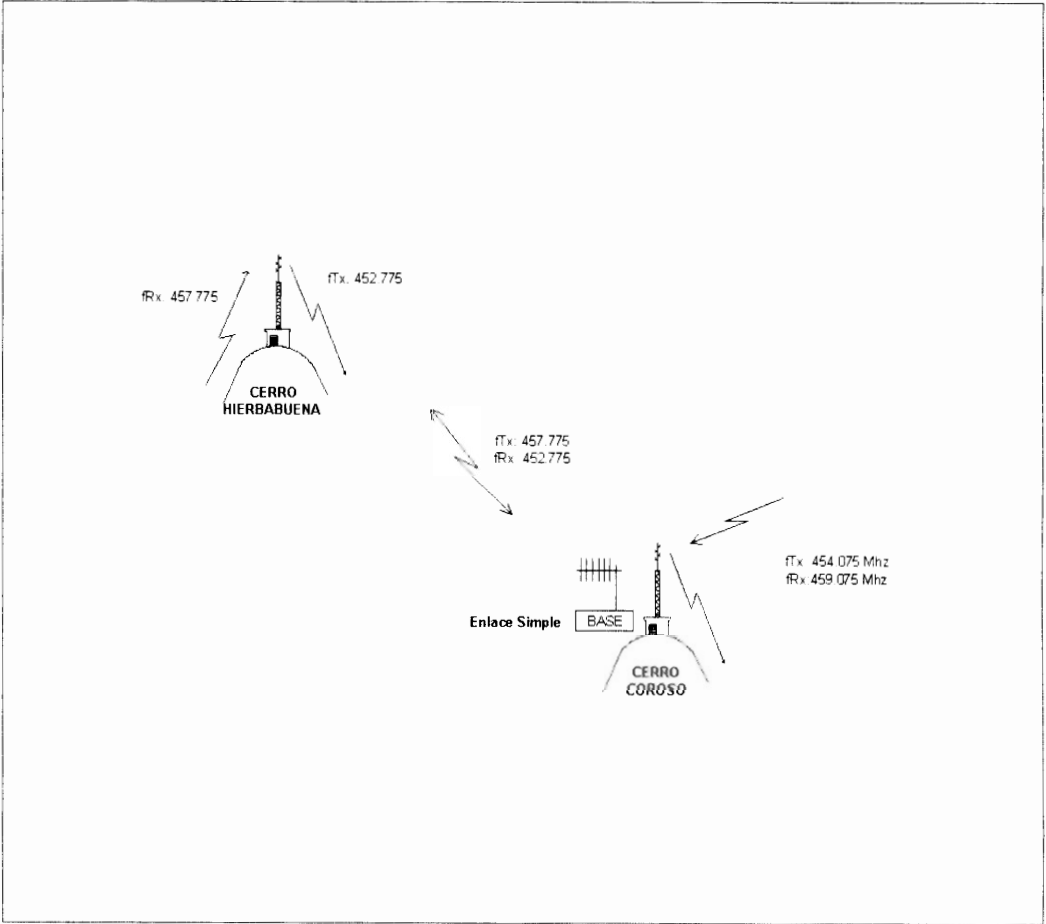


FIGURA 3.1.- OPERACION ENTRE LAS REPETIDORAS Y EL ENLACE

fabricación nacional emplearon conectores UHF MACHO y UHF HEMBRA.

En el cuadro 3.3 se resumen los conectores empleados en cada tipo de estación.

3.2 ENLACES LATERALES.

Debido a la existencia de dos repetidoras instaladas en sitios separados, operando con frecuencias diferentes, era necesario algún medio que permita que la señal proveniente de una de ellas llegue a la otra y viceversa. El enlace lateral se encarga de esa función. Puede ser considerado como una estación base interconectada localmente con una de las repetidoras. La interfase entre los dos equipo es a nivel de audio exclusivamente. Para ilustración se puede observar la figura 3.1 donde se muestra la operación entre las repetidoras y el enlace.

Este enlace podría estar ubicado en cualquiera de las dos repetidoras desde el punto de vista operativo, sin embargo debido a las siguientes razones se decidió que estuviera en el Cerro COROSO.

- **Uso de frecuencias:** De acuerdo al diagrama anterior, se puede observar que las frecuencias que emplea el enlace son las de la repetidora ubicada en el extremo opuesto. Si se hubiera instalado este equipo en HIERBA BUENA, debido a la mayor cobertura que tiene por su altura sobre el nivel

del mar, podría haber interferido con otros sistemas ubicados en otras áreas donde también estuviesen asignadas las frecuencias de COROSO.

- **Consumo de energía:** Si bien el enlace operaría con baja potencia, el consumo de corriente en Hierba Buena debía mantenerse al mínimo y optimizarse. Un equipo menos representaría menor carga para el banco de baterías.
- **Interferencias:** Debido que el enlace no tiene ningún filtro contra interferencias es aconsejable que en el sitio seleccionado para su ubicación, el espectro no este muy congestionado. Este es el caso de COROSO con respecto a HIERBA BUENA.

Cabe indicar que en nuestro país la S.N.T. normalmente asigna frecuencias de enlace en el segmento comprendido entre 250 MHZ y 270 MHZ. Lamentablemente debido a las siguientes razones no es adecuado implementar los enlaces en ese rango:

- **Fiabilidad de los Equipos:** Los equipos disponibles en el mercado no son confiables. Los fabricantes de mayor prestigio para sistemas de comunicación no construyen radios en esta banda.
- **Uso de frecuencias:** Utilizando el esquema actual no es necesario ninguna frecuencia adicional a las ya asignadas para las repetidoras de servicio.

Con los argumentos anteriores se realizó la consulta correspondiente al S.N.T, el cual dio su autorización para el esquema implementado.

3.3 ESTACIONES PARA LOS USUARIOS

Corresponde en este punto definir las características y el tipo de unidades elegidas para los usuarios del sistema, es decir los radios portátiles, móviles y bases. La elección estuvo basada en los siguientes factores:

- **Banda de frecuencia:** Todos los equipos debían operar en la banda de UHF, en el segmento de 450 MHZ a 460 MHZ.
- **Número de canales:** En vista de que se emplearían 2 repetidoras inicialmente, se requería un mínimo de 4 canales para los radios, dos de ellos serían los de repetidora y los otros dos para la operación en simplex. Adicionalmente y como se mencionará más adelante había que dejar canales disponibles para la posible expansión de la red.
- **Robustez del radio:** Debido a la operación de **TRANSMODAL** involucraba mucho trabajo de campo y que más del 70 % de los radios irían en vehículos donde operarían sometidos a un gran esfuerzo, se debían emplear equipos que fuesen lo más resistentes posible.
- **Facilidad en la operación:** Los usuarios no estaban entrenados en el uso de equipos de comunicación, por lo cual se debería elegir radios muy sencillos de operar.

- **Señalización:** Debido a la gran cantidad de usuarios y a la necesidad de controlar la operación de los mismos para evitar el uso indebido del sistema de parte de ellos, era indispensable poder en principio por lo menos identificar inequívocamente a cada uno. Por lo tanto los equipos debían contar con algún tipo de señalización para este efecto.

3.3.1 BASES

Los elementos que constituyen la base son: El radio, la fuente de poder, el cable coaxial, los conectores y la antena omnidireccional. Estos equipos se instalaron en las oficinas de Guayaquil y Manta.

La base de Guayaquil es la única que estaría habilitada para identificar a los usuarios a través del sistema de señalización, tal y como se lo explicará más adelante.

El modelo de radio elegido para las bases es el **GM300** de 16 canales, debido a que es el único que incorpora entre sus características el sistema de señalización **MDC1200**, propietario de Motorola.

3.3.2 MÓVILES

Los elementos que constituyen la estación móvil son el radio y la antena. Debido a que el modelo de radio es el mismo de las bases, considero importante ampliar los criterios respecto a las antenas móviles.

Los factores para significativamente afectan el funcionamiento final de una antena móvil son:

- **Ganancia:** Medida en decibelios. Los valores típicos para este tipo de antenas son 0db, 3db, y 5db.
- **Diseño:** Se expresa en términos de la longitud de onda, ejemplo: $\frac{1}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{5}{8}$ ", etc., y además si se trata de un solo radiador o de un arreglo colineal con bobina de acoplamiento de fase. Cada una de ellas tiene un patrón de radiación en el plano vertical específico, el cual afectará el funcionamiento de toda la estación dependiendo del área de cobertura requerida.
- **Disponibilidad de plano de tierra:** Este parámetro es relativo a la ubicación de la antena en el vehículo y es de suma importancia para el desempeño eléctrico de la misma. Si no se cuenta con una superficie metálica apropiada la antena no cumplirá con las especificaciones del fabricante. Vale mencionar sin embargo, que existen antenas para superficies sin un plano de tierra adecuado.
- **Tipo de montaje:** Puede ser necesario desmontar la antena rápidamente por razones de seguridad o de operación, para citar dos ejemplos, en esos casos el tipo de montaje deberá ser diferente. Las opciones más comunes para el montaje son: base magnética, agujero permanente, y sujeción con vincha.

- **Medida física:** El tamaño de la antena, el cual estará definido por los parámetros anteriores, deberá ser escogido dependiendo del tipo de vehículo y de la ubicación en el mismo.

Vale la pena destacar un inconveniente que se presentó posteriormente con las antenas escogidas, el cual básicamente tenía que ver con su longitud lo cual originaba que frecuentemente se rompieran a causa del viento, o de alguna obstrucción como por ejemplo las ramas de los árboles. Para solucionar ese problema fue necesario reemplazarlas paulatinamente por antenas de 3db de ganancia con el uso de un resorte para soportar las vibraciones. Como se puede observar fue necesario sacrificar la ganancia a cambio de una reducción en el daño de las antenas, lo cual se volvía muy costoso en la operación del sistema para el cliente.

La elección de la ubicación física del radio fue en su mayoría, la parte posterior del asiento del conductor o en la parte superior del tablero de instrumentos. Nuevamente se presentó un compromiso en esta decisión debido a que en el primer caso el ruido del motor impedía escuchar adecuadamente el audio proveniente de la bocina del radio, pero en cambio se consideraba una posición más segura; en el segundo caso el audio era más fuerte, pero el radio estaba expuesto a la vista de cualquier persona desde el exterior de la cabina, incrementado el riesgo de ser sustraído. Para resolver esta situación y aprovechando una de las

características del radio GM300, el cual dispone de una salida de audio auxiliar en la parte posterior, se agregó a ciertos móviles una bocina adicional, la cual se ubicó convenientemente para que el conductor pudiera escuchar sin problemas.

3.3.3 PORTÁTILES

Cada radio portátil viene con: su cargador para batería, la antena, y el sujetador. El modelo de radio escogido para los portátiles fue el **P110** de 8 canales. Este radio también era compatible con el sistema de señalización que poseía el **GM300**.

En cuanto a este tipo de radios hay dos consideraciones especiales que mencionar. La primera tiene que ver con el tipo de antena que se utiliza. Los dos modelos de antena más comúnmente empleados son las denominadas Heliflex y Stuby. La primera es la más empleada por su desempeño, mientras que la segunda lo es por su tamaño físico, lo cual evita que se deteriore rápidamente. Se decidió emplear el tipo Heliflex debido a que la repetidora para Guayaquil está ubicada en la cordillera y por lo tanto la cobertura dentro de la ciudad se degradaría con el uso de los portátiles, por lo tanto era necesario otorgarles la mayor ganancia y eficiencia que posible a estos equipos.

La segunda consideración para este tipo de radios tiene relación con la batería y el cargador. Existen dos tipos de cargadores, el lento o

estándar y el rápido. El fabricante recomendaba el uso de los cargadores lentos para extender la vida útil de la batería siempre que la operación del usuario permita que la misma se cargue en 12 horas, que es el tiempo que tomaría con este tipo de cargador. En el caso de **TRANSMODAL** se optó por utilizar cargadores rápidos debido a que no podían mantener los radios fuera de servicio por tanto tiempo.

3.4 SEÑALIZACIÓN MDC1200

El **MDC 1200** es un método de señalización digital propietario de **MOTOROLA**, que opera a 1200 bit por segundo. Este esquema permite que la información relativa a la señalización pase a través del canal de radio, en mayor cantidad, más rápidamente, y con mayor precisión que otros métodos conocidos.

Cada paquete en este formato contiene 32 bits de información. De ellos, 16 son empleados para la identificación del usuario. De los 16 bits restantes 8 son empleados para definir la función específica que se está ejecutando, por ejemplo: Identificación de usuario o **PTT ID**, llamada selectiva o **CALL ALERT**, etc. Los restantes 8 bits se emplean para transferir información adicional. Finalmente al paquete de 32 bits se le agregan bits adicionales para detección de errores.

Las principales funciones que incorpora el sistema **MDC1200** son las siguientes

1. **PTT ID:** Permite identificar que usuario esta utilizando el canal. La unidad denominada de control permite visualizar el número de identificación.
2. **CALL ALERT:** Es el equivalente a un mensaje por tono de un sistema de buscapersonas. La unidad de control puede enviar una llamada a un usuario en especial. En el radio de este usuario se mantendría un alerta audible y visual permanente, indicándole que debe devolver la llamada.
3. **SELCALL:** Equivalente a un mensaje de tono y voz de un sistema de buscapersonas. La unidad que recibe la llamada emite una alerta audible y el mensaje correspondiente por una sola vez. Si no se encuentra el operador del radio cerca del equipo, se perderá el mensaje.
4. **RADIO CHECK:** Permite conocer si un radio esta operativo o dentro del área de cobertura del sistema de comunicación. Esta llamada no es audible y por lo tanto pasa desapercibida para el operador del radio.
5. **LLAMADA DE EMERGENCIA:** Una forma de enviar una llamada prioritaria desde una unidad de campo a la unidad de control. Se lleva a cabo a través de transmisiones múltiples entre las dos unidades y es independiente del tráfico existente en el canal. A diferencia de las anteriores funciones esta llamada la inicia cualquiera de las unidades de campo.

El cuadro 3.4 resume las funciones que generalmente se programan en las unidades de campo y de control, cuando se habilita el sistema de señalización **MDC1200**.

Debido a que la pantalla de los radios GM300 es de solo 2 dígitos solo se pueden programar para visualización con estas unidades identificaciones del 1 al 99. Esta limitación puede ser superada utilizando consolas adicionales las cuales tienen una pantalla de cristal liquido la cual puede presentar identificaciones hasta el número 1000.

Las especificaciones técnicas de los radios escogidos para los usuarios pueden ser encontradas los manuales de **MOTOROLA** indicados en la bibliografía.

3.5 CAPACIDAD DE EXPANSIÓN DEL SISTEMA.

Existen zonas dentro de las cuales se desplazan los móviles que no pueden ser cubiertas con el actual sistema y que son muy importantes operativamente para el usuario. Con el objeto de tener disponibles el par de frecuencias que se necesitarían para la expansión futura de la red, en una segunda etapa se efectuarán los estudios de ingeniería y trámites correspondientes ante la **S.N.T.** para la autorización de dichas frecuencias. Posteriormente y de acuerdo a la disponibilidad económica del cliente se llevaría a cabo la implementación correspondiente en cuanto a equipos.

CUADRO 3.4. FUNCIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACION MDC1200

UNIDAD	PTT ID	CALL ALERT	SELCALL	RADIO CHECK	EMERGENCIA
DE CONTROL	DECODIFICA	DECODIFICA	DECODIFICA	CODIFICA	DECODIFICA
DE CAMPO	CODIFICA	DECODIFICA	DECODIFICA	DECODIFICA Y RECONOCE	CODIFICA

Las zonas de interés futuro corresponden a las provincias de ESMERALDAS y PICHINCHA.

Las rutas utilizadas por los vehículos en estas zonas son:

1. Santo Domingo de los Colorados – Aloag- Quito
2. Santo Domingo de los Colorados – Quininde – Esmeraldas

Para implementar ese sistema se deberán instalar un repetidor en el Cerro Atacazo o en algún sitio cercano en las estribaciones de ese volcán, con lo cual se cubrirían las rutas mencionadas anteriormente. Vale mencionar que las zonas de sombra desde esta ubicación a su vez son:

1. Cerca de 7 Km antes de llegar a la población de Tandapi, si se viaja desde Santo Domingo de los Colorados hacia QUITO.
2. Desde la población de Viche hasta Esmeraldas. Dentro de la cual se estima una degradación del 50 % en la cobertura.

Debido a la rugosidad del terreno en la vía hacia Esmeraldas para reducir las zonas de sombra indicadas anteriormente se haría necesario instalar un repetidor adicional en algún sitio estratégico que esté ubicado en ese trayecto. Lamentablemente no existe un lugar con acceso o infraestructura disponible para aquello, lo cual impide llevar adelante esa alternativa debido a los elevados costos que esa inversión demandaría.

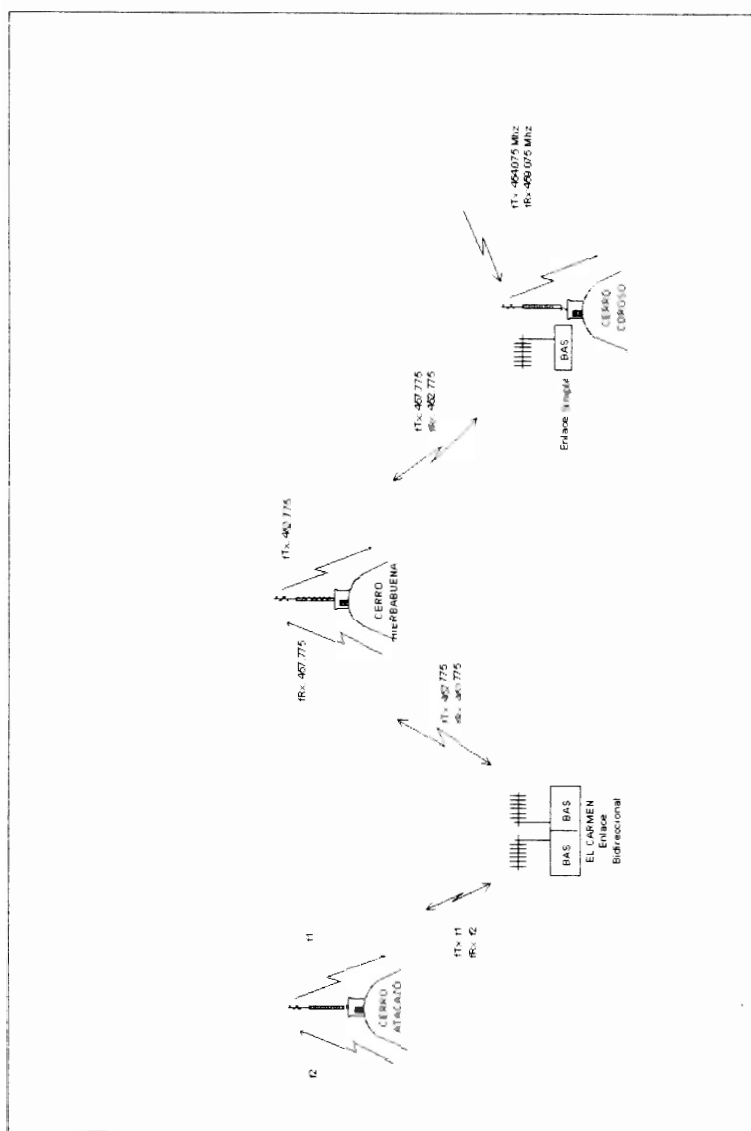


FIGURA 3.2.- EXPANSION DE LA RED

Para enlazar el tráfico del nuevo repetidor con el resto de la red, se utilizará un repetidor Bidireccional instalado en la ciudad de **EL CARMEN**, en la provincia de Manabí. Este repetidor operará con las frecuencias de servicio de los repetidores de **HIERBA BUENA** y del **ATACAZO**. La figura 3.2 muestra como quedaría finalmente la red luego de esta ampliación.



CAPITULO 4

PRESUPUESTO Y COSTOS DE OPERACION

En este capítulo se indicarán el presupuesto final en cuanto a equipos y los costos de operación puestos a consideración del cliente para su estudio y aprobación. Los valores por concepto de equipos se cotizaron y cancelaron en dólares. Los rubros por instalación, estudios técnicos para obtención de frecuencias, y renta de infraestructura se cotizaron en sucres.

Debido a que el monto de la inversión, **TRANSMODAL** efectuó un préstamo a **FILANBANCO** para cancelar esta suma a **NOVA COMUNICACIONES** para lo que correspondía a equipos solamente.

Para referencia, la fecha exacta de la última cotización aprobada por **TRANSMODAL** fue el 17 de Septiembre de 1996.

4.1 COSTO DEL EQUIPAMIENTO

Los valores por equipamiento incluyen los de repetidoras, radios para los usuarios, enlaces, baterías, paneles solares, cargadores, protectores contra sobrecargas y reguladores.

4.1.1 REPETIDORAS Y ENLACES

El Cuadro 4.1 muestra la descripción y cotización de los equipos para las repetidoras y enlaces.

4.1.2 RADIOS PARA USUARIOS

El Cuadro 4.2 muestra la descripción y cotización de los equipos de usuario, esto es, portátiles, móviles, y bases.

4.2 INFRAESTRUCTURA

En el rubro infraestructura se consideró los elementos para el sistema de respaldo de energía de las repetidoras, protección contra descargas y el arrendamiento de caseta y torre. Esto consta en los cuadros 4.3 y 4.4.

El Cuadro 4.5 indica los gastos debidos a renta de caseta y torre por sitio al mes. Este valor esta indicado en sucres.

CUADRO 4.1. COTIZACION DE LAS REPETIDORAS

ITEM	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	CTD	VALOR TOTAL
1	Repetidora Motorola, modelo GR300, banda: 438-470 MHZ, 25 vatios de potencia. Incluye: antena DB-413, duplexor Q3330E, juego de conectores, 30 metros de cable coaxial Belden 9913.	\$ 3.750,00	2	\$ 7.500,00
2	Enlace Motorola, modelo M120, banda: 438-470 MHZ, 10 vatios de potencia. Incluye : antena Maxrad, tipo Yagi, y 25 metros de cable Belden 9913.	\$ 1.000,00	1	\$ 1.000,00

TOTAL REPETIDORAS =====> **\$ 8.500,00**

CUADRO 4.2. COTIZACION DE LOS RADIOS PARA USUARIOS

ITEM	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	CTD	VALOR TOTAL
1	Radio Móvil Motorola, modelo GM300, 16 canales, banda: 438-470 MHZ, 25 vatios de potencia, señalización MDC1200. Incluye: Micrófono compacto, cables de conexión, y antena móvil Maxrad	\$ 650,00	32	\$ 20.800,00
2	Radio Portátil Motorola, modelo P110, 8 canales, banda: 438-470 MHZ, 4 vatios. Incluye: Antena Heliflex, batería recargable 1200 mA.H, clip sujetador, y cargador rápido de mesa.	\$ 490,00	4	\$ 1.960,00
3	Radio Base Motorola, modelo GM300, 16 canales, banda: 438-470 MHZ, 25 vatios de potencia. Incluye: micrófono compacto, cables de conexión, 50 metros de cable Belden 9913, antena omnidireccional Nacional, y fuente de poder.	\$ 1.100,00	2	\$ 2.200,00

TOTAL RADIOS =====> **\$ 24.960,00**


CUADRO 4.3. COTIZACION DE INFRAESTRUCTURA PARA HIERBA BUENA

ITEM	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	CTD	VALOR TOTAL
1	Módulos solares Siemens, modelo M55	\$ 600	4	\$ 2.400,00
2	Baterías selladas Delco, S-2000	\$ 300	4	\$ 1.200,00
3	Regulador de voltaje Trace modelo C-30 A	\$ 180	1	\$ 180,00
4	Estructura metálica para 4 paneles solares	\$ 100	1	\$ 100,00
5	Protector coaxial contra descargas PolyPhaser	\$ 120	1	\$ 120,00

SUBTOTAL 1 =====> **\$ 4.000,00**

CUADRO 4.4. COTIZACION DE INFRAESTRUCTURA PARA COROSO

ITEM	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	CTD	VALOR TOTAL
1	Baterías selladas Delco, S-2000	\$ 300	2	\$ 600,00
2	Cargador de baterías 25 Amp	\$ 240	1	\$ 240,00
3	Protector coaxial contra descargas PolyPhaser	\$ 120	2	\$ 240,00

SUBTOTAL 2  **\$ 1.080,00**

4.3 INSTALACIONES

Incluye los trabajos correspondientes para los móviles, bases, y repetidoras, estos últimos con sus respectivos sistemas de alimentación de emergencia. El Cuadro 4.6 muestra dichos valores expresados en dólares.

Estos gastos solo cubren la mano de obra de los técnicos. La movilización y alimentación para los trabajos realizados fuera de la ciudad fueron asumidos directamente por el cliente, y no tuvimos conocimiento de ellos.

4.4 PAGOS A LA S.N.T

Los gastos relacionados a la S.N.T. pueden dividirse en tres partes:

DERECHOS DE PUBLICACION: Se efectúa una sola vez previamente a la notificación enviada por la S.N.T. Este pago lo hacia directamente el solicitante al medio de comunicación escrito donde se efectuó tal publicación. En ese entonces este costo ascendió a \$ 150.000 sucres.

Actualmente el pago se lo realiza directamente al S.N.T y es de \$500.000 sucres. A los valores anteriores se les debe agregar el IVA.

