



**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA**

**“ESTUDIOS DE PROPAGACION PARA UNA
CELDA CELULAR A 360°”**

CONDICIONES DE VISIBILIDAD

**Proyecto de Tópico de Graduación:
“SISTEMAS CELULARES”**

**Previo a la obtención del Título de:
INGENIERO ELECTRICO
ESPECIALIZACION ELECTRONICA**

PRESENTADO POR:

**Edison Del Rosario Camposano
Ricardo Aguilera Salazar
Glen Abad Eras**

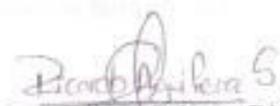
GUAYAQUIL - ECUADOR

1996

La Responsabilidad por los hechos , ideas y doctrinas expuestos en este Proyecto, corresponde únicamente a los autores, y el patrimonio intelectual del Proyecto de Tópico corresponderá a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL



Abad Eras Glen



Aguilera Salazar Ricardo



Del Rosario Camposano Edison

AGRADECIMIENTO

Todos los que integramos este grupo hemos puesto nuestro esfuerzo, dedicación y entrega para la elaboración de este proyecto, y en general de todo lo que fue el desarrollo del tópico, pero sin la ayuda que se nos ha brindado de algunas instituciones, de nuestros compañeros del tópico, de profesores, no hubiésemos podido realizar nuestros objetivos.

Por eso nuestro agradecimiento a Dios y a nuestros padres quienes en todo momento han sabido guiarnos y apoyarnos.

A todas las personas e instituciones que de una u otra forma nos brindaron su apoyo para la realización de este proyecto y de manera especial a:

ING. WASHINGTON MEDINA, mentalizador de este proyecto, director del TOPICO DE GRADUACIÓN, que sin su colaboración hubiese sido imposible la realización de este proyecto.

ING. ALFREDO MOLINA, SUBGERENTE DE TRANSMISIONES DE EMETEL R-2, quien nos ha brindado todas las facilidades para las investigaciones, ya que sin su colaboración y experiencia se nos hubiese dificultado llevar adelante este proyecto.

ING. CESAR YEPEZ, Gerente de NOVA COMUNICACIONES, Gerente Técnico de CONECCELL, Profesor de la ESPOL, que con sus conocimientos y experiencia nos supo guiar en nuestro objetivo.

ING. RAUL NORIEGA, SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES, Profesor de la ESPOL , quien fue nuestro profesor de la materia "Propagación de Ondas Electromagnéticas" en la cual supo crear en nosotros las bases para llevar a cabo el estudio de un proyecto.

DR. FREDDY VILLAO, Profesor de la ESPOL, quien nos supo dar el punto de partida de este proyecto.

Un agradecimiento especial a:

INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, por habernos facilitado el trabajo en sus computadoras para el desarrollo de nuestro proyecto y de lo que fue el TÓPICO.

SUBGERENCIA DE TRANSMISIONES DE EMETEL R-2, que nos proporcionó información teórica y práctica sobre los Enlaces Digitales Punto a Punto.

DEDICATORIAS

Dedico este proyecto a mis queridos padres quienes con su ejemplo, sus consejos, supieron inculcarme el deseo de superación

A mis hermanos

A mis cuñados

A mis tios

A la memoria de mis abuelos

A mis grandes amigos

Ricardo Aguilera S.

Dedico este proyecto a mis padres Isaias y Olga que siempre me dieron todo su apoyo durante toda mi vida estudiantil hasta culminar como Ingeniero. A mis hermanos Elena , Gardenia y Marcos que siempre me alentaron.

Edison Del Rosario C.

Dedico este proyecto a mis amados padres, y en especial para mi tia Amada Eras, que supieron darme el apoyo necesario para llegar hasta la culminación de mi carrera profesional.

A mis hermanos

A mis abuelos

A mis tios, mis primos

A mis grandes amigos

Glen Abad E.

RESUMEN

Entre los estudios que se realizan en la planificación de la localización de las antenas de una estación radio base de una celda celular, es el de las condiciones de visibilidad hacia los distintos puntos, en los que se necesita cobertura. En este proceso se necesita realizar una gran cantidad de cálculos tanto para las correcciones de la curvatura de la tierra, como para el cálculo de las zonas de Fresnel en cada uno de los puntos de muestreo.

El presente proyecto, en base a los fundamentos teóricos se ha realizado la automatización de estos cálculos. La aplicación está desarrollada en Microsoft Access 2.0, por lo que los usuarios deberán disponer de este Programa base.

El contenido de documento se divide en tres partes principales. El primer capítulo se detallan todos los fundamentos teóricos de los cuales se ha obtenido las fórmulas que se utilizan en el programa, además de los criterios que se pueden utilizar para la realización de cada uno de los cálculos.

El segundo capítulo se encarga de mostrar como usar la aplicación desarrollada, se detallan cada una de las opciones disponibles en los Menús y comandos que se encuentran disponibles, además de los cambios que se pueden hacer si el análisis que se desea realizar es en algún otro punto de la celda celular.

El Tercer capítulo se proporciona un ejemplo de estudio que sirvió como prueba para la comprobación del software. Este estudio se realizó con la estación radiobase Balao, siendo una de las estaciones radiobases ya instaladas a la fecha de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

	Página
INTRODUCCIÓN.....	1
1. CÁLCULOS DE LAS CONDICIONES DE VISIBILIDAD	
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	
1.1 Frecuencia de Trabajo del Enlace.....	3
1.2 Coeficiente de Corrección del Radio Terrestre:	
Radio Ficticio de la Tierra.....	5
1.3 Análisis Utilizado.....	14
1.4 Cálculo de la Potencia Recibida.....	16
2. CELULAR: ESTUDIOS DE PROPAGACIÓN A 360°	
2.1 Introducción.....	20
2.2 Manual del Usuario	
2.2.1 Instalación de la Aplicación.....	24
2.2.2 Inicio del Programa.....	25
Menú de Ingreso	

Menú de Cálculos	
Menú de Gráficos	
2.2.3 Ingreso de las Especificaciones del Estudio de Propagación.....	28
2.2.4 Ingreso de los Perfiles	31
2.2.5 Hojas de Cálculo	
Cálculo de Perfiles	33
Cálculo de la Zonas de Fresnel.....	35
Cálculos de las Pérdidas en Espacio Libre.....	36
2.2.6 Gráficos	
Gráficos de Perfiles.....	38
Gráficos de las Zonas de Fresnel.....	39
3. ESTUDIO: RADIO BASE BALAO.	
Hojas de Datos y Gráficos	32

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

CAPITULO 1

CONSIDERACIONES DE LOS ENLACES

ENTRE LA ESTACION BASE Y ESTACION

MOVIL.

CONDICIONES DE VISIBILIDAD.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales estudios para los servicios de comunicación móvil en este caso de un sistema celular, es un estudio de propagación a 360°.

Desde este punto de vista parece claro que, salvo futuros avances tecnológicos muy importantes, el medio de conexión a utilizarse, en todos los casos, para conectarse con el resto de la red de telecomunicaciones (fija o móvil), deberá comenzar por un enlace radioeléctrico.

El enlace se define como la vía principal de transmisión que lleva una o más relaciones de tráfico entre conmutadores.

Por lo tanto, podemos decir, que a todos los efectos prácticos, la estructura básica de la totalidad de los sistemas de telecomunicaciones móviles deberá constar, al menos, de tres partes:

- Terminal Móvil (TM)
- Estación Radio Base (ERB)
- Equipo de Interconexión (EI) con el resto de la red de telecomunicaciones.

Los estudios de propagación de una celda a 360° requieren que se realice estudios de propagación puntuales de muestreo en áreas cercanas a la estación radio base.

Para este estudio se consideran como sinónimos radioenlaces y microondas en línea de vista. La mayor parte de los enlaces para comunicaciones de larga distancia o conexiones usan microondas en la línea de vista. El radioenlace se forma con radios terminales y, frecuentemente, uno o más repetidores con separación de aproximadamente 35 a 85 Km. Naturalmente, algunos saltos pueden ser menores de 20 millas o mayores de 50 millas. Para nuestro caso la celda celular tiene un radio estimado de 20 Km.

En los estudios de propagación para telefonía móvil, debido a que el teléfono celular puede estar en cualquier posición relativa y a cualquier distancia, es necesario que se realicen estudios estimativos para determinar si la comunicación en los puntos de mayor interés es óptima. Esto requiere un análisis por cada punto de interés, por lo que este tipo de estudio se vuelve complicado y tedioso.

Uno de los objetivos que nos habíamos trazado era el de encontrar una forma más práctica y sencilla de realizar estos estudios. Primero debíamos obtener los fundamentos teóricos, para proceder luego a la automatización de los cálculos.

Consideramos que hemos cumplido con todas las expectativas trazadas, utilizando las mejores herramientas posibles de automatización mediante software. Nos sentimos satisfechos, ya que este estudio se había realizado en el país con software del exterior y no con herramientas desarrolladas por personal del Ecuador.

CALCULO DE LAS CONDICIONES DE VISIBILIDAD:

1. FUNDAMENTACION TEÓRICA

Trazados cada uno de los perfiles topográficos que en principio, pueden determinar la ruta del sistema radioeléctrico, se presenta el problema de verificar la validez de los mismos desde un punto de vista radioeléctrico. Es este pues el objeto del cálculo de las condiciones de visibilidad que por otra parte, nos permitirá determinar la altura mínima necesaria a la que deberá colocarse las antenas radiantes de la estación base ya que la estación móvil, solo podrá estar a la altura que la use el usuario, considerada para los estudios como de un metro.

1.1 Frecuencia de Trabajo del Enlace

Es por todos conocido que las ondas electromagnéticas, al propagarse entre dos puntos determinados A y B, configuran un elipsoide cuya sección transversal aumenta a medida que nos alejamos de los puntos indicados.

Pues bien, para un punto específico del trayecto radioeléctrico, el radio del elipsoide de la n -ésima región de Fresnel viene determinado por la expresión:

$$R_n = \sqrt{nL_1 x(1-x)\lambda}$$

en donde:

- R_n : Radio de la n -ésima región del elipsoide de Fresnel.
- n : número de elipsoide en estudio

- Lx : Distancia del punto de estudio al terminal A
- Li : Longitud Total del trayecto o vano en estudio
- x : Lx/Li
- λ : Longitud de Onda =V/Fo
- V : Velocidad de la Luz
- Fo : Frecuencia de Operación

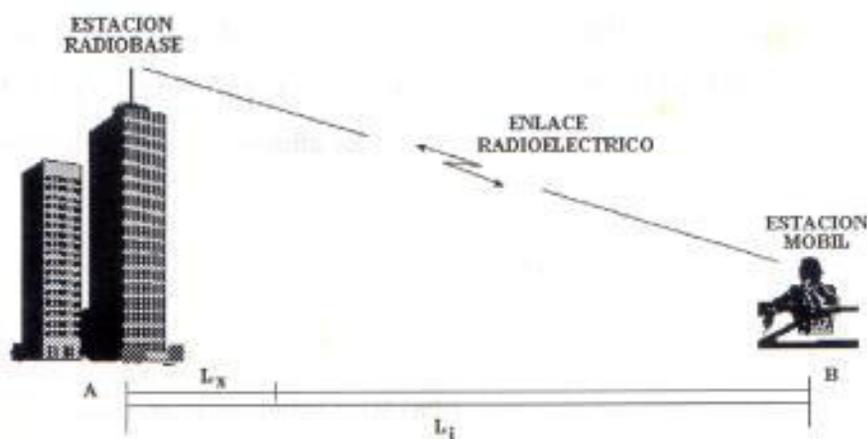


Fig.1

Si consideramos únicamente el primer elipsoide de Fresnel, en donde se concentra el doble de la energía total resulta que:

$$R_n = \sqrt{L_i x(1-x)\lambda}$$

y observamos como a medida que disminuye la frecuencia de propagación, la longitud de onda aumenta y, en consecuencia el radio de Fresnel también aumenta.

La anterior información nos será de gran utilidad toda vez que los sistemas radioeléctricos deberán diseñarse con carácter general, procurando que los posibles obstáculos del trayecto A - B no intercepten la primera zona de Fresnel. De lo Contrario, las

atenuaciones por sombra o difracción a la señal electromagnética, si son elevadas, traerían consigo la invisibilidad del enlace.

1.2 Coeficiente de Corrección del Radio Terrestre: Radio Ficticio de la Tierra.

Uno de los elementos más importantes que afectan a la propagación de las microondas en la atmósfera es la variabilidad del índice de refracción "n" con la altura.

Esta variabilidad surge del hecho de que "n" depende de la presión, temperatura y humedad del aire los cuales, a su vez varían con la altura. Para frecuencias de hasta 30 Ghz el índice de refracción resulta ser.

$$n = 77,6 \frac{p}{T} + 3,73 \frac{e}{T^2} \quad < 30$$

donde:

p = presión atmosférica total (mb)

e = presión parcial debida al vapor de agua (mb)

T = temperatura absoluta (°K)

1bar = 10^5 Pascal

1Pascal = 1 Newton/m²

Como "n" difiere ligeramente de la unidad, normalmente se utiliza el término "reflectividad" el cual se define como

$$N = (n-1) 10^6$$

En general el eje de un haz de microondas se mantiene a unos cientos de metros de la superficie de la tierra. Es conocido que para estas elevaciones y en una atmósfera

homogénea. La refractividad decrece uniformemente con la altura h , y de esta forma su gradiente.

$$G = \frac{dN}{dh}$$

Es constante con h .

Esto no significa que G permanezca constantemente con el Tiempo. Por el contrario G varía con las condiciones meteorológicas.

El valor mediano de la distribución es de unos -40 N-unidades/Km para climas templados.

Bajo la consideración de un gradiente de refractividad constante se puede demostrar que el eje radioeléctrico describe un arco de circunferencia de radio r , relacionado con el índice de refracción "n" por la expresión:

$$\frac{1}{r} = -\frac{dn}{dh}$$

La siguiente figura ilustra la geometría de un trayecto radioeléctrico. La curvatura de la tierra está representada por un arco de circunferencia de radio R_0 , mientras la trayectoria del eje radioeléctrico es el arco de una circunferencia de radio r . Sean h_1 y h_2 las alturas de antena sobre la línea de referencia $T'R'$ y $H(x)$ la distancia vertical desde TR a $T'R'$ se tiene que

$$H(x) = \frac{(d-x)h_1 + xh_2}{d}$$

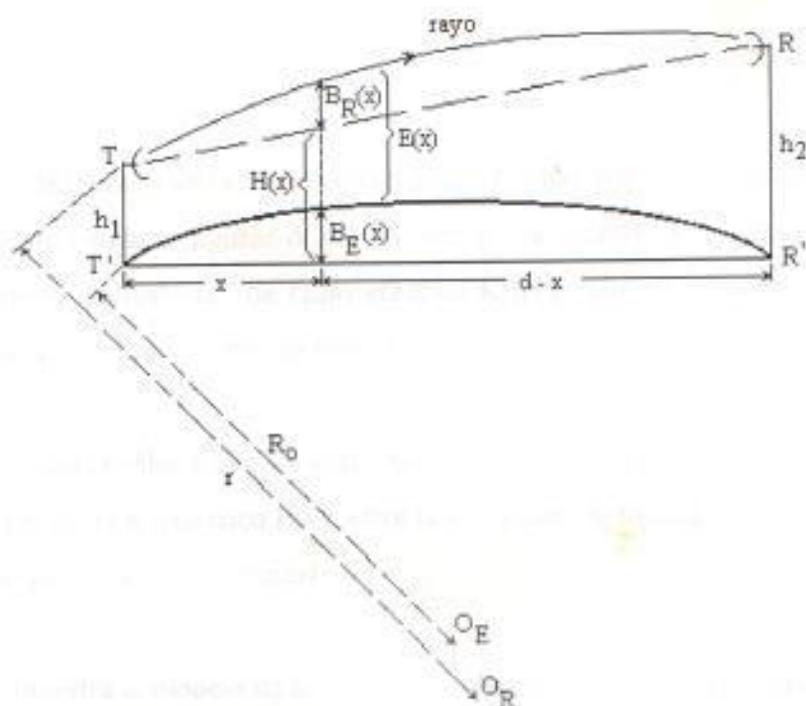


Fig 2. - Modelo Geométrico para la curvatura del eje radioeléctrico.

La elevación del eje sobre la tierra puede expresarse como

$$E(x) = H(x) + B_R(x) - B_E(x)$$

donde B_R y B_E son la "flecha del eje" y la "flecha de la tierra" en el punto considerado. Estas últimas se calculan fácilmente teniendo en cuenta que, en vanos de longitud ordinaria, los arcos TR y T'R' se pueden aproximar por arcos de parábolas.

$$B_R(x) = \frac{1}{2r} x(d-x)$$

$$B_r(x) = \frac{1}{2Ro} x(d-x)$$

En problemas de trazado de rayos es conveniente efectuar una transformación geométrica de la figura para producir figuras donde, o bien el eje radioeléctrico directo se propaga sobre una "tierra equivalente" de radio efectivo KRo ó, alternativamente, ejes de radio efectivo KRo se propagan sobre una tierra plana.

En cualquier caso el valor de K , llamado "factor efectivo del radio de la tierra", es tal que la elevación del eje radioeléctrico $E(x)$ sobre la tierra tiene la misma relación funcional con la distancia x que en la figura original.

La figura 3 muestra el modelo de la tierra equivalente. La elevación del eje radioeléctrico en un punto de abscisa x es

$$E(x) = H(x) - B(x)$$

donde $B(x)$, la flecha de la tierra equivalente, está dada por

$$B(x) = \frac{1}{2KR_o} x(d-x)$$

Igualando ecuaciones se obtiene

$$B(x) = B_E(x) - B_R(x)$$

y haciendo uso de las ecuaciones $B_R(x)$, $B_E(x)$ y $B(x)$ se obtiene.

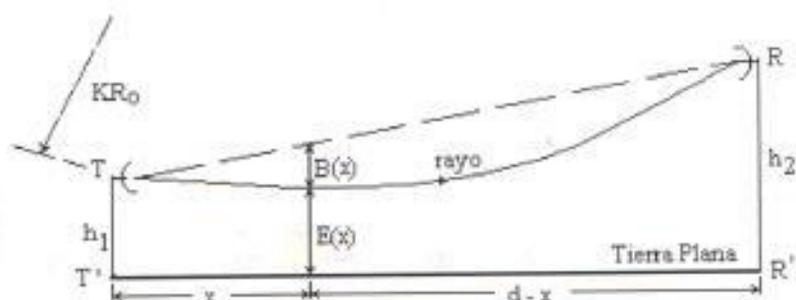


Fig.4. - Perfil sobre tierra plana

Observando las figuras 3 y 4 y la ecuación de $B(x)$ es obvio que la elevación del eje radioeléctrico sobre la tierra depende del valor de K . Por otra parte K depende del radio r y por lo tanto del gradiente del índice de refracción. Se puede formular una relación sencilla entre K y el gradiente G de la forma siguiente.

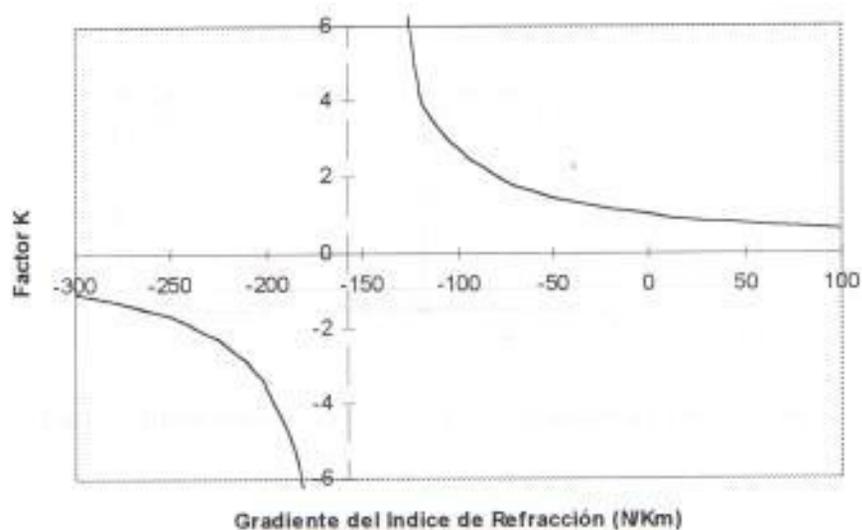
$$G = 10^6 \frac{dn}{dh}$$

$$\frac{1}{r} = -10^{-6} G$$

Ahora sustituyendo las ecuaciones anteriores y tomando 6370 Km como el radio de la tierra, se obtiene

$$K = \frac{157}{157 + G}$$

donde G se expresa en N-unidades/Km. Esta ecuación se ilustra gráficamente en la Fig 5.



G	K
-300	-1,0979021
-280	-1,27842276
-260	-1,52427184
-240	-1,89156627
-220	-2,49206349
-200	-3,85116279
-180	-6,82608696
-160	-52,3333333
-140	9,23529412
-120	4,24324324
-100	2,75438596
-80	2,03896104
-60	1,6185567
-40	1,34188034
-20	1,1459854
0	1
20	0,88700565
40	0,79695431
60	0,7235023
80	0,66244726
100	0,61089494

Fig.5.- K en función del Gradiente G

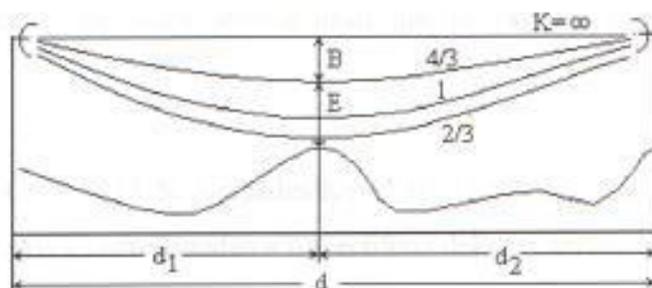


Fig.6.- Variaciones de la curvatura del eje radioeléctrico en función del K.

Como señaló anteriormente, en climas templados el valor mediano de G es de unas -40 N-unidades/Km y el K correspondiente es $4/3$. A tal atmósfera se la denomina normalmente como "estándar". Aún en climas templados surgen considerables desviaciones de G de su valor mediano como consecuencia de variaciones meteorológicas.

Los efectos de estas desviaciones están resumidos en la Figura 6. La cual muestra la cumbre de una colina como el punto del terreno con la distancia vertical más corta al eje radioeléctrico.

Sean d_1 y d_2 las distancias horizontales desde el obstáculo hasta los terminales, la flecha del eje B , está dado por

$$B = \frac{d_1 d_2}{2KR_0}$$

Bajo las condiciones de atmósfera estándar el eje radioeléctrico está etiquetado con $K=4/3$. Cuando K se hace pequeño como consecuencia de un incremento del gradiente, la

curvatura del eje aumenta y el despeje sobre el obstáculo se reduce. De la misma forma, cuando K aumenta, la curvatura decrece hasta que la trayectoria del eje se hace recta $K=\infty$.