TAZA DE AUTORIZACION DE USO DE FRECUENCIA: Se efectúa una sola vez y es calculado de acuerdo a la siguiente formula: $(1 \text{ SMV} * \# \text{ de frecuencias}) + \text{IVA}$. Donde SMV corresponde al salario mínimo vital, y el número de frecuencias es 2 por cada canal solicitado.

CUADRO 4.5. COTIZACION DE RENTA DE SITIO

SITIO	VALOR (sucres/mes)
HIERBA BUENA	\$ 350.000,00
COROSO	\$ 450.000,00

SUBTOTAL 3 ==> \$ 800.000,00

CUADRO 4.6. COTIZACION DE INSTALACIONES

ESTACION	COSTO UNITARIO	CTD	COSTO TOTAL
REPETIDORA	\$ 400,000.00	2	\$ 800.000,00
ENLACE	\$ 200,000.00	1	\$ 200.000,00
MOVIL	\$ 90,000.00	30	\$ 2'700.000,00
BASE	\$ 150,000.00	2	\$ 300.000,00

TOTAL ==>>> \$ 4'000.000,00

De aquí se desprende que este valor es igual a: $(100.000,00 \times 2) = 200.000,00$ sucres.

TARIFA DE USO DE FRECUENCIA: Se refiere al pago mensual por la utilización de las frecuencias asignadas y se calcula de acuerdo a la siguiente formula:

Tarifa: # Frecuencias * 0.03 * SMV* # Canales * # Radios* A.S.U. **Para Repetidoras.**

Tarifa: # Frecuencias * 0.06 * SMV* # Canales * # Radios* A.S.U. **Para Enlaces.**

Donde :

- SMV = Salario mínimo vital.
- # Frecuencias = equivalen a 2 por cada canal solicitado por sitio.
- # Canales = 1 por cada sitio solicitado.
- # Radios = el número de estaciones que vayan a operar con las frecuencias solicitadas.
- A.S.U= Areas unitarias de servicio = el número de áreas de radio igual a 60 Km. Depende de la altura sobre el nivel del mar de cada sitio donde se ha

CUADRO 4.7. IMPOSICION MENSUAL A LA S.N.T

LUGAR	ASU	SMV	% SMV	F	RADIOS	CANAL	TOTAL RADIOS ENLAZADOSs	TOTAL A PAGAR
HIERBA BUENA	3	\$100.000	0.03	2	38	1	76	\$ 1'368.000,00
COROSO	2	\$100.000	0.03	2	38	1	76	\$ 912.000,00
ENLACE	1	\$100.000	0.06	2	2	1	2	\$ 24.000,00

TOTAL \longrightarrow **\$ 2'304.000,00**

**CUADRO 4.8. NUMERO DE REVISIONES DE
MANTENIMIENTO**

ESTACION	# REVISIONES
REPETIDORA	2
ENLACE	2
BASE	1
MOVIL	2
PORTATIL	1

solicitado las frecuencias para las repetidoras. Para Hierba Buena este número es 3, y para Coroso es 2.

El Cuadro 4.7 muestra el cálculo para el pago de esta tarifa, en el cual se incluye el enlace entre los dos sitios. A los valores calculados se les debe agregar el IVA.

4.5 MANTENIMIENTO

El costo correspondiente a mantenimiento fue asumido por nuestra empresa durante el primer año de operación de los equipos, lo cual coincidía con el período de garantía de los mismos.

El Cuadro 4.8 resume el número de revisiones realizadas durante ese período.

Al igual que en las instalaciones originales los gastos de movilización y alimentación para los trabajos fuera de la ciudad fueron cubiertos por el cliente, y no tuvimos conocimiento de ellos.

CAPITULO 5

IMPLEMENTACION E INSTALACION DE LA RED

La fase final del proyecto correspondió a la configuración, programación, alineación, instalación y puesta en operación de los equipos de usuario y las repetidoras de la red.

Se deben mencionar algunas dificultades que se presentaron en el proceso de instalación de los móviles, las cuales nos obligaron a efectuarlas en las oficinas del cliente y no en las nuestras, donde normalmente se realizan:

1. Debido a las operaciones del cliente, el movimiento de los vehículos impedía establecer con certeza el día y hora en los cuales se podría efectuar la instalación del radio, a uno u otro carro en particular.
2. La distancia que debía recorrer cada uno de los carros desde el centro de operación de TRANSMODAL en el sur de la ciudad a nuestras oficinas en el norte.

3. El tamaño y característica de los vehículos ocasionaba que la Comisión de Transito del GUAYAS, prohíba el ingreso de los mismos a la ciudad.

Debido a estas razones se asignó a dos técnicos para que permanecieran durante los días que se requirieran para concluir estos trabajos en las oficinas de TRANSMODAL desde las 8:00 AM hasta las 18:00 PM. La duración promedio de instalación para este tipo de vehículos fue 3 horas. Una hora se reservaba para la alimentación del personal por lo tanto se podían instalar 3 móviles diarios. Existían 32 vehículos, por lo cual nos debía tomar 11 días efectuar estos trabajos. Lamentablemente y por razones fuera de nuestro control, atribuibles a la falta de disponibilidad de los carros principalmente, se extendió lo planificado inicialmente a 15 días hábiles.

La instalación de las dos bases y de las dos repetidoras se efectuó en 4 días independientemente de las fechas asignadas para los móviles.

5.1 CRONOGRAMA DE INSTALACIONES

El cuadro 5.1 muestra cronológicamente las instalaciones de las bases, móviles y repetidoras del sistema.

Como se puede apreciar las repetidoras fueron instaladas posteriormente a los móviles y bases debido a la demora en la entrega de las antenas y duplexores desde fábrica, lo cual tomó aproximadamente 4 semanas desde la colocación de la orden.

5.2 PROGRAMACIÓN Y ALINEACIÓN DE LOS EQUIPOS.

La programación de todas las unidades y repetidoras se efectuó a través de los correspondientes programas e interfaces desarrollados por Motorola para ese efecto. Estos programas trabajan bajo el sistema operativo Dos y pueden correr en cualquiera computadora de los existentes actualmente.

Existe un programa y un cable de interface para cada modelo de radio. En el caso de TRANSMODAL los modelos de radio son: GM300 para bases y móviles, y P110 para los portátiles.

Los programas permiten modificar parámetros de operación como: frecuencias, tipo de squelch, tiempos de transmisión continua, etc. También se modifican parámetros técnicos como: Potencia, modulación, ganancia de micrófono, etc. Al abrir el programa aparecen en pantalla una serie de menús para el acceso a las diferentes funciones del radio. Una ventaja de poder efectuar la programación de esta forma es que se puede mantener la información de cada uno de los equipos en una base de datos para referencias posteriores.

La alineación de los radios y repetidoras comprendió verificar los parámetros técnicos de cada uno luego de haber sido recibidos de fábrica. En las siguientes secciones se describe el detalle de que parámetros se calibran dependiendo del equipo.

5.2.1 REPETIDORAS

En vista de que las repetidoras utilizadas en este sistema estaban constituidas por dos radios GM300, el uno para recepción y el otro para transmisión. La forma de programación de cada uno es similar a la de cualquier radio de usuario. Los cuadros 5.2 y 5.3 indican los parámetros técnicos y de operación que se programaron por cada repetidora en el laboratorio.

La norma utilizada para medir la sensibilidad es la especificada por el EIA o sea 12 db de SINAD. La pérdida de inserción a través del duplexor en cada cavidad fue de aproximadamente 0.8 db en las dos repetidoras.

Algo muy importante que se debe mencionar y que no está indicado en los cuadros anteriores es el grado de desensibilización que se puede producir debido al ruido del transmisor que pudiera pasar hacia la cavidad de paso del receptor en el duplexor. Como ya se mencionó anteriormente en la sección 3.2.2, los duplexores Q3330 de SINCLAIR evitan este efecto.

Otro factor que hay que considerar es la longitud del cable entre el duplexor y el transmisor.

**CUADRO 5.2. PARAMETROS TECNICOS DE LA REPETIDORA
DE HIERBA BUENA**

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
Frecuencia de Rx	457.775	MHZ
Sensibilidad	0.25	μ V
Frecuencia de transmisión	452.775	MHZ
Potencia	15	W
Error de Frecuencia	+ 10	HZ
Máximo nivel de desviación	\pm 5	KHZ

**CUADRO 5.3. PARAMETROS TECNICOS DE LA REPETIDORA
DE COROSO**

PARAMETRO	Valor	Unidad
Frecuencia de Rx	459.075	MHZ
Sensibilidad	0.25	μ V
Frecuencia de transmisión	454.075	MHZ
Potencia	18	W
Error de Frecuencia	+ 10	HZ
Máximo nivel de desviación	\pm 5	KHZ

No existe una regla fija que en la práctica garantice que la longitud escogida sea la óptima, pero si se puede tomar como referencia mantener las dimensiones de este cable al mínimo mínimo posible e ir probando con varias medidas hasta lograr la menor pérdida de potencia o ninguna en el mejor de los casos. Este mismo criterio se debe aplicar para el receptor.

Para calibrar la ganancia de audio de entrada/salida se utiliza el analizador de servicio en el modo Dúplex, inyectando a la repetidora una señal de RF de un nivel adecuado y un tono de prueba de 1 KHZ. Variando el nivel de modulación de este tono desde 1 KHZ a 4.5 KHZ se ajusta el control R23 en el R.I.C.K hasta que aproximadamente el nivel de modulación de entrada sea similar al retransmitido por la repetidora. El nivel de modulación del tono sub-audible es fijo debido a que esta programado en el radio que actúa como transmisor y es aproximadamente 0.8 KHZ.

5.2.2 ENLACES

El cuadro 5.4 muestra los parámetros que fueron programados y alineados con sus correspondientes valores en el enlace ubicado en el Cerro Coroso.

CUADRO 5.4. PARAMETROS TECNICOS DEL ENLACE

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
FRECUENCIA DE RX	452.775	MHZ
FRECUENCIA DE TX	457.775	MHZ
POTENCIA	4	W
SENSIBILIDAD	0.56	μV
ERROR DE FRECUENCIA	+ 10	HZ

CUADRO 5.5. ASIGNACION DE CANALES PARA LOS RADIOS

CANAL	FRECUENCIA DE RX	FRECUENCIA DE TX	REPETIDOR
1	452.775 MHZ	457.775 MHZ	HIERBA BUENA
2	454.75 MHZ	459.075 MHZ	COROSO
3	452.775 MHZ	452.775 MHZ	SIMPLEX
4	454.075 MHZ	454.075 MHZ	SIMPLEX

Para prevenir que el ruido del transmisor del enlace pudiera interferir al receptor de la repetidora ubicada en el mismo sitio se redujo el nivel de potencia al mínimo necesario. Además y en vista de que el receptor del enlace no podía tener ningún tipo de filtraje, se elevó intencionalmente el nivel de sensibilidad del mismo para que no se viera afectado por productos de intermodulación de transmisores ubicados en el mismo sitio. Esto último se lleva a cabo en la pantalla de edición de frecuencias cambiando el modo de operación de DX a LOCAL. Cabe mencionar que esta calibración de ninguna manera afectó la calidad de señal recibida desde la repetidora de Hierba Buena, la misma que se encontraba muy por encima del umbral de recepción del radio en ese modo de operación.

Fue necesario efectuar unas pocas modificaciones al R.I.C.K para poder utilizarlo como controlador para la repetidora y el enlace de COROSO. El enlace se conectó al puerto denominado de accesorios en el R.I.C.K. Dichas modificaciones se pueden visualizar en la figura 5.1.

Por otra parte en la figura 5.2 se puede observar la interfase entre el R.I.C.K, el enlace, y la repetidora.

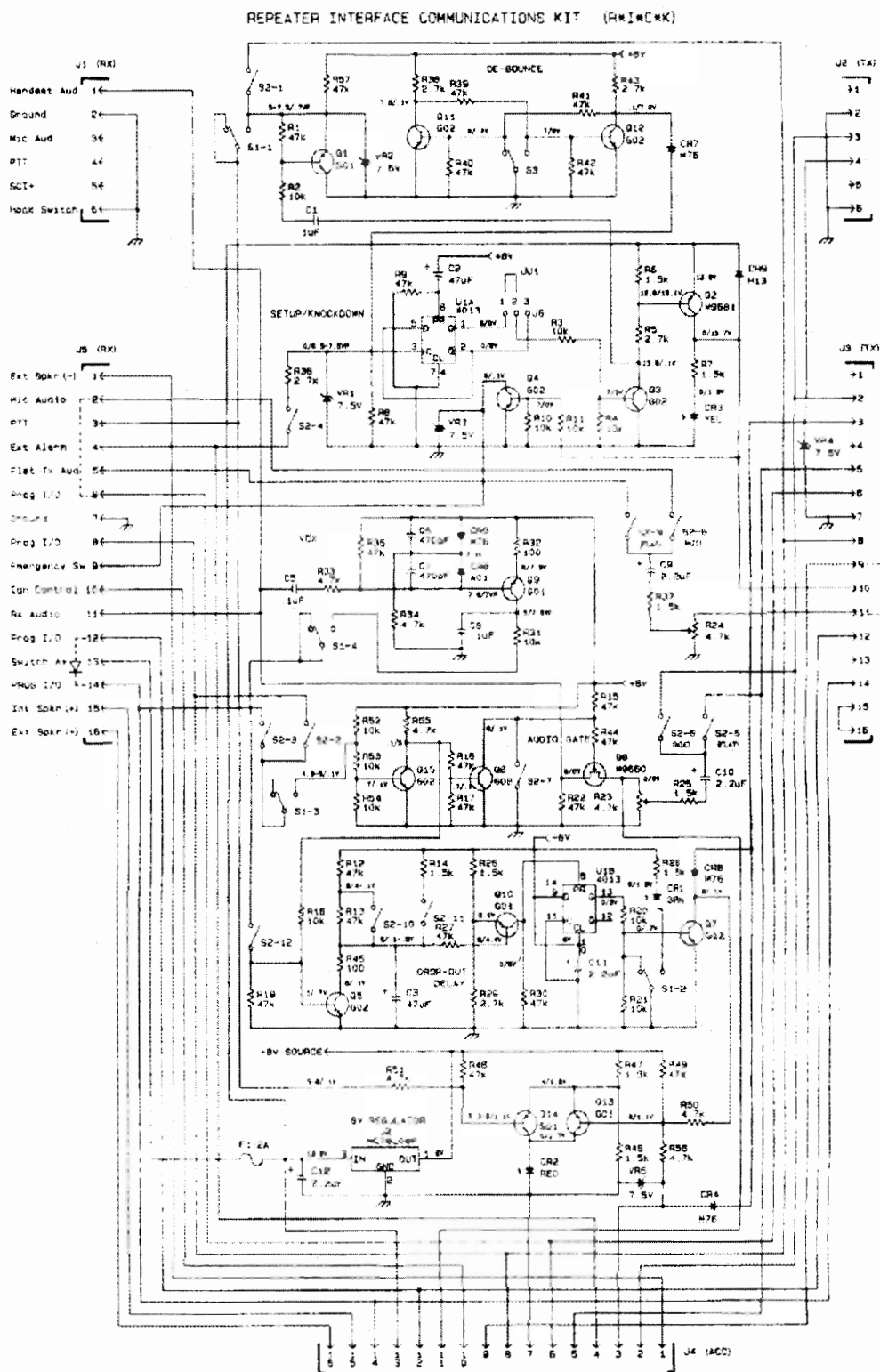


FIGURA 5.1. MODIFICACIONES EFECTUADAS AL RICK

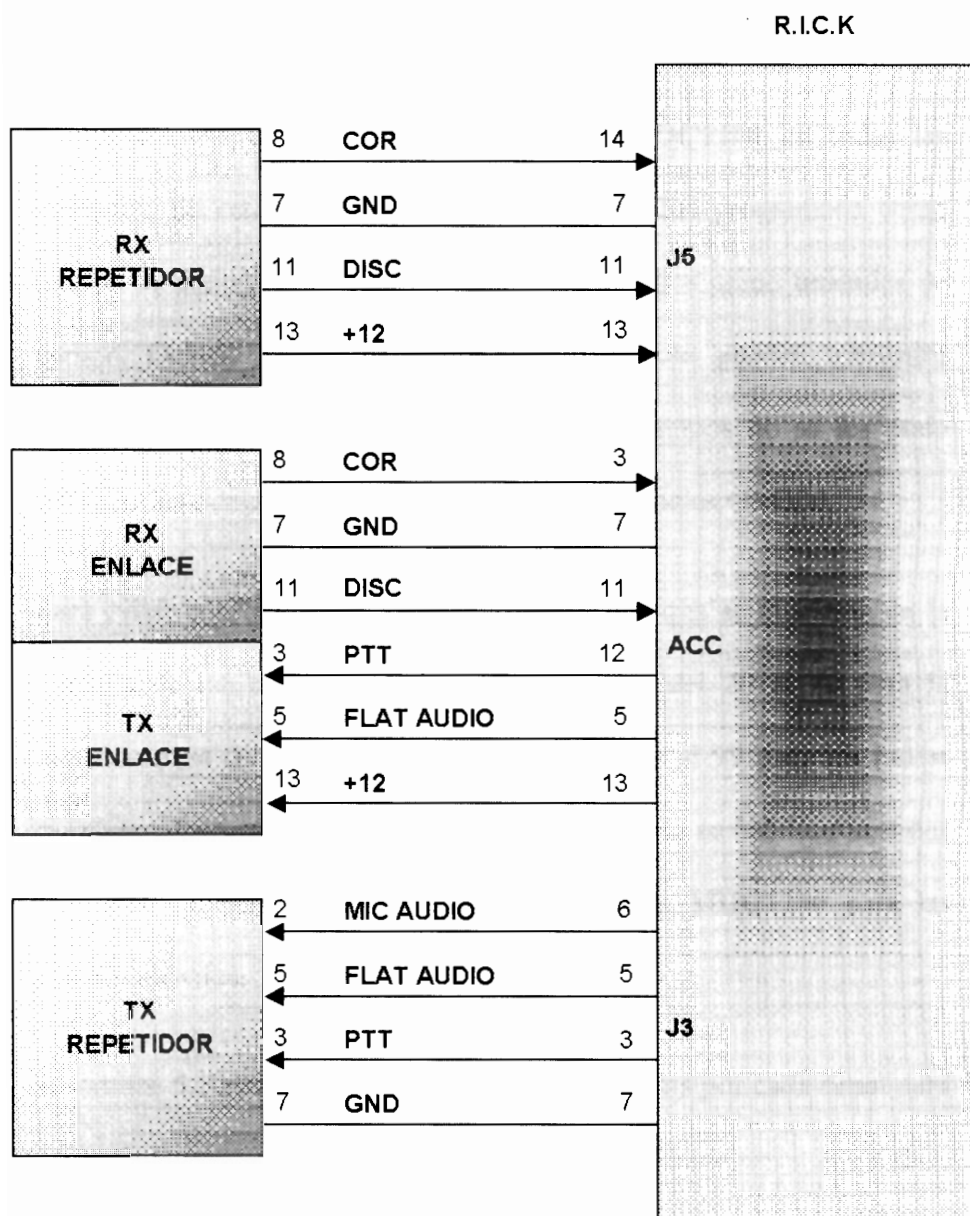


FIGURA 5.2. INTERFASE ENTRE EL RICK, EL ENLACE Y LA REPETIDORA

5.2.3 RADIOS

La programación de los radios comprendía los mismos parámetros ya indicados anteriormente para la repetidora y el enlace. Adicionalmente se implementó el sistema de señalización **MDC1200** en todas las unidades. La estación base de **GUAYAQUIL** fue programada como unidad de control y el resto de estaciones móviles como unidades de campo. Debido a que los radios portátiles solo pueden transmitir identificación de usuario o PTT ID, a estos equipos no se les pudo habilitar las demás opciones disponibles en los radios GM300.

Para evitar conflictos con los números de canal que se muestran en la pantalla de los radios, se asignó los números del 20 al 70 para la identificación de las unidades móviles y del 70 al 99 para los radios portátiles. Exceptuando la llamada de emergencia se habilitaron todas las otras opciones contempladas en el sistema **MDC1200** para las bases y móviles.

El cuadro 5.5 muestra la asignación de frecuencias por cada canal para los radios.

5.3 CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL MONTAJE E INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS

Para el montaje de los equipos se siguieron las siguientes recomendaciones:

1. Para evitar que el patrón de radiación de las antenas se distorsione por efecto de la estructura metálica donde van instaladas, se recomienda montar la antena en la parte superior de la torre. De no ser posible esta ubicación se las podrían instalar lateralmente, tratando de mantener una distancia de 5 longitudes de onda para los brazos que sujetarán la antena.
2. Se debe evitar formar rollos con el exceso de cable coaxial, debido a que ellos actúan como inductancias traduciéndose en un incremento en el VSWR a lo largo de la línea de transmisión
3. Las baterías utilizadas para el sistema de respaldo de energía deben montarse sobre superficies de madera para evitar que se descarguen.
4. Los radios, repetidoras y duplexores deben estar colocados en sitios protegidos del sol y de la lluvia, y la caseta donde están alojadas debe poseer una adecuada ventilación para reducir el nivel de humedad al mínimo.
5. En la instalación de las bases se debe prevenir colocar el radio en la parte superior de la fuente de poder, debido a que el núcleo del transformador de

algunas de ellas vibra mucho lo cual provoca que durante la transmisión ese ruido se induzca en la señal.

6. Se debe dejar un seno en la unión del cable coaxial y la antena para prevenir, en caso de alguna filtración de agua en la antena o en la misma unión provoque que el resto del cable se dañe. Este mismo procedimiento se debe seguir para el ingreso del cable a la caseta.
7. Cuando se coloque las antenas hay que asegurarse que la posición de estas con respecto a otras ya instaladas no provoque interferencias entre las frecuencias de operación de cada una de ellas. Para ello se recomienda colocar antenas de canales adyacentes a la misma altura en el caso de UHF, donde la separación de frecuencias esta estandarizada a 5 y 6 MHz, dependiendo el segmento específico de operación.
8. Colocar los radios en los vehículos en sitios donde no sean visibles desde el exterior, pero que al mismo tiempo puedan ser operados con facilidad por el usuario. Un lugar recomendado es la parte posterior o debajo del asiento del conductor.
9. La mejor ubicación de las antenas para los vehículos es la parte superior de la cabina, donde no tienen obstáculos y además donde tienen un gran plano de tierra, lo cual garantiza un óptimo funcionamiento eléctrico. Para incrementar la resistencia física de la antena se sugiere colocar un resorte entre la bobina y el látigo.

5.4 MEDICIÓN DE POTENCIA Y NIVELES DE SEÑAL

Para evaluar las condiciones en las cuales quedaron operando las repetidoras se efectuaron pruebas y mediciones de campo.

Las mediciones de potencia en las antenas de cada repetidora no produjeron ninguna lectura de onda reflejada con relación a los valores nominales de potencia a través de los duplexores. Estas lecturas se tomaron utilizando un vatímetro TELEWAVE modelo 44 A.

Se realizaron mediciones de señal recibida en la ciudad en la zona norte cerca al terminal terrestre tanto en el interior de varias oficinas de edificios de dos plantas y en el exterior. En el primer caso se obtuvieron promedios de señal de -90 dbm y en el segundo caso de -70 dbm. Estas lecturas fueron tomadas con el analizador de MOTOROLA R2600, utilizando la antena que viene incorporada con el equipo. Los cálculos de intensidad de campo y los perfiles topográficos de todo el proyecto pueden ser encontrados en el anexo 1.

Las pruebas realizadas con las unidades confirmaron la cobertura propuesta, esto es, con la repetidora de Coroso se pueden comunicar los móviles a partir de la población de PETRILLO hasta PEDRO CARBO. Luego se produce una sombra hasta unos 3 Km. antes de CASCOL. Desde esta última hasta el sitio denominado COLORADO antes de Manta la comunicación es confiable exceptuando un tramo pequeño entre SANCAN y la PILA. Dentro de MANTA la comunicación a través de esa repetidora es prácticamente nula.

Con relación a Hierba Buena se podían comunicar con claridad hasta PATRICIA PILAR en la provincia de Los Ríos. Ciertos móviles extendían esta cobertura hasta la entrada a Santo Domingo de los Colorados. Hacia la península de Santa Elena la comunicación en el trayecto desde Guayaquil fue muy buena con ciertas sombras en el tramo de CERECITA hasta PROGRESO. Dentro de la península hasta MANGLARALTO se tenía muy buena señal. Dentro de Guayaquil en el sur de la ciudad la comunicación con móviles es óptima y con los portátiles se puede considerar muy buena en áreas abiertas. Dentro de ciertas oficinas cuya construcción no sea muy sólida y muy grande también pueden sostener la repetidora sin problemas.

CONCLUSIONES

1. En la actualidad, pese a la existencia en nuestro medio de otras tecnologías para comunicación, como los sistemas troncalizados y la telefonía celular, la operación de redes de comunicación convencionales como la descrita aquí, se adecuan y son los preferidos aún para cubrir amplias zonas geográficas para un gran número de usuarios. Esta preferencia esta especialmente marcada por los menores costos de operación, y el mejor desempeño del sistema por las diferencias técnicas debido a las frecuencias de operación principalmente.

2. La selección de los sitios para la ubicación de las repetidoras cumplió y superó las expectativas que el cliente tuvo al inicio del proyecto. Este criterio esta respaldado especialmente por la cobertura lograda y por la ausencia casi completa de interferencias en el segmento de frecuencias utilizado. Cabe resaltar los excelentes resultados alcanzados desde Hierba Buena, en el trayecto desde Guayaquil hacia la Península de Santa Elena, inclusive con radios portátiles en muchas partes del recorrido. Adicionalmente otras rutas no contempladas o solicitadas por el cliente pero, posteriormente utilizadas en ciertas ocasiones como

BUCAY- RIOBAMBA, LA TRONCAL - EL TAMBO, y CASCOL - LA AMERICA en la vía a MANTA, en gran medida pudieron ser cubiertas desde esa ubicación. Desde Coroso también se cubrieron zonas no solicitadas como CHONE, la vía ROCAFUERTE a TOSAGUA, y la vía DAULE- PALESTINA.

3. Las características y especificaciones de los equipos escogidos para los usuarios del sistema, son actualmente aprovechadas casi en toda su capacidad, especialmente en lo que respecta al sistema de señalización MCD1200, lo que ha permitido controlar de una manera más adecuada las operaciones de **TRANSMODAL**.
4. La autonomía del sistema de alimentación solar y el respaldo de energía funcionaron adecuadamente inclusive durante los periodos más prolongados de falta de iluminación y energía eléctrica de la red publica respectivamente, que los previstos. Estos periodos se extendieron hasta por 4 días en muchas ocasiones y aún bajo estas condiciones las repetidoras pudieron operar correctamente.
5. El esquema propuesto y autorizado para las frecuencias de enlace, ante la S.N.T, nos permitió utilizar equipos confiables y por ende garantizar al cliente la fiabilidad del sistema. Además sirvió como precedente, para que proyectos similares desarrollados por cualquier empresa, pudieran ser aprobado en el futuro.
6. Al momento de desarrollar este trabajo se está esperando las asignaciones de la S.N.T para proceder a la implementación de la repetidora y enlace requeridos para lograr la cobertura desde la ciudad de Santo Domingo de los Colorados hacia El

Sur de Quito y hacia Esmeraldas. Se estima que antes de fin año esta expansión este concluida.

7. En la medida en que un sistema de esta naturaleza sea explotado en toda su dimensión cobra más vigencia aún su utilización pese a que el monto de la inversión inicial pudiera considerarse elevado.



ANEXOS

ANEXO 1

CALCULOS Y PERFILES DE PROPAGACION

CALCULOS DE PROPAGACION

TRANSMODAL

HIERBABUENA

DATOS GENERALES

Frecuencia de operación -----	452.775 MHz
Distancia entre antenas -----	120 Km
Altura topográfica de Tx -----	3200 m
Altura topográfica de Rx -----	4 m
Altura de antena Tx -----	36 m
Altura de antena Rx -----	2 m

DATOS TECNICOS

Potencia del Transmisor -----	25 Vatios
Tipo de línea de transmisión Tx -----	Belden 9913
Perdidas en línea de transmisión Tx -----	3.48487 dB
Longitud línea de transmisión Tx -----	40 m
Tipo de línea de transmisión Rx -----	Ninguna
Perdidas en línea de transmisión Rx -----	0 dB
Longitud línea Transmisión Rx -----	0 m
Perdidas totales línea Transmisión -----	3.48487 dB

Perdidas por obstrucción -----	0 dB
Perdidas en Filtros usados -----	1.2 dB
Sensitividad del receptor -----	0.22 μ V
Sensitividad del receptor -----	- 120.1663 dBm
Ganancia de Antena Tx -----	12 dB
Ganancia de Antena Rx -----	0 dB

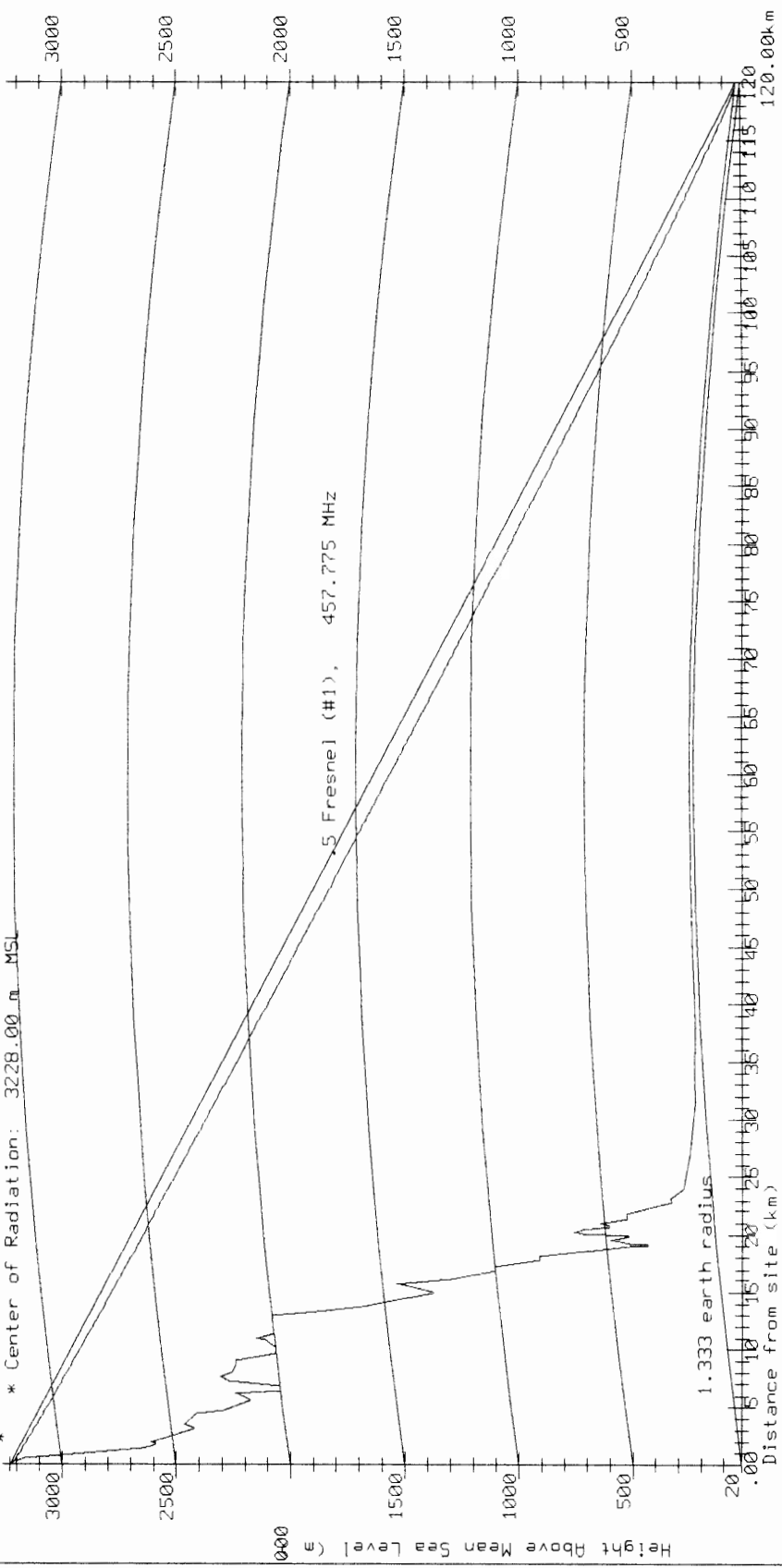
RESULTADOS

Potencia Efectiva Irradiada -----	52.51024 dBm
Potencia Efectiva Irradiada -----	178.2478 Vatios
Atenuación de espacio libre -----	127.2077 dB
Nivel de recepción -----	- 75.89748 dBm
Intensidad de Campo Eléctrico -----	411.1438 μ V/m
Margen de desvanecimiento -----	44.26885 dB

CERRO HIERBABUENA

2:43:36.05
79:26:52.0W

* * Center of Radiation: 3228.00 m MSL



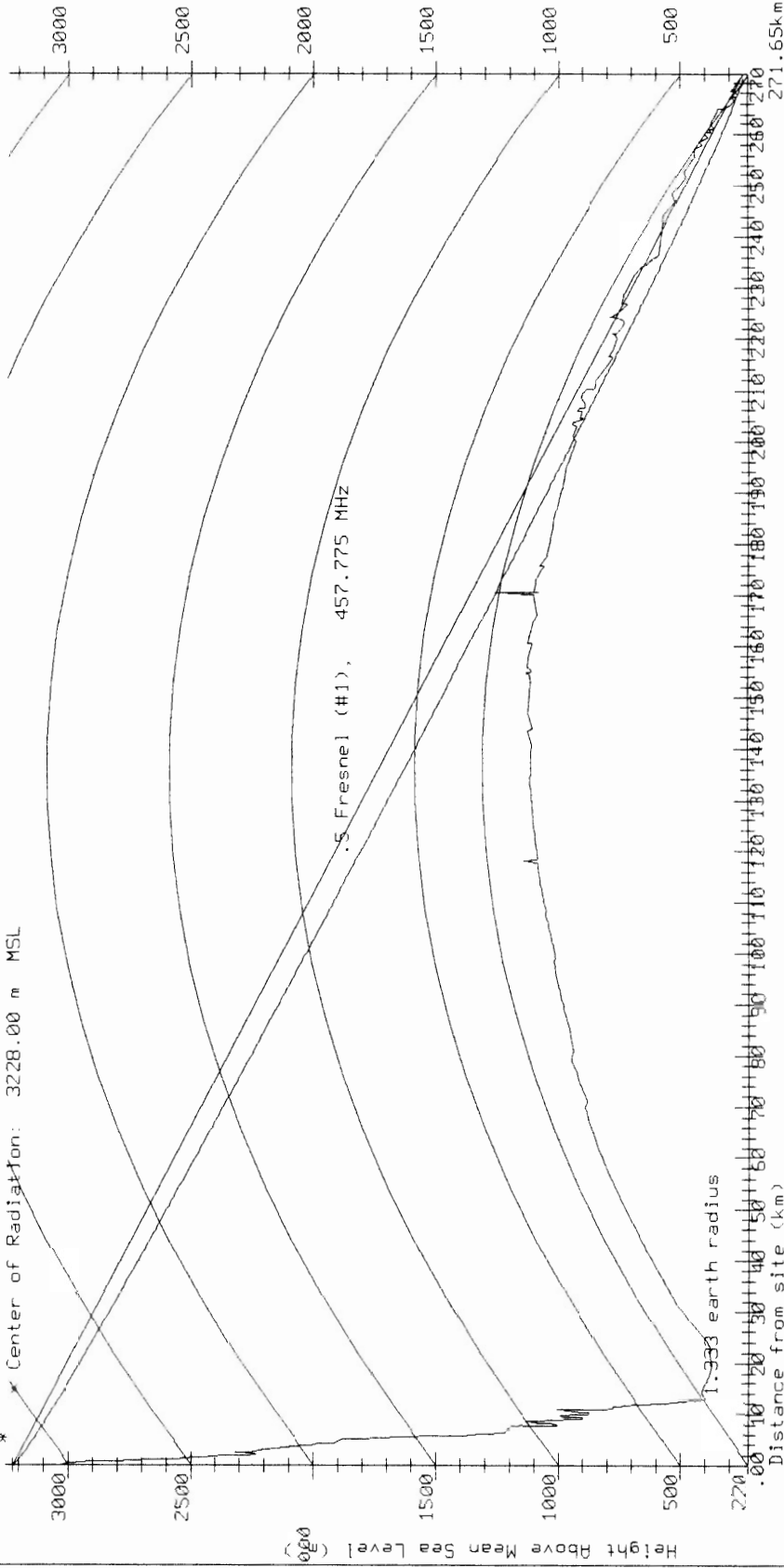
SISTEMA DE COMUNICACIONES
 TRANSMODAL S.A.
 HUGO CASAL VILLACRES

CERRO HIERBABUENA

2:43:36.05

79:26:52.00

* Center of Radiation: 3228.00 m MSL

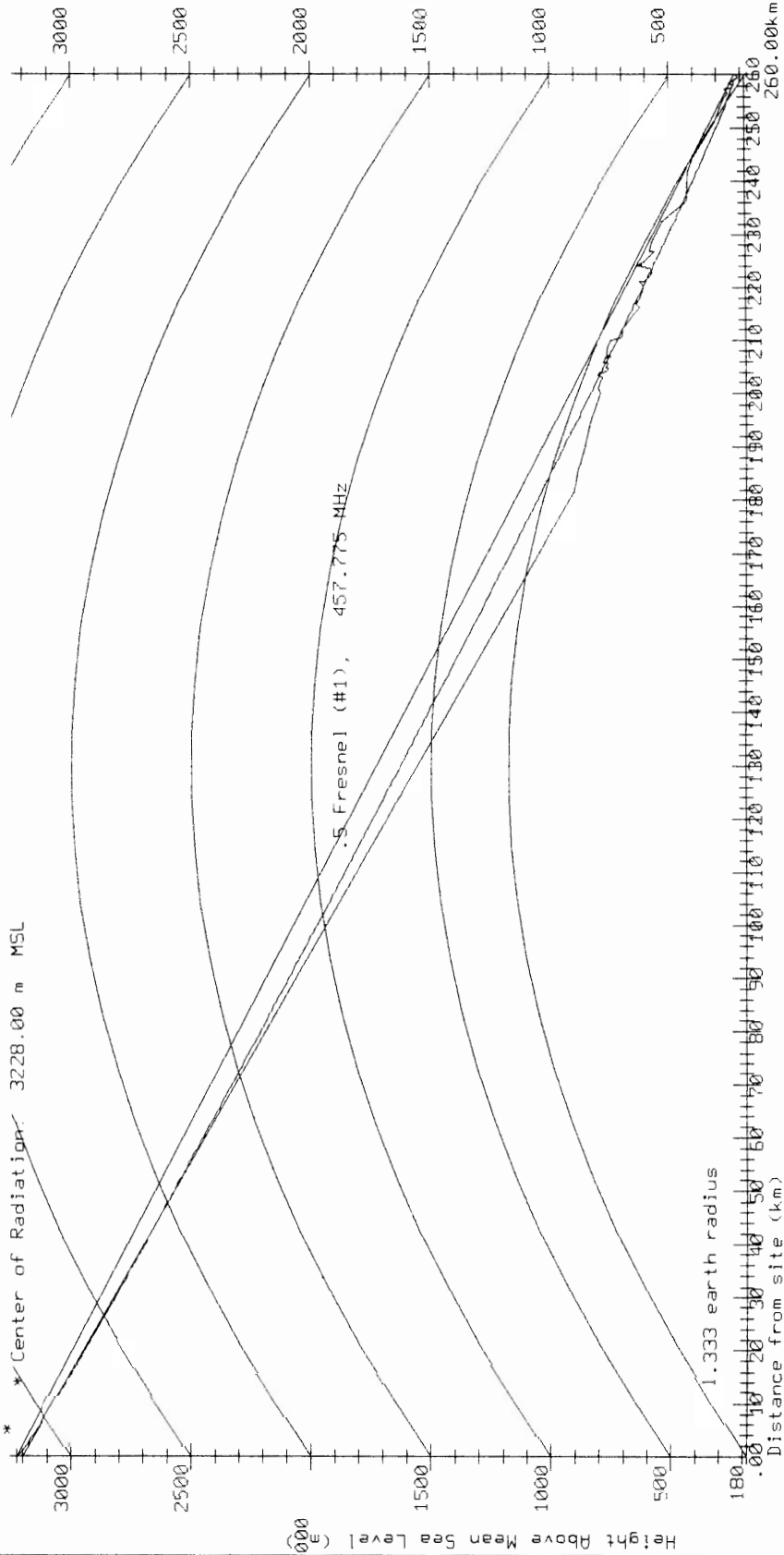


SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO HIERBABUENA

2:43:36.05
79:26:52.00

* Center of Radiation 3228.00 m MSL

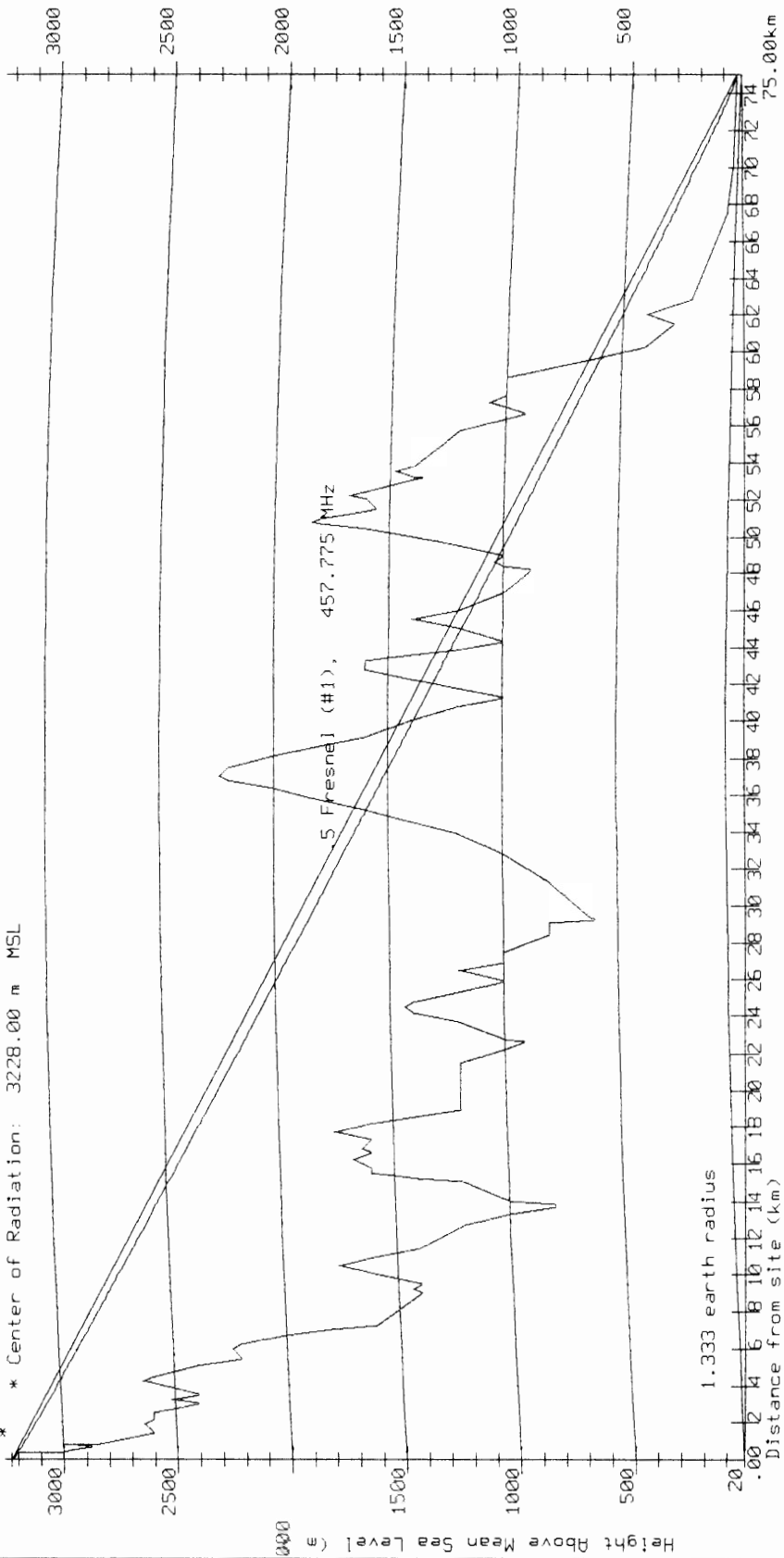


SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO HIERBABUENA

2:43:36.05
79:26:52.00

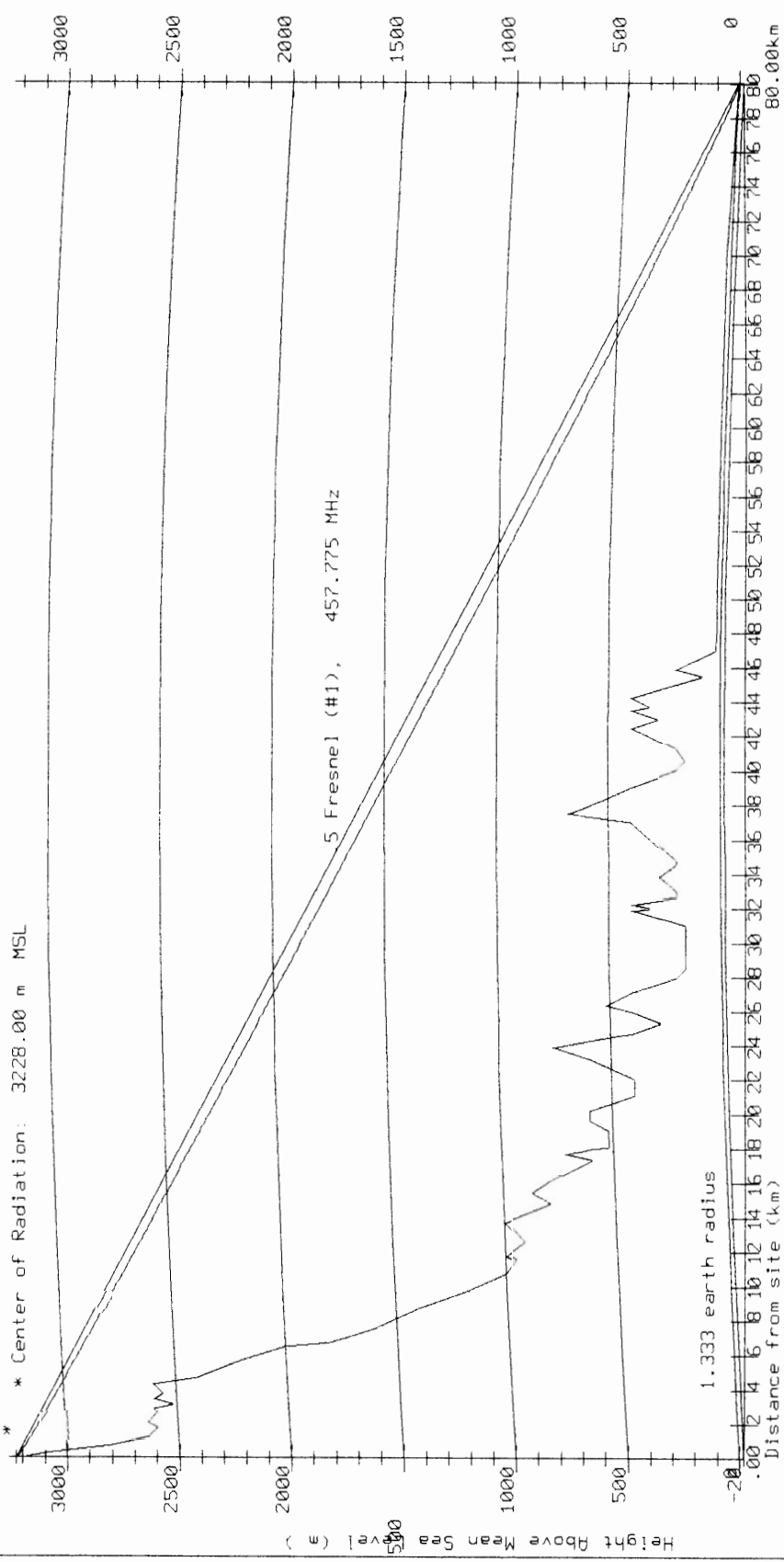
* Center of Radiation: 3228.00 m MSL



SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO HIERBABUENA
2:43:36.05
79:26:52.0W