Esto sucede para $G = -157$ N -unidades/Km. Para los valores de G menores resultan valores de K negativos y corresponden a trayectorias del eje curvadas hacia arriba.

Si bien para cada región en particular se podrían determinar, teóricamente, los valores más probables de los coeficientes de corrección del radio terrestre a través de estadísticas del gradiente del índice de refracción, en la práctica se usan reglas empíricas, resultado de la alta experiencia adquirida, que nos recomienda el margen mínimo necesario de seguridad sobre obstáculos, para que se cumplan las condiciones de propagación en el espacio libre. Así:

- Para la "atmósfera fundamental de referencia, que responde a una estructura media entre las diversas situaciones meteorológicas que se pueden encontrar, se considera que el valor medio de "K", para el 50 % del tiempo, es de 4/3 y, en estas condiciones, deberá liberarse el 100% del radio de la 1ra zona de Fresnel.

- Para atmósferas subrefractivas, y en un clima templado continental, el valor mínimo efectivo de "K", que será excedido aproximadamente durante el 99,99% del tiempo, es función de la longitud y del trayecto. Para este valor mínimo deberá liberarse, al menos, el 60% del radio de la Primera Zona de Fresnel.

Estos serán pues los valores del coeficiente de corrección del radio terrestre a tener en cuenta en el cálculo de las condiciones de visibilidad de cada trayecto. No obstante, habrá que tener suma prudencia en su utilización y no deberán aplicarse en trayectos sobre mar,

debiéndose, en este caso, obtener los datos específicos de los gradientes del índice de refracción y, mediante el oportuno tratamiento estadístico, proceder a su cuantificación.

1.3 Análisis Utilizado

A la altura de cada obstáculo en el trazado del perfil de la trayectoria, se debe añadir la "irregularidad de la Tierra", es decir, la cantidad de pies o metros que aumenta (en la trayectoria) de un obstáculo como resultado de la curvatura de "irregularidad de la tierra". La cantidad de irregularidad de la Tierra en cualquier punto de la trayectoria se puede calcular mediante la fórmula:

$$h = 0,078 L_x (L_i - L_x) \quad (h \text{ en metros; } L_x, L_i \text{ en Km})$$

donde L_x es la distancia desde el punto cercano del salto hasta el obstáculo de que se trata y $(L_i - L_x)$ es la distancia desde el punto lejano del salto hasta el obstáculo. La última ecuación es para un haz en línea recta. La refracción atmosférica ocasiona que se desvíe aproximándose o alejándose de la Tierra. Este efecto de desviación se maneja mediante la adición del factor K a la ecuación, donde:

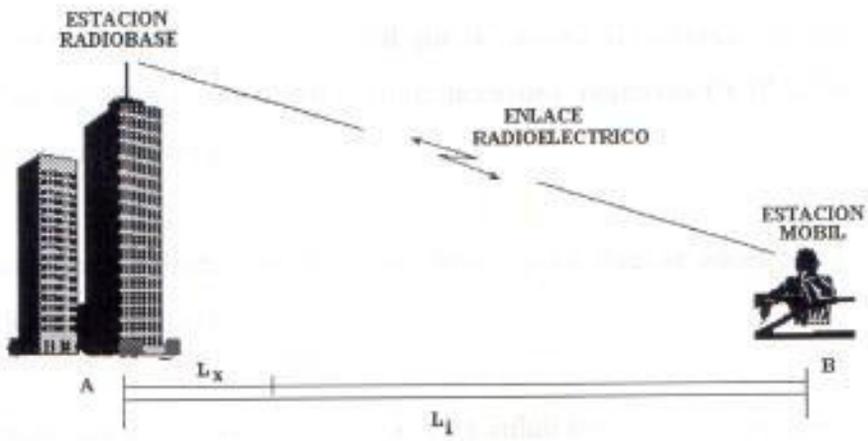
$$K = \frac{\text{Radio efectivo de la tierra}}{\text{Radio real de la tierra}}$$

de manera que:

$$h = 0,078 \frac{L_x (L_i - L_x)}{K}$$

Si el factor K es mayor que 1, el haz se desvía hacia la Tierra y el horizonte de radio es mayor que el horizonte óptico: si K es menor a 1, el horizonte de radio es menor que el horizonte óptico. Para fines de planeación general del sistema, se debe usar $K=4/3$, sin embargo para fines de trayectorias específicas, K se debe elegir con cuidado.

Se debe añadir otro factor a la altura del obstáculo, a saber el margen de la zona de Fresnel. este factor proviene de las teorías de las ondas electromagnéticas según el cual el frente de onda como el del haz, tiene propiedades de expansión conforme se propaga en el espacio. Estas propiedades de expansión dan como resultado reflexiones y transiciones de fases cuando la onda pasa sobre un obstáculo; el efecto es el incremento o decremento en el nivel de la señal que se recibe. La cantidad de margen adicional que se debe dejar sobre los obstáculos para evitar los problemas del fenómeno de Fresnel, se expresan mediante las Zonas de Fresnel, explicadas en el Tema anterior como R_n .



1.4 Cálculo de la Potencia Recibida

Trazados los Perfiles topográficos de aquellos proyectos susceptibles de configurar el sistema radioeléctrico y realizados los oportunos cálculos de las condiciones de visibilidad, se nos presenta a continuación el problema de determinar en nivel del campo recibido o potencia de señal recibida.

El nivel de potencia recibida deberá optimizarse teniendo en cuenta, fundamentalmente, dos restricciones:

- No podría ser superior a un determinado nivel denominado "máximo nivel admisible a la entrada del receptor, nivel o techo de saturación del equipo": es una característica de los diversos equipos existentes del mercado. Ello supondría, por otra parte, un sobre-dimensionamiento del sistema, y, en definitiva, un mayor costo.
- No podrá ser inferior a un valor tal que la calidad del trayecto radioeléctrico esté fuera de los límites considerados como normales: objetivos CCIR sobre calidad de un sistema radioeléctrico.

Entre ambos niveles extremos de potencia, deberá pues elegirse aquel que conlleve a la mejor relación costo-calidad.

En la determinación de la potencia recibida van a influir los siguientes parámetros:

- Potencia Transmitida del equipo utilizado.
- Diámetro, tipo y ganancia de las antenas utilizadas.

- Longitud del trayecto radioeléctrico
- Frecuencia de propagación del trayecto radioeléctrico.
- Longitud, tipo, atenuación y circuladores del branching: características del equipo utilizado.
- Otras atenuaciones: repetidores pasivos, difracción , tolerancias.....

Veamos a continuación el procedimiento operativo de cálculo teniendo en cuenta cada uno de los parámetros anteriormente mencionados.

Nivel de Recepción o Potencia Recibida P_{RX}

Es la diferencia entre la potencia transmitida (P_{TX}) y la suma de la atenuación del Tramo (A_T) y las pérdidas en el Branching (α_B).

$$P_{RX} = P_{TX} - A_T - \alpha_B$$

Atenuación del tramo (A_T)

Se define como la diferencia entre la ganancia total del trayecto (G_T) y las pérdidas que tienen lugar en el mismo (α_T) (Quedan excluidas las pérdidas en el branching, α_B).

$$A_T = G_T - \alpha_T$$

Ganancia total del trayecto (G_T)

Nos referimos a la ganancia de las antenas emisora y receptora: son las únicas ganancias existentes en el vano.

$$G_T = G_e + G_R$$

Pérdidas totales del Trayecto (α_T)

Se define como la suma de las pérdidas parciales que tienen lugar en el mismo, a saber:

$$\alpha_T = \alpha_A + \alpha_F + \alpha_{OA}$$

donde:

α_A : pérdidas del espacio libre

α_F : pérdidas en los feeders

α_{OA} : otras atenuaciones

Pérdidas en el espacio libre (α_A) : entre antenas isotrópicas

Dependen de la longitud del trayecto y de la frecuencia de propagación. Se definen por la expresión:

$$\alpha_A = 20 \cdot \text{Log} \frac{4\pi L}{\lambda}$$

$f = 561 \text{ MHz}$

donde :

$C =$

L : Longitud del tramo

λ : longitud de onda

Pérdidas en "Feeders"

El feeder (guía de onda o cable coaxial presenta a la señal una atenuación por unidad de longitud).

Dicha pérdida queda definida por la expresión:

$$\alpha_F = L_F \cdot \alpha_C$$

siendo:

L_F : longitud total del feeder (transmisión y receptor)

α_C : atenuación del feeder por unidad de longitud.

Pérdidas en "Branching" (α_B)

La señal, desde que parte del transmisor llega a su correspondiente feeder (análogo en recepción), recorre una serie de filtros de radiofrecuencia y circuladores que introducen una atenuación α_B : esta depende del equipo utilizado.

Otras atenuaciones (α_{OA})

Bajo esta denominación nos referimos a las atenuaciones introducidas, como señalábamos anteriormente, por repetidores pasivos (cuando el trazado del sistema radioeléctrico así lo requiera y la frecuencia de trabajo lo permita), atenuaciones por sombra o difracción, tolerancia, atenuadores a radiofrecuencia

CAPITULO 2

CELULAR

ESTUDIOS DE PROPAGACIÓN A 360°



2. CELULAR

ESTUDIOS DE PROPAGACIÓN A 360°

2.1 INTRODUCCIÓN

Los Estudios de Propagación de una Celda Celular a 360°, requieren que se realice estudios de propagación puntuales de muestreo en áreas cercanas a la estación Radio base y de mayor interés para el Usuario. Generalmente esto se realiza con cortes radiales de el área circular, cuyo centro es la estación Radio Base, y un radio estimado de 20 Km en una celda cuya densidad telefónica no es crítica.

Los cortes radiales que se hacen al área circular, se realizan cada 20°, identificados por su azimuth. Con esto se estima que son necesarios mínimo 18 cortes radiales. Cortes en que se muestra el perfil, con un radio de 20 Km, que para estudios de sectores de Interés, se debe realizar un muestreo cada 0,5 Km. Esto nos genera nada más y nada menos que 40 puntos de muestreo, que pueden ser también de estudio para la visibilidad del lóbulo de Fresnel.

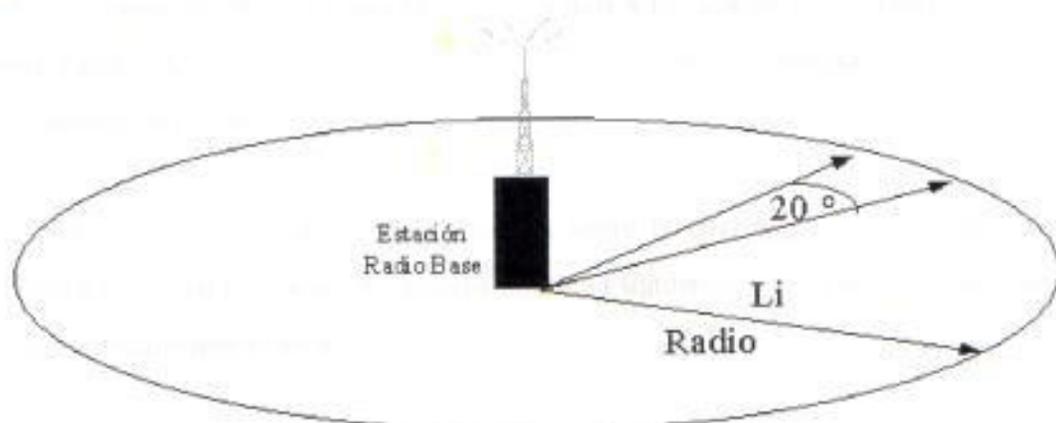


Figura 7.- Cortes radiales

Si consideramos 40 puntos de estudios por corte radial, y 18 cortes radiales, esto nos lleva a obtener 720 punto de muestreo, que pueden ser también considerados como 720 puntos donde se deben realizar los estudios de Propagación y visibilidad del Lóbulo de Fresnel.

Desde luego, que estos estudios serian casi imposibles de realizar sin la ayuda de un microcomputador. Por lo que se buscó algunas soluciones.

Existen en el mercado especializado, programas CAD (Diseño Asistido por Computadora) que nos permiten realizar cálculos de este tipo, con una excelente documentación sobre el tema. Pero, como son programas especializados, ofrecido por compañías que dan este tipo de servicios, resulta un poco caro el precio en nuestro medio, principalmente para adquirirlos solo con fines educativos por parte de un estudiante. Desde luego, que la inversión vale la pena, pero generalmente no están al alcance de un estudiante.

Podemos recurrir entonces a nuestros conocimientos, e información disponible sobre cómo se realizan estos estudios de propagación. Esto puede ser encontrado en libros texto, o preferiblemente en manuales de los radios a los que se pueda tener acceso. Una buena fuente de información son los libros texto que se utilizan en la materia de Propagación de Ondas Electromagnéticas.

Una vez obtenida la fundamentación teórica sobre la cual se realizan los estudios de radioenlace, que en textos son de punto a punto, el siguiente paso es buscar la herramienta de programación que se va a utilizar.

Una buena opción es la utilización de un lenguaje de programación, como es el lenguaje C, Pascal u otro similar. Otra Opción bastante buena y más sencilla es utilizar una Hoja de Cálculo como Microsoft Excel para Windows, Qpro, Lottus. Etc.

Inicialmente intentamos la programación de una hoja electrónica, Microsoft Excel 5.0, obteniendo excelentes resultados. Se realizó los trazados de los perfiles, la corrección de la curvatura de la tierra mediante el factor $K=4/3$, Cálculo de la Zona de Fresnel, que por cierto se podía ingresar en una sola celda, y se podía concatenar todo esto para estudiar distintas zonas de Fresnel. Realizamos también el trazado de las zonas de Fresnel. Esta forma de cálculo aunque bastante buena, requería que realizáramos un archivo por cada corte radial de la celda, lo que nos genera 18 archivos diferentes.

También tiene el inconveniente, que si queremos realizar el estudio de punto a punto en una distancia intermedia de el radio máximo a estudiar, requiere que se genere otro archivo. Si nos ponemos minuciosos en el asunto, esto requiere que se generen como máximo tantos archivos, como puntos de muestreo donde se va a realizar el estudio que son 720, no resultando práctico para nuestros intereses.

El sistema generado de esta manera se considera una forma de estudio demostrativa, y muy útil para enlaces punto a punto, más no para estudios de propagación a 360°, como es nuestro objetivo.

Buscando una nueva herramienta, para poder realizar nuestro estudio, y por cierto, sin tener que investigar demasiado en un lenguaje de programación, se encontró otra opción un poco más complicada que la hoja electrónica, pero más sencilla que la de un lenguaje de programación. Esta es el Uso de una base de datos, que nos realice los cálculos en base a los datos ingresados, por grupos, de acuerdo a lo que el usuario seleccione.

Optamos por usar un Administrador de Base de Datos Relacional que trabaje bajo el entorno Windows, y que sea fácil de Programar. El utilitario es Microsoft Access 2.0 que nos dio unos excelentes resultados.

Las ventajas, que obtuvimos principalmente son las de una programación gráfica, orientada a objetos, y desde luego en el entorno de Windows. Se genera un interfase muy amigable con el usuario, que no requiere que con el producto final el usuario tenga que cambiar la programación, a menos que desee ampliar su cobertura a otros niveles de mayor cálculo.

Una de las desventajas a considerar, es que al utilizar el programa de Access, los requerimientos del microcomputador a utilizar suben un poco con respecto a las computadoras que la mayor parte de los usuarios disponían para 1995 y que a partir de 1996 para el mercado común ya son un estándar, por cierto que para este año, los microcomputadores vienen configurados para mucho más.

Los requerimientos mínimos para obtener un buen desarrollo y velocidad del programa, es un microcomputador compatible , 486 DX de 66 MHz de velocidad, aunque con un 486 SX también funciona, pero más lento por no disponer de co-procesador matemático. La memoria mínima necesaria, se considera de 8 Mbytes de RAM . La programación y las pruebas se realizaron con un microcomputador 486 DX-4 de 100 MHz sin ningún problema.

Se adjunta con este documento copias de la Utilidad, denominada Celular.mdb, y de la hoja electrónica inicialmente utilizada, con ejemplos de aplicación.

2.2 MANUAL DEL USUARIO

2.2.1 Instalación de la Aplicación

Se considera que ya se encuentra instalado el Programa de Access 2.0 en su computador, por lo que estos detalles no se trataran en esta parte. Para encontrar más información sobre la instalación de Access, se debe remitir a los manuales de instalación de Access 2.0

Para utilizar este utilitario, se debe realizar los siguientes pasos :

- 1.- Copie los archivos proporcionados en los discos: Celular.mdb y Celular.Ldb en el directorio de trabajo de Microsoft Access 2.0 de su disco duro.

Esto lo puede hacer desde el prompt del DOS o preferiblemente desde el Administrador de Archivos de Windows.

- 2.- Copie el archivo Celular.grp proporcionado en los discos, en el directorio de trabajo de Windows de su disco Duro, generalmente c:\Windows.
- 3.- Reinicie el Entorno de Windows, saliendo de Windows y Volviendo a ingresar (este paso no es necesario si utiliza Windows 95), para que le aparezca el grupo Estudios de Propagación.

2.2.2 Inicio del Programa

Para iniciar el Programa, ingrese al Grupo "Estudios de Propagación", (Doble click en el icono con este nombre, y escoja el Item Celular(Doble click en el icono).

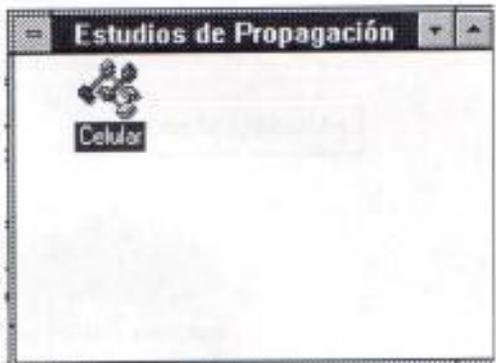


Figura 8.- Grupo de Programas Celular

Se iniciará el programa de Access 2.0, mostrándole la ventana de bienvenida. Espere unos momentos hasta que se le muestre la siguiente pantalla:

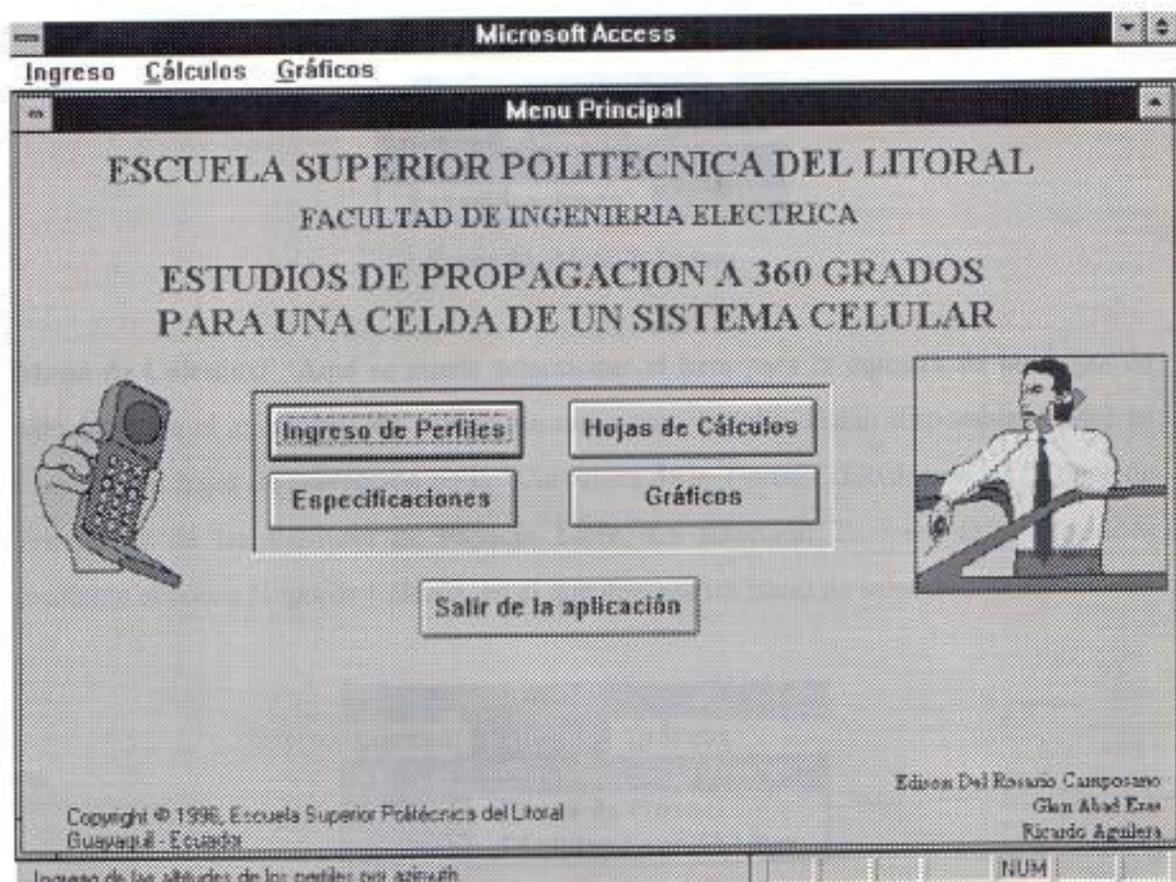


Figura 9.- Pantalla de Presentación

Esta es la pantalla del menú principal, en la que se encuentran los menús y botones necesarios para iniciar nuestro estudio.

Descripción:

Menú de Ingreso: Este menú le ofrece dos opciones, la de ingreso de los Perfiles, y la de ingreso de las Especificaciones del Estudio a realizar. También dispone de los Botones de “Ingreso de perfiles” y “Especificaciones”, obteniendo los mismos resultados.

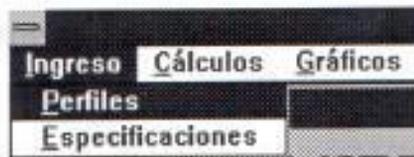


Figura 10.- Menú de Ingreso

Menú de Cálculos: Aquí se puede seleccionar el ítem para la muestra de las hojas de cálculo para el azimuth y los tramos de radio bajo estudio. Están disponibles como se muestra, las hojas de corrección de la "Curvatura de la Tierra", cálculos de las "Zonas de Fresnel" y de las Pérdidas de Espacio Libre. La selección También está disponible mediante el botón Hojas de Cálculo, en el que aparece un menú de selección.

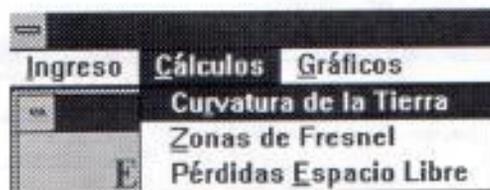


Figura 11.- Menú de Cálculos

Menú de Gráficos: Este es un menú para seleccionar el tipo de Gráfico que se quiere observar en pantalla. Esta Opción también está disponible mediante el botón de Gráficos



Figura 12.- Menú de Gráficos

Botón de "Salir de la Aplicación": Este es el botón que le permite cerrar la aplicación completamente y lo regresará al entorno del Administrador de Archivos.

2.2.3 Ingreso de las Especificaciones del Estudio de Propagación

En esta ventana se ingresan los valores generales a usarse en los cálculos de propagación. Se puede ingresar el Título del Proyecto a Realizar. Título que se mostrará en todas las hojas de Cálculo tanto en pantalla como impresas.

Especificaciones de Estudio

Especificaciones Generales del Estudio

Título del Proyecto:

Perfiles			
Descripción	Siglas	Valor	Unidad
Longitud del Tramo	Lj	<input type="text" value="20,00"/>	Km
Factor de Curvatura:	K	<input type="text" value="1,3333"/>	
Puntos de Muestra:		<input type="text" value="40"/>	
Radio de la Tierra	a	<input type="text" value="6.370,00"/>	Km

Gráfico de Zonas de Fresnel			
Descripción	Siglas	Valor	Unidad
Frecuencia de Operación	Fo	<input type="text" value="0,88"/>	GHz
Potencia del Transmisor:	Po	<input type="text" value="74,68"/>	W
Zona de Fresnel:	n	<input type="text" value="1"/>	
Altura Antena Radiobase:		<input type="text" value="30"/>	m
Altura Antena Móvil:		<input type="text" value="1"/>	m

Figura 13.- Pantalla de Especificaciones

El ingreso de los demás datos, está separado por grupos. Los datos necesarios para el trazado de los Perfiles y corrección de la Curvatura de la Tierra, se ingresan en la parte izquierda.

Los datos necesarios para los cálculos de las Zonas de Fresnel, se ingresan en la parte derecha. Además se muestran las siglas de los valores utilizados en las fórmulas que se muestran en la sección de fundamentos teóricos. Las unidades de los valores ingresados,

deberán ser respetados, ya que en estas unidades se encuentran programadas las fórmulas en los cálculos.

Longitud del Tramo (Li): Este valor sirve para calcular el radio máximo de cobertura de la celda celular bajo estudio. El valor se ingresa en Km, y su valor predeterminado es de 20 Km, a menos que por consideraciones particulares de desee reducir.

Factor de Curvatura (K): Es el factor de curvatura de la tierra, considerado como 4/3 generalmente. Se ingresa en forma decimal (1,3333).

Radio de la Tierra (a): Valor del radio de la tierra, considerado para realizar las correcciones del perfil, junto con el factor de curvatura.

Frecuencia de

Operación(F_0): Valor de la frecuencia a la que se va a operar el sistema celular, se debe ingresar en GHz. El valor considerado para el ejemplo es de 0,88 GHz.

Zona de Fresnel (n): Es el número de la zona de Fresnel a analizar. Para los estudios, se considera que la zona donde existe la mayor cantidad de potencia radiada es la primera, por lo que generalmente se utiliza el valor de 1. El cálculo del despeje de la zona de Fresnel en el formulario correspondiente, se lo realiza con 0,56 de la zona ingresada, por lo que debe limitarse a considerar solo el número de la zona a analizar.

Altura de la Antena

Radio Base:

Nos da la altura que tiene la antena de la estación radiobase, tomada desde el nivel del suelo, por lo que este se añade al nivel del perfil sobre el nivel del mar para realizar posteriormente los cálculos de las zonas de Fresnel.

Altura de la Antena Móvil: Valor de la altura de la antena a la que va estar la segunda estación, la móvil, en metros sobre el nivel del terreno. Se considera el valor de 1 metro, pues la estación móvil, siempre va en la mano o en la cintura del usuario.

Se dispone también de un botón  para imprimir los datos en una impresora y un botón  para cerrar la ventana del formulario. Estos botones tendrán las mismas funciones en el resto de los formularios, por lo que su explicación se obviará de aquí en adelante.

Cuando termine el ingreso de los datos, preferiblemente cierre las ventanas no utilizadas, para liberar recursos del sistema, y dar mayor velocidad a los cálculos.

2.2.4 Ingreso de los Perfiles

Los ingresos de los Perfiles se los realiza por los cortes radiales, identificados por su azimuth. El formulario para el ingreso de estos datos se denomina "Ingreso de Alturas del Terreno" como se muestra a continuación:

Alturas del Terreno

Ingreso de Alturas de Terreno

Azimuth Grados

Item	Lx (Km)	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud
▶ 0	0,00	Balao Chico	02°45'25"	79°39'54"	444
1	0,50	0			320
2	1,00				260
3	1,50				80
4	2,00				60
5	2,50				40
6	3,00				30
7	3,50				9
8	4,00				9
9	4,50				9
10	5,00				9

Registro: 1 de 41

Figura 14.- Pantalla de Ingreso de Perfiles

Lo primero que se debe seleccionar es el Azimuth del corte radial, en el cual se van a ingresar los dato del Perfil.

Los datos que se ingresan en este formulario son los siguientes:

- Item:** Identifica el punto de muestra. Recuerde que los puntos de muestreo son 40.
- Lx (Km):** Es el valor de la distancia desde la estación radio base, y el punto de muestreo. Se ingresa en Km. Los valores a ingresar se seleccionan automáticamente si ya se ha ingresado el valor del ítem. Si se cambia este valor, automáticamente cambiará el valor del ítem.
- Nombre:** Sirve para ingresar un nombre que identifique al lugar de muestreo. Su ingreso no es necesario para los puntos de muestreo, a menos que se considere necesario, pero si se requiere su ingreso para los extremos del perfil. El nombre en el ítem 0 deberá ser el del sitio donde está ubicada la estación radio base, y el ítem 40 deberá ser el nombre del sector hasta donde llegue la cobertura de la celda celular, a en la dirección del azimuth.
- Latitud y Longitud:** Aquí se ingresan los valores de latitud y longitud de los puntos de muestreo para su ubicación geográfica. Los más importantes son los de los extremos, por las mismas razones de ingreso de los nombres, radiobase y cobertura. Los símbolos de grados, minutos y segundos, se ingresarán automáticamente, por lo que se debe limitar al ingreso de los números en el orden anterior, sin separación entre estos.
- Altitud:** Valor en metros de la altitud del terreno en el punto de muestreo sobre el nivel del mar. Este es uno de los valores más importantes, requeridos para el trazado del perfil del terreno, y su posterior análisis con las zonas de Fresnel.

2.2.5 Hojas de Cálculo

Las Hojas de Cálculo que se muestran en el programa no son más que para tener una visión más detallada de los valores que se obtienen al realizar las correcciones de la curvatura de la tierra y de el radio de Fresnel. El resultado final siempre se aprecia en los Gráficos correspondientes. Sin embargo aquí se da una breve descripción de los cálculos obtenidos.

Cuando Usted utiliza el botón de hoja de cálculo, siempre le aparecerá un nuevo menú de selección como el que se muestra en la figura. Aquí se podrá escoger el tipo de cálculos que desea que realice el computador.

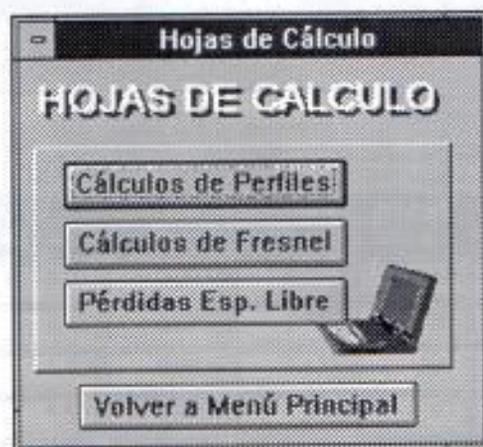


Figura 15.- Pantalla de Hojas de Cálculo

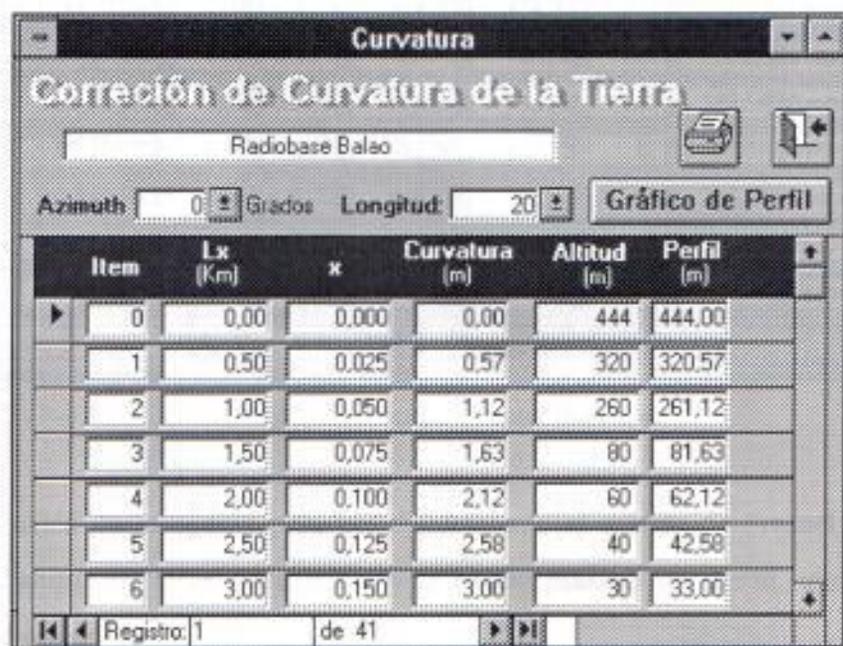
Cálculos de Perfiles

Aquí se muestran los cálculos que se realizan para la corrección de la curvatura de la tierra. Se muestra el Título del Proyecto, se puede seleccionar el azimuth que se quiere realizar el análisis, así como la distancia del tramo.

Se dispone de un botón para mostrar el gráfico de los perfiles para los datos seleccionados. Debe tener en cuenta de que los todos los datos son calculados, por lo que no se permite el ingreso de estos. Si hay que hacer algún cambio en alguno de los datos, estos se los deben realizar en las hojas de ingreso de datos.

Si desea obtener una hoja impresa con los datos, se dispone del botón de impresión . Así como de el botón de salida del formulario ya antes explicado.

En la parte inferior del formulario se muestran el número de puntos bajo estudio, considerando siempre el punto de distancia cero o de la estación radiobase.



Item	Lx (Km)	*	Curvatura (m)	Altitud (m)	Perfil (m)
0	0,00	0,000	0,00	444	444,00
1	0,50	0,025	0,57	320	320,57
2	1,00	0,050	1,12	260	261,12
3	1,50	0,075	1,63	80	81,63
4	2,00	0,100	2,12	60	62,12
5	2,50	0,125	2,58	40	42,58
6	3,00	0,150	3,00	30	33,00

Figura 16.- Ventana de cálculo de Perfiles corregidos

Cálculos de las Zonas de Fresnel

Al igual que La hoja de Cálculo anterior dispone de los mismos elementos principales de selección de Azimuth y distancia desde la estación radiobase.

Item	Lx (Km)	x	H(x) (m)	Línea de Vista (m)	Línea Vista + H(x) (m)	Línea Vista - H(x) (m)	Perfil (m)	Margen Apertura (m)	Criterio
0	0,00	0,000	0,00	474,00	474,00	474,00	444	30,00	Despeje
1	0,50	0,025	4,08	464,68	468,75	460,60	321	140,02	Despeje
2	1,00	0,050	5,69	455,36	461,04	449,66	261	188,54	Despeje
3	1,50	0,075	6,88	446,03	452,90	439,15	82	357,51	Despeje
4	2,00	0,100	7,83	436,70	444,53	428,87	62	366,75	Despeje
5	2,50	0,125	8,64	427,36	436,01	418,74	43	376,16	Despeje
6	3,00	0,150	9,32	418,05	427,37	408,73	33	375,72	Despeje

Figura 17.- Ventana de Cálculos de Fresnel

Dispone también de la opción para ver directamente el gráfico de Fresnel, además del valor de la altitud de la estación móvil y la altitud máxima del Perfil, que es la de la estación radiobase.

Se muestra los valores de la altura de la línea de vista en distintos puntos, así como los valores de los lóbulos de Fresnel.

Existe una columna en la que se muestra el criterio, que no es más que el veredicto, si es que en este punto el obstáculo se intersecta con el 0,6 de la zona de Fresnel. Si el valor de este campo es despeje, significa que hay línea de vista completa, caso contrario, estará una palabra de "Alerta", que nos indicará que el obstáculo hace perder la señal. Para esto también se muestra el valor del margen de apertura.

Cálculos de las pérdidas en Espacio Libre

Como hoja de cálculo adicional tenemos la hoja en la que se calcula las pérdidas en espacio libre en función de la distancia. Estos cálculos son realizados de acuerdo a la fórmula mostrada en el mismo formulario a la frecuencia de operación ingresada en las especificaciones del estudio.

The screenshot shows a software window titled "Pérdidas del Espacio Libre". At the top, the title is repeated in a larger font. Below the title, the formula for free space loss is displayed: $P(Lx) = 96,6 + 20 \text{Log}_{10}(F_0) + 20 \text{Log}_{10}(Lx)$. Below the formula, there is a field for "Frecuencia de Operación" (Operating Frequency) set to "0,88 GHz". Below this is a table with three columns: "Item", "Lx (Km)", and "P(Lx) [dB]". The table contains 8 rows of data. At the bottom of the window, there is a status bar showing "Registro: 1 de 40".

Item	Lx (Km)	P(Lx) [dB]
1	0,50	89,47
2	1,00	95,49
3	1,50	99,01
4	2,00	101,51
5	2,50	103,45
6	3,00	105,03
7	3,50	106,37
8	4,00	107,53

Figura 18.- Ventana de cálculos de Pérdidas de Espacio Libre

2.2.6 Gráficos

Los gráficos que nos puede presentar la aplicación son los de los perfiles del terreno y los de las zonas de Fresnel, tanto en pantalla como en una hoja impresa. Cuando se escoja el botón de Gráficos en el Menú Principal, se obtendrá la siguiente pantalla de selección.

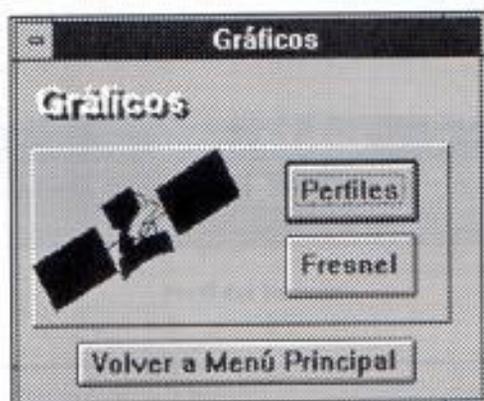


Figura 19. Ventana de Menú de Gráficos.

Gráfico de Perfiles

En esta ventana se muestra el Gráfico de los perfiles con la corrección de la curvatura de la Tierra de los datos seleccionados previamente en las hojas de cálculos. También se puede variar los parámetros del gráfico como el azimuth, y la longitud de la distancia desde la estación radiobase hasta el punto de estudio sin ningún inconveniente, tan solo el los cuadros de selección.

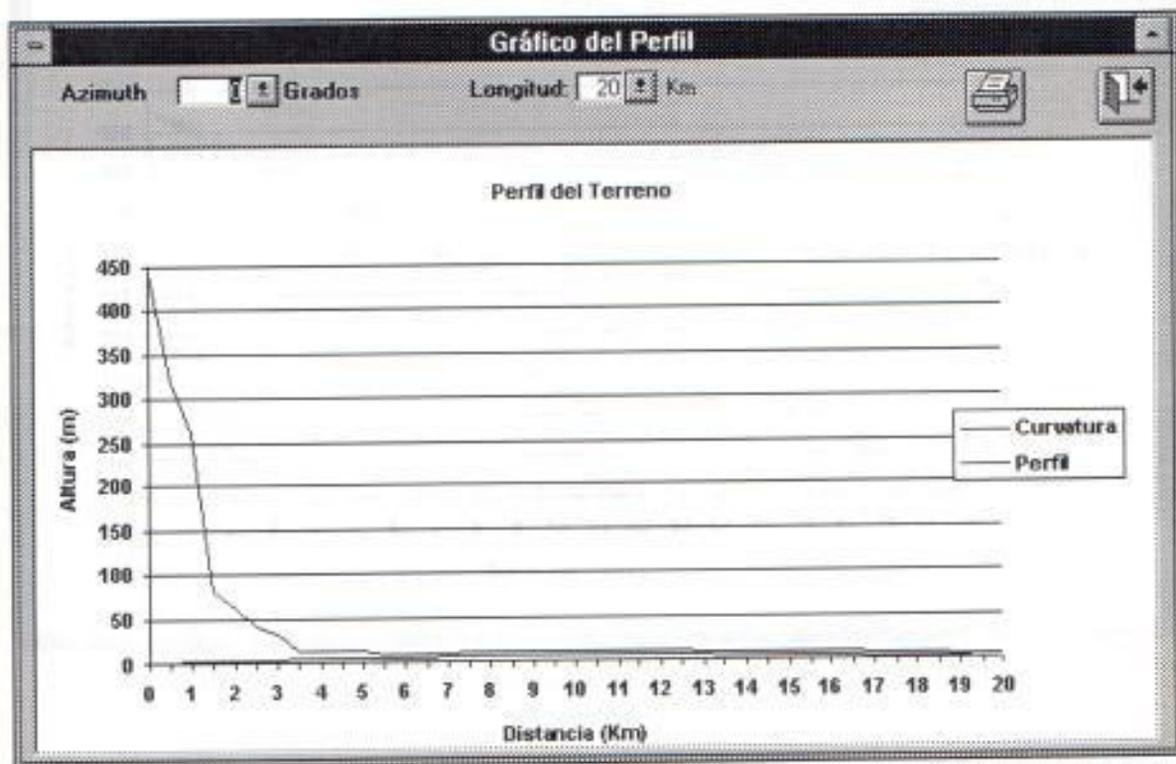


Figura 20. -Gráfico de Perfil

Gráficos de las Zonas de Fresnel

El Gráfico de las Zona de Fresnel que se muestra es el de la zona de Fresnel que se ingresó en las especificaciones de estudio, y es el que se muestra a continuación.

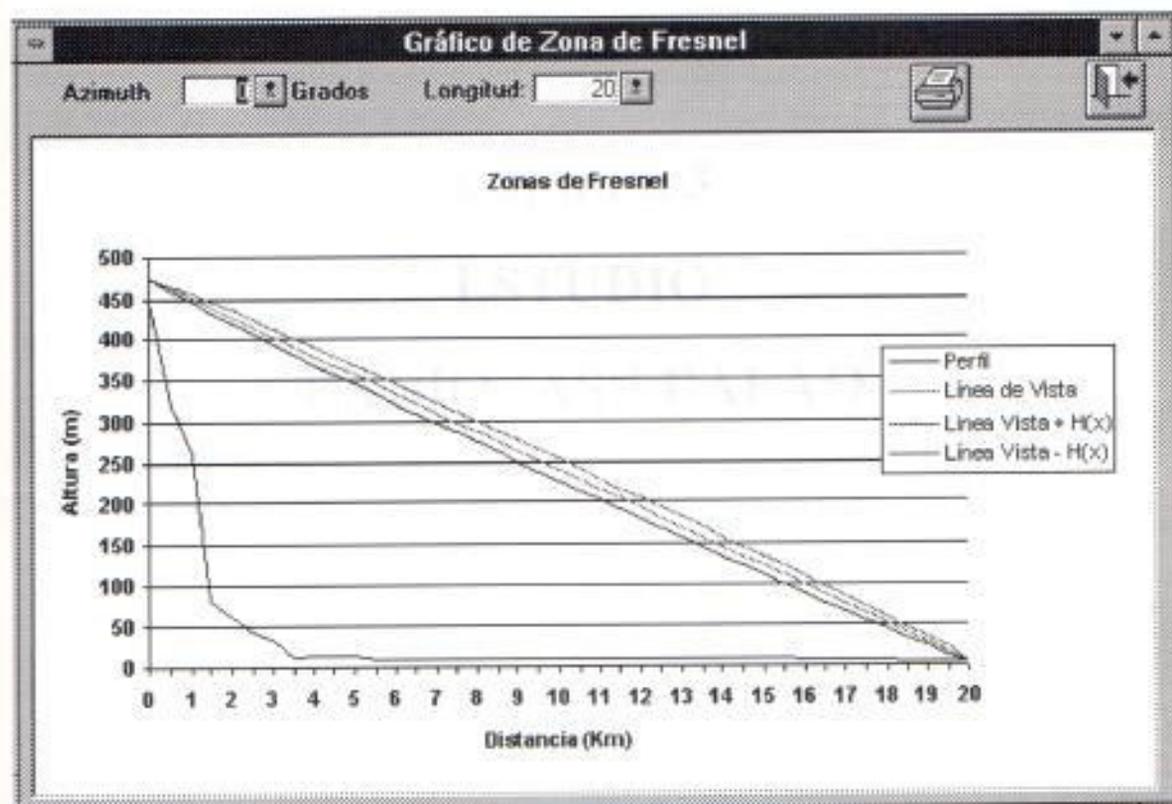


Figura 21.- Gráfico de Zonas de Fresnel.

Al igual que el Gráfico de Perfiles, se permite la selección de los azimuths y de los tramos a analizar.

1. Estudio de la radiobase

Capítulo 3

ESTUDIO

RADIOBASE BALAO

3. ESTUDIO: RADIOBASE BALAO

Para realizar las pruebas de la aplicación desarrollada, decidimos realizar un estudio real, en una de las estaciones ya instaladas en el sistema celular. Esta estación es la de Balao.

Se han ingresado los valores de las altitudes de los perfiles a distintos azimuths, para poder realizar los estudios de las condiciones de visibilidad en cualquier punto de interés. Los resultados se los podrá obtener con solo manipular los valores de azimuth y distancia en la aplicación.

Los perfiles fueron obtenidos en base a los mapas cartográficos proporcionados por el Instituto Geográfico Militar, en una escala 1:50.000. Sobre estos mapas se trazaron los radios de 20 Km alrededor de las coordenadas $02^{\circ}45'25''$ de Latitud y $79^{\circ}39'54''$ de Longitud que es la ubicación de la estación Balao. La separación entre los radios fue de 20° , que nos da una buena descripción del terreno.