* Center of Radiation: 3228.00 m MSL

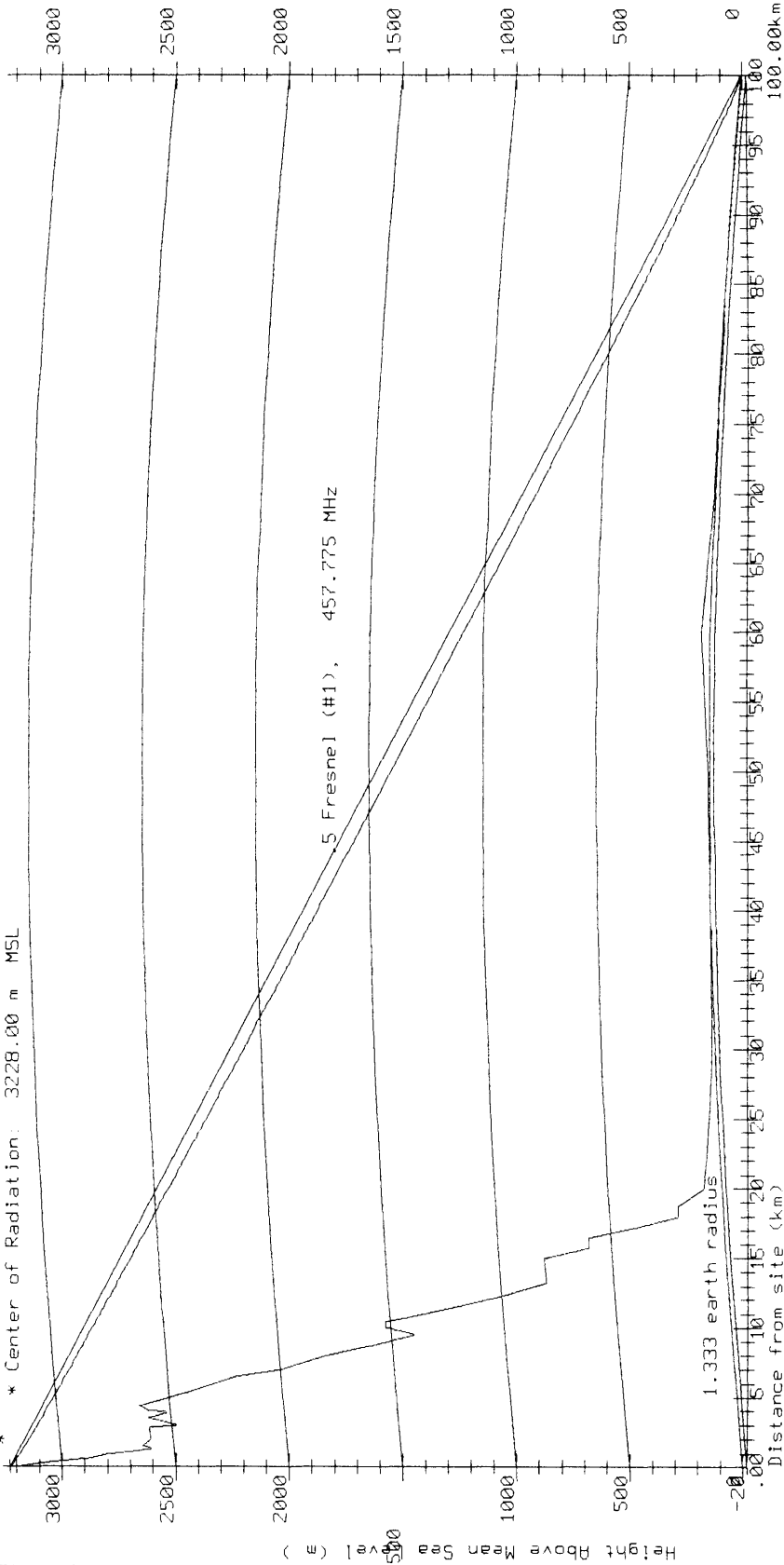


SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO HIERBABUENA

2:43:36.05
79:26:52.00

* Center of Radiation: 3228.00 m MSL

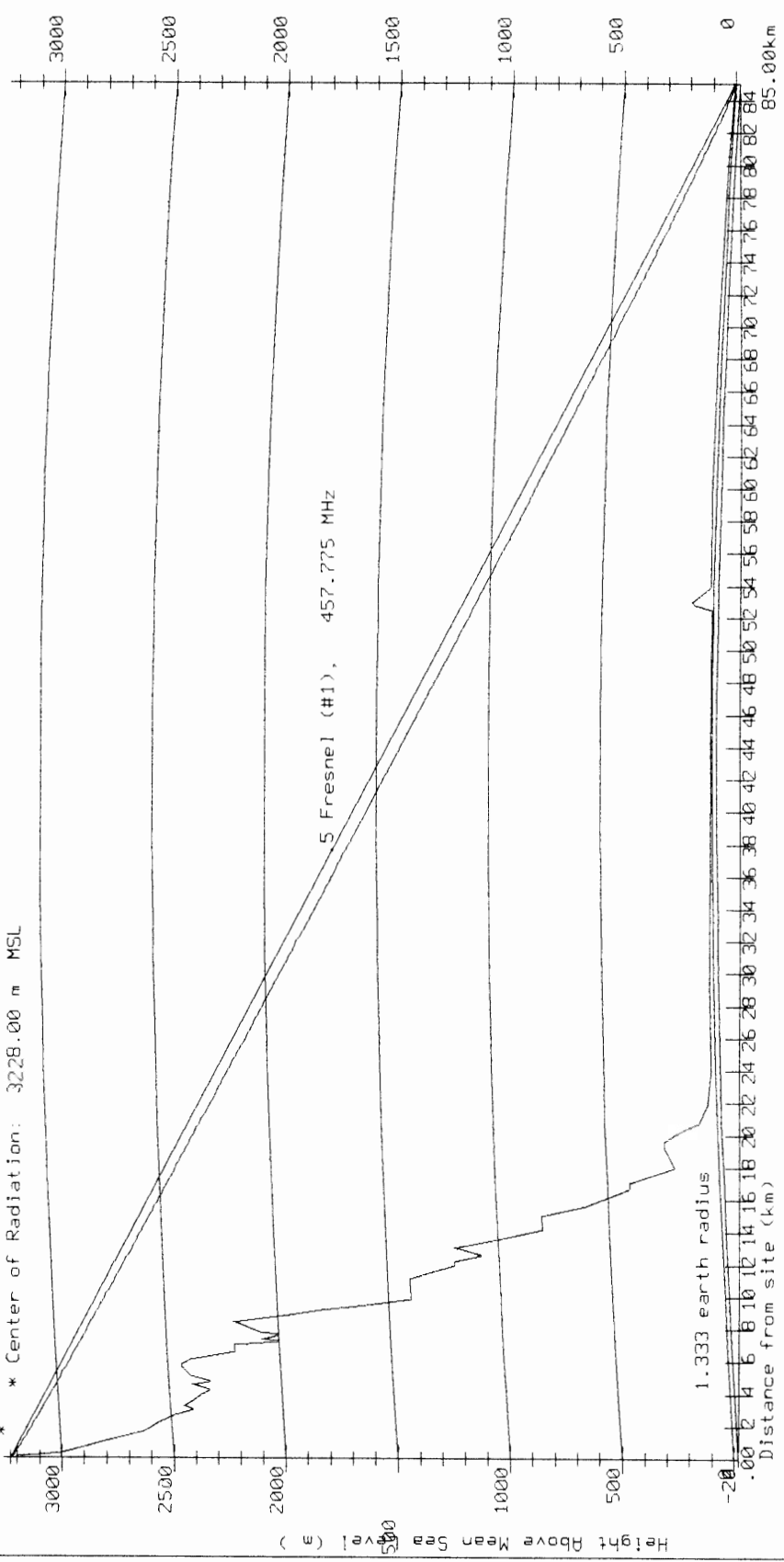


SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO HIERBABUENA

2:43:36.0S
79:26:52.0W

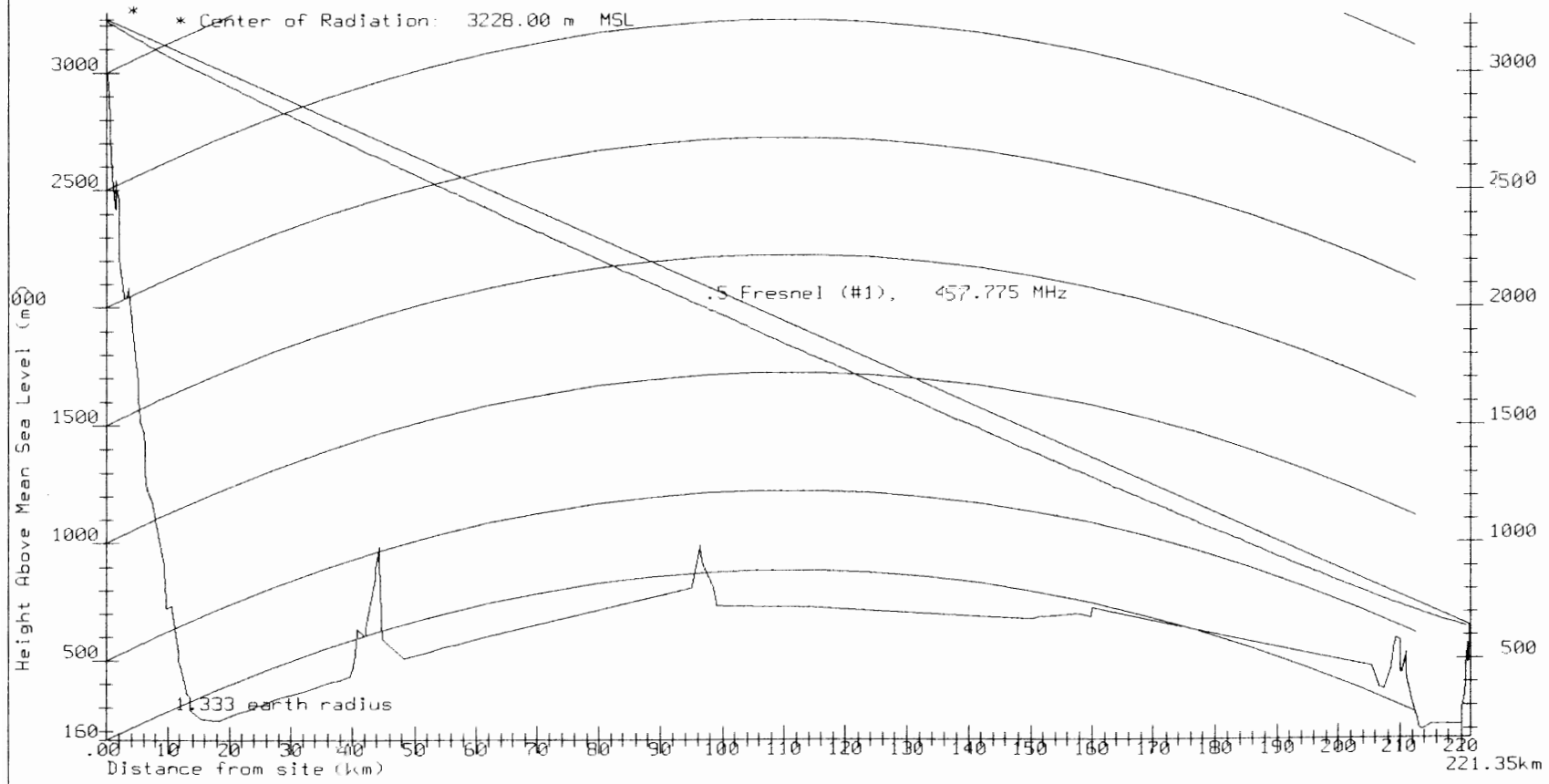
* Center of Radiation: 3228.00 m MSL



SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO HIERBABUENA
2:43:36.05
79:26:52.0W

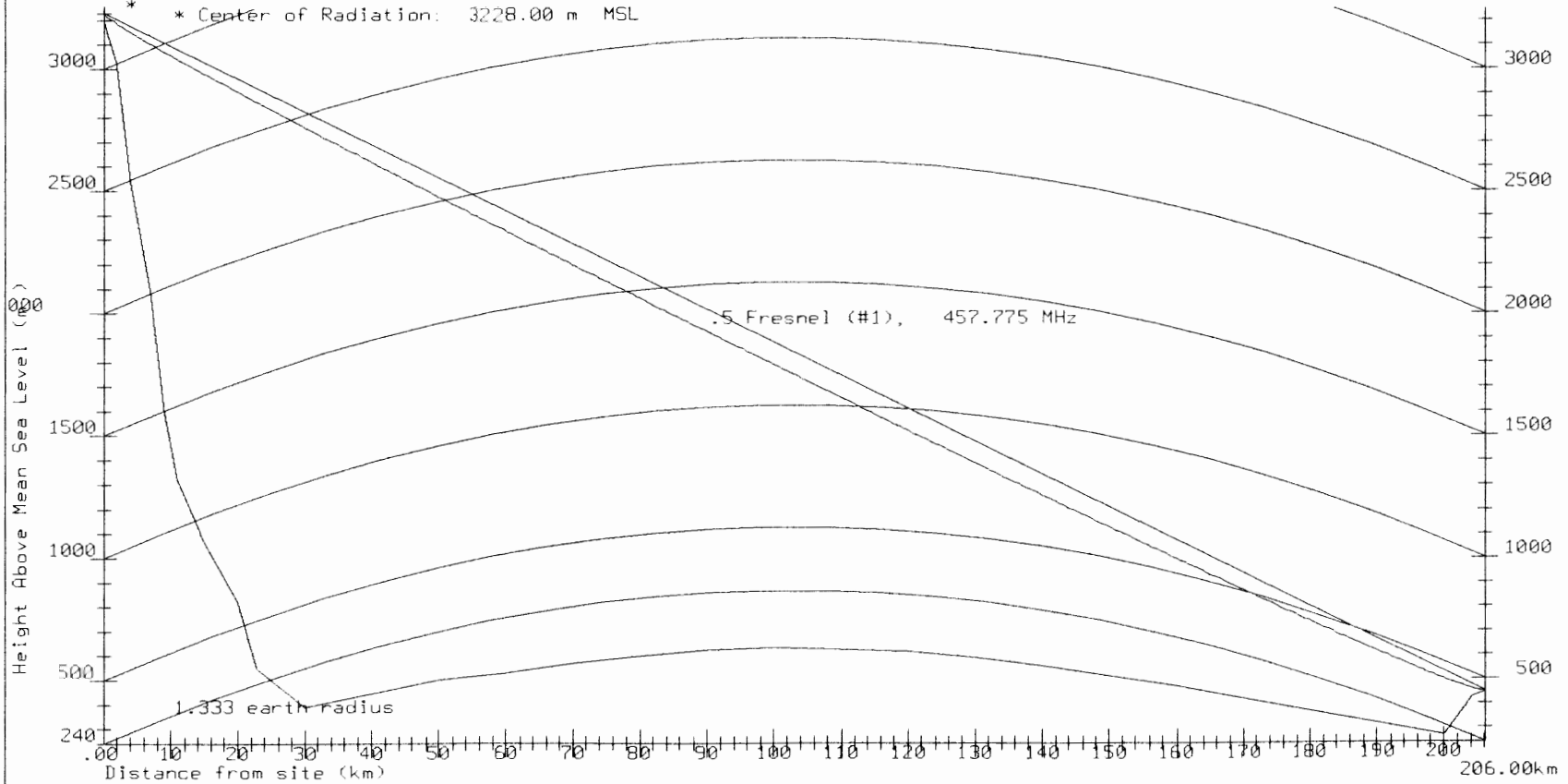
* Center of Radiation: 3228.00 m MSL



SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO HIERBABUENA
2:43:36.0S
79:26:52.0W

* Center of Radiation: 3228.00 m MSL



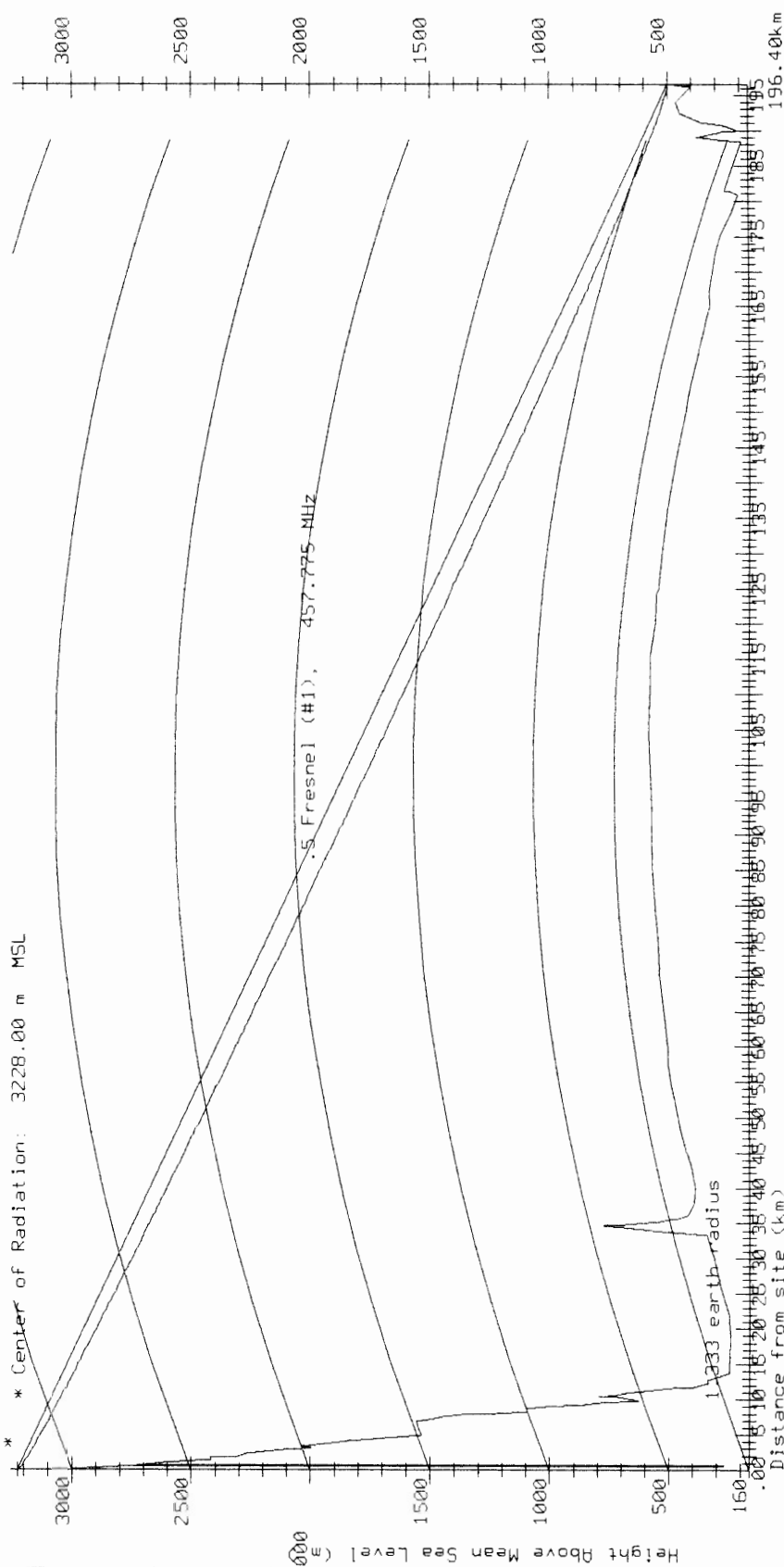
SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO HIERBABUENA

2:43:36.05

79:26:52.0W

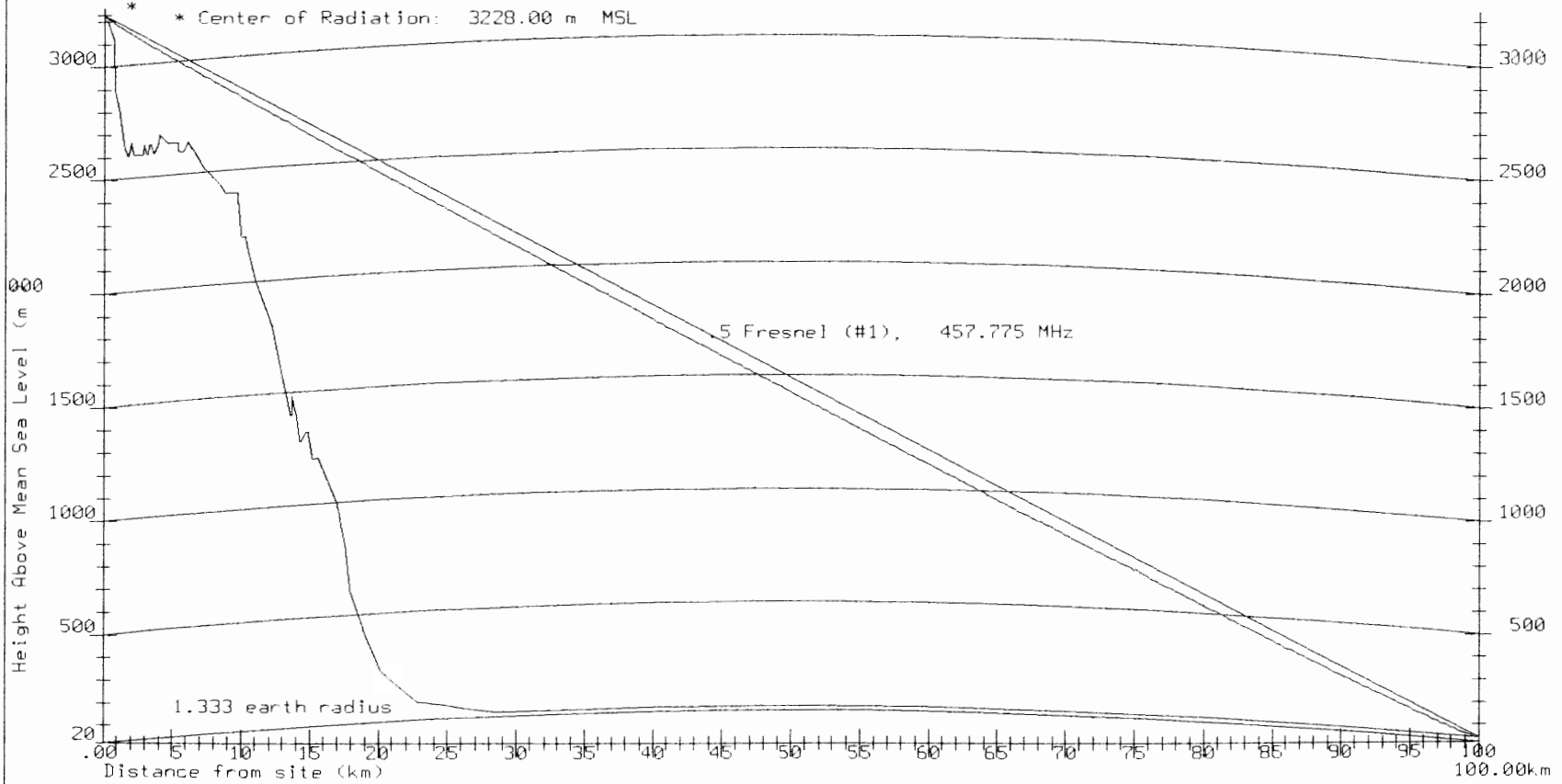
* Center of Radiation: 3228.00 m MSL



SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO HIERBABUENA
2:43:36.05
79:26:52.0W

* * Center of Radiation: 3228.00 m MSL



SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CALCULATED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

HIERBABUENA <=> COSTA

ESTACION DEL AZUAY; CERRO HIERBABUENA

Latitude: 2:43:36.0S Longitude: 79:26:52.0W

Center of radiation: 3228.0 m AMSL (28.00 m AGL)

Frequency: 457.7750 MHz; Power: 62.509 W

Antenna: 2.0 m AGL; 1.333 earth curvature

Correction used on peak attenuation at inflection points.

Data written to file FLD0001.TUN for plotting.

457.7750 W	0.01 km	134.88 dBu
457.7750 W	5.01 km	24.17 dBu
457.7750 W	10.01 km	36.18 dBu
457.7750 W	15.01 km	-89.21 dBu
457.7750 W	20.01 km	-146.01 dBu
457.7750 W	25.01 km	-60.58 dBu
457.7750 W	30.01 km	26.17 dBu
457.7750 W	35.01 km	61.97 dBu
457.7750 W	40.01 km	62.84 dBu
457.7750 W	45.01 km	61.81 dBu
457.7750 W	50.01 km	60.90 dBu
457.7750 W	55.01 km	60.07 dBu
457.7750 W	60.01 km	59.31 dBu
457.7750 W	65.01 km	58.62 dBu
457.7750 W	70.01 km	57.98 dBu
457.7750 W	75.01 km	57.38 dBu
457.7750 W	80.01 km	56.82 dBu
457.7750 W	85.01 km	56.29 dBu
457.7750 W	90.01 km	55.79 dBu
457.7750 W	95.01 km	55.32 dBu
457.7750 W	100.01 km	54.88 dBu
457.7750 W	105.01 km	54.45 dBu
457.7750 W	110.01 km	54.05 dBu
457.7750 W	115.01 km	53.66 dBu
457.7750 W	120.00 km	53.30 dBu *
2.457.7750 W	0.01 km	134.88 dBu
2.457.7750 W	5.01 km	80.88 dBu
2.457.7750 W	10.01 km	51.59 dBu
2.457.7750 W	15.01 km	71.35 dBu
2.457.7750 W	20.01 km	68.85 dBu

Field strength is beyond distance of available terrain data

COMUNICACIONES

MODAL S.A.

CASAL VILLACRES



PUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

62.509 W	25.01 km	66.92 dBu
62.509 W	30.01 km	65.33 dBu
62.509 W	35.01 km	64.00 dBu
62.509 W	40.01 km	62.84 dBu
62.509 W	45.01 km	61.81 dBu
62.509 W	50.01 km	60.90 dBu
62.509 W	55.01 km	60.07 dBu
62.509 W	60.01 km	59.31 dBu
62.509 W	65.01 km	58.62 dBu
62.509 W	70.01 km	57.98 dBu
62.509 W	75.01 km	57.38 dBu
62.509 W	80.01 km	56.82 dBu
62.509 W	85.01 km	56.29 dBu
62.509 W	90.01 km	55.79 dBu
62.509 W	95.01 km	55.32 dBu
62.509 W	100.01 km	54.88 dBu
62.509 W	105.01 km	54.45 dBu
62.509 W	110.01 km	54.05 dBu
62.509 W	115.01 km	53.66 dBu
62.509 W	120.00 km	41.61 dBu
62.509 W	.01 km	134.88 dBu
62.509 W	5.01 km	80.88 dBu
62.509 W	10.01 km	74.87 dBu
62.509 W	15.01 km	71.35 dBu
62.509 W	20.01 km	68.85 dBu
62.509 W	25.01 km	66.92 dBu
62.509 W	30.01 km	65.33 dBu
62.509 W	35.01 km	64.00 dBu
62.509 W	40.01 km	62.84 dBu
62.509 W	45.01 km	61.81 dBu
62.509 W	50.01 km	60.90 dBu
62.509 W	55.01 km	60.07 dBu
62.509 W	60.01 km	59.31 dBu
62.509 W	65.01 km	58.62 dBu
62.509 W	70.01 km	57.98 dBu
62.509 W	75.01 km	57.38 dBu
62.509 W	80.01 km	56.82 dBu
62.509 W	85.01 km	56.29 dBu
62.509 W	90.01 km	55.79 dBu
62.509 W	95.01 km	55.32 dBu
62.509 W	100.01 km	54.88 dBu

puted field is beyond distance of available terrain data

. DE COMUNICACIONES

SMODAL S.A.