Especificaciones del Proyecto

Título del Proyecto:

Radiobase Balao

Perfiles:

Descripción	Siglas	Valor	Unidad
Longitud del Tramo:	Li	20,00	Km
Factor de Curvatura:	K	1,3333	
Radio de la Tierra:	a	6.370,00	Km
Puntos de Muestreo:		40	

Gráfico Zonas de Fresnel

Descripción	Siglas	Valor	Unidad
Frecuencia de Operación:	Fo	0,88	GHz
Potencia del Transmisor:	Po	74,68	W
Zona de Fresnel:	n	1	
Altura Antena Radiobase:		30	m
Altura Antena Movil:		1	m

Pérdidas de Espacio Libre

$$P_{\text{spLibre}}(Lx) = 92,4 + 20 \text{Log}_{10}(F_0) + 20 \text{Log}_{10}(Lx)$$

Fo 0,88 GHz

Otras Pérdidas Adicionales 3 dB Potencia Transmisión 74,68 W

Item	Lx (Km)	PspLibre(Lx) (dB)	P Rx (dB)	P Rx (dBm)
1	0,50	-85,27	-66,537010437	-36,54
2	1,00	-91,29	-72,557610350	-42,56
3	1,50	-94,81	-76,079435531	-46,08
4	2,00	-97,31	-78,578210264	-48,58
5	2,50	-99,25	-80,516410524	-50,52
6	3,00	-100,83	-82,100035445	-52,10
7	3,50	-102,17	-83,438971237	-53,44
8	4,00	-103,33	-84,598810177	-54,60
9	4,50	-104,35	-85,621860626	-55,62
10	5,00	-105,27	-86,537010437	-56,54
11	5,50	-106,10	-87,364864140	-57,36
12	6,00	-106,85	-88,120635358	-58,12
13	6,50	-107,55	-88,815877483	-58,82
14	7,00	-108,19	-89,459571151	-59,46
15	7,50	-108,79	-90,058835618	-60,06
16	8,00	-109,35	-90,619410090	-60,62
17	8,50	-109,88	-91,145988865	-61,15
18	9,00	-110,37	-91,642460539	-61,64
19	9,50	-110,84	-92,112082456	-62,11
20	10,00	-111,29	-92,557610350	-62,56
21	10,50	-111,71	-92,981396332	-62,98
22	11,00	-112,12	-93,385464053	-63,39
23	11,50	-112,50	-93,771567157	-63,77
24	12,00	-112,87	-94,141235271	-64,14
25	12,50	-113,23	-94,495810610	-64,50
26	13,00	-113,57	-94,836477396	-64,84
27	13,50	-113,90	-95,164285720	-65,16
28	14,00	-114,21	-95,480171064	-65,48
29	14,50	-114,52	-95,784970395	-65,78
30	15,00	-114,81	-96,079435531	-66,08
31	15,50	-115,10	-96,364244314	-66,36
32	16,00	-115,37	-96,640010003	-66,64
33	16,50	-115,64	-96,907289235	-66,91
34	17,00	-115,90	-97,166588778	-67,17
35	17,50	-116,15	-97,418371324	-67,42
36	18,00	-116,40	-97,663060452	-67,66
37	18,50	-116,63	-97,901044918	-67,90
38	19,00	-116,86	-98,132682369	-68,13
39	19,50	-117,09	-98,358302577	-68,36
40	20,00	-117,31	-98,578210264	-68,58

Datos: Perfil del Terreno

Radiobase Balao

Azimuth 0°

Item	Lx (Km)	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (m)
0	0,00	Balao Chico	02°45'25"	79°39'54"	444
1	0,50		02°45'15"	79°39'54"	320
2	1,00	Las Mercedes	02°45'10"	79°39'54"	260
3	1,50		02°45'05"	79°39'54"	80
4	2,00		02°45'00"	79°39'54"	60
5	2,50		02°44'40"	79°39'54"	40
6	3,00		02°44'20"	79°39'54"	30
7	3,50		02°44'00"	79°39'54"	9
8	4,00		02°43'40"	79°39'54"	9
9	4,50		02°43'20"	79°39'54"	9
10	5,00		02°43'00"	79°39'54"	9
11	5,50		02°42'40"	79°39'54"	4
12	6,00	Carretera Panamericana	02°42'20"	79°39'54"	4
13	6,50		02°42'10"	79°39'54"	4
14	7,00	Pitajaya	02°42'00"	79°39'54"	4
15	7,50		02°41'40"	79°39'54"	4
16	8,00		02°41'20"	79°39'54"	4
17	8,50	San Eduardo	02°41'00"	79°39'54"	4
18	9,00		02°40'30"	79°39'54"	4
19	9,50		02°40'15"	79°39'54"	4
20	10,00		02°40'15"	79°39'54"	4
21	10,50		02°40'00"	79°39'54"	4
22	11,00		02°39'45"	79°39'54"	4
23	11,50		02°39'30"	79°39'54"	4
24	12,00		02°39'15"	79°39'54"	4
25	12,50		02°39'00"	79°39'54"	4
26	13,00	Santa Rosa de Flandes	02°38'40"	79°39'54"	4
27	13,50		02°38'20"	79°39'54"	4
28	14,00		02°38'00"	79°39'54"	4
29	14,50		02°37'45"	79°39'54"	4
30	15,00		02°37'30"	79°39'54"	4
31	15,50		02°37'15"	79°39'54"	4
32	16,00		02°37'00"	79°39'54"	4
33	16,50		02°36'45"	79°39'54"	4
34	17,00		02°36'30"	79°39'54"	4
35	17,50		02°36'20"	79°39'54"	4
36	18,00		02°36'00"	79°39'54"	4
37	18,50		02°35'45"	79°39'54"	4
38	19,00		02°35'30"	79°39'54"	4
39	19,50		02°35'15"	79°39'54"	4
40	20,00	Los Alamos	02°35'00"	79°39'54"	4

Estudios de Propagación a 360°
Corrección de la Curvatura de la Tierra
Radiobase Balao
Azimuth 0°

Item	Lx (Km)	x	Curvatura (m)	Altitud (m)	Perfil (m)
0	0,00	0,000	0,00	444	444,00
1	0,50	0,025	0,57	320	320,57
2	1,00	0,050	1,12	260	261,12
3	1,50	0,075	1,63	80	81,63
4	2,00	0,100	2,12	60	62,12
5	2,50	0,125	2,58	40	42,58
6	3,00	0,150	3,00	30	33,00
7	3,50	0,175	3,40	9	12,40
8	4,00	0,200	3,77	9	12,77
9	4,50	0,225	4,11	9	13,11
10	5,00	0,250	4,42	9	13,42
11	5,50	0,275	4,69	4	8,69
12	6,00	0,300	4,95	4	8,95
13	6,50	0,325	5,17	4	9,17
14	7,00	0,350	5,36	4	9,36
15	7,50	0,375	5,52	4	9,52
16	8,00	0,400	5,65	4	9,65
17	8,50	0,425	5,75	4	9,75
18	9,00	0,450	5,83	4	9,83
19	9,50	0,475	5,87	4	9,87
20	10,00	0,500	5,89	4	9,89
21	10,50	0,525	5,87	4	9,87
22	11,00	0,550	5,83	4	9,83
23	11,50	0,575	5,75	4	9,75
24	12,00	0,600	5,65	4	9,65
25	12,50	0,625	5,52	4	9,52
26	13,00	0,650	5,36	4	9,36
27	13,50	0,675	5,17	4	9,17
28	14,00	0,700	4,95	4	8,95
29	14,50	0,725	4,69	4	8,69
30	15,00	0,750	4,42	4	8,42
31	15,50	0,775	4,11	4	8,11
32	16,00	0,800	3,77	4	7,77
33	16,50	0,825	3,40	4	7,40
34	17,00	0,850	3,00	4	7,00
35	17,50	0,875	2,58	4	6,58
36	18,00	0,900	2,12	4	6,12
37	18,50	0,925	1,63	4	5,63
38	19,00	0,950	1,12	4	5,12
39	19,50	0,975	0,57	4	4,57
40	20,00	1,000	0,00	4	4,00

Gráfico: Perfil del Terreno Radiobase Balao

Título del Proyecto:

Azimuth: 0° Longitud en estudio: 20 Km



Factor de Curvatura: 1,3333
Radio de la Tierra: 6.370,00 Km

Estudios de Propagación a 360°

Cálculo de las Zonas de Fresnel
Radiobase Balao

Azimuth 0° λ (cm) 34,091

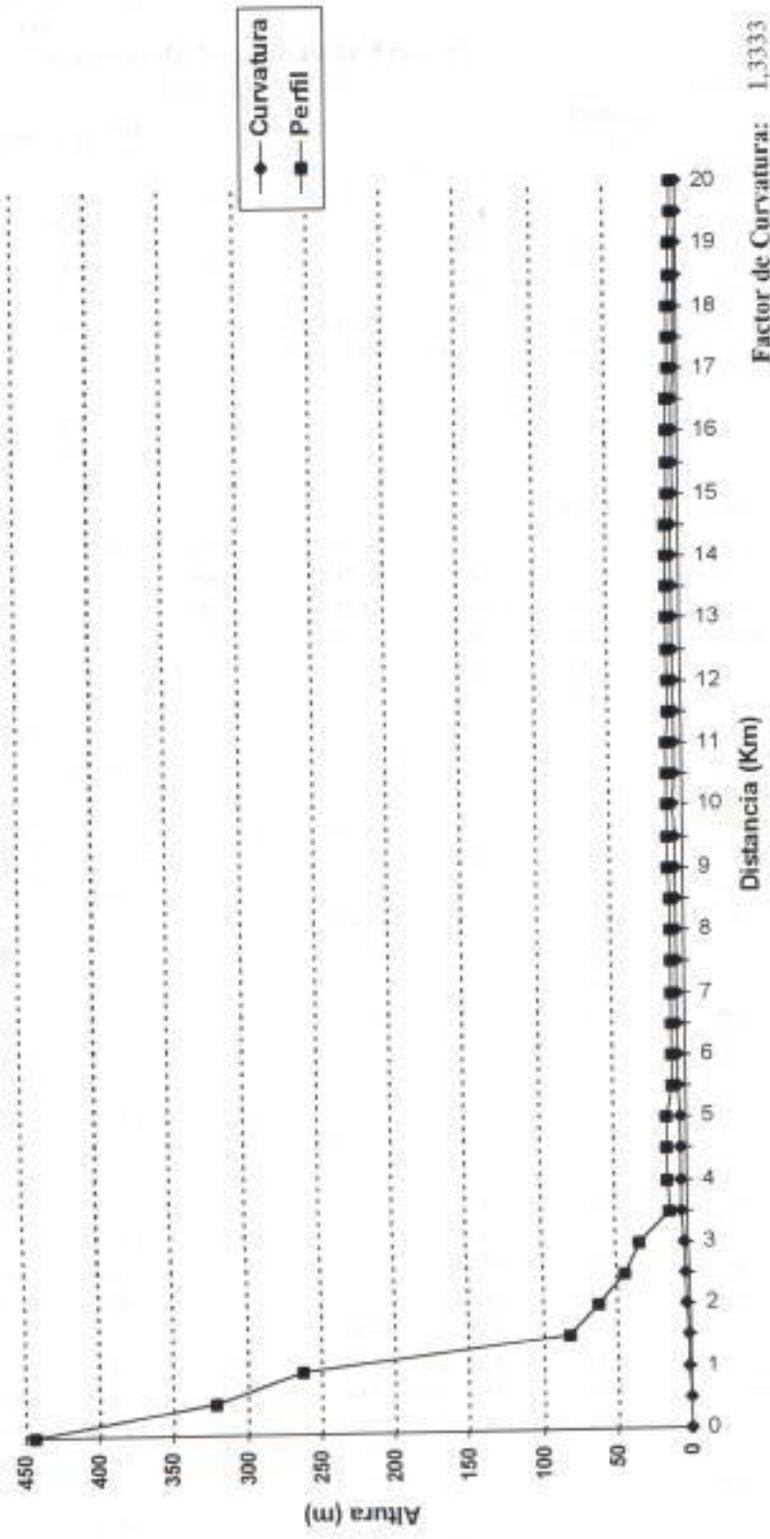
Alturas (m)
Radiobase: 474
Móvil: 5

Item	Lx (Km)	x (m)	H(x)	Línea de Vista	Línea Vista + H(x)	Línea Vista - H(x)	Perfil (m)	Margen de Apertura	Criterio
0	0,00	0,000	0,00	474,00	474,00	474,00	444,00	30,00	Despeje
1	0,50	0,025	4,08	462,28	466,35	458,20	320,57	137,62	Despeje
2	1,00	0,050	5,69	450,55	456,24	444,86	261,12	183,74	Despeje
3	1,50	0,075	6,88	438,83	445,70	431,95	81,63	350,31	Despeje
4	2,00	0,100	7,83	427,10	434,93	419,27	62,12	357,15	Despeje
5	2,50	0,125	8,64	415,38	424,01	406,74	42,58	364,16	Despeje
6	3,00	0,150	9,32	403,65	412,97	394,33	33,00	361,32	Despeje
7	3,50	0,175	9,92	391,93	401,85	382,00	12,40	369,60	Despeje
8	4,00	0,200	10,44	380,20	390,64	369,76	12,77	356,99	Despeje
9	4,50	0,225	10,90	368,48	379,38	357,57	13,11	344,47	Despeje
10	5,00	0,250	11,31	356,75	368,06	345,44	13,42	332,03	Despeje
11	5,50	0,275	11,66	345,03	356,68	333,37	8,69	324,67	Despeje
12	6,00	0,300	11,97	333,30	345,27	321,33	8,95	312,39	Despeje
13	6,50	0,325	12,23	321,58	333,81	309,34	9,17	300,18	Despeje
14	7,00	0,350	12,45	309,85	322,30	297,40	9,36	288,04	Despeje
15	7,50	0,375	12,64	298,13	310,77	285,48	9,52	275,96	Despeje
16	8,00	0,400	12,79	286,40	299,19	273,61	9,65	263,96	Despeje
17	8,50	0,425	12,91	274,68	287,58	261,77	9,75	252,01	Despeje
18	9,00	0,450	12,99	262,95	275,94	249,96	9,83	240,13	Despeje
19	9,50	0,475	13,04	251,23	264,26	238,19	9,87	228,31	Despeje
20	10,00	0,500	13,06	239,50	252,56	226,44	9,89	216,56	Despeje
21	10,50	0,525	13,04	227,78	240,81	214,74	9,87	204,86	Despeje
22	11,00	0,550	12,99	216,05	229,04	203,06	9,83	193,23	Despeje
23	11,50	0,575	12,91	204,33	217,23	191,42	9,75	181,66	Despeje
24	12,00	0,600	12,79	192,60	205,39	179,81	9,65	170,16	Despeje
25	12,50	0,625	12,64	180,88	193,52	168,23	9,52	158,71	Despeje
26	13,00	0,650	12,45	169,15	181,60	156,70	9,36	147,34	Despeje
27	13,50	0,675	12,23	157,43	169,66	145,19	9,17	136,03	Despeje
28	14,00	0,700	11,97	145,70	157,67	133,73	8,95	124,79	Despeje
29	14,50	0,725	11,66	133,98	145,63	122,32	8,69	113,62	Despeje
30	15,00	0,750	11,31	122,25	133,56	110,94	8,42	102,53	Despeje
31	15,50	0,775	10,90	110,53	121,43	99,62	8,11	91,52	Despeje
32	16,00	0,800	10,44	98,80	109,24	88,36	7,77	80,59	Despeje
33	16,50	0,825	9,92	87,08	97,00	77,15	7,40	69,75	Despeje
34	17,00	0,850	9,32	75,35	84,67	66,03	7,00	59,02	Despeje
35	17,50	0,875	8,64	63,63	72,26	54,99	6,58	48,41	Despeje
36	18,00	0,900	7,83	51,90	59,73	44,07	6,12	37,95	Despeje
37	18,50	0,925	6,88	40,18	47,05	33,30	5,63	27,66	Despeje
38	19,00	0,950	5,69	28,45	34,14	22,76	5,12	17,64	Despeje
39	19,50	0,975	4,08	16,73	20,80	12,65	4,57	8,07	Despeje
40	20,00	1,000	0,00	5,00	5,00	5,00	4,00	1,00	Despeje

Gráfico: Perfil del Terreno Radiobase Balao

Título del Proyecto:

Azimuth: 0° Longitud en estudio: 20 Km



Factor de Curvatura: 1,3333
Radio de la Tierra: 6,370,00 Km

Estudios de Propagación a 360°

Cálculo de las Zonas de Fresnel
Radiobase Balao

Azimuth 0° λ (cm) 34,091

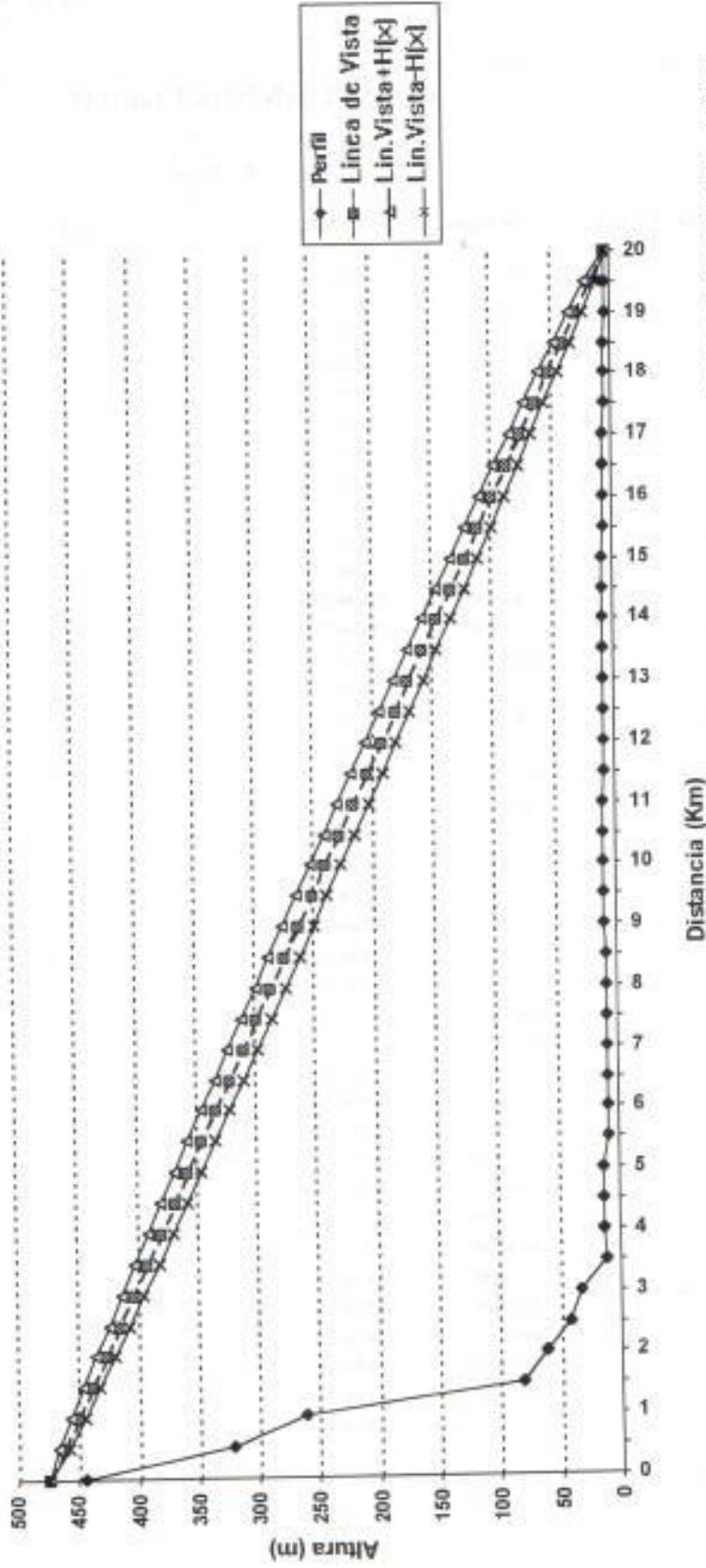
Alturas (m)
Radiobase: 474
Móvil: 5

Item	Lx (Km)	x (m)	H(x)	Línea de Vista	Línea Vista + H(x)	Línea Vista - H(x)	Perfil (m)	Margen de Apertura	Criterio
0	0,00	0,000	0,00	474,00	474,00	474,00	444,00	30,00	Despeje
1	0,50	0,025	4,08	462,28	466,35	458,20	320,57	137,62	Despeje
2	1,00	0,050	5,69	450,55	456,24	444,86	261,12	183,74	Despeje
3	1,50	0,075	6,88	438,83	445,70	431,95	81,63	350,31	Despeje
4	2,00	0,100	7,83	427,10	434,93	419,27	62,12	357,15	Despeje
5	2,50	0,125	8,64	415,38	424,01	406,74	42,58	364,16	Despeje
6	3,00	0,150	9,32	403,65	412,97	394,33	33,00	361,32	Despeje
7	3,50	0,175	9,92	391,93	401,85	382,00	12,40	369,60	Despeje
8	4,00	0,200	10,44	380,20	390,64	369,76	12,77	356,99	Despeje
9	4,50	0,225	10,90	368,48	379,38	357,57	13,11	344,47	Despeje
10	5,00	0,250	11,31	356,75	368,06	345,44	13,42	332,03	Despeje
11	5,50	0,275	11,66	345,03	356,68	333,37	8,69	324,67	Despeje
12	6,00	0,300	11,97	333,30	345,27	321,33	8,95	312,39	Despeje
13	6,50	0,325	12,23	321,58	333,81	309,34	9,17	300,18	Despeje
14	7,00	0,350	12,45	309,85	322,30	297,40	9,36	288,04	Despeje
15	7,50	0,375	12,64	298,13	310,77	285,48	9,52	275,96	Despeje
16	8,00	0,400	12,79	286,40	299,19	273,61	9,65	263,96	Despeje
17	8,50	0,425	12,91	274,68	287,58	261,77	9,75	252,01	Despeje
18	9,00	0,450	12,99	262,95	275,94	249,96	9,83	240,13	Despeje
19	9,50	0,475	13,04	251,23	264,26	238,19	9,87	228,31	Despeje
20	10,00	0,500	13,06	239,50	252,56	226,44	9,89	216,56	Despeje
21	10,50	0,525	13,04	227,78	240,81	214,74	9,87	204,86	Despeje
22	11,00	0,550	12,99	216,05	229,04	203,06	9,83	193,23	Despeje
23	11,50	0,575	12,91	204,33	217,23	191,42	9,75	181,66	Despeje
24	12,00	0,600	12,79	192,60	205,39	179,81	9,65	170,16	Despeje
25	12,50	0,625	12,64	180,88	193,52	168,23	9,52	158,71	Despeje
26	13,00	0,650	12,45	169,15	181,60	156,70	9,36	147,34	Despeje
27	13,50	0,675	12,23	157,43	169,66	145,19	9,17	136,03	Despeje
28	14,00	0,700	11,97	145,70	157,67	133,73	8,95	124,79	Despeje
29	14,50	0,725	11,66	133,98	145,63	122,32	8,69	113,62	Despeje
30	15,00	0,750	11,31	122,25	133,56	110,94	8,42	102,53	Despeje
31	15,50	0,775	10,90	110,53	121,43	99,62	8,11	91,52	Despeje
32	16,00	0,800	10,44	98,80	109,24	88,36	7,77	80,59	Despeje
33	16,50	0,825	9,92	87,08	97,00	77,15	7,40	69,75	Despeje
34	17,00	0,850	9,32	75,35	84,67	66,03	7,00	59,02	Despeje
35	17,50	0,875	8,64	63,63	72,26	54,99	6,58	48,41	Despeje
36	18,00	0,900	7,83	51,90	59,73	44,07	6,12	37,95	Despeje
37	18,50	0,925	6,88	40,18	47,05	33,30	5,63	27,66	Despeje
38	19,00	0,950	5,69	28,45	34,14	22,76	5,12	17,64	Despeje
39	19,50	0,975	4,08	16,73	20,80	12,65	4,57	8,07	Despeje
40	20,00	1,000	0,00	5,00	5,00	5,00	4,00	1,00	Despeje

Gráfico: Zonas de Fresnel Radiobase Balao

Título del Proyecto:

Azimuth: 0° Longitud en estudio: 20 Km



Factor de Curvatura: 1,3333
Radio de la Tierra: 6.370,00 Km

Datos: Perfil del Terreno

Radiobase Balao
 Azimuth 260°

Item	Lx (Km)	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (m)
0	0,00	Balao	02°45'25"	79°39'54"	444
1	0,50		02°45'35"	79°40'00"	300
2	1,00		02°45'45"	79°40'35"	180
3	1,50		02°45'55"	79°41'00"	160
4	2,00		02°46'00"	79°41'07"	70
5	2,50		02°43'03"	79°41'16"	40
6	3,00		02°46'06"	79°41'28"	30
7	3,50		02°46'09"	79°41'42"	26
8	4,00		02°46'12"	79°41'58"	26
9	4,50		02°46'15"	79°42'05"	24
10	5,00		02°46'18"	79°42'26"	24
11	5,50		02°46'21"	79°42'42"	24
12	6,00		02°46'24"	79°43'00"	24
13	6,50		02°46'27"	79°43'16"	24
14	7,00		02°46'30"	79°43'32"	24
15	7,50		02°46'33"	79°43'46"	24
16	8,00		02°46'36"	79°44'00"	24
17	8,50		02°46'39"	79°44'28"	24
18	9,00		02°46'42"	79°44'46"	24
19	9,50		02°46'45"	79°45'00"	24
20	10,00		02°46'48"	79°45'23"	24
21	10,50		02°46'51"	79°45'44"	15
22	11,00		02°46'54"	79°46'00"	10
23	11,50	El Maro	02°46'55"	79°46'16"	8
24	12,00		02°46'58"	79°46'28"	8
25	12,50		02°46'59"	79°46'48"	8
26	13,00		02°47'00"	79°46'52"	8
27	13,50		02°47'04"	79°47'03"	0
28	14,00		02°47'08"	79°47'15"	0
29	14,50		02°47'12"	79°47'38"	0
30	15,00		02°47'16"	79°47'52"	0
31	15,50		02°47'20"	79°48'04"	0
32	16,00		02°47'24"	79°48'17"	0
33	16,50		02°47'28"	79°48'38"	0
34	17,00		02°47'32"	79°48'55"	0
35	17,50		02°47'36"	79°49'06"	0
36	18,00		02°47'40"	79°49'43"	0
37	18,50		02°47'44"	79°49'43"	0
38	19,00		02°47'48"	79°50'00"	0
39	19,50		02°47'49"	79°50'15"	0
40	20,00		02°47'52"	79°50'25"	0

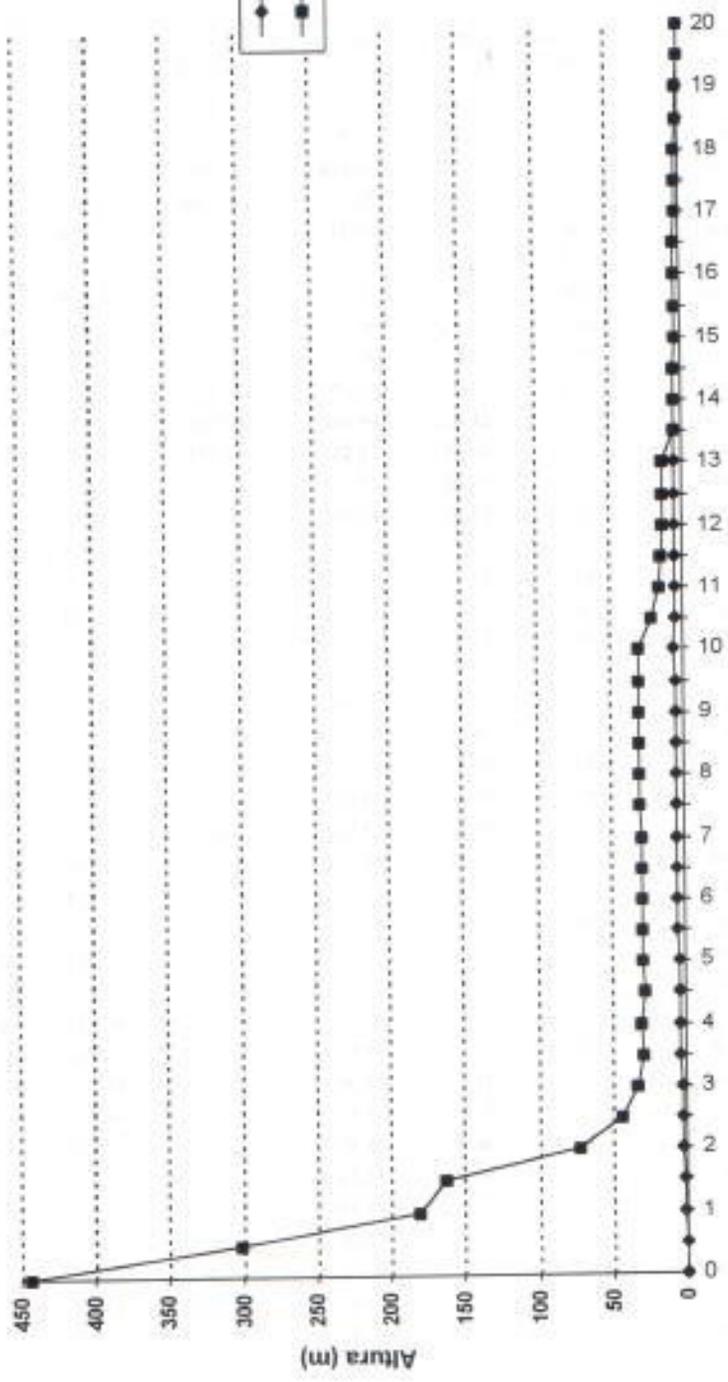
Estudios de Pronagación a 360°
Corrección de la Curvatura de la Tierra
Radiobase Balao
Azimuth 260°

Item	Lx (Km)	x	Curvatura (m)	Altitud (m)	Perfil (m)
0	0,00	0,000	0,00	444	444,00
1	0,50	0,025	0,57	300	300,57
2	1,00	0,050	1,12	180	181,12
3	1,50	0,075	1,63	160	161,63
4	2,00	0,100	2,12	70	72,12
5	2,50	0,125	2,58	40	42,58
6	3,00	0,150	3,00	30	33,00
7	3,50	0,175	3,40	26	29,40
8	4,00	0,200	3,77	26	29,77
9	4,50	0,225	4,11	24	28,11
10	5,00	0,250	4,42	24	28,42
11	5,50	0,275	4,69	24	28,69
12	6,00	0,300	4,95	24	28,95
13	6,50	0,325	5,17	24	29,17
14	7,00	0,350	5,36	24	29,36
15	7,50	0,375	5,52	24	29,52
16	8,00	0,400	5,65	24	29,65
17	8,50	0,425	5,75	24	29,75
18	9,00	0,450	5,83	24	29,83
19	9,50	0,475	5,87	24	29,87
20	10,00	0,500	5,89	24	29,89
21	10,50	0,525	5,87	15	20,87
22	11,00	0,550	5,83	10	15,83
23	11,50	0,575	5,75	8	13,75
24	12,00	0,600	5,65	8	13,65
25	12,50	0,625	5,52	8	13,52
26	13,00	0,650	5,36	8	13,36
27	13,50	0,675	5,17	0	5,17
28	14,00	0,700	4,95	0	4,95
29	14,50	0,725	4,69	0	4,69
30	15,00	0,750	4,42	0	4,42
31	15,50	0,775	4,11	0	4,11
32	16,00	0,800	3,77	0	3,77
33	16,50	0,825	3,40	0	3,40
34	17,00	0,850	3,00	0	3,00
35	17,50	0,875	2,58	0	2,58
36	18,00	0,900	2,12	0	2,12
37	18,50	0,925	1,63	0	1,63
38	19,00	0,950	1,12	0	1,12
39	19,50	0,975	0,57	0	0,57
40	20,00	1,000	0,00	0	0,00

Gráfico: Perfil del Terreno Radiobase Balao

Título del Proyecto:

Azimuth: 260° Longitud en estudio: 20 Km



Factor de Curvatura: 1,3333
Radio de la Tierra: 6.370,00 Km

Estudios de Propagación a 360°

Cálculo de las Zonas de Fresnel
Radiobase Balao

Azimuth 260° λ (cm) 34,091

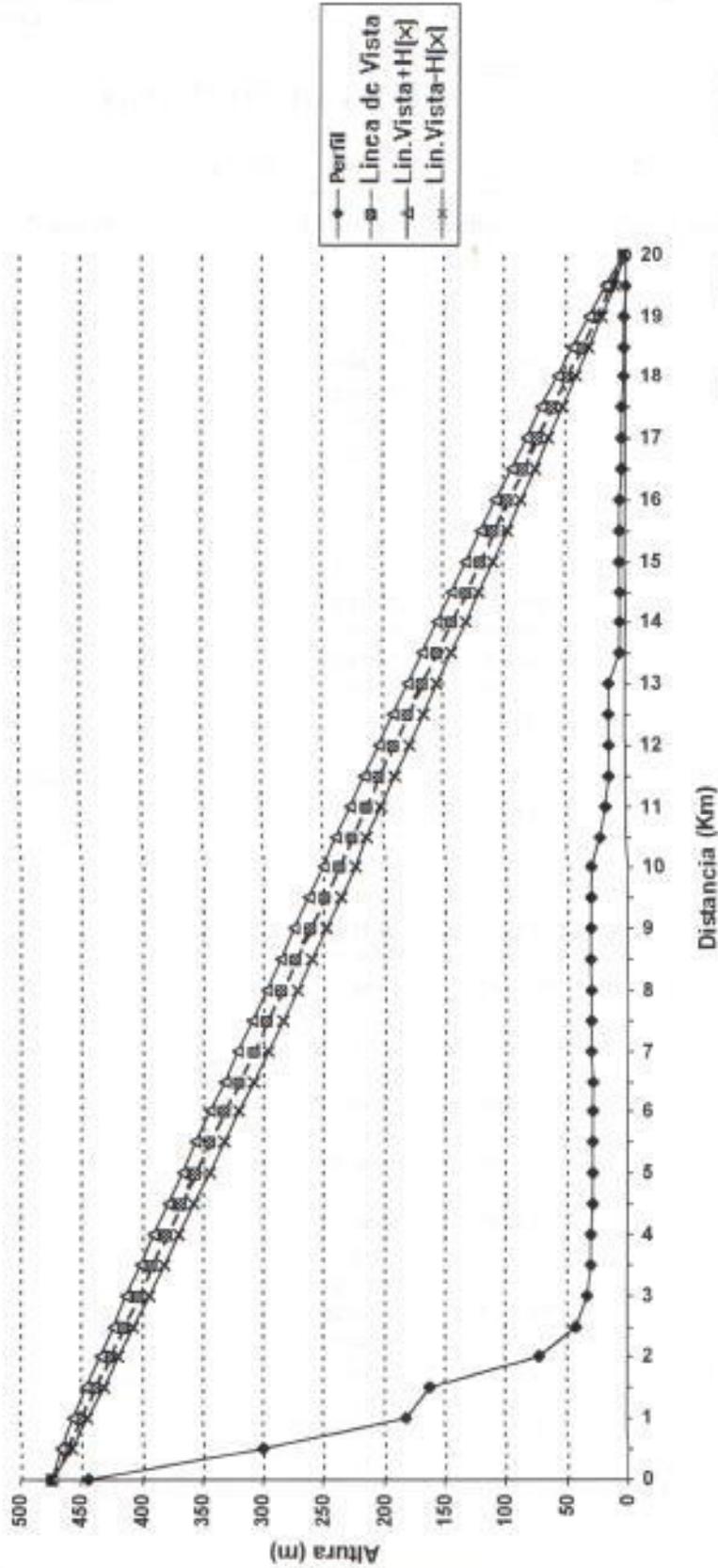
Alturas (m)
Radiobase: 474
Móvil: 1

Item	Lx (Km)	x (m)	H(x)	Línea de Vista	Línea Vista + H(x)	Línea Vista - H(x)	Perfil (m)	Margen de Apertura	Criterio
0	0,00	0,000	0,00	474,00	474,00	474,00	444,00	30,00	Despeje
1	0,50	0,025	4,08	462,18	466,25	458,10	300,57	157,52	Despeje
2	1,00	0,050	5,69	450,35	456,04	444,66	181,12	263,54	Despeje
3	1,50	0,075	6,88	438,53	445,40	431,65	161,63	270,01	Despeje
4	2,00	0,100	7,83	426,70	434,53	418,87	72,12	346,75	Despeje
5	2,50	0,125	8,64	414,88	423,51	406,24	42,58	363,66	Despeje
6	3,00	0,150	9,32	403,05	412,37	393,73	33,00	360,72	Despeje
7	3,50	0,175	9,92	391,23	401,15	381,30	29,40	351,90	Despeje
8	4,00	0,200	10,44	379,40	389,84	368,96	29,77	339,19	Despeje
9	4,50	0,225	10,90	367,58	378,48	356,67	28,11	328,57	Despeje
10	5,00	0,250	11,31	355,75	367,06	344,44	28,42	316,03	Despeje
11	5,50	0,275	11,66	343,93	355,58	332,27	28,69	303,57	Despeje
12	6,00	0,300	11,97	332,10	344,07	320,13	28,95	291,19	Despeje
13	6,50	0,325	12,23	320,28	332,51	308,04	29,17	278,88	Despeje
14	7,00	0,350	12,45	308,45	320,90	296,00	29,36	266,64	Despeje
15	7,50	0,375	12,64	296,63	309,27	283,98	29,52	254,46	Despeje
16	8,00	0,400	12,79	284,80	297,59	272,01	29,65	242,36	Despeje
17	8,50	0,425	12,91	272,98	285,88	260,07	29,75	230,31	Despeje
18	9,00	0,450	12,99	261,15	274,14	248,16	29,83	218,33	Despeje
19	9,50	0,475	13,04	249,33	262,36	236,29	29,87	206,41	Despeje
20	10,00	0,500	13,06	237,50	250,56	224,44	29,89	194,56	Despeje
21	10,50	0,525	13,04	225,68	238,71	212,64	20,87	191,76	Despeje
22	11,00	0,550	12,99	213,85	226,84	200,86	15,83	185,03	Despeje
23	11,50	0,575	12,91	202,03	214,93	189,12	13,75	175,36	Despeje
24	12,00	0,600	12,79	190,20	202,99	177,41	13,65	163,76	Despeje
25	12,50	0,625	12,64	178,38	191,02	165,73	13,52	152,21	Despeje
26	13,00	0,650	12,45	166,55	179,00	154,10	13,36	140,74	Despeje
27	13,50	0,675	12,23	154,73	166,96	142,49	5,17	137,33	Despeje
28	14,00	0,700	11,97	142,90	154,87	130,93	4,95	125,99	Despeje
29	14,50	0,725	11,66	131,08	142,73	119,42	4,69	114,72	Despeje
30	15,00	0,750	11,31	119,25	130,56	107,94	4,42	103,53	Despeje
31	15,50	0,775	10,90	107,43	118,33	96,52	4,11	92,42	Despeje
32	16,00	0,800	10,44	95,60	106,04	85,16	3,77	81,39	Despeje
33	16,50	0,825	9,92	83,78	93,70	73,85	3,40	70,45	Despeje
34	17,00	0,850	9,32	71,95	81,27	62,63	3,00	59,62	Despeje
35	17,50	0,875	8,64	60,13	68,76	51,49	2,58	48,91	Despeje
36	18,00	0,900	7,83	48,30	56,13	40,47	2,12	38,35	Despeje
37	18,50	0,925	6,88	36,48	43,35	29,60	1,63	27,96	Despeje
38	19,00	0,950	5,69	24,65	30,34	18,96	1,12	17,84	Despeje
39	19,50	0,975	4,08	12,83	16,90	8,75	0,57	8,17	Despeje
40	20,00	1,000	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	Despeje

Gráfico: Zonas de Fresnel Radiobase Balao

Título del Proyecto:

Azimuth: 260° Longitud en estudio: 20 Km



Factor de Curvatura: 1,3333
Radio de la Tierra: 6.370,00 Km

Datos: Perfil del Terreno

Radiobase Balao

Azimuth 280°

Item	Lx (Km)	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (m)
0	0,00	Balao	02°45'25"	79°39'54"	444
1	0,50		02°45'24"	79°40'01"	240
2	1,00		02°45'24"	79°40'25"	80
3	1,50		02°45'23"	79°40'45"	50
4	2,00		02°45'23"	79°41'00"	40
5	2,50	Carretero	02°45'22"	79°41'25"	35
6	3,00		02°45'21"	79°41'35"	20
7	3,50		02°45'20"	79°41'45"	20
8	4,00		02°45'19"	79°41'55"	20
9	4,50		02°45'16"	79°42'10"	20
10	5,00		02°45'14"	79°42'26"	15
11	5,50		02°45'12"	79°42'48"	15
12	6,00		02°45'10"	79°43'00"	15
13	6,50		02°45'08"	79°43'16"	15
14	7,00		02°45'06"	79°43'34"	10
15	7,50		02°45'04"	79°43'55"	10
16	8,00		02°45'02"	79°44'00"	10
17	8,50	Balao Chico	02°45'00"	79°44'17"	8
18	9,00		02°44'55"	79°44'30"	6
19	9,50		02°44'53"	79°44'55"	0
20	10,00		02°44'51"	79°45'10"	0
21	10,50		02°44'48"	79°45'26"	0
22	11,00		02°44'44"	79°45'46"	0
23	11,50		02°44'40"	79°45'58"	0
24	12,00		02°44'35"	79°46'08"	0
25	12,50		02°44'32"	79°46'26"	0
26	13,00		02°44'27"	79°46'56"	0
27	13,50		02°44'23"	79°47'00"	0
28	14,00		02°44'21"	79°47'18"	0
29	14,50		02°44'19"	79°47'35"	0
30	15,00		02°44'17"	79°47'55"	0
31	15,50		02°44'14"	79°48'05"	0
32	16,00		02°44'12"	79°48'23"	0
33	16,50		02°44'10"	79°48'46"	0
34	17,00		02°44'08"	79°48'55"	0
35	17,50		02°44'06"	79°49'04"	0
36	18,00		02°44'04"	79°49'23"	0
37	18,50		02°44'02"	79°49'26"	0
38	19,00		02°44'00"	79°49'58"	0
39	19,50		02°46'57"	79°50'00"	0
40	20,00		02°43'55"	79°50'15"	0

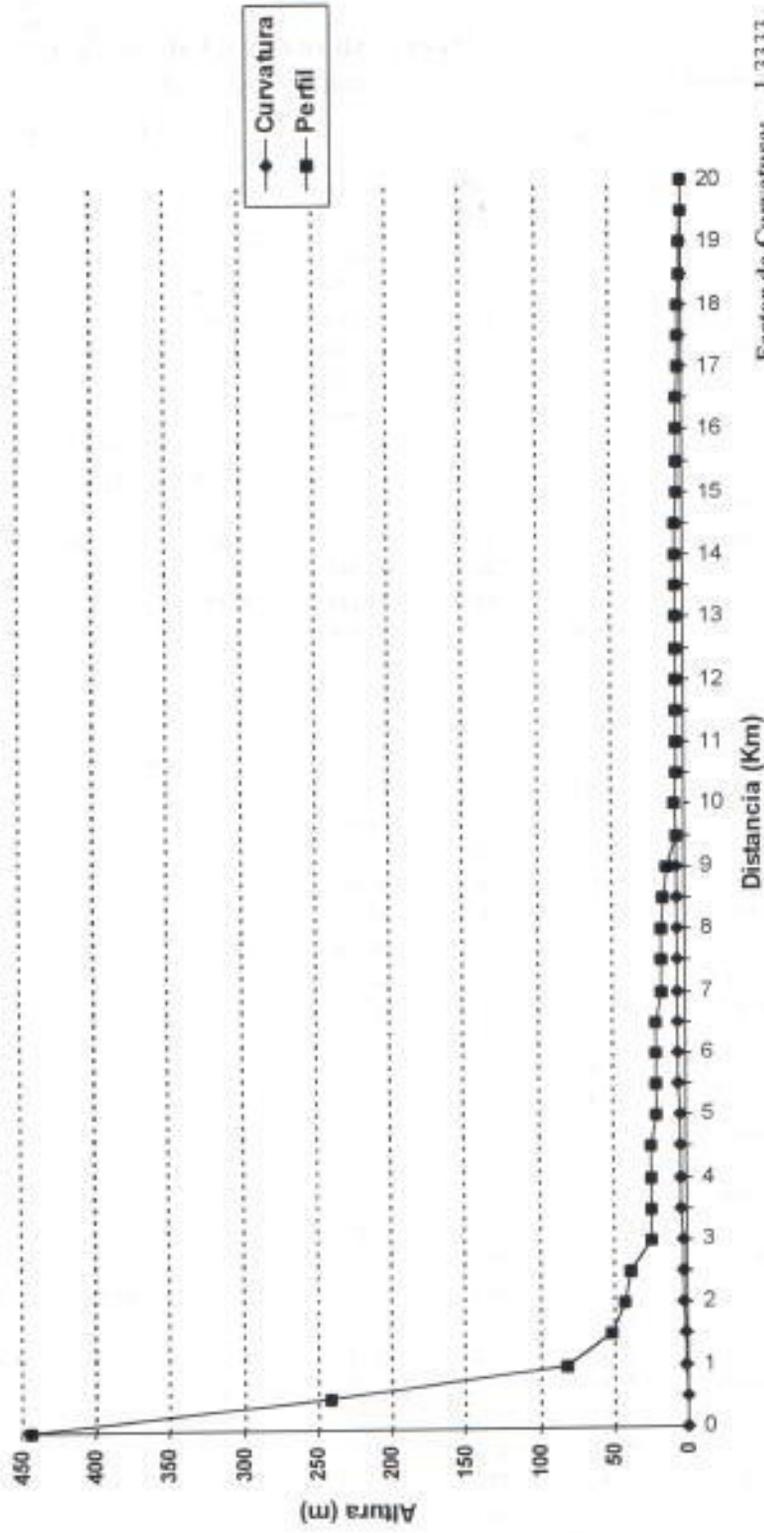
Estudios de Pronogación a 360°
Corrección de la Curvatura de la Tierra
Radiobase Balao
Azimuth 280°