CASAL VILLACRES

PUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

52.509 W	105.01 km	54.45 dBu
52.509 W	110.01 km	54.05 dBu
52.509 W	115.01 km	53.66 dBu
52.509 W	120.00 km	53.30 dBu
52.509 W	.01 km	134.88 dBu
52.509 W	5.01 km	25.54 dBu
52.509 W	10.01 km	25.27 dBu
52.509 W	15.01 km	49.46 dBu
52.509 W	20.01 km	-20.28 dBu
52.509 W	25.01 km	24.58 dBu
52.509 W	30.01 km	-78.45 dBu
52.509 W	35.01 km	64.00 dBu
52.509 W	40.01 km	-21.62 dBu
52.509 W	45.01 km	-46.69 dBu
52.509 W	50.01 km	27.40 dBu
52.509 W	55.01 km	-94.55 dBu
52.509 W	60.01 km	-386.27 dBu
52.509 W	65.01 km	-383.24 dBu
52.509 W	70.01 km	-296.26 dBu
52.509 W	75.01 km	-209.69 dBu *
52.509 W	80.01 km	-162.10 dBu *
52.509 W	85.01 km	-116.49 dBu *
52.509 W	90.01 km	-69.37 dBu *
52.509 W	95.01 km	-44.48 dBu *
52.509 W	100.01 km	-33.09 dBu *
52.509 W	105.01 km	-20.85 dBu *
52.509 W	110.01 km	-10.64 dBu *
52.509 W	115.01 km	.84 dBu *
52.509 W	120.00 km	6.96 dBu *
52.509 W	.01 km	134.88 dBu
52.509 W	5.01 km	39.40 dBu
52.509 W	10.01 km	-6.97 dBu
52.509 W	15.01 km	53.02 dBu
52.509 W	20.01 km	68.85 dBu
52.509 W	25.01 km	9.85 dBu
52.509 W	30.01 km	59.76 dBu
52.509 W	35.01 km	64.00 dBu
52.509 W	40.01 km	18.83 dBu
52.509 W	45.01 km	-27.96 dBu
52.509 W	50.01 km	48.43 dBu
52.509 W	55.01 km	60.07 dBu

ted field is beyond distance of available terrain data

DE COMUNICACIONES
SMODAL S.A.
CASAL VILLACRES

PUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

62.509 W	60.01 km	59.31 dBu
62.509 W	65.01 km	58.62 dBu
62.509 W	70.01 km	57.98 dBu
62.509 W	75.01 km	57.38 dBu
62.509 W	80.01 km	56.82 dBu *
62.509 W	85.01 km	56.29 dBu *
62.509 W	90.01 km	55.79 dBu *
62.509 W	95.01 km	55.32 dBu *
62.509 W	100.01 km	54.88 dBu *
62.509 W	105.01 km	54.45 dBu *
62.509 W	110.01 km	54.05 dBu *
62.509 W	115.01 km	53.66 dBu *
62.509 W	120.00 km	53.30 dBu *
62.509 W	.01 km	134.88 dBu
62.509 W	5.01 km	57.44 dBu
62.509 W	10.01 km	42.66 dBu
62.509 W	15.01 km	41.06 dBu
62.509 W	20.01 km	45.64 dBu
62.509 W	25.01 km	66.37 dBu
62.509 W	30.01 km	65.33 dBu
62.509 W	35.01 km	64.00 dBu
62.509 W	40.01 km	62.84 dBu
62.509 W	45.01 km	61.81 dBu
62.509 W	50.01 km	60.90 dBu
62.509 W	55.01 km	60.07 dBu
62.509 W	60.01 km	59.31 dBu
62.509 W	65.01 km	58.62 dBu
62.509 W	70.01 km	57.98 dBu
62.509 W	75.01 km	57.38 dBu
62.509 W	80.01 km	56.82 dBu
62.509 W	85.01 km	56.29 dBu
62.509 W	90.01 km	55.79 dBu
62.509 W	95.01 km	55.32 dBu
62.509 W	100.01 km	54.88 dBu *
62.509 W	105.01 km	54.45 dBu *
62.509 W	110.01 km	54.05 dBu *
62.509 W	115.01 km	53.66 dBu *
62.509 W	120.00 km	53.30 dBu *
62.509 W	.01 km	134.88 dBu
62.509 W	5.01 km	80.88 dBu
62.509 W	10.01 km	-137.37 dBu

ted field is beyond distance of available terrain data

DE COMUNICACIONES
SMODAL S.A.
CASAL VILLACRES

CALCULATED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

52.509 W	15.01 km	-67.20 dBu
52.509 W	20.01 km	1.13 dBu
52.509 W	25.01 km	50.34 dBu
52.509 W	30.01 km	65.33 dBu
52.509 W	35.01 km	64.00 dBu
52.509 W	40.01 km	62.84 dBu
52.509 W	45.01 km	61.81 dBu
52.509 W	50.01 km	60.90 dBu
52.509 W	55.01 km	60.07 dBu
52.509 W	60.01 km	59.31 dBu
52.509 W	65.01 km	58.62 dBu
52.509 W	70.01 km	57.98 dBu
52.509 W	75.01 km	57.38 dBu
52.509 W	80.01 km	56.82 dBu
52.509 W	85.01 km	56.29 dBu *
52.509 W	90.01 km	55.79 dBu *
52.509 W	95.01 km	55.32 dBu *
52.509 W	100.01 km	54.88 dBu *
52.509 W	105.01 km	54.45 dBu *
52.509 W	110.01 km	54.05 dBu *
52.509 W	115.01 km	53.66 dBu *
52.509 W	120.00 km	53.30 dBu *
52.509 W	.01 km	134.88 dBu
52.509 W	5.01 km	80.88 dBu
52.509 W	10.01 km	49.82 dBu
52.509 W	15.01 km	71.35 dBu
52.509 W	20.01 km	68.85 dBu
52.509 W	25.01 km	66.92 dBu
52.509 W	30.01 km	65.33 dBu
52.509 W	35.01 km	64.00 dBu
52.509 W	40.01 km	62.84 dBu
52.509 W	45.01 km	-15.07 dBu
52.509 W	50.01 km	36.70 dBu
52.509 W	55.01 km	60.07 dBu
52.509 W	60.01 km	59.31 dBu
52.509 W	65.01 km	58.62 dBu
52.509 W	70.01 km	57.98 dBu
52.509 W	75.01 km	57.38 dBu
52.509 W	80.01 km	56.82 dBu
52.509 W	85.01 km	56.29 dBu
52.509 W	90.01 km	55.79 dBu

Field strength is beyond distance of available terrain data

DE COMUNICACIONES
SMODAL S.A.
CASAL VILLACRES

MUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

2.509 W	95.01 km	55.32 dBu
2.509 W	100.01 km	26.34 dBu
2.509 W	105.01 km	38.98 dBu
2.509 W	110.01 km	54.05 dBu
2.509 W	115.01 km	53.66 dBu
2.509 W	120.00 km	53.30 dBu
2.509 W	.01 km	134.88 dBu
2.509 W	5.01 km	48.44 dBu
2.509 W	10.01 km	19.18 dBu
2.509 W	15.01 km	47.42 dBu
2.509 W	20.01 km	51.44 dBu
2.509 W	25.01 km	56.17 dBu
2.509 W	30.01 km	64.50 dBu
2.509 W	35.01 km	64.00 dBu
2.509 W	40.01 km	62.84 dBu
2.509 W	45.01 km	61.81 dBu
2.509 W	50.01 km	60.90 dBu
2.509 W	55.01 km	60.07 dBu
2.509 W	60.01 km	59.31 dBu
2.509 W	65.01 km	58.62 dBu
2.509 W	70.01 km	57.98 dBu
2.509 W	75.01 km	57.38 dBu
2.509 W	80.01 km	56.82 dBu
2.509 W	85.01 km	56.29 dBu
2.509 W	90.01 km	55.79 dBu
2.509 W	95.01 km	55.32 dBu
2.509 W	100.01 km	54.88 dBu
2.509 W	105.01 km	54.45 dBu
2.509 W	110.01 km	54.05 dBu
2.509 W	115.01 km	53.66 dBu
2.509 W	120.00 km	53.30 dBu
2.509 W	.01 km	134.88 dBu
2.509 W	5.01 km	74.30 dBu
2.509 W	10.01 km	-12.21 dBu
2.509 W	15.01 km	71.35 dBu
2.509 W	20.01 km	68.85 dBu
2.509 W	25.01 km	66.92 dBu
2.509 W	30.01 km	65.33 dBu
2.509 W	35.01 km	26.73 dBu
2.509 W	40.01 km	56.95 dBu
2.509 W	45.01 km	61.81 dBu

ed field is beyond distance of available terrain data

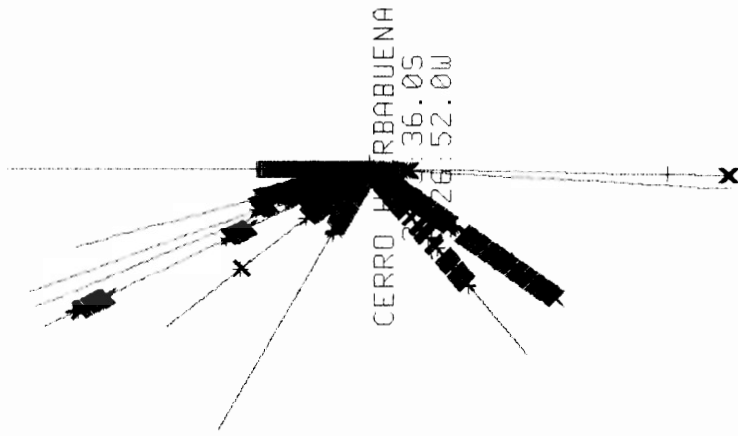
DE COMUNICACIONES
MODAL S.A.
CASAL VILLACRES

CALCULATED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

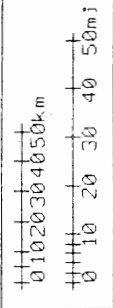
12.509 W	50.01 km	60.90 dBu
12.509 W	55.01 km	60.07 dBu
12.509 W	60.01 km	59.31 dBu
12.509 W	65.01 km	58.62 dBu
12.509 W	70.01 km	57.98 dBu
12.509 W	75.01 km	57.38 dBu
12.509 W	80.01 km	56.82 dBu
12.509 W	85.01 km	56.29 dBu
12.509 W	90.01 km	55.79 dBu
12.509 W	95.01 km	55.32 dBu
12.509 W	100.01 km	54.88 dBu
12.509 W	105.01 km	54.45 dBu
12.509 W	110.01 km	54.05 dBu
12.509 W	115.01 km	53.66 dBu
12.509 W	120.00 km	53.30 dBu
12.509 W	.01 km	134.88 dBu
12.509 W	5.01 km	73.63 dBu
12.509 W	10.01 km	-3.40 dBu
12.509 W	15.01 km	-98.60 dBu
12.509 W	20.01 km	-194.64 dBu
12.509 W	25.01 km	-39.34 dBu
12.509 W	30.01 km	-28.50 dBu
12.509 W	35.01 km	37.75 dBu
12.509 W	40.01 km	62.84 dBu
12.509 W	45.01 km	61.81 dBu
12.509 W	50.01 km	60.90 dBu
12.509 W	55.01 km	60.07 dBu
12.509 W	60.01 km	59.31 dBu
12.509 W	65.01 km	58.62 dBu
12.509 W	70.01 km	57.98 dBu
12.509 W	75.01 km	57.38 dBu
12.509 W	80.01 km	56.82 dBu
12.509 W	85.01 km	56.29 dBu
12.509 W	90.01 km	55.79 dBu
12.509 W	95.01 km	55.32 dBu
12.509 W	100.01 km	54.88 dBu *
12.509 W	105.01 km	54.45 dBu *
12.509 W	110.01 km	54.05 dBu *
12.509 W	115.01 km	53.66 dBu *
12.509 W	120.00 km	53.30 dBu *

Field is beyond distance of available terrain data

DE COMUNICACIONES
SMODAL S.A.
CASAL VILLACRES



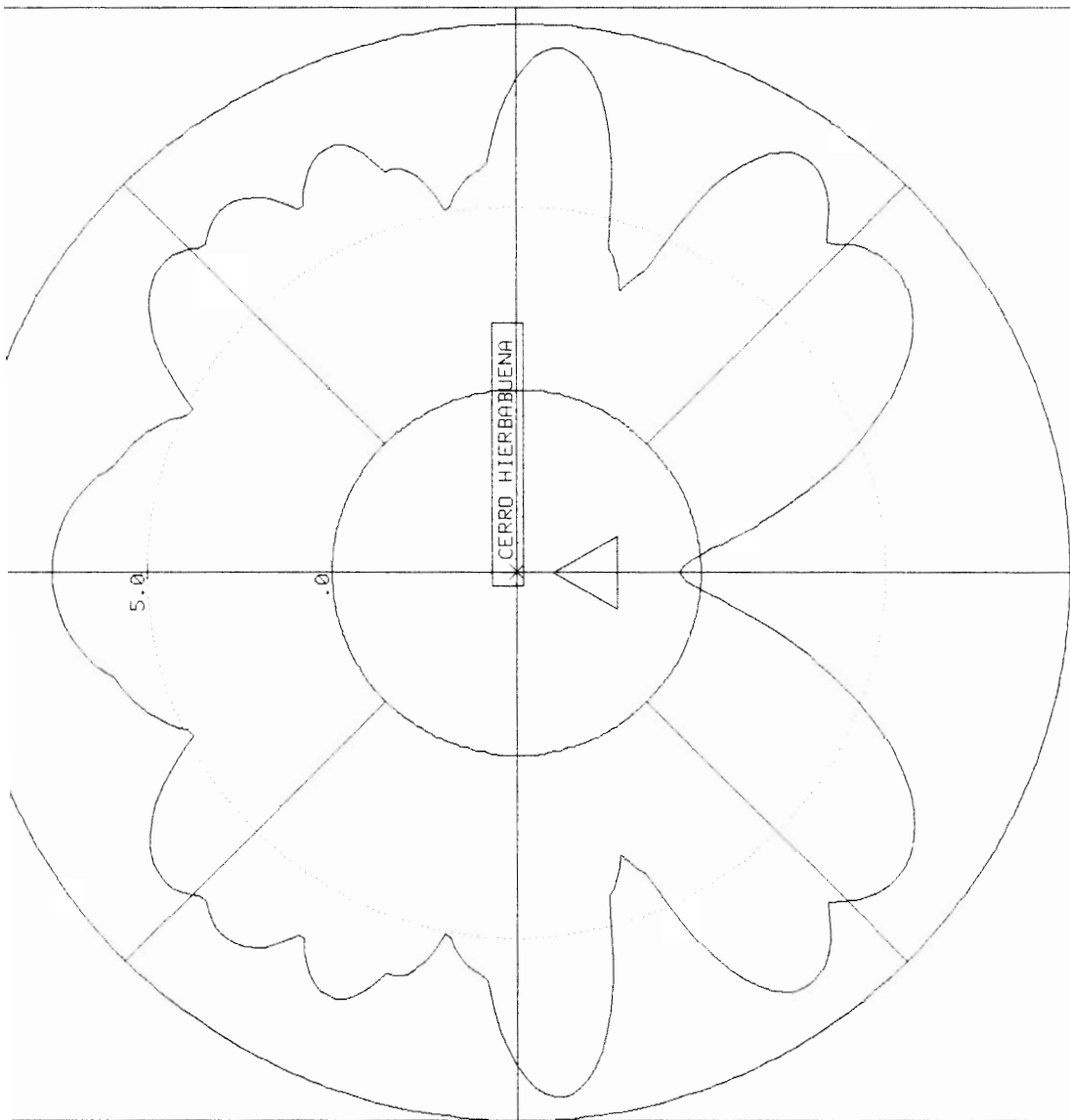
Scale 1: 2505854.



Rec ant 2.00 m AGL
457.775 MHz; k=1.333
Clear line of sight.
+ Fresnel zone obstruction.
X Blocked line of sight.

SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES



Antenna: 457.7750MHz 1.00m on #2 .50m face

CALCULOS DE PROPAGACION

TRANSMODAL



CERRO COROSO ==> MANABI

DATOS GENERALES

Frecuencia de operación -----	454.075 MHz
Distancia entre antenas -----	60 Km
Altura topográfica de Tx -----	760 m
Altura topográfica de Rx -----	4 m
Altura de antena Tx -----	40 m
Altura de antena Rx -----	1.5 m

DATOS TECNICOS

Potencia del transmisor -----	25 Vatios
Tipo de línea de transmisión Tx -----	Belden 9913
Perdidas en línea de transmisión Tx -----	3.489625 dB
Longitud línea de transmisión Tx -----	40 m
Tipo de línea de transmisión Rx -----	Ninguna
Perdidas en línea de transmisión Rx -----	0 dB
Longitud línea transmisión Rx -----	0 m
Perdidas totales línea transmisión -----	3.489625 dB

Perdidas por obstrucción -----	0 dB
Perdidas en Filtros usados -----	1.2 dB
Sensitividad del receptor -----	0.22 μ V
Sensitividad del receptor -----	- 120.1663 dBm
Ganancia de Antena Tx -----	12 dB
Ganancia de Antena Rx -----	0 dB

RESULTADOS

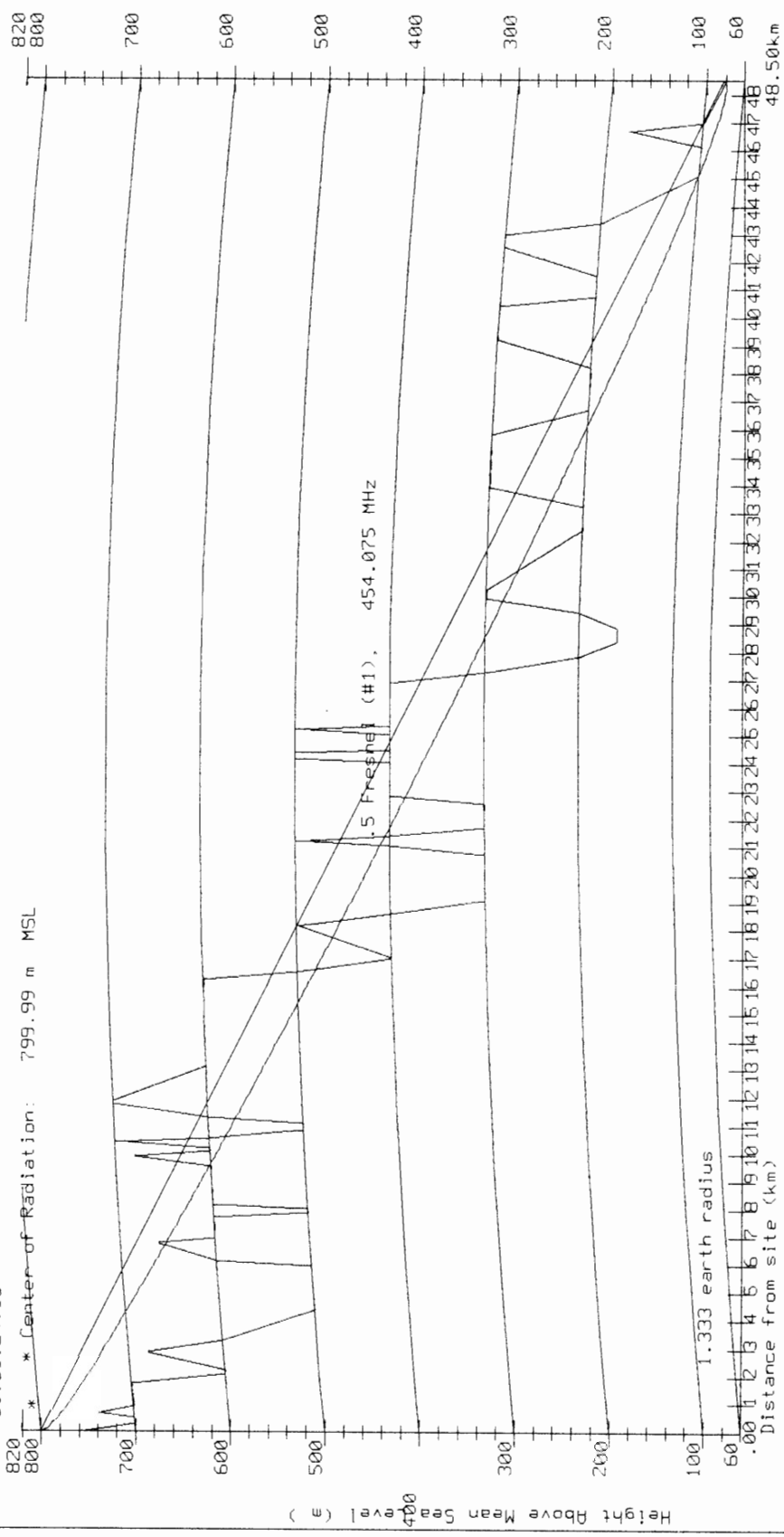
Potencia Efectiva Irradiada -----	52.50549 dBm
Potencia Efectiva Irradiada -----	178.0528 Vatios
Atenuación de espacio libre -----	121.2053 dB
Nivel de recepción -----	- 69.89979 dBm
Intensidad de Campo Eléctrico -----	822.4785 μ V/m
Margen de desvanecimiento -----	50.26654 dB