Item	Lx (Km)	x	Curvatura (m)	Altitud (m)	Perfil (m)
0	0,00	0,000	0,00	444	444,00
1	0,50	0,025	0,57	240	240,57
2	1,00	0,050	1,12	80	81,12
3	1,50	0,075	1,63	50	51,63
4	2,00	0,100	2,12	40	42,12
5	2,50	0,125	2,58	35	37,58
6	3,00	0,150	3,00	20	23,00
7	3,50	0,175	3,40	20	23,40
8	4,00	0,200	3,77	20	23,77
9	4,50	0,225	4,11	20	24,11
10	5,00	0,250	4,42	15	19,42
11	5,50	0,275	4,69	15	19,69
12	6,00	0,300	4,95	15	19,95
13	6,50	0,325	5,17	15	20,17
14	7,00	0,350	5,36	10	15,36
15	7,50	0,375	5,52	10	15,52
16	8,00	0,400	5,65	10	15,65
17	8,50	0,425	5,75	8	13,75
18	9,00	0,450	5,83	6	11,83
19	9,50	0,475	5,87	0	5,87
20	10,00	0,500	5,89	0	5,89
21	10,50	0,525	5,87	0	5,87
22	11,00	0,550	5,83	0	5,83
23	11,50	0,575	5,75	0	5,75
24	12,00	0,600	5,65	0	5,65
25	12,50	0,625	5,52	0	5,52
26	13,00	0,650	5,36	0	5,36
27	13,50	0,675	5,17	0	5,17
28	14,00	0,700	4,95	0	4,95
29	14,50	0,725	4,69	0	4,69
30	15,00	0,750	4,42	0	4,42
31	15,50	0,775	4,11	0	4,11
32	16,00	0,800	3,77	0	3,77
33	16,50	0,825	3,40	0	3,40
34	17,00	0,850	3,00	0	3,00
35	17,50	0,875	2,58	0	2,58
36	18,00	0,900	2,12	0	2,12
37	18,50	0,925	1,63	0	1,63
38	19,00	0,950	1,12	0	1,12
39	19,50	0,975	0,57	0	0,57
40	20,00	1,000	0,00	0	0,00

Gráfico: Perfil del Terreno
Radiobase Balao

Título del Proyecto:

Azimuth: 280° Longitud en estudio: 20 Km



Factor de Curvatura: 1,3333

Radio de la Tierra: 6.370,00 Km

Estudios de Propagación a 360°

Cálculo de las Zonas de Fresnel
Radiobase Balao

Alturas (m)
Radiobase: 474
Móvil: 1

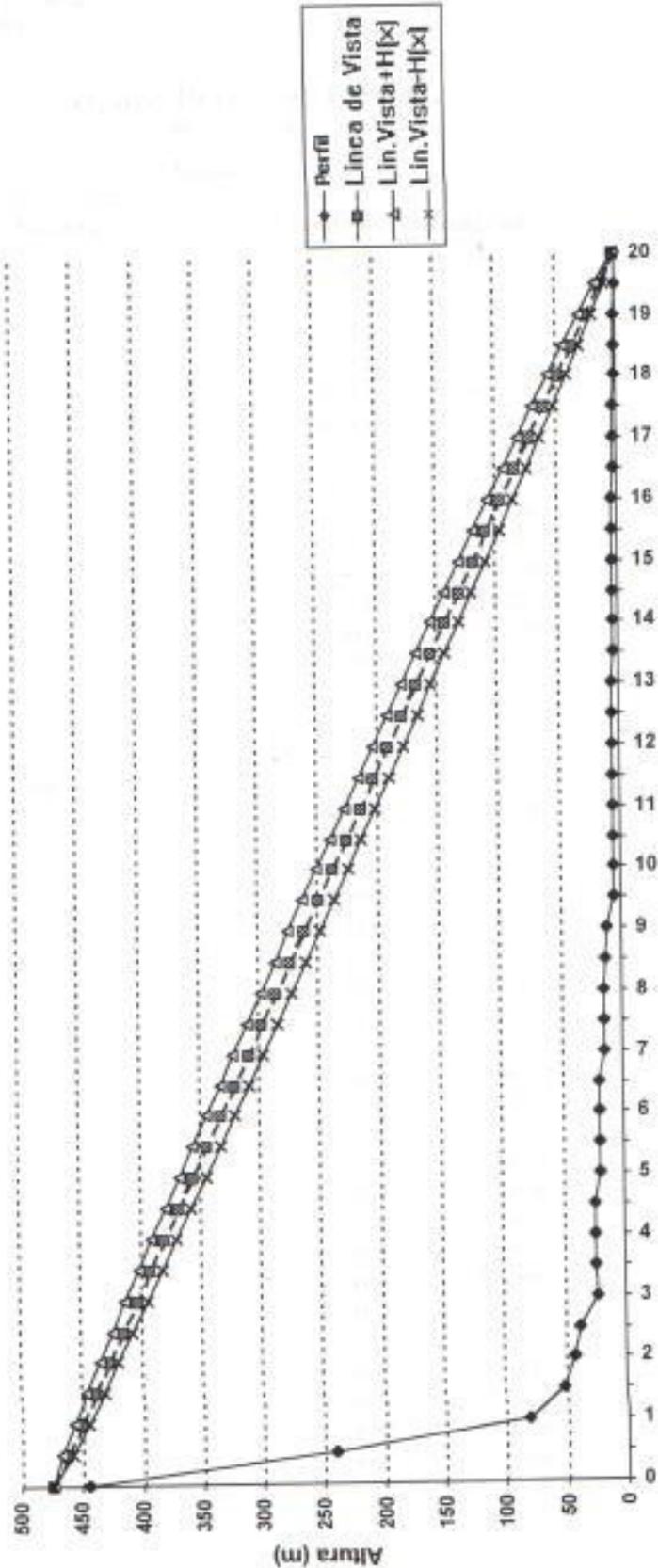
Azimuth 280° λ (cm) 34,091

Item	Lx (Km)	x (m)	H(x)	Línea de Vista	Línea Vista + H(x)	Línea Vista - H(x)	Perfil (m)	Margen de Apertura	Criterio
0	0,00	0,000	0,00	474,00	474,00	474,00	444,00	30,00	Despeje
1	0,50	0,025	4,08	462,18	466,25	458,10	240,57	217,52	Despeje
2	1,00	0,050	5,69	450,35	456,04	444,66	81,12	363,54	Despeje
3	1,50	0,075	6,88	438,53	445,40	431,65	51,63	380,01	Despeje
4	2,00	0,100	7,83	426,70	434,53	418,87	42,12	376,75	Despeje
5	2,50	0,125	8,64	414,88	423,51	406,24	37,58	368,66	Despeje
6	3,00	0,150	9,32	403,05	412,37	393,73	23,00	370,72	Despeje
7	3,50	0,175	9,92	391,23	401,15	381,30	23,40	357,90	Despeje
8	4,00	0,200	10,44	379,40	389,84	368,96	23,77	345,19	Despeje
9	4,50	0,225	10,90	367,58	378,48	356,67	24,11	332,57	Despeje
10	5,00	0,250	11,31	355,75	367,06	344,44	19,42	325,03	Despeje
11	5,50	0,275	11,66	343,93	355,58	332,27	19,69	312,57	Despeje
12	6,00	0,300	11,97	332,10	344,07	320,13	19,95	300,19	Despeje
13	6,50	0,325	12,23	320,28	332,51	308,04	20,17	287,88	Despeje
14	7,00	0,350	12,45	308,45	320,90	296,00	15,36	280,64	Despeje
15	7,50	0,375	12,64	296,63	309,27	283,98	15,52	268,46	Despeje
16	8,00	0,400	12,79	284,80	297,59	272,01	15,65	256,36	Despeje
17	8,50	0,425	12,91	272,98	285,88	260,07	13,75	246,31	Despeje
18	9,00	0,450	12,99	261,15	274,14	248,16	11,83	236,33	Despeje
19	9,50	0,475	13,04	249,33	262,36	236,29	5,87	230,41	Despeje
20	10,00	0,500	13,06	237,50	250,56	224,44	5,89	218,56	Despeje
21	10,50	0,525	13,04	225,68	238,71	212,64	5,87	206,76	Despeje
22	11,00	0,550	12,99	213,85	226,84	200,86	5,83	195,03	Despeje
23	11,50	0,575	12,91	202,03	214,93	189,12	5,75	183,36	Despeje
24	12,00	0,600	12,79	190,20	202,99	177,41	5,65	171,76	Despeje
25	12,50	0,625	12,64	178,38	191,02	165,73	5,52	160,21	Despeje
26	13,00	0,650	12,45	166,55	179,00	154,10	5,36	148,74	Despeje
27	13,50	0,675	12,23	154,73	166,96	142,49	5,17	137,33	Despeje
28	14,00	0,700	11,97	142,90	154,87	130,93	4,95	125,99	Despeje
29	14,50	0,725	11,66	131,08	142,73	119,42	4,69	114,72	Despeje
30	15,00	0,750	11,31	119,25	130,56	107,94	4,42	103,53	Despeje
31	15,50	0,775	10,90	107,43	118,33	96,52	4,11	92,42	Despeje
32	16,00	0,800	10,44	95,60	106,04	85,16	3,77	81,39	Despeje
33	16,50	0,825	9,92	83,78	93,70	73,85	3,40	70,45	Despeje
34	17,00	0,850	9,32	71,95	81,27	62,63	3,00	59,62	Despeje
35	17,50	0,875	8,64	60,13	68,76	51,49	2,58	48,91	Despeje
36	18,00	0,900	7,83	48,30	56,13	40,47	2,12	38,35	Despeje
37	18,50	0,925	6,88	36,48	43,35	29,60	1,63	27,96	Despeje
38	19,00	0,950	5,69	24,65	30,34	18,96	1,12	17,84	Despeje
39	19,50	0,975	4,08	12,83	16,90	8,75	0,57	8,17	Despeje
40	20,00	1,000	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	Despeje

Gráfico: Zonas de Fresnel Radiobase Balao

Título del Proyecto:

Azimuth: 280° Longitud en estudio: 20 Km



Distancia (Km)

Factor de Curvatura: 1,3333
Radio de la Tierra: 6.370,00 Km

Datos: Perfil del Terreno

Radiobase Balao

Azimuth 300°

Item	Lx (Km)	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (m)
0	0,00	Balao	02°45'25"	79°39'54"	444
1	0,50		02°45'20"	79°39'55"	240
2	1,00		02°45'15"	79°39'56"	90
3	1,50		02°45'08"	79°39'57"	50
4	2,00	Carrizero	02°45'05"	79°39'59"	40
5	2,50		02°45'02"	79°41'05"	20
6	3,00		02°45'00"	79°41'12"	20
7	3,50		02°44'55"	79°41'22"	20
8	4,00		02°44'50"	79°41'45"	20
9	4,50		02°44'40"	79°41'55"	15
10	5,00		02°44'35"	79°42'05"	15
11	5,50		02°44'25"	79°42'20"	15
12	6,00		02°44'10"	79°42'40"	15
13	6,50		02°44'05"	79°42'55"	14
14	7,00		02°43'55"	79°43'05"	15
15	7,50		02°43'50"	79°43'20"	8
16	8,00		02°43'45"	79°43'36"	6
17	8,50	Manglecito	02°43'40"	79°43'48"	6
18	9,00		02°43'30"	79°44'00"	8
19	9,50		02°43'24"	79°44'16"	0
20	10,00		02°43'10"	79°44'29"	0
21	10,50		02°43'00"	79°44'46"	0
22	11,00		02°43'55"	79°45'00"	0
23	11,50		02°42'50"	79°45'15"	0
24	12,00		02°42'45"	79°45'30"	0
25	12,50		02°42'30"	79°45'45"	0
26	13,00		02°42'25"	79°46'00"	0
27	13,50		02°42'10"	79°46'15"	0
28	14,00		02°42'05"	79°46'30"	0
29	14,50		02°42'00"	79°46'45"	0
30	15,00		02°41'58"	79°47'00"	0
31	15,50		02°41'50"	79°47'15"	0
32	16,00		02°41'45"	79°47'30"	0
33	16,50		02°41'35"	79°47'45"	0
34	17,00		02°41'25"	79°47'55"	0
35	17,50		02°41'15"	79°48'00"	0
36	18,00		02°41'05"	79°48'22"	0
37	18,50		02°40'55"	79°48'42"	0
38	19,00		02°40'40"	79°48'52"	0
39	19,50		02°40'35"	79°49'00"	0
40	20,00		02°40'20"	79°49'08"	0

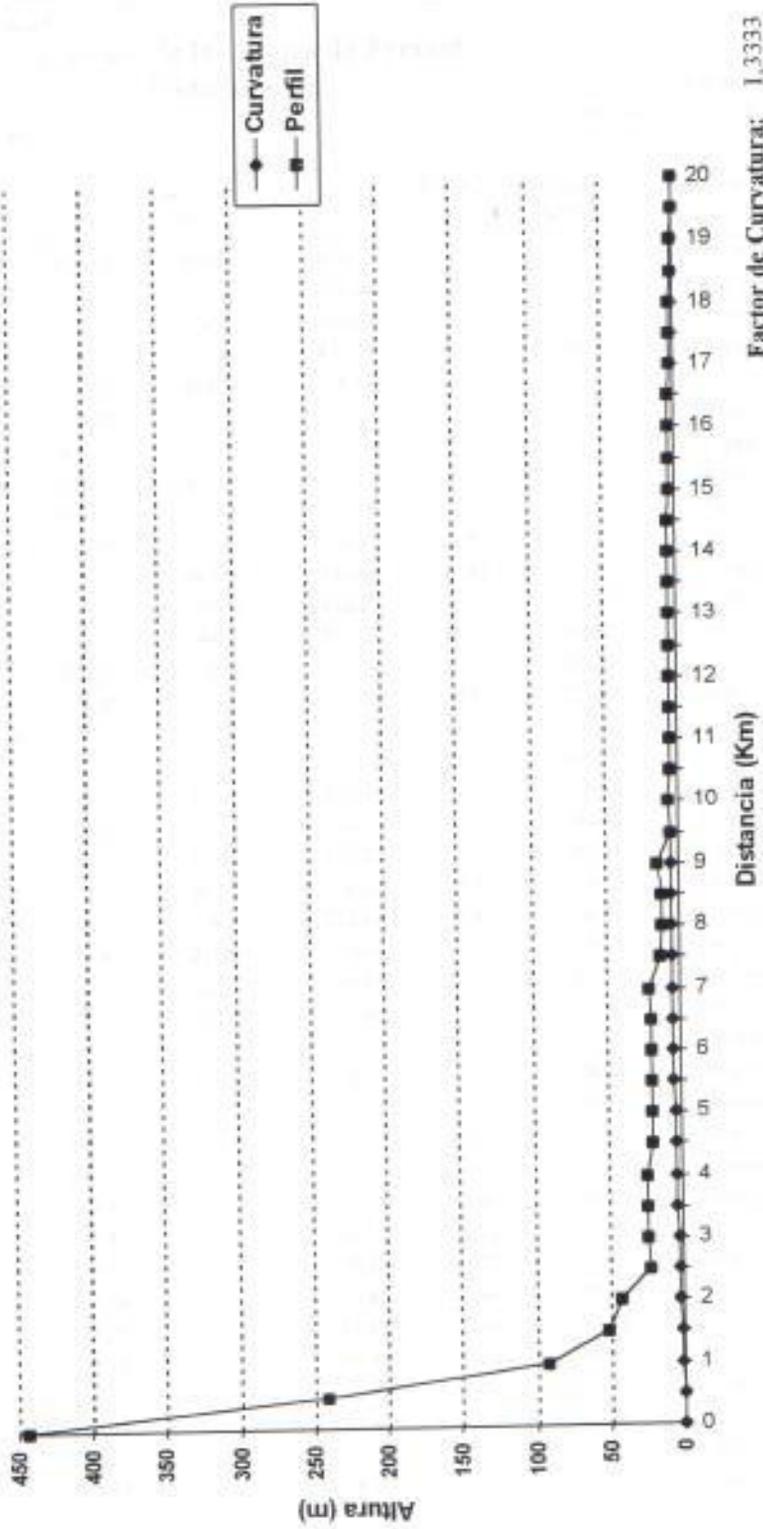
Estudios de Propagación a 360°
Corrección de la Curvatura de la Tierra
Radiobase Balao
Azimuth 300°

Item	Lx (Km)	x	Curvatura (m)	Altitud (m)	Perfil (m)
0	0,00	0,000	0,00	444	444,00
1	0,50	0,025	0,57	240	240,57
2	1,00	0,050	1,12	90	91,12
3	1,50	0,075	1,63	50	51,63
4	2,00	0,100	2,12	40	42,12
5	2,50	0,125	2,58	20	22,58
6	3,00	0,150	3,00	20	23,00
7	3,50	0,175	3,40	20	23,40
8	4,00	0,200	3,77	20	23,77
9	4,50	0,225	4,11	15	19,11
10	5,00	0,250	4,42	15	19,42
11	5,50	0,275	4,69	15	19,69
12	6,00	0,300	4,95	15	19,95
13	6,50	0,325	5,17	14	19,17
14	7,00	0,350	5,36	15	20,36
15	7,50	0,375	5,52	8	13,52
16	8,00	0,400	5,65	6	11,65
17	8,50	0,425	5,75	6	11,75
18	9,00	0,450	5,83	8	13,83
19	9,50	0,475	5,87	0	5,87
20	10,00	0,500	5,89	0	5,89
21	10,50	0,525	5,87	0	5,87
22	11,00	0,550	5,83	0	5,83
23	11,50	0,575	5,75	0	5,75
24	12,00	0,600	5,65	0	5,65
25	12,50	0,625	5,52	0	5,52
26	13,00	0,650	5,36	0	5,36
27	13,50	0,675	5,17	0	5,17
28	14,00	0,700	4,95	0	4,95
29	14,50	0,725	4,69	0	4,69
30	15,00	0,750	4,42	0	4,42
31	15,50	0,775	4,11	0	4,11
32	16,00	0,800	3,77	0	3,77
33	16,50	0,825	3,40	0	3,40
34	17,00	0,850	3,00	0	3,00
35	17,50	0,875	2,58	0	2,58
36	18,00	0,900	2,12	0	2,12
37	18,50	0,925	1,63	0	1,63
38	19,00	0,950	1,12	0	1,12
39	19,50	0,975	0,57	0	0,57
40	20,00	1,000	0,00	0	0,00

Gráfico: Perfil del Terreno Radiobase Balao

Título del Proyecto:

Azimuth: 300° Longitud en estudio: 20 Km



Factor de Curvatura: 1,3333
Radio de la Tierra: 6.370,00 Km

Estudios de Propagación a 360°

Cálculo de las Zonas de Fresnel
Radiobase Balao

Azimuth 300° λ (cm) 34,091

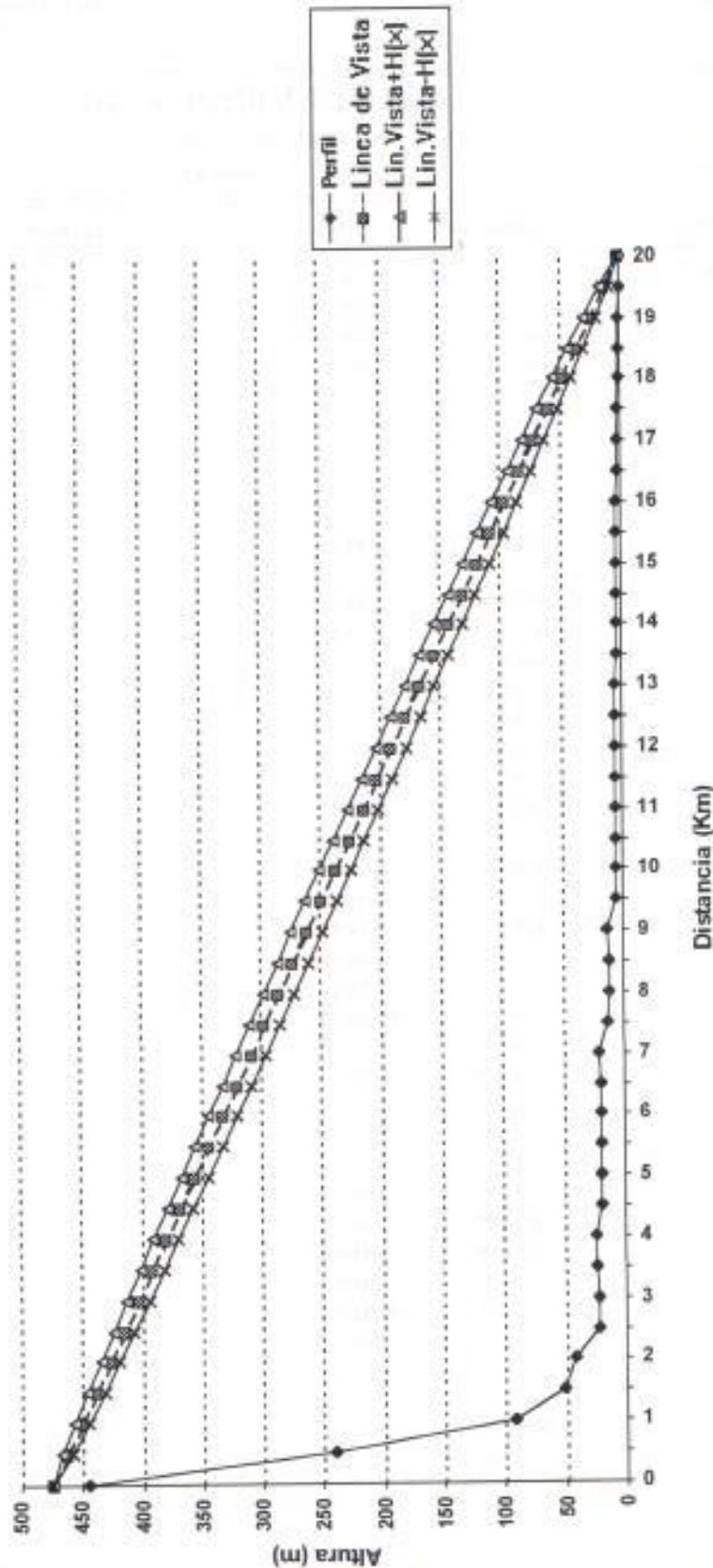
Alturas (m)
Radiobase: 474
Móvil: 1

Item	Lx (Km)	x (m)	H(x)	Línea de Vista	Línea Vista + H(x)	Línea Vista - H(x)	Perfil (m)	Margen de Apertura	Criterio
0	0,00	0,000	0,00	474,00	474,00	474,00	444,00	30,00	Despeje
1	0,50	0,025	4,08	462,18	466,25	458,10	240,57	217,52	Despeje
2	1,00	0,050	5,69	450,35	456,04	444,66	91,12	353,54	Despeje
3	1,50	0,075	6,88	438,53	445,40	431,65	51,63	380,01	Despeje
4	2,00	0,100	7,83	426,70	434,53	418,87	42,12	376,75	Despeje
5	2,50	0,125	8,64	414,88	423,51	406,24	22,58	383,66	Despeje
6	3,00	0,150	9,32	403,05	412,37	393,73	23,00	370,72	Despeje
7	3,50	0,175	9,92	391,23	401,15	381,30	23,40	357,90	Despeje
8	4,00	0,200	10,44	379,40	389,84	368,96	23,77	345,19	Despeje
9	4,50	0,225	10,90	367,58	378,48	356,67	19,11	337,57	Despeje
10	5,00	0,250	11,31	355,75	367,06	344,44	19,42	325,03	Despeje
11	5,50	0,275	11,66	343,93	355,58	332,27	19,69	312,57	Despeje
12	6,00	0,300	11,97	332,10	344,07	320,13	19,95	300,19	Despeje
13	6,50	0,325	12,23	320,28	332,51	308,04	19,17	288,88	Despeje
14	7,00	0,350	12,45	308,45	320,90	296,00	20,36	275,64	Despeje
15	7,50	0,375	12,64	296,63	309,27	283,98	13,52	270,46	Despeje
16	8,00	0,400	12,79	284,80	297,59	272,01	11,65	260,36	Despeje
17	8,50	0,425	12,91	272,98	285,88	260,07	11,75	248,31	Despeje
18	9,00	0,450	12,99	261,15	274,14	248,16	13,83	234,33	Despeje
19	9,50	0,475	13,04	249,33	262,36	236,29	5,87	230,41	Despeje
20	10,00	0,500	13,06	237,50	250,56	224,44	5,89	218,56	Despeje
21	10,50	0,525	13,04	225,68	238,71	212,64	5,87	206,76	Despeje
22	11,00	0,550	12,99	213,85	226,84	200,86	5,83	195,03	Despeje
23	11,50	0,575	12,91	202,03	214,93	189,12	5,75	183,36	Despeje
24	12,00	0,600	12,79	190,20	202,99	177,41	5,65	171,76	Despeje
25	12,50	0,625	12,64	178,38	191,02	165,73	5,52	160,21	Despeje
26	13,00	0,650	12,45	166,55	179,00	154,10	5,36	148,74	Despeje
27	13,50	0,675	12,23	154,73	166,96	142,49	5,17	137,33	Despeje
28	14,00	0,700	11,97	142,90	154,87	130,93	4,95	125,99	Despeje
29	14,50	0,725	11,66	131,08	142,73	119,42	4,69	114,72	Despeje
30	15,00	0,750	11,31	119,25	130,56	107,94	4,42	103,53	Despeje
31	15,50	0,775	10,90	107,43	118,33	96,52	4,11	92,42	Despeje
32	16,00	0,800	10,44	95,60	106,04	85,16	3,77	81,39	Despeje
33	16,50	0,825	9,92	83,78	93,70	73,85	3,40	70,45	Despeje
34	17,00	0,850	9,32	71,95	81,27	62,63	3,00	59,62	Despeje
35	17,50	0,875	8,64	60,13	68,76	51,49	2,58	48,91	Despeje
36	18,00	0,900	7,83	48,30	56,13	40,47	2,12	38,35	Despeje
37	18,50	0,925	6,88	36,48	43,35	29,60	1,63	27,96	Despeje
38	19,00	0,950	5,69	24,65	30,34	18,96	1,12	17,84	Despeje
39	19,50	0,975	4,08	12,83	16,90	-8,75	0,57	8,17	Despeje
40	20,00	1,000	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	Despeje

Gráfico: Zonas de Fresnel Radiobase Balao

Título del Proyecto:

Azimuth: 300° Longitud en estudio: 20 Km



Factor de Curvatura: 1,3333
Radio de la Tierra: 6.370,00 Km

Datos: Perfil del Terreno

Radiobase Balao

Azimuth 320°

Item	Lx (Km)	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (m)
0	0,00	Balao	02°45'25"	79°39'54"	444
1	0,50		02°45'20"	79°40'00"	320
2	1,00		02°45'10"	79°40'10"	160
3	1,50		02°45'05"	79°40'25"	60
4	2,00	Carretero	02°44'51"	79°40'35"	50
5	2,50		02°44'40"	79°40'48"	30
6	3,00		02°44'30"	79°41'00"	20
7	3,50		02°44'20"	79°41'05"	20
8	4,00		02°44'10"	79°41'18"	20
9	4,50		02°44'00"	79°41'26"	20
10	5,00		02°43'50"	79°41'36"	20
11	5,50		02°43'36"	79°41'48"	20
12	6,00		02°43'20"	79°41'54"	20
13	6,50		02°43'00"	79°42'05"	15
14	7,00		02°42'50"	79°42'15"	15
15	7,50		02°42'35"	79°42'26"	15
16	8,00		02°42'25"	79°42'38"	10
17	8,50		02°42'10"	79°42'52"	8
18	9,00		02°42'00"	79°43'00"	8
19	9,50		02°41'55"	79°43'10"	8
20	10,00		02°41'45"	79°43'28"	8
21	10,50		02°41'30"	79°43'35"	8
22	11,00		02°41'15"	79°43'42"	0
23	11,50		02°41'00"	79°43'50"	0
24	12,00		02°40'50"	79°43'55"	0
25	12,50		02°40'35"	79°44'05"	0
26	13,00		02°40'25"	79°44'20"	0
27	13,50		02°40'10"	79°44'30"	0
28	14,00		02°40'00"	79°44'50"	0
29	14,50	Río Naranjal	02°39'50"	79°45'00"	0
30	15,00		02°39'40"	79°45'05"	0
31	15,50		02°39'28"	79°45'15"	0
32	16,00		02°39'13"	79°45'30"	0
33	16,50		02°39'00"	79°45'40"	0
34	17,00		02°38'50"	79°45'55"	0
35	17,50		02°38'35"	79°46'00"	0
36	18,00		02°38'15"	79°46'15"	0
37	18,50		02°38'05"	79°46'25"	0
38	19,00		02°37'55"	79°46'35"	0
39	19,50		02°37'45"	79°46'45"	0
40	20,00		02°37'35"	79°46'55"	0

Estudios de Pronogación a 360°
Corrección de la Curvatura de la Tierra
Radiobase Balao
Azimuth 320°

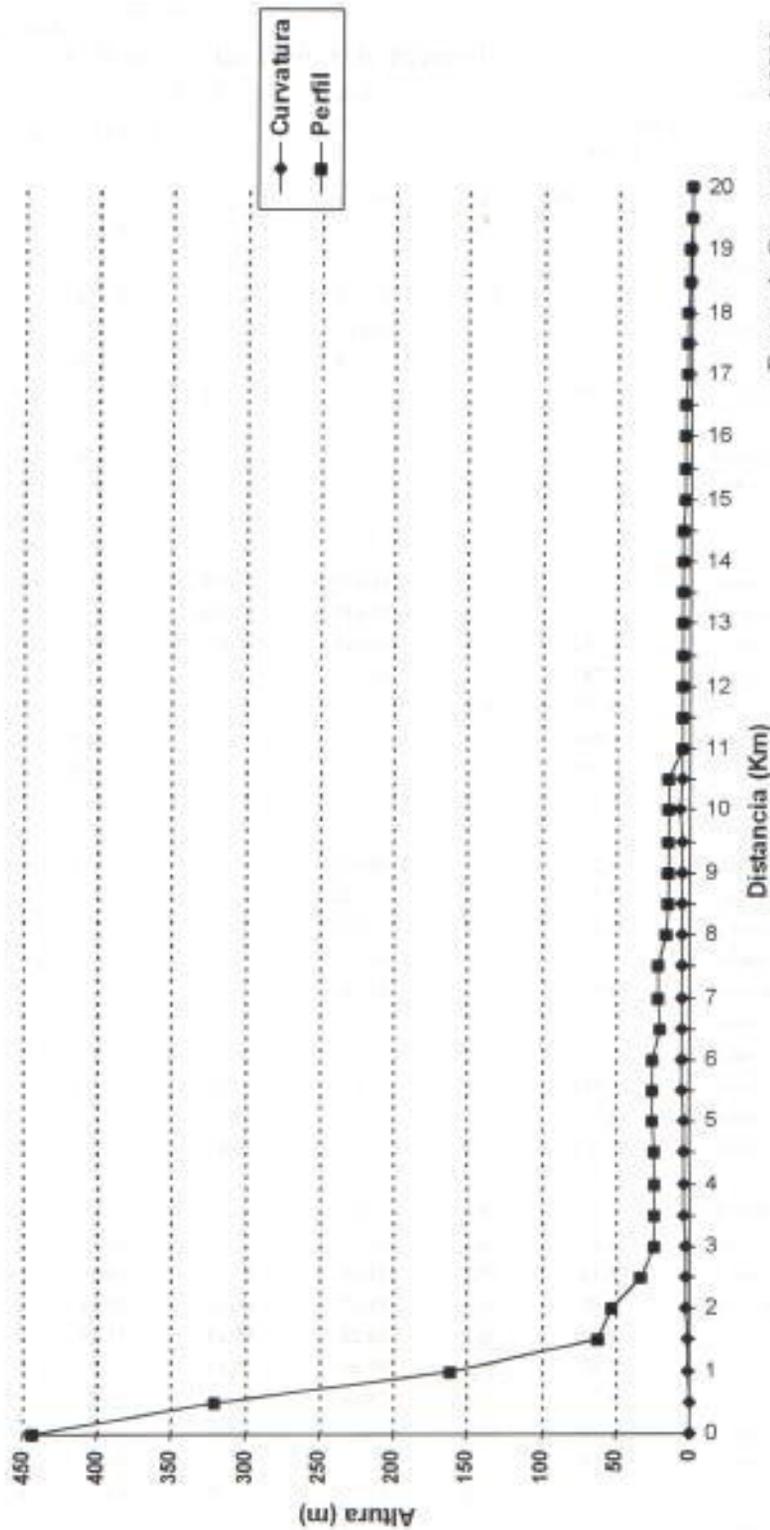
Item	Lx (Km)	x	Curvatura (m)	Altitud (m)	Perfil (m)
0	0,00	0,000	0,00	444	444,00
1	0,50	0,025	0,57	320	320,57
2	1,00	0,050	1,12	160	161,12
3	1,50	0,075	1,63	60	61,63
4	2,00	0,100	2,12	50	52,12
5	2,50	0,125	2,58	30	32,58
6	3,00	0,150	3,00	20	23,00
7	3,50	0,175	3,40	20	23,40
8	4,00	0,200	3,77	20	23,77
9	4,50	0,225	4,11	20	24,11
10	5,00	0,250	4,42	20	24,42
11	5,50	0,275	4,69	20	24,69
12	6,00	0,300	4,95	20	24,95
13	6,50	0,325	5,17	15	20,17
14	7,00	0,350	5,36	15	20,36
15	7,50	0,375	5,52	15	20,52
16	8,00	0,400	5,65	10	15,65
17	8,50	0,425	5,75	8	13,75
18	9,00	0,450	5,83	8	13,83
19	9,50	0,475	5,87	8	13,87
20	10,00	0,500	5,89	8	13,89
21	10,50	0,525	5,87	8	13,87
22	11,00	0,550	5,83	0	5,83
23	11,50	0,575	5,75	0	5,75
24	12,00	0,600	5,65	0	5,65
25	12,50	0,625	5,52	0	5,52
26	13,00	0,650	5,36	0	5,36
27	13,50	0,675	5,17	0	5,17
28	14,00	0,700	4,95	0	4,95
29	14,50	0,725	4,69	0	4,69
30	15,00	0,750	4,42	0	4,42
31	15,50	0,775	4,11	0	4,11
32	16,00	0,800	3,77	0	3,77
33	16,50	0,825	3,40	0	3,40
34	17,00	0,850	3,00	0	3,00
35	17,50	0,875	2,58	0	2,58
36	18,00	0,900	2,12	0	2,12
37	18,50	0,925	1,63	0	1,63
38	19,00	0,950	1,12	0	1,12
39	19,50	0,975	0,57	0	0,57
40	20,00	1,000	0,00	0	0,00

Gráfico: Perfil del Terreno Radiobase Balao

Título del Proyecto:

Azimuth: 320°

Longitud en estudio: 20 Km



Factor de Curvatura: 1,3333

Radio de la Tierra: 6.370,00 Km

Estudios de Propagación a 360°

Cálculo de las Zonas de Fresnel
Radiobase Balao

Azimuth 320° λ (cm) 34,091

Alturas (m)
Radiobase: 474
Móvil: 1

Item	Lx (Km)	x (m)	H(x)	Línea de Vista	Línea Vista + H(x)	Línea Vista - H(x)	Perfil (m)	Margen de Apertura	Criterio
0	0,00	0,000	0,00	474,00	474,00	474,00	444,00	30,00	Despeje
1	0,50	0,025	4,08	462,18	466,25	458,10	320,57	137,52	Despeje
2	1,00	0,050	5,69	450,35	456,04	444,66	161,12	283,54	Despeje
3	1,50	0,075	6,88	438,53	445,40	431,65	61,63	370,01	Despeje
4	2,00	0,100	7,83	426,70	434,53	418,87	52,12	366,75	Despeje
5	2,50	0,125	8,64	414,88	423,51	406,24	32,58	373,66	Despeje
6	3,00	0,150	9,32	403,05	412,37	393,73	23,00	370,72	Despeje
7	3,50	0,175	9,92	391,23	401,15	381,30	23,40	357,90	Despeje
8	4,00	0,200	10,44	379,40	389,84	368,96	23,77	345,19	Despeje
9	4,50	0,225	10,90	367,58	378,48	356,67	24,11	332,57	Despeje
10	5,00	0,250	11,31	355,75	367,06	344,44	24,42	320,03	Despeje
11	5,50	0,275	11,66	343,93	355,58	332,27	24,69	307,57	Despeje
12	6,00	0,300	11,97	332,10	344,07	320,13	24,95	295,19	Despeje
13	6,50	0,325	12,23	320,28	332,51	308,04	20,17	287,88	Despeje
14	7,00	0,350	12,45	308,45	320,90	296,00	20,36	275,64	Despeje
15	7,50	0,375	12,64	296,63	309,27	283,98	20,52	263,46	Despeje
16	8,00	0,400	12,79	284,80	297,59	272,01	15,65	256,36	Despeje
17	8,50	0,425	12,91	272,98	285,88	260,07	13,75	246,31	Despeje
18	9,00	0,450	12,99	261,15	274,14	248,16	13,83	234,33	Despeje
19	9,50	0,475	13,04	249,33	262,36	236,29	13,87	222,41	Despeje
20	10,00	0,500	13,06	237,50	250,56	224,44	13,89	210,56	Despeje
21	10,50	0,525	13,04	225,68	238,71	212,64	13,87	198,76	Despeje
22	11,00	0,550	12,99	213,85	226,84	200,86	5,83	195,03	Despeje
23	11,50	0,575	12,91	202,03	214,93	189,12	5,75	183,36	Despeje
24	12,00	0,600	12,79	190,20	202,99	177,41	5,65	171,76	Despeje
25	12,50	0,625	12,64	178,38	191,02	165,73	5,52	160,21	Despeje
26	13,00	0,650	12,45	166,55	179,00	154,10	5,36	148,74	Despeje
27	13,50	0,675	12,23	154,73	166,96	142,49	5,17	137,33	Despeje
28	14,00	0,700	11,97	142,90	154,87	130,93	4,95	125,99	Despeje
29	14,50	0,725	11,66	131,08	142,73	119,42	4,69	114,72	Despeje
30	15,00	0,750	11,31	119,25	130,56	107,94	4,42	103,53	Despeje
31	15,50	0,775	10,90	107,43	118,33	96,52	4,11	92,42	Despeje
32	16,00	0,800	10,44	95,60	106,04	85,16	3,77	81,39	Despeje
33	16,50	0,825	9,92	83,78	93,70	73,85	3,40	70,45	Despeje
34	17,00	0,850	9,32	71,95	81,27	62,63	3,00	59,62	Despeje
35	17,50	0,875	8,64	60,13	68,76	51,49	2,58	48,91	Despeje
36	18,00	0,900	7,83	48,30	56,13	40,47	2,12	38,35	Despeje
37	18,50	0,925	6,88	36,48	43,35	29,60	1,63	27,96	Despeje
38	19,00	0,950	5,69	24,65	30,34	18,96	1,12	17,84	Despeje
39	19,50	0,975	4,08	12,83	16,90	8,75	0,57	8,17	Despeje
40	20,00	1,000	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	Despeje

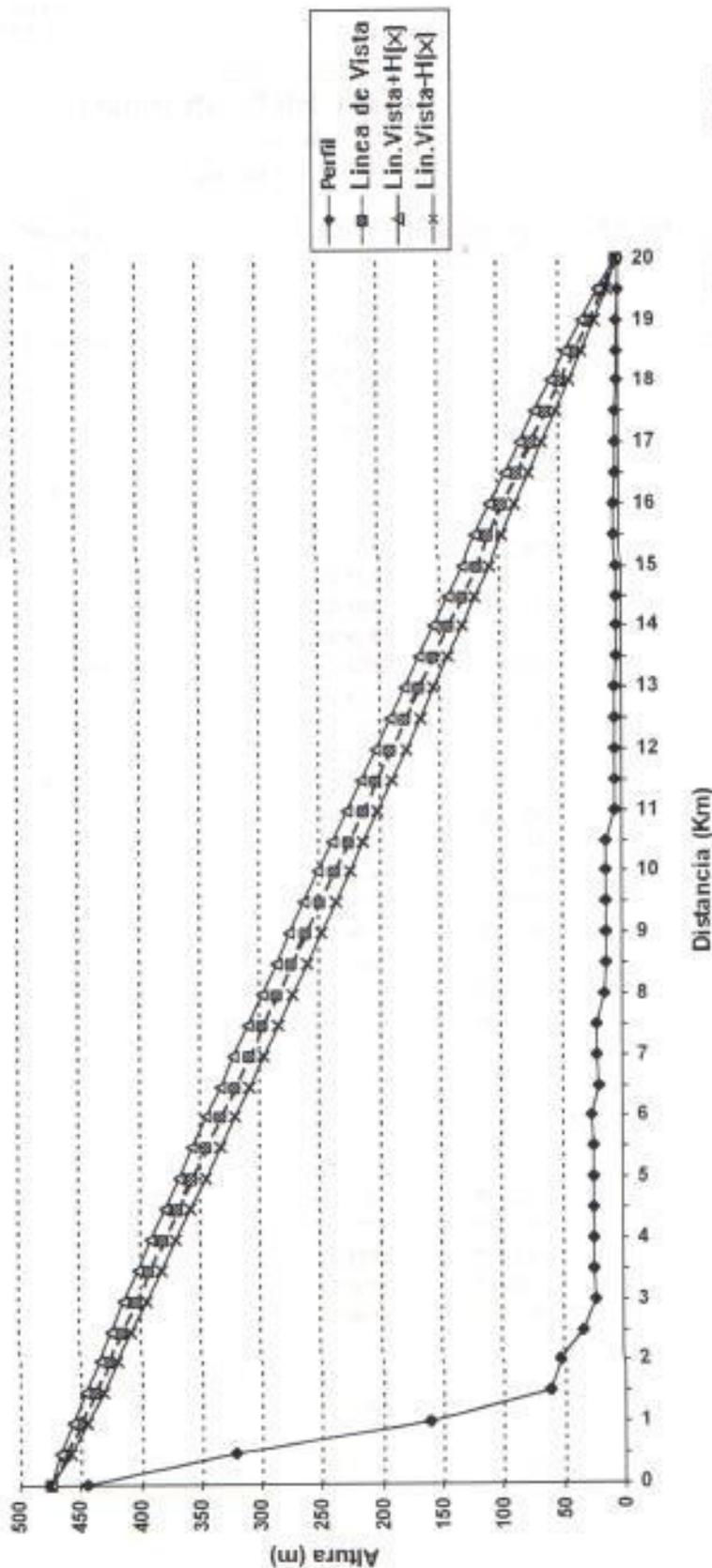
Gráfico: Zonas de Fresnel Radiobase Balao

Título del Proyecto:

Longitud en estudio: 20 Km

Azimuth: 320°

Longitud en estudio: 20 Km



Factor de Curvatura: 1,3333
Radio de la Tierra: 6,370,00 Km

Datos: Perfil del Terreno

Radiobase Balao

Azimuth 340°

Item	Lx (Km)	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (m)
0	0,00	Balao	02°45'25"	79°39'54"	444
1	0,50		02°45'10"	79°40'00"	320
2	1,00	Las Mercedes	02°45'00"	79°40'05"	220
3	1,50		02°44'50"	79°40'10"	20
4	2,00		02°44'40"	79°40'15"	10
5	2,50		02°44'15"	79°40'20"	8
6	3,00		02°44'10"	79°40'25"	8
7	3,50	Carretero	02°44'00"	79°40'30"	7
8	4,00		02°43'50"	79°40'35"	7
9	4,50		02°43'45"	79°40'40"	7
10	5,00		02°43'20"	79°40'45"	7
11	5,50		02°43'00"	79°40'55"	7
12	6,00		02°42'45"	79°41'00"	7
13	6,50	La Previsora	02°42'30"	79°41'04"	7
14	7,00		02°42'15"	79°41'09"	7
15	7,50		02°42'00"	79°41'13"	7
16	8,00		02°41'45"	79°41'08"	7
17	8,50	Maclovía	02°41'30"	79°41'22"	7
18	9,00		02°41'15"	79°41'28"	7
19	9,50		02°41'00"	79°41'32"	7
20	10,00		02°40'45"	79°41'38"	7
21	10,50		02°40'30"	79°41'41"	7
22	11,00		02°40'15"	79°41'48"	7
23	11,50		02°40'00"	79°41'54"	7
24	12,00	Heda, Bola de Oro	02°39'45"	79°42'00"	7
25	12,50		02°39'30"	79°42'05"	7
26	13,00	Camandú	02°39'15"	79°42'10"	7
27	13,50		02°39'00"	79°42'15"	7
28	14,00		02°38'50"	79°42'20"	0
29	14,50		02°38'40"	79°42'23"	0
30	15,00		02°38'30"	79°42'30"	0
31	15,50		02°38'10"	79°42'35"	0
32	16,00		02°37'55"	79°42'38"	0
33	16,50		02°37'30"	79°42'48"	0
34	17,00		02°36'55"	79°43'00"	0
35	17,50		02°36'45"	79°43'05"	0
36	18,00		02°36'30"	79°43'10"	0
37	18,50		02°36'15"	79°43'15"	0
38	19,00		02°36'05"	79°43'20"	0
39	19,50		02°35'55"	79°43'25"	0
40	20,00		02°35'40"	79°43'30"	0