CERRO COROSO

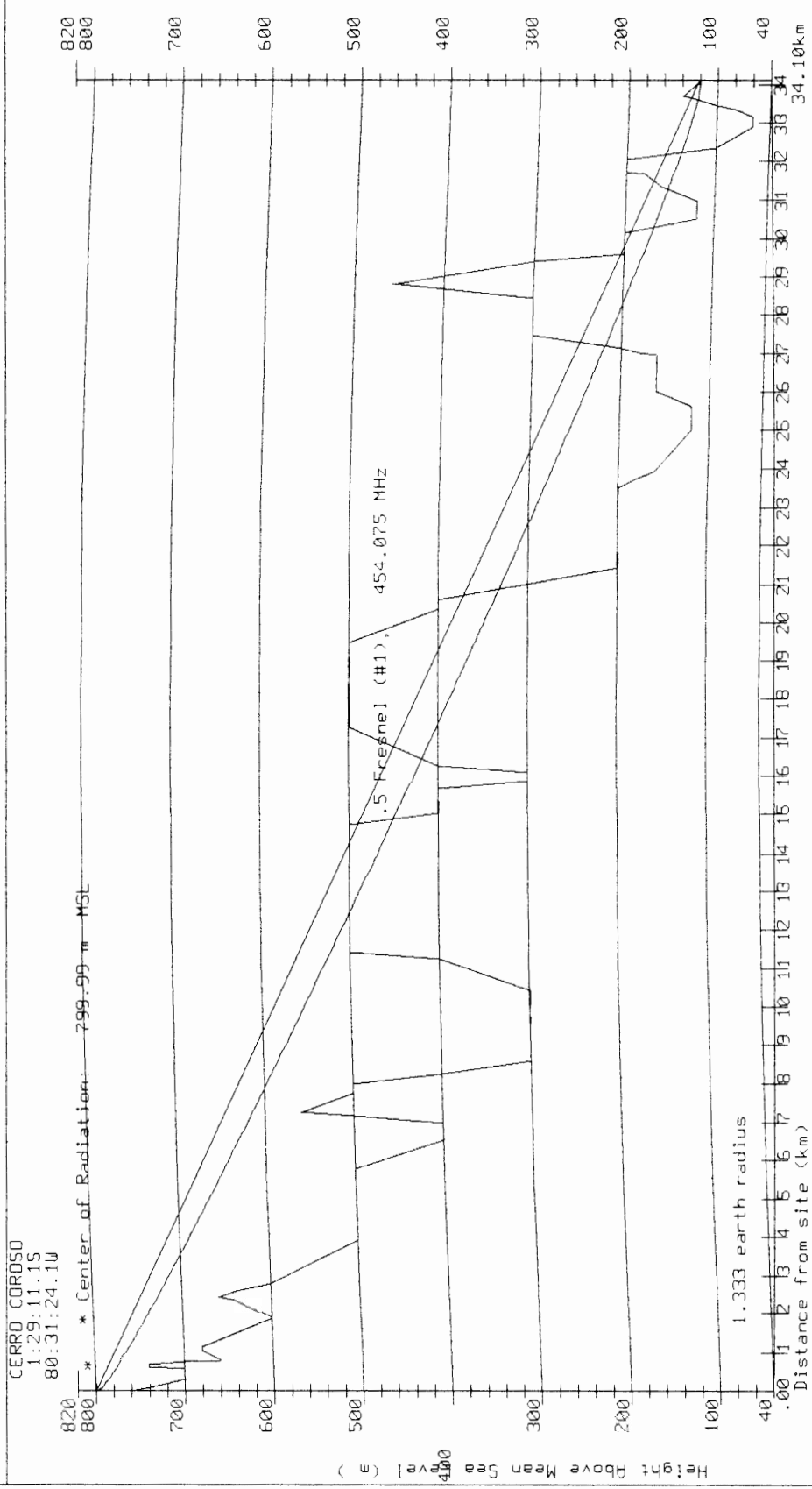
1:29:11.15

80:31:24.1U

* Center of Radiation: 799.99 m MSL



SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

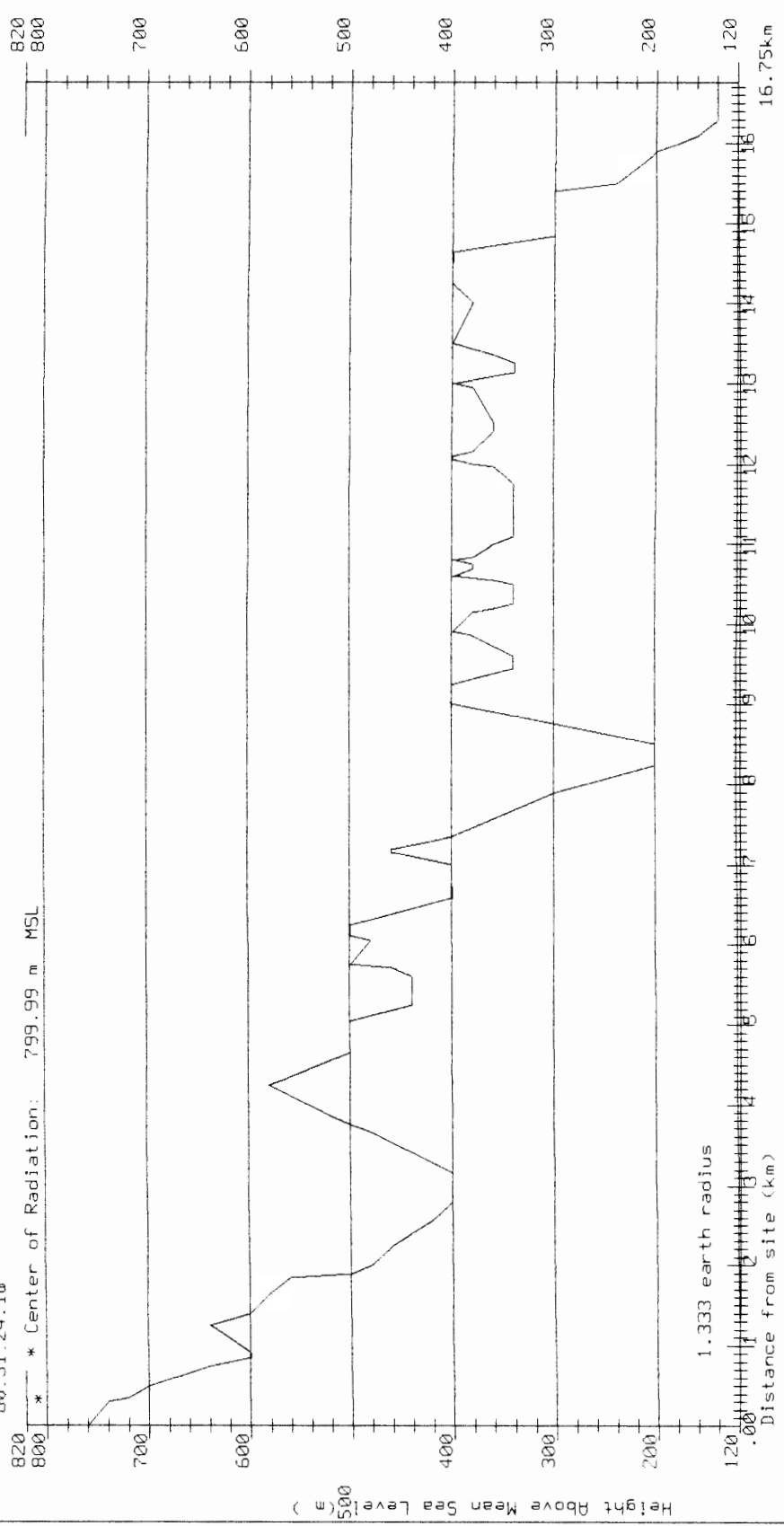


SISTEMA DE COMUNICACIONES
 TRANSMODAL S.A.
 HUGO CASAL VILLACRES

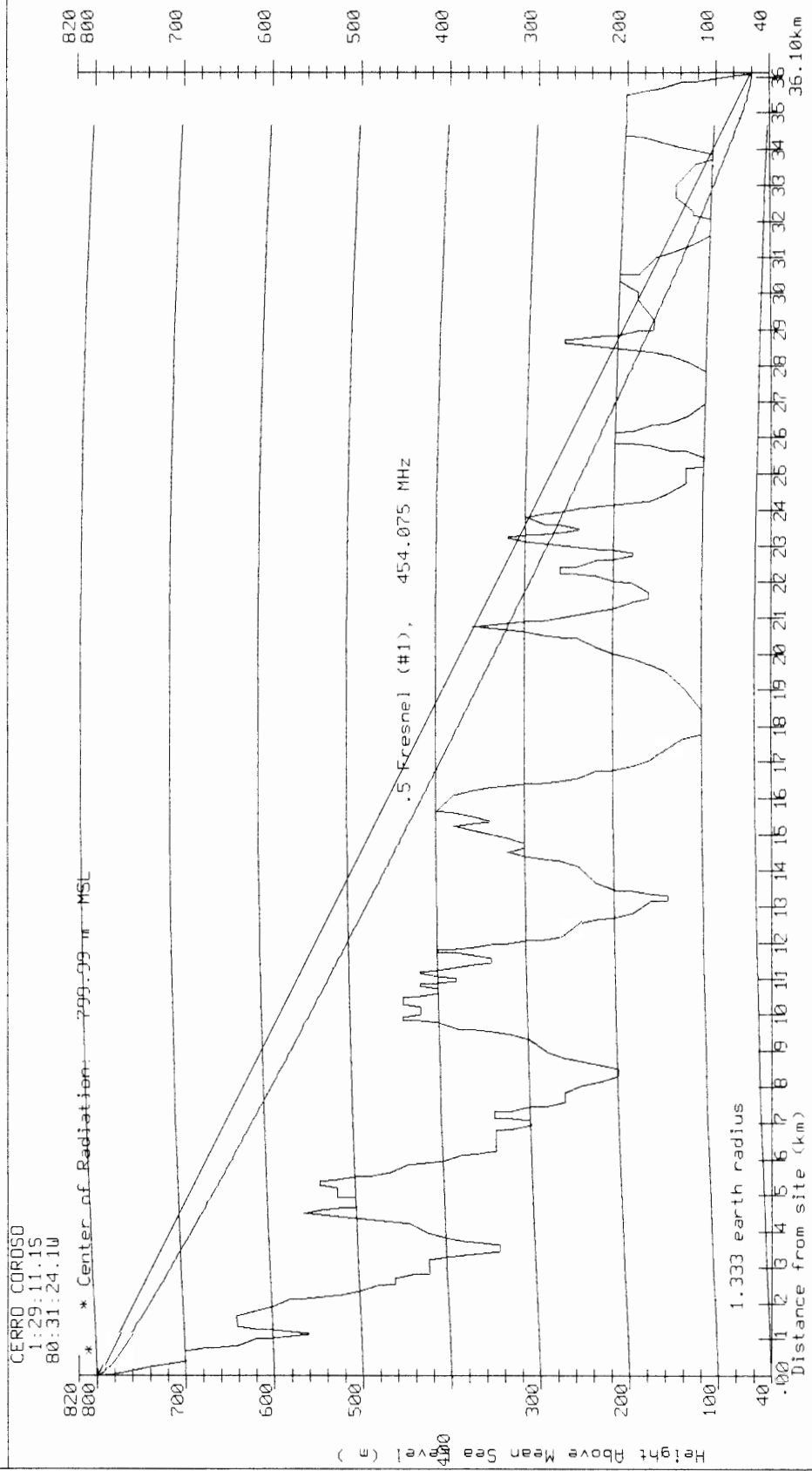
CERRO CORDOSO

1:29:11.15
80:31:24.10

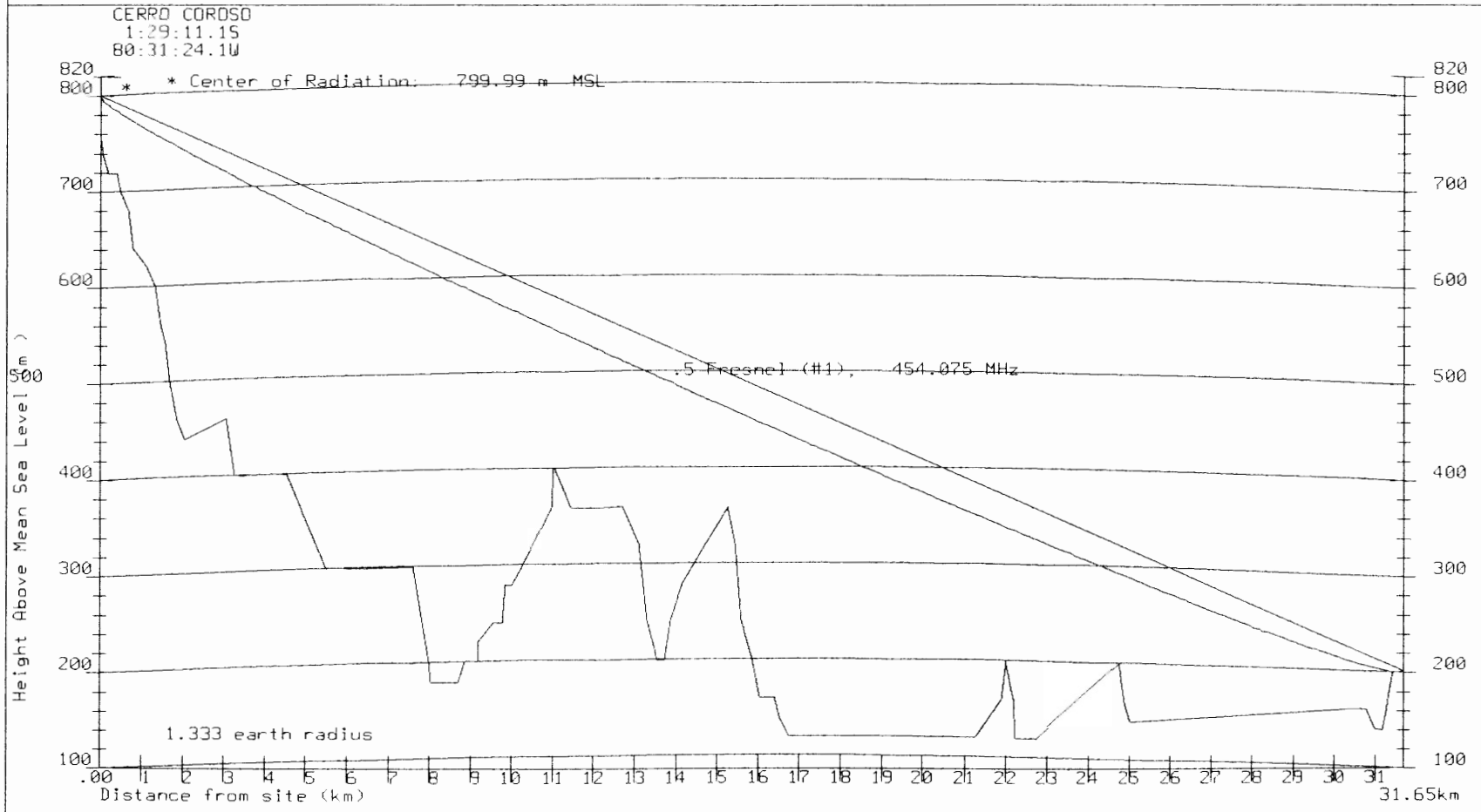
* Center of Radiation: 799.99 m MSL



SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES



SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

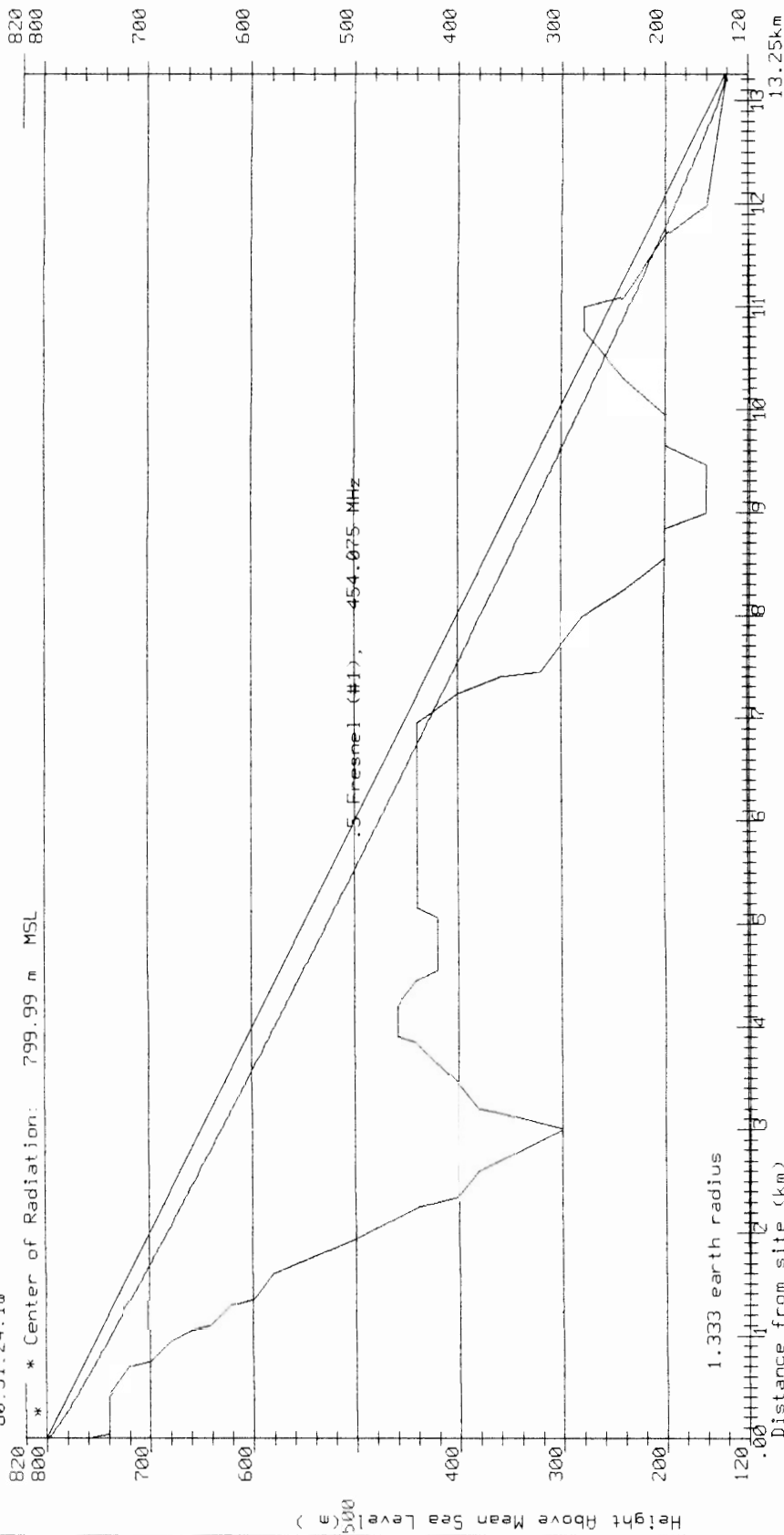


SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

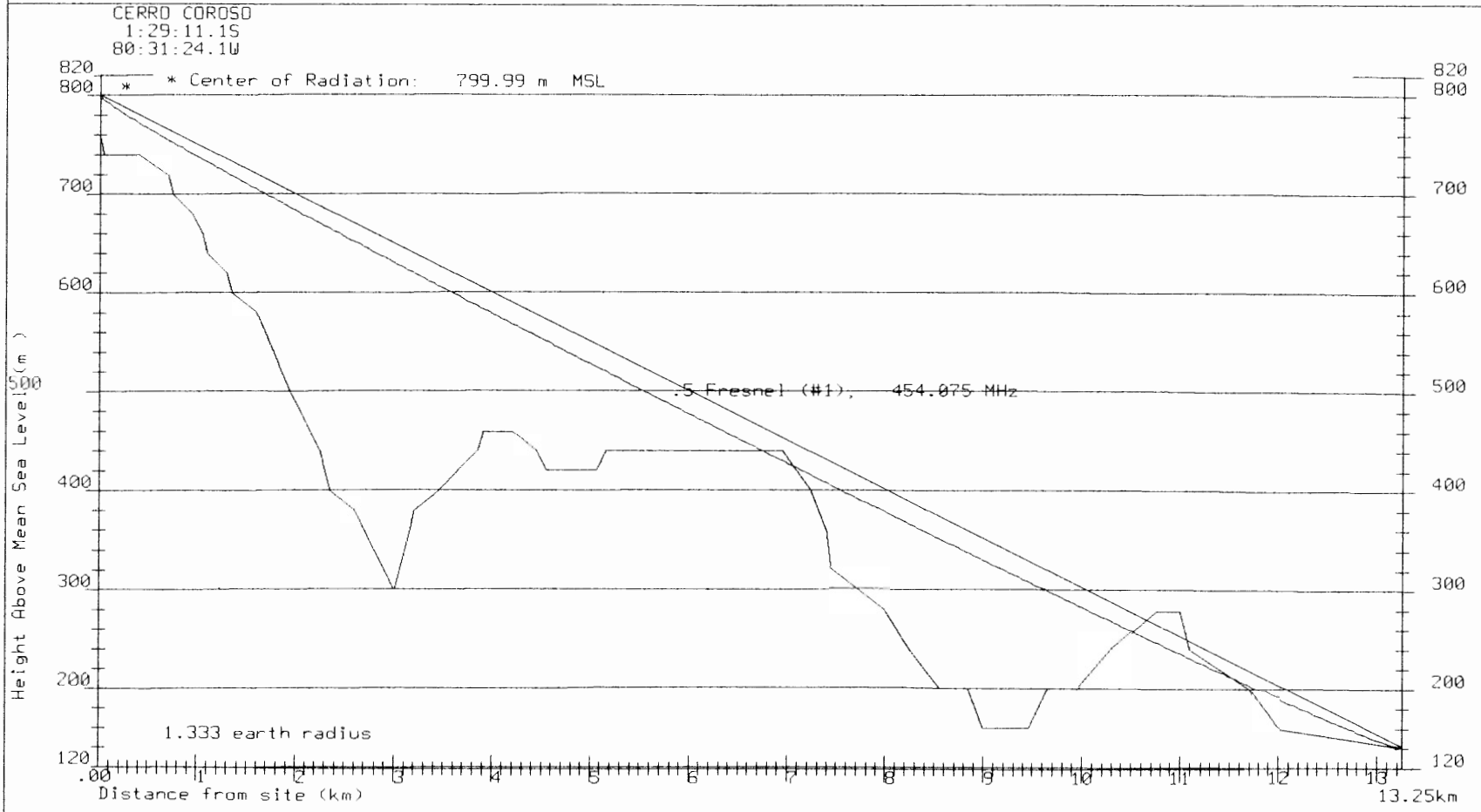
CERRO CORUSO

1:29:11.15
80:31:24.1W

* Center of Radiation: 799.99 m MSL



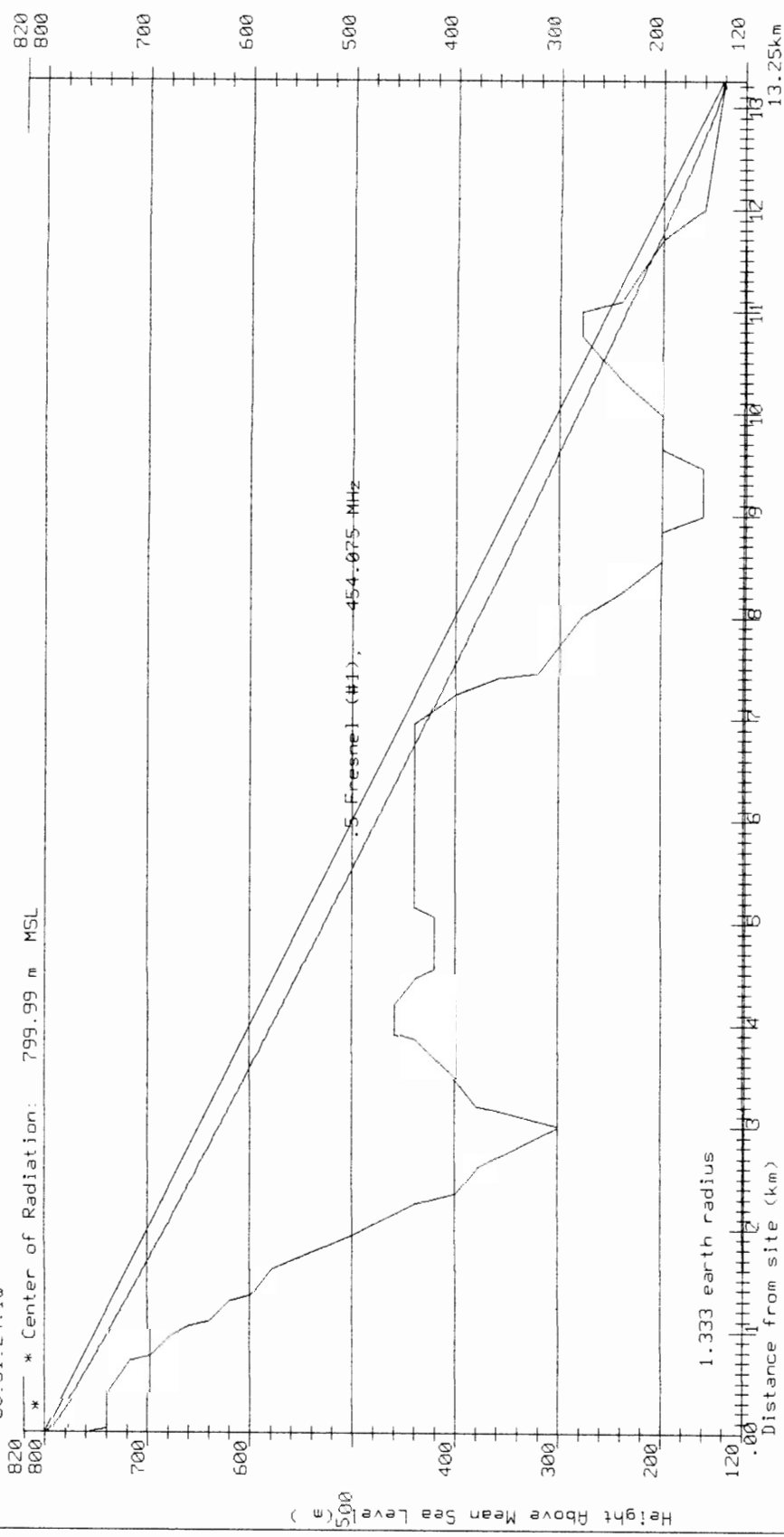
SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES



SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO COROSO
1:29:11.15
80:31:24.1W

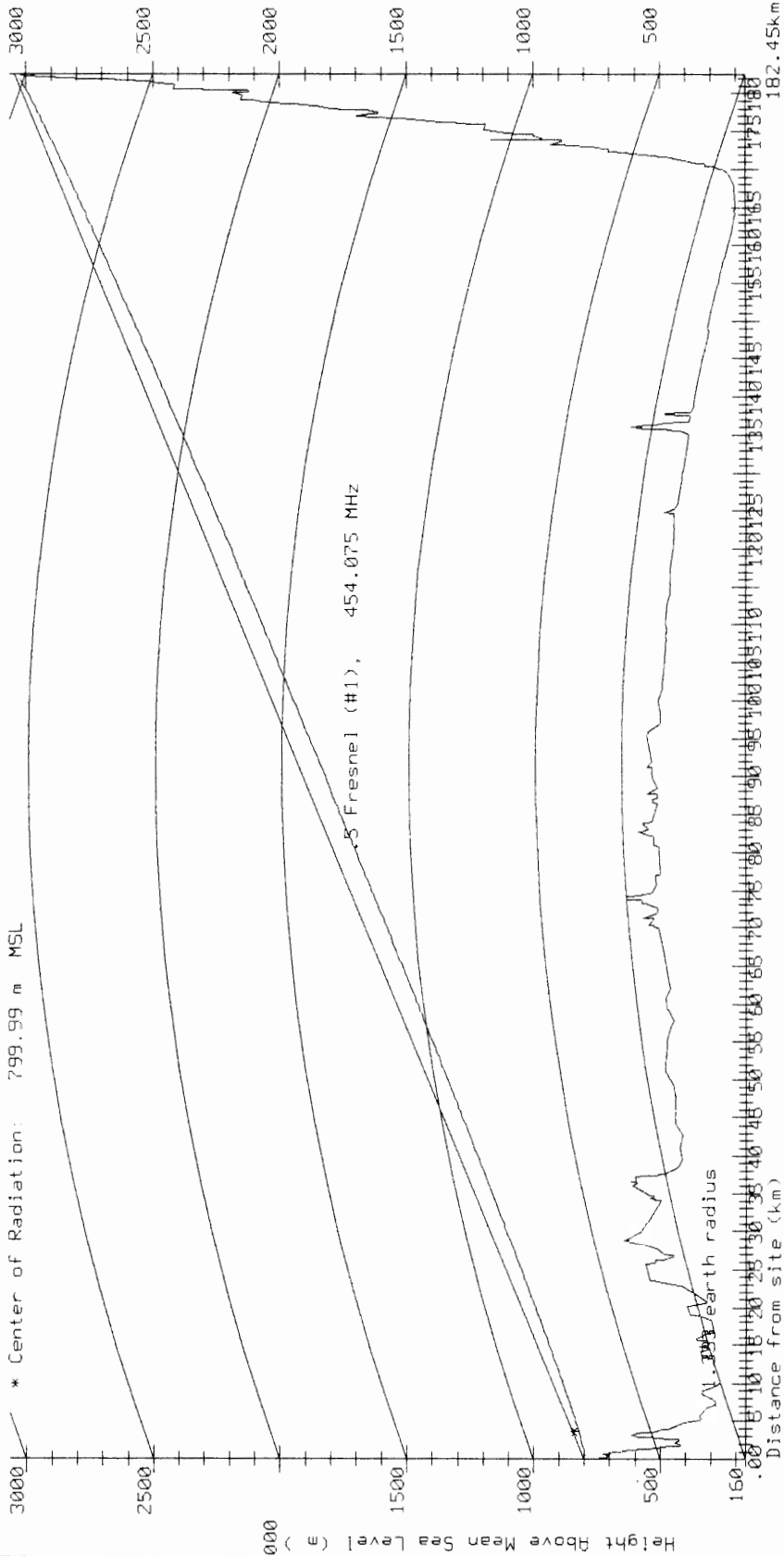
* Center of Radiation: 799.99 m MSL



SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO CORDOSO
1:29:11.15
80:31:24.1W

* Center of Radiation: 799.99 m MSL

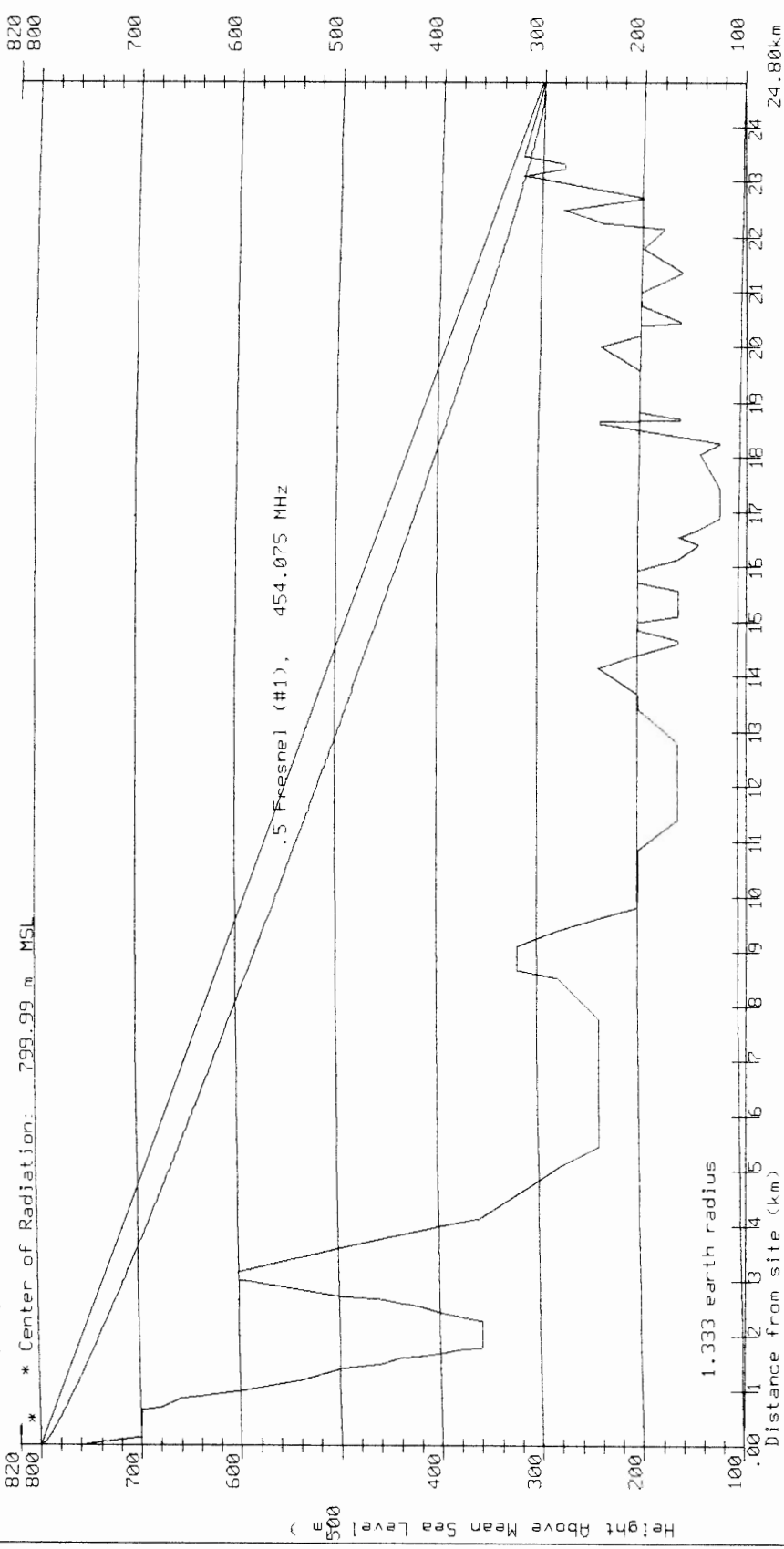


SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO COROSO

1:29:11.1S
80:31:24.1W

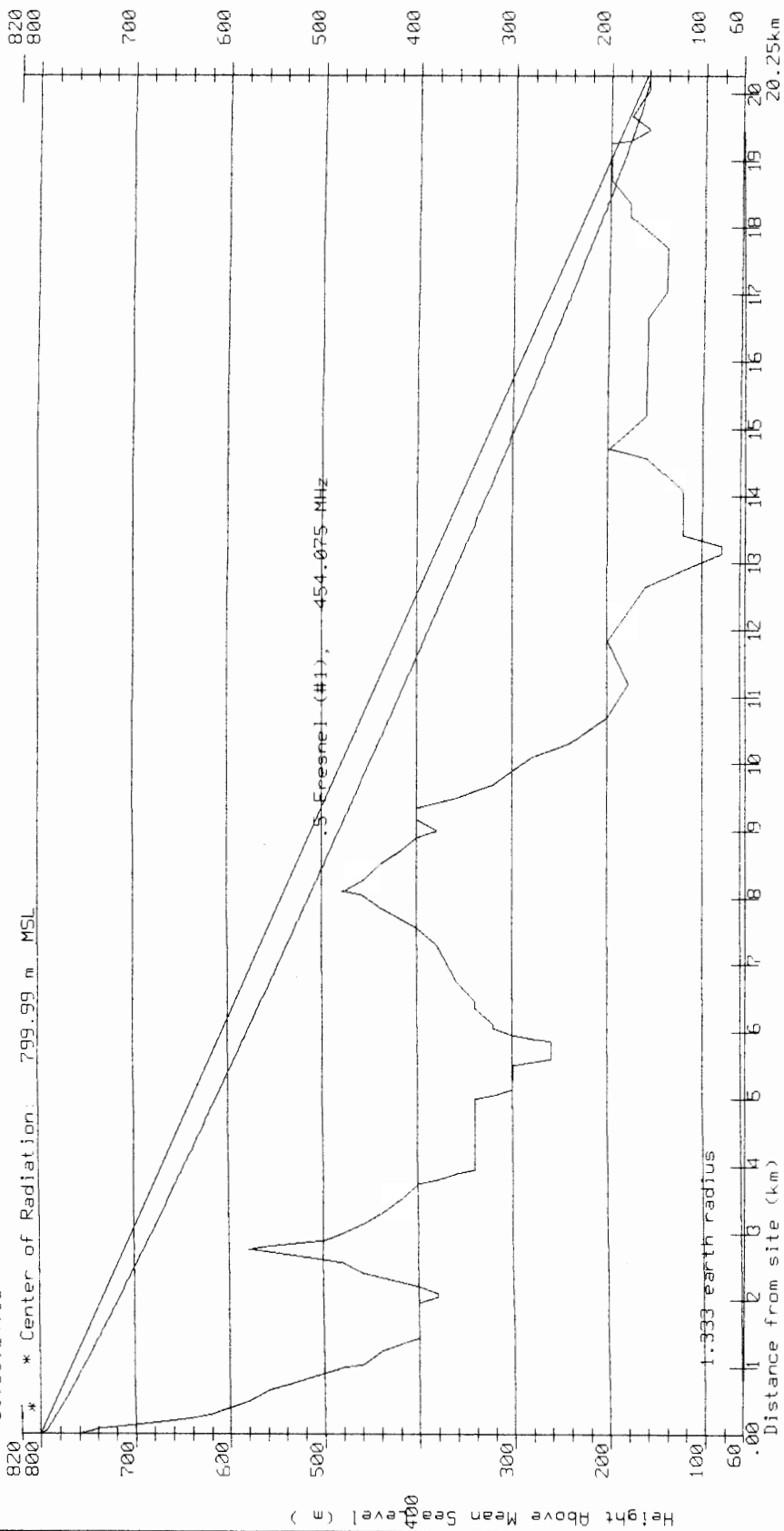
* Center of Radiation: 799.99 m MSL



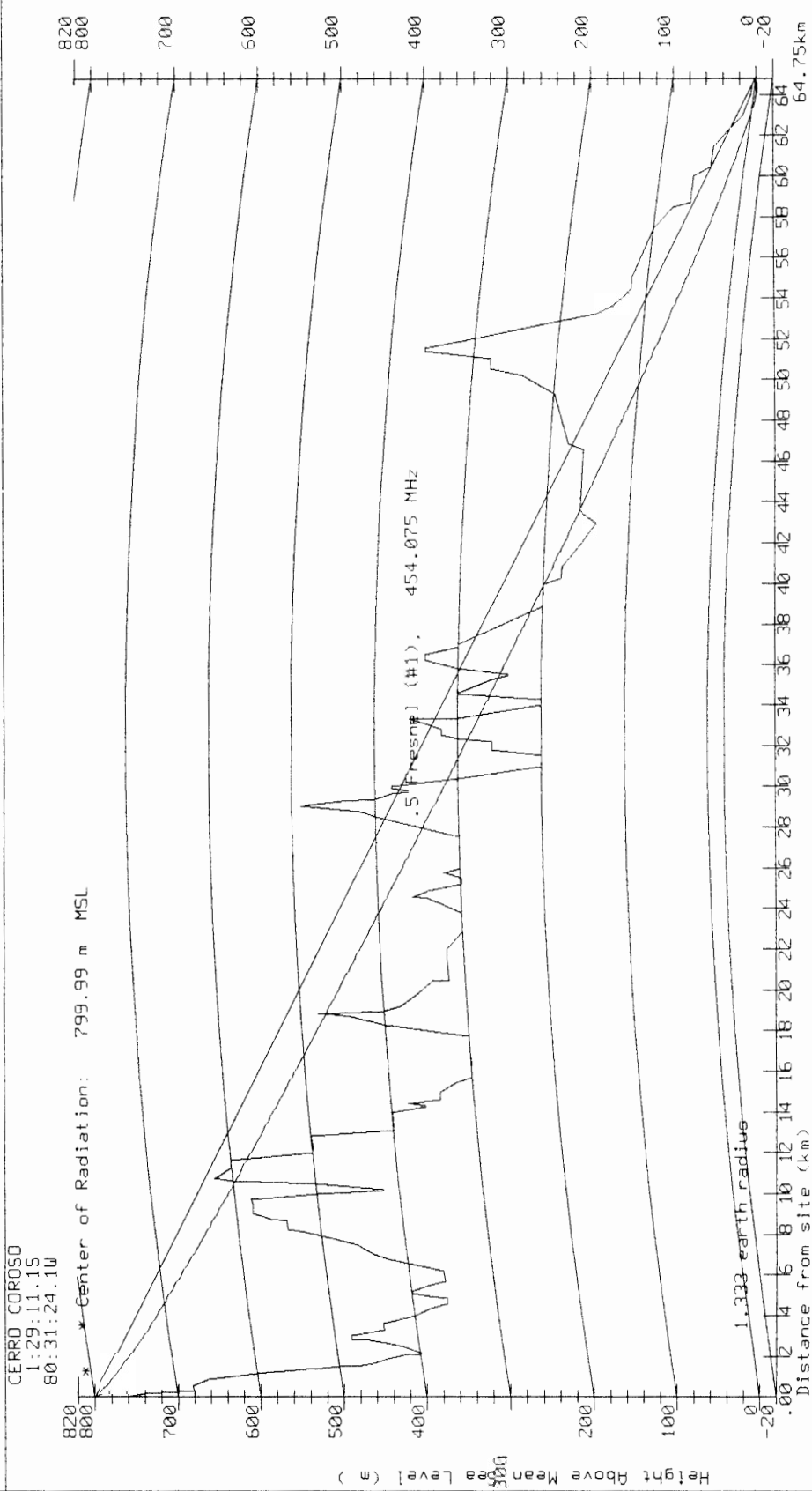
SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO COROSO
1:29:11.15
80:31:24.1W

* Center of Radiation: 799.99 m MSL



SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

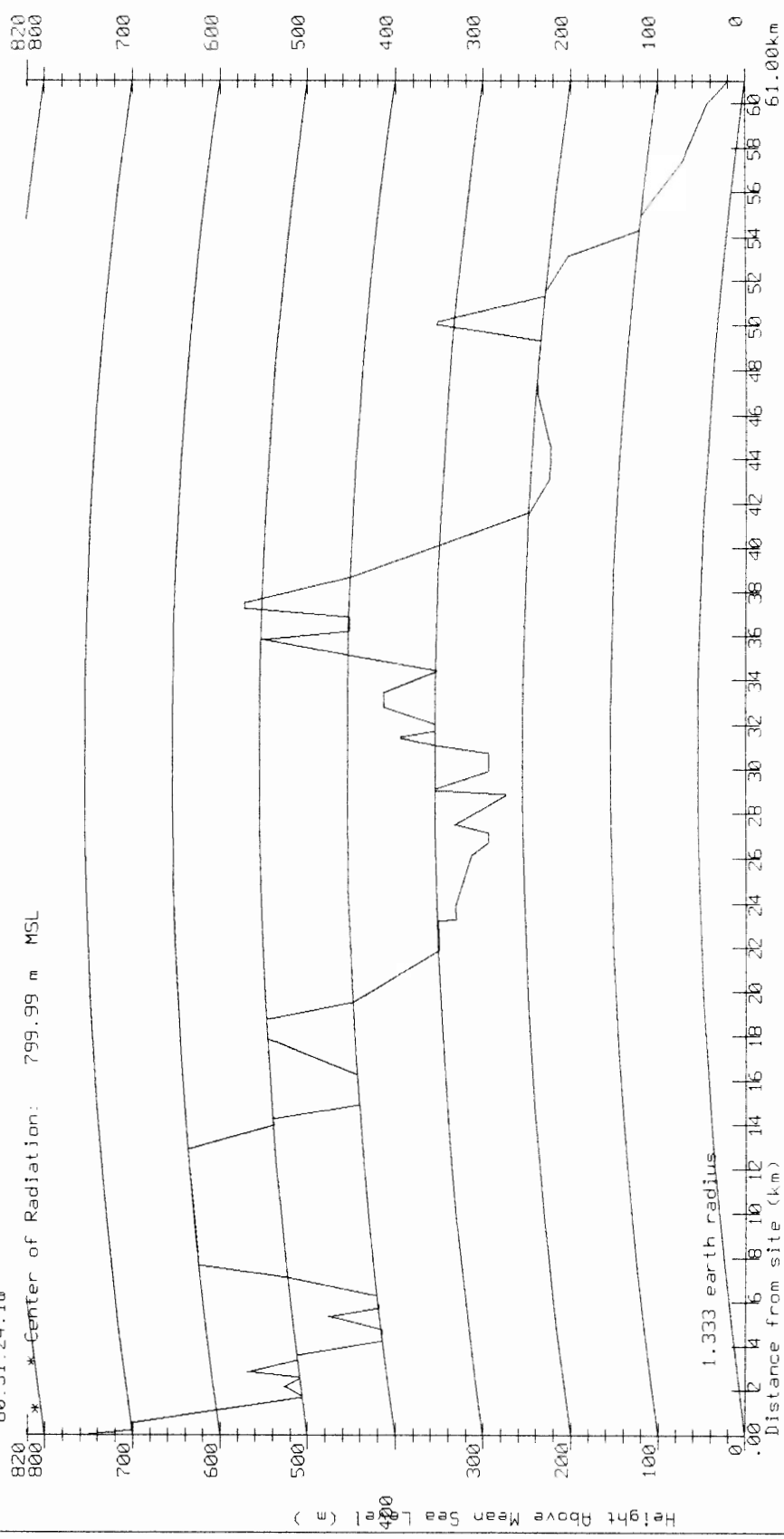


SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

CERRO CORSO

1:29:11.15
80:31:24.1W

* Center of Radiation: 799.99 m MSL



SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES

PUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

OROSO <=> MANABI

IA DE MANABI; CERRO COROSO

r Latitude: 1:29:11.1S Longitude: 80:31:24.1W

r center of radiation: 800.0 m AMSL (40.00 m AGL)

: 454.0750 MHz; Power: 51.279 W

ntenna: 2.0 m AGL; 1.333 earth curvature

ased on peak attenuation at inflection points.

s written to file FLD0001.TUN for plotting.

1.279 W	.01 km	134.02 dBu
1.279 W	5.01 km	50.86 dBu
1.279 W	10.01 km	40.99 dBu
1.279 W	15.01 km	25.75 dBu
1.279 W	20.01 km	-93.02 dBu
1.279 W	25.01 km	-53.83 dBu
1.279 W	30.01 km	-99.37 dBu
1.279 W	35.01 km	-46.98 dBu
1.279 W	40.01 km	-13.68 dBu
1.279 W	45.01 km	-156.77 dBu
1.279 W	50.01 km	-138.61 dBu *
1.279 W	55.01 km	-91.95 dBu *
1.279 W	60.01 km	-57.57 dBu *
1.279 W	65.01 km	-33.34 dBu *
1.279 W	70.01 km	-19.27 dBu *
1.279 W	75.01 km	-10.33 dBu *
1.279 W	80.01 km	-3.76 dBu *
1.279 W	85.01 km	1.00 dBu *
1.279 W	90.01 km	4.33 dBu *
1.279 W	95.01 km	6.22 dBu *
1.279 W	100.00 km	7.23 dBu !
1.279 W	.01 km	134.02 dBu
1.279 W	5.01 km	71.47 dBu
1.279 W	10.01 km	17.27 dBu
1.279 W	15.01 km	32.40 dBu
1.279 W	20.01 km	43.07 dBu
1.279 W	25.01 km	-44.09 dBu
1.279 W	30.01 km	-19.84 dBu
1.279 W	35.01 km	-21.59 dBu *
1.279 W	40.01 km	21.14 dBu *

ted field is beyond distance of available terrain data
 ted field is beyond TWICE the distance of terrain data
 re unreliable; recompute with additional terrain data.

DE COMUNICACIONES

SMODAL S.A.

CASAL VILLACRES

PUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

1.279 W	45.01 km	32.89 dBu *
1.279 W	50.01 km	37.39 dBu *
1.279 W	55.01 km	42.24 dBu *
1.279 W	60.01 km	46.10 dBu *
1.279 W	65.01 km	48.83 dBu *
1.279 W	70.01 km	50.12 dBu !
1.279 W	75.01 km	50.66 dBu !
1.279 W	80.01 km	50.94 dBu !
1.279 W	85.01 km	51.03 dBu !
1.279 W	90.01 km	50.96 dBu !
1.279 W	95.01 km	50.78 dBu !
1.279 W	100.00 km	50.49 dBu !
1.279 W	.01 km	134.02 dBu
1.279 W	5.01 km	60.45 dBu
1.279 W	10.01 km	64.62 dBu
1.279 W	15.01 km	9.96 dBu
1.279 W	20.01 km	2.94 dBu *
1.279 W	25.01 km	61.12 dBu *
1.279 W	30.01 km	64.47 dBu *
1.279 W	35.01 km	63.14 dBu !
1.279 W	40.01 km	61.98 dBu !
1.279 W	45.01 km	60.95 dBu !
1.279 W	50.01 km	60.04 dBu !
1.279 W	55.01 km	59.21 dBu !
1.279 W	60.01 km	58.45 dBu !
1.279 W	65.01 km	57.76 dBu !
1.279 W	70.01 km	57.12 dBu !
1.279 W	75.01 km	56.52 dBu !
1.279 W	80.01 km	55.96 dBu !
1.279 W	85.01 km	55.43 dBu !
1.279 W	90.01 km	54.93 dBu !
1.279 W	95.01 km	54.46 dBu !
1.279 W	100.00 km	54.02 dBu !
1.279 W	.01 km	125.28 dBu
1.279 W	5.01 km	60.25 dBu
1.279 W	10.01 km	43.23 dBu
1.279 W	15.01 km	63.86 dBu
1.279 W	20.01 km	27.14 dBu
1.279 W	25.01 km	-72.60 dBu
1.279 W	30.01 km	18.11 dBu
1.279 W	35.01 km	56.48 dBu

ted field is beyond distance of available terrain data
ted field is beyond TWICE the distance of terrain data
re unreliable; recompute with additional terrain data.

DE COMUNICACIONES

SMODAL S.A.

CASAL VILLACRES

PUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

51.279 W	40.01 km	24.49 dBu *
51.279 W	45.01 km	48.16 dBu *
51.279 W	50.01 km	53.60 dBu *
51.279 W	55.01 km	52.79 dBu *
51.279 W	60.01 km	52.04 dBu *
51.279 W	65.01 km	51.36 dBu *
51.279 W	70.01 km	50.72 dBu *
51.279 W	75.01 km	50.13 dBu !
51.279 W	80.01 km	49.57 dBu !
51.279 W	85.01 km	49.05 dBu !
51.279 W	90.01 km	48.56 dBu !
51.279 W	95.01 km	48.09 dBu !
51.279 W	100.00 km	47.65 dBu !
51.279 W	.01 km	134.02 dBu
51.279 W	5.01 km	70.01 dBu
51.279 W	10.01 km	74.01 dBu
51.279 W	15.01 km	70.49 dBu
51.279 W	20.01 km	41.13 dBu
51.279 W	25.01 km	37.86 dBu
51.279 W	30.01 km	64.47 dBu
51.279 W	35.01 km	63.14 dBu *
51.279 W	40.01 km	61.98 dBu *
51.279 W	45.01 km	60.95 dBu *
51.279 W	50.01 km	60.04 dBu *
51.279 W	55.01 km	59.21 dBu *
51.279 W	60.01 km	58.45 dBu *
51.279 W	65.01 km	57.76 dBu !
51.279 W	70.01 km	57.12 dBu !
51.279 W	75.01 km	56.52 dBu !
51.279 W	80.01 km	55.96 dBu !
51.279 W	85.01 km	55.43 dBu !
51.279 W	90.01 km	54.93 dBu !
51.279 W	95.01 km	54.46 dBu !
51.279 W	100.00 km	54.02 dBu !
51.279 W	.01 km	134.02 dBu
51.279 W	5.01 km	80.02 dBu
51.279 W	10.01 km	55.53 dBu
51.279 W	15.01 km	70.49 dBu *
51.279 W	20.01 km	67.99 dBu *
51.279 W	25.01 km	66.06 dBu *
51.279 W	30.01 km	64.47 dBu !

puted field is beyond distance of available terrain data
 uted field is beyond TWICE the distance of terrain data
 are unreliable; recompute with additional terrain data.

DE COMUNICACIONES

SMODAL S.A.

CASAL VILLACRES

PUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

51.279 W	35.01 km	63.14 dBu !
51.279 W	40.01 km	61.98 dBu !
51.279 W	45.01 km	60.95 dBu !
51.279 W	50.01 km	60.04 dBu !
51.279 W	55.01 km	59.21 dBu !
51.279 W	60.01 km	58.45 dBu !
51.279 W	65.01 km	57.76 dBu !
51.279 W	70.01 km	57.12 dBu !
51.279 W	75.01 km	56.52 dBu !
51.279 W	80.01 km	55.96 dBu !
51.279 W	85.01 km	55.43 dBu !
51.279 W	90.01 km	54.93 dBu !
51.279 W	95.01 km	54.46 dBu !
51.279 W	100.00 km	54.02 dBu !
51.279 W	.01 km	134.02 dBu
51.279 W	5.01 km	40.21 dBu
51.279 W	10.01 km	58.84 dBu
51.279 W	15.01 km	47.47 dBu
51.279 W	20.01 km	67.99 dBu
51.279 W	25.01 km	66.06 dBu
51.279 W	30.01 km	41.36 dBu
51.279 W	35.01 km	47.92 dBu
51.279 W	40.01 km	-67.47 dBu
51.279 W	45.01 km	-21.86 dBu
51.279 W	50.01 km	4.99 dBu
51.279 W	55.01 km	21.73 dBu
51.279 W	60.01 km	31.16 dBu
51.279 W	65.01 km	39.12 dBu
51.279 W	70.01 km	52.63 dBu
51.279 W	75.01 km	-3.02 dBu
51.279 W	80.01 km	-1.18 dBu
51.279 W	85.01 km	-14.74 dBu
51.279 W	90.01 km	-1.91 dBu
51.279 W	95.01 km	25.27 dBu
51.279 W	100.00 km	-14.08 dBu
51.279 W	.01 km	134.02 dBu
51.279 W	5.01 km	48.54 dBu
51.279 W	10.01 km	46.39 dBu
51.279 W	15.01 km	46.82 dBu
51.279 W	20.01 km	63.22 dBu
51.279 W	25.01 km	64.27 dBu *

puted field is beyond distance of available terrain data
 uted field is beyond TWICE the distance of terrain data
 are unreliable; recompute with additional terrain data.