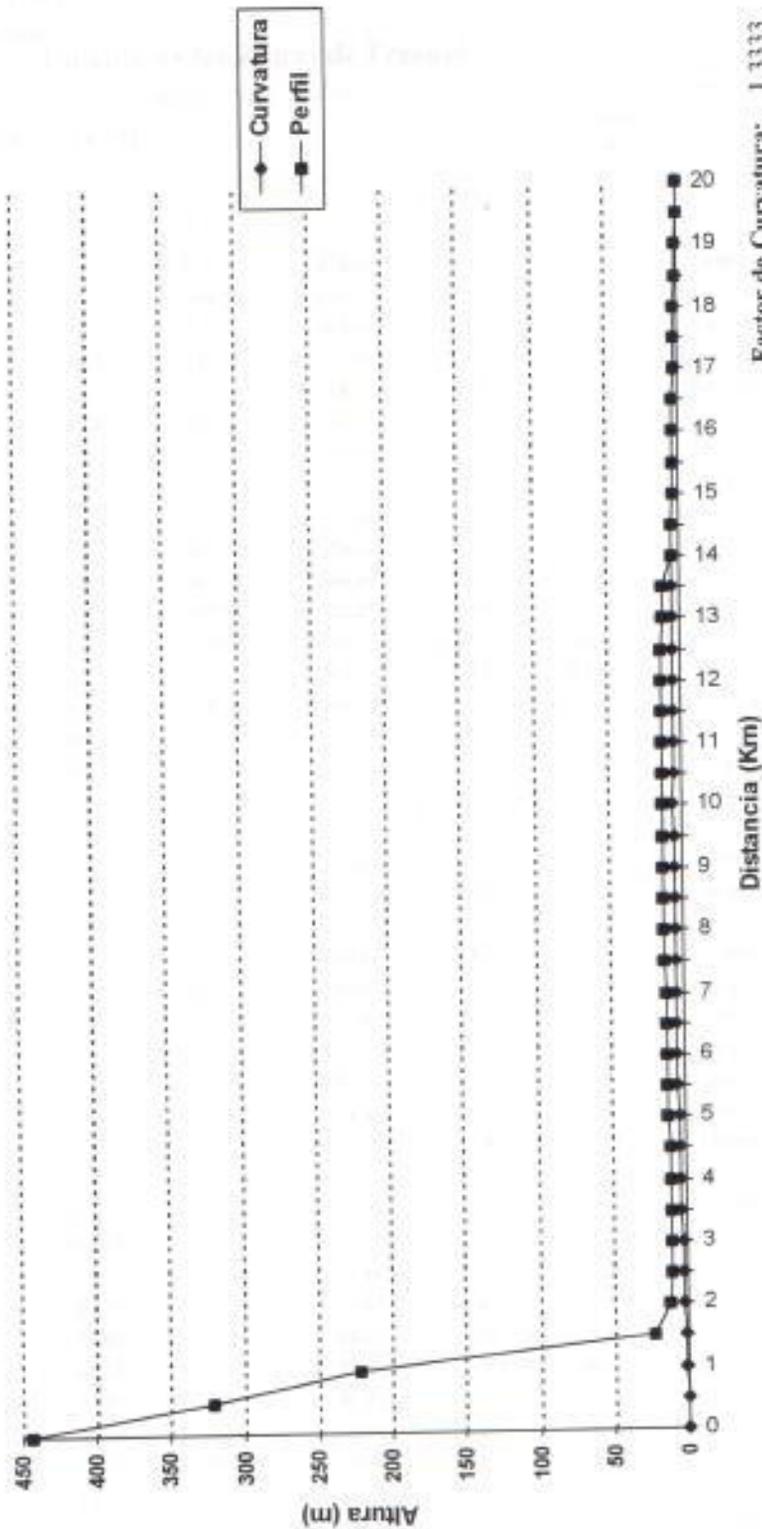
Estudios de Propagación a 360°
Corrección de la Curvatura de la Tierra
Radiobase Balao
Azimuth 340°

Item	Lx (Km)	x	Curvatura (m)	Altitud (m)	Perfil (m)
0	0,00	0,000	0,00	444	444,00
1	0,50	0,025	0,57	320	320,57
2	1,00	0,050	1,12	220	221,12
3	1,50	0,075	1,63	20	21,63
4	2,00	0,100	2,12	10	12,12
5	2,50	0,125	2,58	8	10,58
6	3,00	0,150	3,00	8	11,00
7	3,50	0,175	3,40	7	10,40
8	4,00	0,200	3,77	7	10,77
9	4,50	0,225	4,11	7	11,11
10	5,00	0,250	4,42	7	11,42
11	5,50	0,275	4,69	7	11,69
12	6,00	0,300	4,95	7	11,95
13	6,50	0,325	5,17	7	12,17
14	7,00	0,350	5,36	7	12,36
15	7,50	0,375	5,52	7	12,52
16	8,00	0,400	5,65	7	12,65
17	8,50	0,425	5,75	7	12,75
18	9,00	0,450	5,83	7	12,83
19	9,50	0,475	5,87	7	12,87
20	10,00	0,500	5,89	7	12,89
21	10,50	0,525	5,87	7	12,87
22	11,00	0,550	5,83	7	12,83
23	11,50	0,575	5,75	7	12,75
24	12,00	0,600	5,65	7	12,65
25	12,50	0,625	5,52	7	12,52
26	13,00	0,650	5,36	7	12,36
27	13,50	0,675	5,17	7	12,17
28	14,00	0,700	4,95	0	4,95
29	14,50	0,725	4,69	0	4,69
30	15,00	0,750	4,42	0	4,42
31	15,50	0,775	4,11	0	4,11
32	16,00	0,800	3,77	0	3,77
33	16,50	0,825	3,40	0	3,40
34	17,00	0,850	3,00	0	3,00
35	17,50	0,875	2,58	0	2,58
36	18,00	0,900	2,12	0	2,12
37	18,50	0,925	1,63	0	1,63
38	19,00	0,950	1,12	0	1,12
39	19,50	0,975	0,57	0	0,57
40	20,00	1,000	0,00	0	0,00

Gráfico: Perfil del Terreno
Radiobase Balao

Título del Proyecto:

Azimuth: 340° Longitud en estudio: 20 Km

Factor de Curvatura: 1,3333
Radio de la Tierra: 6.370,00 Km

Estudios de Propagación a 360°

Cálculo de las Zonas de Fresnel
 Radiobase Balao

azimuth 340° λ (cm) 34,091

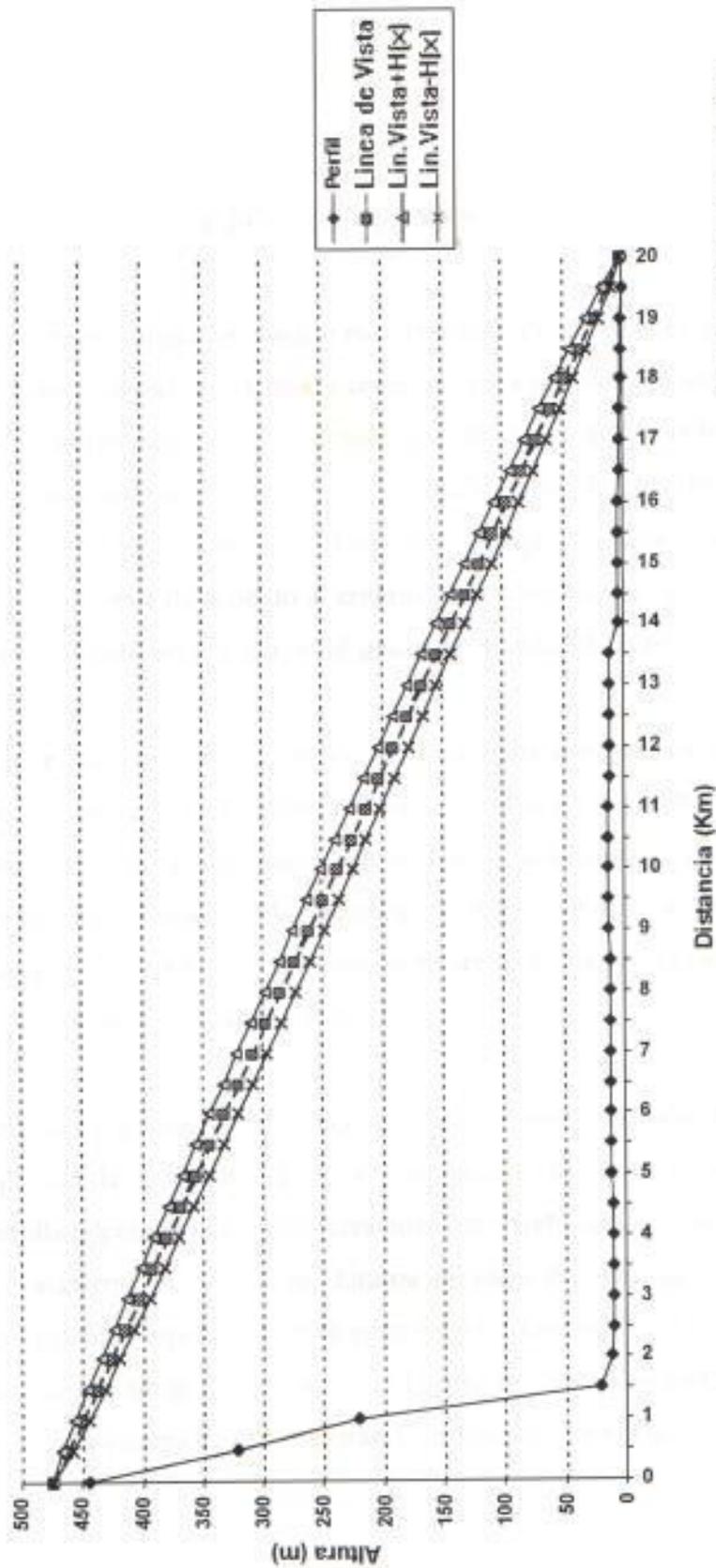
Alturas (m)
 Radiobase: 474
 Móvil: 1

Item	Lx (Km)	x (m)	H(x)	Línea de Vista	Línea Vista + H(x)	Línea Vista - H(x)	Perfil (m)	Margen de Apertura	Criterio
0	0,00	0,000	0,00	474,00	474,00	474,00	444,00	30,00	Despeje
1	0,50	0,025	4,08	462,18	466,25	458,10	320,57	137,52	Despeje
2	1,00	0,050	5,69	450,35	456,04	444,66	221,12	223,54	Despeje
3	1,50	0,075	6,88	438,53	445,40	431,65	21,63	410,01	Despeje
4	2,00	0,100	7,83	426,70	434,53	418,87	12,12	406,75	Despeje
5	2,50	0,125	8,64	414,88	423,51	406,24	10,58	395,66	Despeje
6	3,00	0,150	9,32	403,05	412,37	393,73	11,00	382,72	Despeje
7	3,50	0,175	9,92	391,23	401,15	381,30	10,40	370,90	Despeje
8	4,00	0,200	10,44	379,40	389,84	368,96	10,77	358,19	Despeje
9	4,50	0,225	10,90	367,58	378,48	356,67	11,11	345,57	Despeje
10	5,00	0,250	11,31	355,75	367,06	344,44	11,42	333,03	Despeje
11	5,50	0,275	11,66	343,93	355,58	332,27	11,69	320,57	Despeje
12	6,00	0,300	11,97	332,10	344,07	320,13	11,95	308,19	Despeje
13	6,50	0,325	12,23	320,28	332,51	308,04	12,17	295,88	Despeje
14	7,00	0,350	12,45	308,45	320,90	296,00	12,36	283,64	Despeje
15	7,50	0,375	12,64	296,63	309,27	283,98	12,52	271,46	Despeje
16	8,00	0,400	12,79	284,80	297,59	272,01	12,65	259,36	Despeje
17	8,50	0,425	12,91	272,98	285,88	260,07	12,75	247,31	Despeje
18	9,00	0,450	12,99	261,15	274,14	248,16	12,83	235,33	Despeje
19	9,50	0,475	13,04	249,33	262,36	236,29	12,87	223,41	Despeje
20	10,00	0,500	13,06	237,50	250,56	224,44	12,89	211,56	Despeje
21	10,50	0,525	13,04	225,68	238,71	212,64	12,87	199,76	Despeje
22	11,00	0,550	12,99	213,85	226,84	200,86	12,83	188,03	Despeje
23	11,50	0,575	12,91	202,03	214,93	189,12	12,75	176,36	Despeje
24	12,00	0,600	12,79	190,20	202,99	177,41	12,65	164,76	Despeje
25	12,50	0,625	12,64	178,38	191,02	165,73	12,52	153,21	Despeje
26	13,00	0,650	12,45	166,55	179,00	154,10	12,36	141,74	Despeje
27	13,50	0,675	12,23	154,73	166,96	142,49	12,17	130,33	Despeje
28	14,00	0,700	11,97	142,90	154,87	130,93	4,95	125,99	Despeje
29	14,50	0,725	11,66	131,08	142,73	119,42	4,69	114,72	Despeje
30	15,00	0,750	11,31	119,25	130,56	107,94	4,42	103,53	Despeje
31	15,50	0,775	10,90	107,43	118,33	96,52	4,11	92,42	Despeje
32	16,00	0,800	10,44	95,60	106,04	85,16	3,77	81,39	Despeje
33	16,50	0,825	9,92	83,78	93,70	73,85	3,40	70,45	Despeje
34	17,00	0,850	9,32	71,95	81,27	62,63	3,00	59,62	Despeje
35	17,50	0,875	8,64	60,13	68,76	51,49	2,58	48,91	Despeje
36	18,00	0,900	7,83	48,30	56,13	40,47	2,12	38,35	Despeje
37	18,50	0,925	6,88	36,48	43,35	29,60	1,63	27,96	Despeje
38	19,00	0,950	5,69	24,65	30,34	18,96	1,12	17,84	Despeje
39	19,50	0,975	4,08	12,83	16,90	8,75	0,57	8,17	Despeje
40	20,00	1,000	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	Despeje

Gráfico: Zonas de Fresnel Radiobase Balao

Título del Proyecto:

Azimuth: 340° Longitud en estudio: 20 Km



CONCLUSIONES

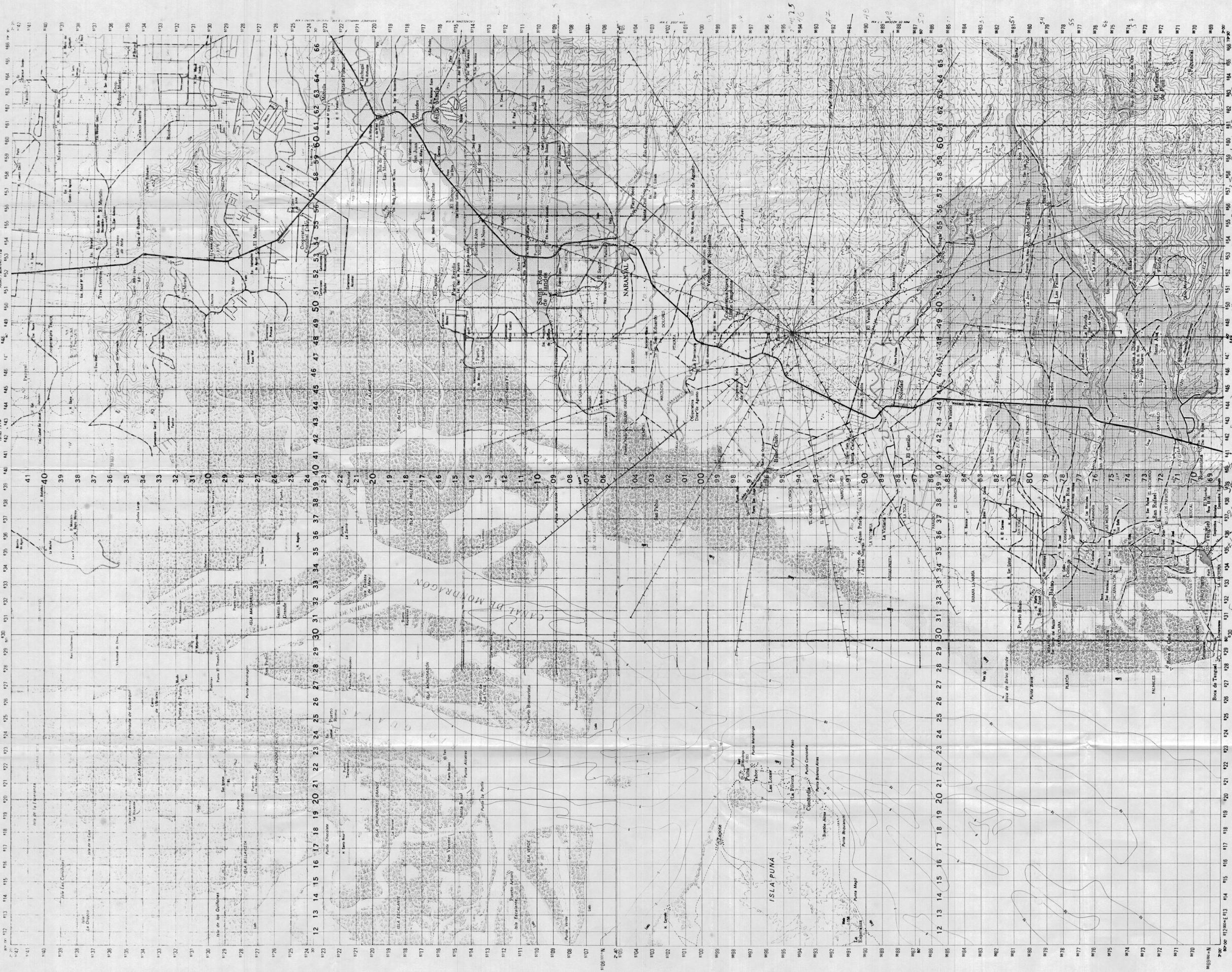
Los estudios de propagación que se realizan para el diseño de los enlaces de los sistemas de Telecomunicaciones, se realizan en base a criterios dados por estudios empíricos dados por los ingenieros experimentados en este campo, por lo que obtener una forma única de realizarlos resulta casi imposible. El método de estudio utilizado para los perfiles que hemos utilizado, se considera el más general de todos, aunque los valores de los factores que se utilizan pueden variar de acuerdo al criterio de la persona que realiza los estudios, de las mediciones realizadas en el lugar, y del grado de confiabilidad que se desee.

Los cálculos que se realizan en cada uno de estos estudios son muchos, muchas veces para comprender un concepto, es necesario realizar los cálculos y los gráficos variando los parámetros. Esto solo se lo puede hacer con la ayuda de la automatización mediante ordenador. Debido a la multiplicidad de opciones que se presentan en un proyecto, estos programas solamente son una herramienta que debe ser utilizada por el personal técnico para la consecución de unos resultados adecuados.

Esperamos que con los fundamentos teóricos que hemos mostrado, basados en la metodología que usa la Compañía Telettra y obtenidos de sus manuales, y con la aplicación desarrollada para el ordenador hayamos contribuido con una herramienta que se sirva como plataforma base para los futuros estudios de propagación para celdas celulares a 360°. También esperamos haber contribuido a fomentar una nueva librería de aplicaciones que pueden ser desarrolladas en la Facultad por los estudiantes, para luego disponer de una amplia gamma de herramientas de estudio en la ESPOL.

BIBLIOGRAFÍA

- 1. Metodología de Cálculo para Radioenlaces Digitales**
Manual de Telettra España S.A.
Agosto 1990, 267 Págs.
- 2. Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones**
Freeman Roger L.
Editorial Noriega Editores
1991, 606 Páginas
- 3. Antenna Eengineering Handbook**
Jasik J.
MacGraw - Hill
New York, 1961.
- 4. Multichannel Communication Systems**
Tant M.J.
Marconi Instruments.
St. Albans 1974



ESQUEMA
 Edición F.I.C.M.
 Preparado por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) en colaboración con el Interamericano Geodetic Service (I.A.G.S.).
 Fotografías aéreas tomadas en junio de 1977 y 1986. Control horizontal y vertical 1984 y 1985. Clasificación de tiempo
 Digital y gráfico por el Instituto Geográfico Militar en 1982 y 1986. Actualización parcial en 1982 y 1988.
 Datos y planos cartográficos en 1984.

SIEMPRE CONVENCIONALES
 El I.G.M. ha seguido siempre las convenciones de los mapas de este tipo de cartografía.

POBLACIONES	SIEMPRE CONVENCIONALES
Más de 100.000 habitantes	Quito
Más de 50.000 habitantes	Riobamba
Más de 20.000 habitantes	Salinas
Más de 10.000 habitantes	Piñalo
Más de 5.000 habitantes	San Gabriel
Más de 1.000 habitantes	San Antonio
Más de 500 habitantes	San Juan
Más de 100 habitantes	San José
Más de 50 habitantes	San Carlos
Más de 20 habitantes	San Fernando
Más de 10 habitantes	San Andrés
Más de 5 habitantes	San Mateo
Más de 2 habitantes	San Pedro
Más de 1 habitante	San Juan
Más de 0 habitantes	San Juan

CURVAS DE NIVEL CON INTERVALOS DE 80 METROS
CURVAS DE NIVEL AUXILIARES DE 40 METROS
 LAS CURVAS DE NIVEL QUE CONSTAN EN ESTA CARTA SON APROXIMADAS
 DATO DE LA FUENTE DEL PROYECTO: INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
 PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATO GEOCENTRAL DE PROYECCION: UTM
 DATO DE LA FUENTE DEL PROYECTO: INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
 DATO GEOCENTRAL DE PROYECCION: UTM

SIEMPRE CONVENCIONALES
 El I.G.M. ha seguido siempre las convenciones de los mapas de este tipo de cartografía.

POBLACIONES	SIEMPRE CONVENCIONALES
Más de 100.000 habitantes	Quito
Más de 50.000 habitantes	Riobamba
Más de 20.000 habitantes	Salinas
Más de 10.000 habitantes	Piñalo
Más de 5.000 habitantes	San Gabriel
Más de 1.000 habitantes	San Antonio
Más de 500 habitantes	San Juan
Más de 100 habitantes	San José
Más de 50 habitantes	San Carlos
Más de 20 habitantes	San Fernando
Más de 10 habitantes	San Andrés
Más de 5 habitantes	San Mateo
Más de 2 habitantes	San Pedro
Más de 1 habitante	San Juan