. DE COMUNICACIONES

SMODAL S.A.

CASAL VILLACRES

PUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

51.279 W	30.01 km	64.47 dBu *
51.279 W	35.01 km	63.14 dBu *
51.279 W	40.01 km	61.98 dBu *
51.279 W	45.01 km	60.95 dBu *
51.279 W	50.01 km	60.04 dBu !
51.279 W	55.01 km	59.21 dBu !
51.279 W	60.01 km	58.45 dBu !
51.279 W	65.01 km	57.76 dBu !
51.279 W	70.01 km	57.12 dBu !
51.279 W	75.01 km	56.52 dBu !
51.279 W	80.01 km	55.96 dBu !
51.279 W	85.01 km	55.43 dBu !
51.279 W	90.01 km	54.93 dBu !
51.279 W	95.01 km	54.46 dBu !
51.279 W	100.00 km	54.02 dBu !
51.279 W	.01 km	134.02 dBu
51.279 W	5.01 km	51.11 dBu
51.279 W	10.01 km	19.37 dBu
51.279 W	15.01 km	41.51 dBu
51.279 W	20.01 km	45.17 dBu
51.279 W	25.01 km	66.06 dBu *
51.279 W	30.01 km	64.47 dBu *
51.279 W	35.01 km	63.14 dBu *
51.279 W	40.01 km	61.98 dBu *
51.279 W	45.01 km	60.95 dBu !
51.279 W	50.01 km	60.04 dBu !
51.279 W	55.01 km	59.21 dBu !
51.279 W	60.01 km	58.45 dBu !
51.279 W	65.01 km	57.76 dBu !
51.279 W	70.01 km	57.12 dBu !
51.279 W	75.01 km	56.52 dBu !
51.279 W	80.01 km	55.96 dBu !
51.279 W	85.01 km	55.43 dBu !
51.279 W	90.01 km	54.93 dBu !
51.279 W	95.01 km	54.46 dBu !
51.279 W	100.00 km	54.02 dBu !
51.279 W	.01 km	134.02 dBu
51.279 W	5.01 km	80.02 dBu
51.279 W	10.01 km	38.96 dBu
51.279 W	15.01 km	-38.47 dBu
51.279 W	20.01 km	-6.97 dBu

puted field is beyond distance of available terrain data
 uted field is beyond TWICE the distance of terrain data
 are unreliable; recompute with additional terrain data.

DE COMUNICACIONES

SMODAL S.A.

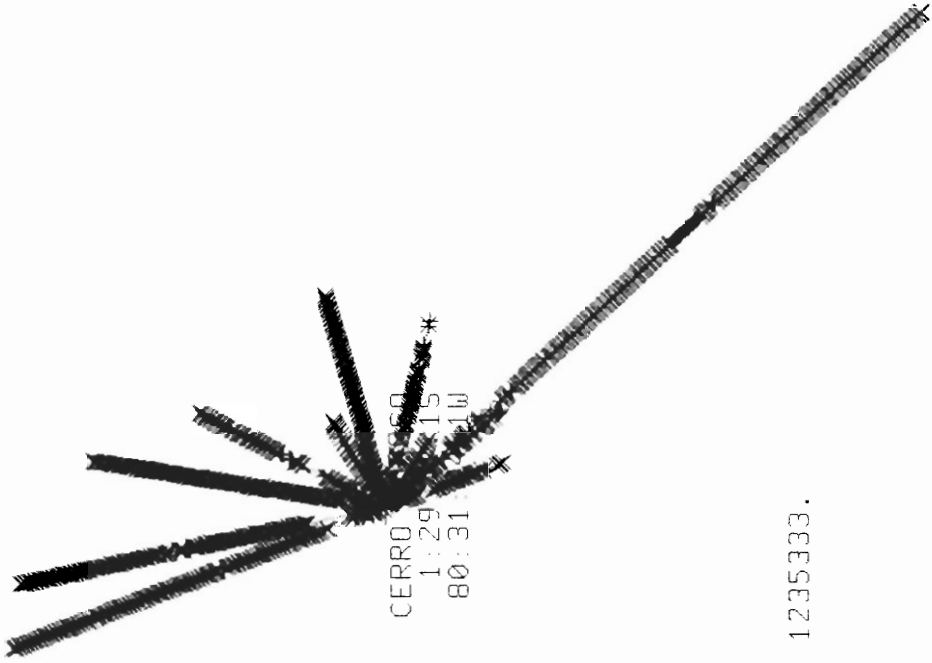
CASAL VILLACRES

PUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

51.279 W	25.01 km	4.30 dBu
51.279 W	30.01 km	24.12 dBu
51.279 W	35.01 km	-25.64 dBu
51.279 W	40.01 km	-59.94 dBu
51.279 W	45.01 km	-36.36 dBu
51.279 W	50.01 km	41.27 dBu
51.279 W	55.01 km	-24.52 dBu
51.279 W	60.01 km	-38.55 dBu
51.279 W	65.01 km	-67.01 dBu *
51.279 W	70.01 km	-25.37 dBu *
51.279 W	75.01 km	-4.92 dBu *
51.279 W	80.01 km	6.58 dBu *
51.279 W	85.01 km	12.92 dBu *
51.279 W	90.01 km	17.04 dBu *
51.279 W	95.01 km	19.95 dBu *
51.279 W	100.00 km	21.81 dBu *
51.279 W	.01 km	134.02 dBu
51.279 W	5.01 km	80.02 dBu
51.279 W	10.01 km	74.01 dBu
51.279 W	15.01 km	11.51 dBu
51.279 W	20.01 km	15.09 dBu
51.279 W	25.01 km	15.77 dBu
51.279 W	30.01 km	4.83 dBu
51.279 W	35.01 km	62.34 dBu
51.279 W	40.01 km	-1.30 dBu
51.279 W	45.01 km	-21.87 dBu
51.279 W	50.01 km	25.56 dBu
51.279 W	55.01 km	-57.48 dBu
51.279 W	60.01 km	-63.05 dBu
51.279 W	65.01 km	-46.88 dBu *
51.279 W	70.01 km	-26.77 dBu *
51.279 W	75.01 km	-15.60 dBu *
51.279 W	80.01 km	-8.33 dBu *
51.279 W	85.01 km	-3.43 dBu *
51.279 W	90.01 km	.14 dBu *
51.279 W	95.01 km	2.72 dBu *
51.279 W	100.00 km	4.45 dBu *

puted field is beyond distance of available terrain data
puted field is beyond TWICE the distance of terrain data
are unreliable; recompute with additional terrain data.

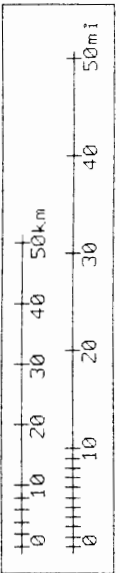
DE COMUNICACIONES
ISMODAL S.A.
CASAL VILLACRES



CERRO
 1:29
 80:31

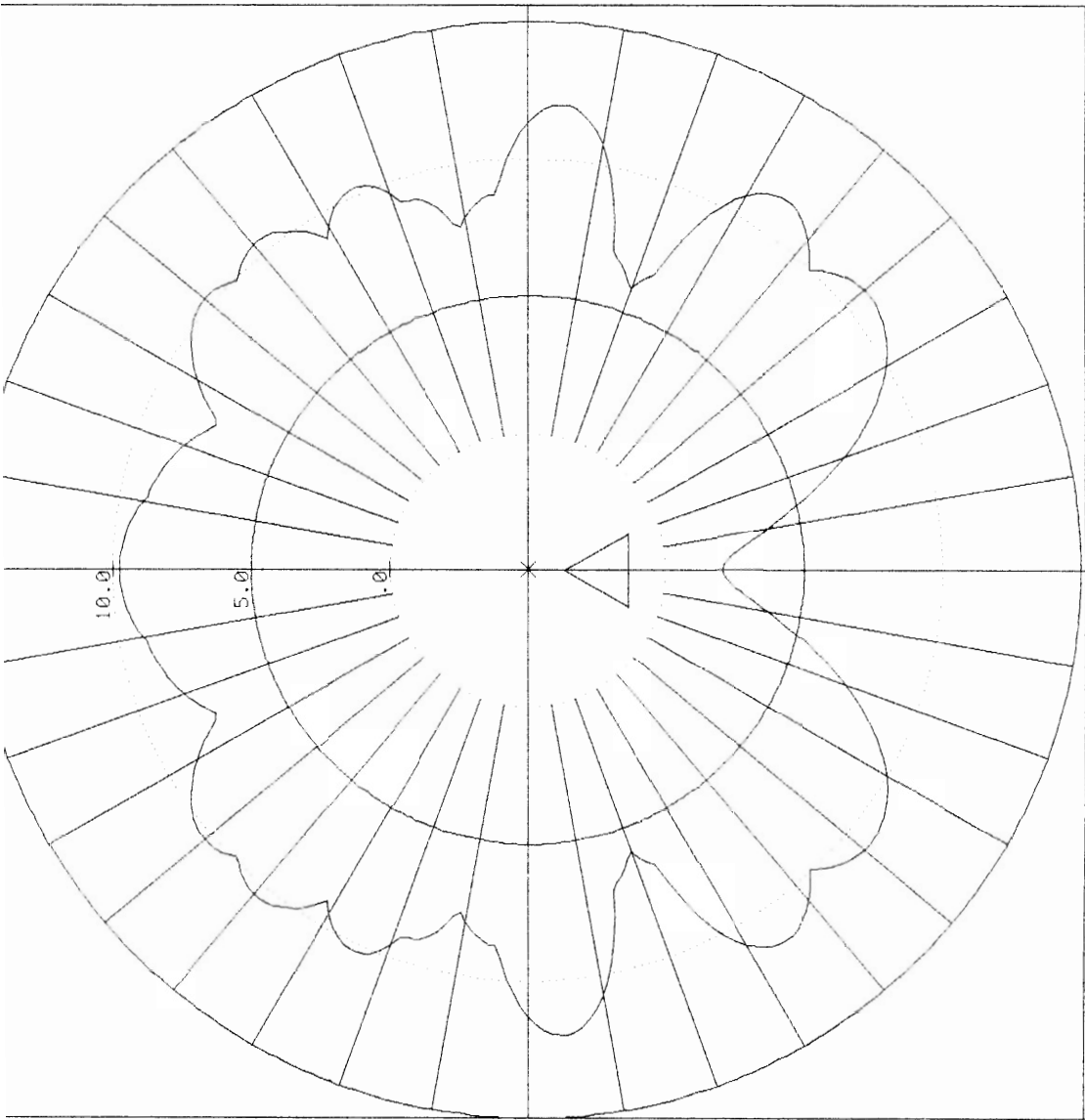
Rec ant 2.00 m AGL
 454.075 MHz; k=1.333
 Clear line of sight.
 + Fresnel zone obstruction.
 X Blocked line of sight.

Scale 1: 1235333.



SISTEMA DE COMUNICACIONES
 TRANSMODAL S.A.
 HUGO CASAL VILLACRES

HUGO CASAL VILLACRES
SISTEMA DE COMUNICACION
TRANSMODAL S.A.



Antenna: 454.0750MHz 1.00m on #2 .50m face

CERRO CORDOSO

CALCULOS DE PROPAGACION

TRANSMODAL

CERRO COROSO \longleftrightarrow CERRO HIERBABUENA

DATOS GENERALES

Latitud de Recepción -----	2, 43, 36, S
Longitud de Recepción -----	79, 26, 52, W
Latitud de Transmisión -----	1, 29, 11.1, S
Longitud de Transmisión -----	80, 31, 24.1, W
Azimuth -----	139.106 Grados
Frecuencia de operación -----	457.775 MHz
Distancia entre Antenas -----	182.391 Km
Altura topográfica de Tx -----	760 m
Altura topográfica de Rx -----	3200 m
Altura de Antena Tx -----	36 m
Altura de Antena Rx -----	28 m

DATOS TECNICOS

Potencia del Transmisor -----	25 Vatios
Tipo de línea de transmisión Tx -----	Belden 9913

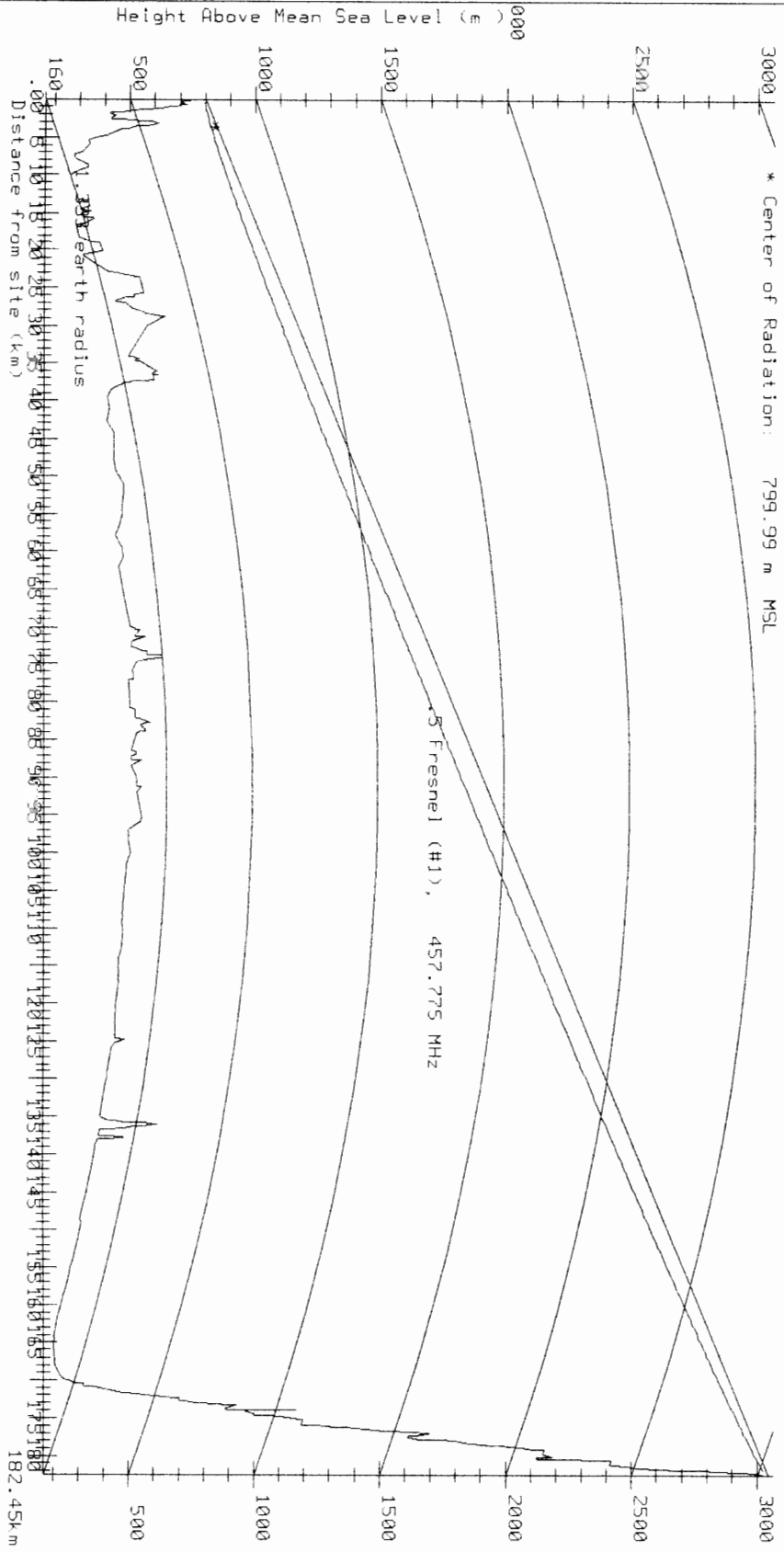
Longitud línea de transmisión Tx -----	40 m
Atenuación línea de transmisión Tx -----	3.503158 dB
Tipo de línea de transmisión Rx -----	Belden 9913
Longitud línea transmisión Rx -----	36 m
Atenuación Línea de Transmisión Rx -----	3.152843 dB
Perdidas Totales Líneas Tx -----	6.656 dB
Perdidas por obstrucción -----	0 dB
Perdidas en Filtros usados -----	0 dB
Sensitividad del receptor -----	0.22 μ V
Sensitividad del receptor -----	- 120.1663 dBm
Ganancia de Antena Tx -----	9.2 dB
Ganancia de Antena Rx -----	9.2 dB

RESULTADOS

Potencia Efectiva Irradiada -----	49.69195 dBm
Potencia Efectiva Irradiada -----	93.15262 Vatios
Atenuación de espacio libre -----	130.9437 dB
Nivel de Recepción -----	- 75.20463 dBm
Intensidad de Campo Eléctrico -----	224.4158 μ V/m
Margen de desvanecimiento -----	44.9617 dB

CERRO COROSO
1:29:11.15
80:31:24.1W

* Center of Radiation: 799.99 m MSL



SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODUL S.A.
HUGO CRISAL VILLACRES

PUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

COROSO <=> MANABI

CIA DE MANABI; CERRO COROSO

er Latitude: 1:29:11.1S Longitude: 80:31:24.1W

er center of radiation: 800.0 m AMSL (40.00 m AGL)

: 457.7750 MHz; Power: 109.129 W

ntenna: 2.0 m AGL; 1.333 earth curvature

ased on peak attenuation at inflection points.

es written to file FLD0001.TUN for plotting.

109.129 W	.01 km	137.30 dBu
109.129 W	2.51 km	55.08 dBu
109.129 W	5.01 km	43.42 dBu
109.129 W	7.51 km	61.59 dBu
109.129 W	10.01 km	62.11 dBu
109.129 W	12.51 km	75.35 dBu
109.129 W	15.01 km	50.72 dBu
109.129 W	17.51 km	58.98 dBu
109.129 W	20.01 km	71.27 dBu
109.129 W	22.51 km	70.25 dBu
109.129 W	25.01 km	69.34 dBu
109.129 W	27.51 km	47.50 dBu
109.129 W	30.01 km	44.61 dBu
109.129 W	32.51 km	45.14 dBu
109.129 W	35.01 km	51.17 dBu
109.129 W	37.51 km	-50.04 dBu
109.129 W	40.01 km	-64.40 dBu
109.129 W	42.51 km	-49.39 dBu
109.129 W	45.01 km	-18.67 dBu
109.129 W	47.51 km	-9.41 dBu
109.129 W	50.01 km	8.17 dBu
109.129 W	52.51 km	19.87 dBu
109.129 W	55.01 km	24.98 dBu
109.129 W	57.51 km	15.32 dBu
109.129 W	60.01 km	34.45 dBu
109.129 W	62.51 km	30.02 dBu
109.129 W	65.01 km	42.45 dBu
109.129 W	67.51 km	47.90 dBu
109.129 W	70.01 km	55.99 dBu
109.129 W	72.51 km	.61 dBu

DE COMUNICACIONES

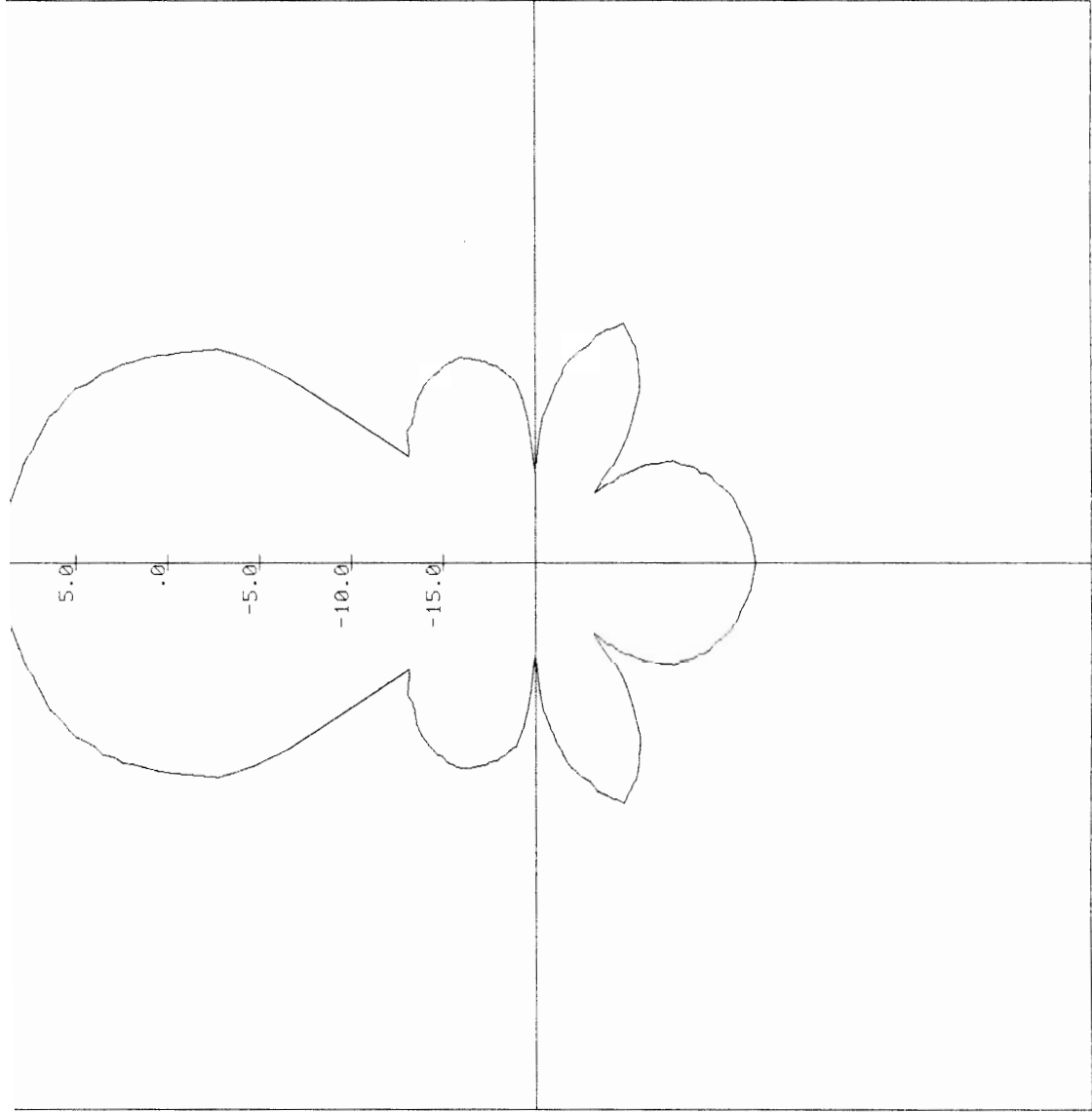
SMODAL S.A.

CASAL VILLACRES

PUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

109.129 W	75.01 km	.18 dBu
109.129 W	77.51 km	-20.25 dBu
109.129 W	80.01 km	2.08 dBu
109.129 W	82.51 km	47.23 dBu
109.129 W	85.01 km	-11.52 dBu
109.129 W	87.51 km	-24.03 dBu
109.129 W	90.01 km	1.36 dBu
109.129 W	92.51 km	3.33 dBu
109.129 W	95.01 km	28.60 dBu
109.129 W	97.51 km	-32.65 dBu
109.129 W	100.00 km	-10.83 dBu

SISTEMA DE COMUNICACIONES
TRANSMODAL S.A.
HUGO CASAL VILLACRES



Antenna: MYA-4505 YAGI 450-470 Mhz

File: ANT0001.mya

BIBLIOGRAFIA

1. AC DELCO BATTERIES CATALOG, 1997
2. CELWAVE. PRODUCT SELECTION GUIDE 195, 1995.
3. DECIBEL PRODUCT. CATALOG NUMBER 25, 1996.
4. LARSEN ANTENNA SOURCE BOOK, JANUARY 1,1998.
5. MOTOROLA TWO WAY RADIOS.
6. RAN PRODUCTS TRAINING MANUAL VER 2.0, JULY 1996.
7. BELDEN MASTER CATALOG, 1992.
8. POLYPHASER CORPORATION. GENERAL CATALOG REV.2, 1995.
9. SINCLAIR RADIO LABORATORIES INC, CATALOG, 1992.
10. MAXRAD INC. ANTENNA CATALOG APRIL 12, 1994.
11. MOTOROLA SERVICE MANUAL GM300 VHF & UHF MOBILE RADIOS,
FEBRUARY 1996.
12. MOTOROLA P110 PORTABLE RADIOS SERVICE MANUAL, OCTOBER
1995.

13. TRACE ENGINEERING. SOLAR CHARGE CONTROLLER MODEL C-30^a,
AUGUST 1992.

14. SIEMENS. INSTALLATION GUIDE FOR THE SIEMENS SOLAR
INDUSTRIES, 1995.