

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA  
DEL LITORAL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
Dpto. de Ingeniería Eléctrica  
BIBLIOTECA  
Inv. No. ELEC-016

INSTALACION DE UN RADIOFARO  
MARITIMO EN LA ISLA SAN CRISTOBAL  
PROVINCIA DE GALAPAGOS

TESIS DE GRADO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
INGENIERO ELECTRONICO  
PRESENTA :

FREDDY WALTER VILLAO QUEZADA

GUAYAQUIL - ECUADOR

1 9 7 4

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
Dpto. de Ingeniería Eléctrica  
BIBLIOTECA  
Inv. No. ELEC-016

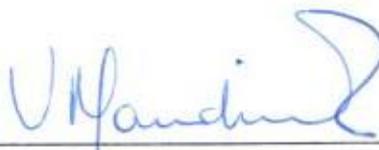
INSTALACION DE UN RADIOFARO  
MARITIMO EN LA ISLA SAN CRISTOBAL  
PROVINCIA DE GALAPAGOS

Autor



Freddy Villao Q.

Certificado por



Dr. Víctor Mandini C.  
Director de Tesis.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
CENTRO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS  
LIBERTADOR  
ELEC-016

## C O N T E N I D O

	Página
R E S U M E N .....	1
1.- INTRODUCCION	
1.1 Radiofaros Marítimos .....	3
1.2 Cadena ecuatoriana de Radiofaros .....	11
1.3 Composición de señales y minutos de transmisión de los Radiofaros de la cadena ecuatoriana .....	17
1.4 Composición de la señal y programa de transmisión del Radiofaro Isla San Cristóbal .....	19
2.- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	
2.1 Antecedentes .....	22
2.2 Sitios considerados .....	24
2.3 Ubicación geográfica .....	26
2.4 vías de acceso .....	28
2.5 Características del terreno .....	25
2.6 Disponibilidad de medios materiales .....	38
2.7 Disponibilidad de medios humanos .....	44
2.8 Condiciones de habitabilidad .....	47
2.9 Facilidades de transporte .....	50
2.10 Comunicaciones .....	51
2.11 Seguridad .....	51
2.12 Recomendaciones .....	52

.....

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
 Dpto. de Ingeniería Eléctrica  
 BIBLIOTECA  
 Lav. No. ELEC-016

	Página
<b>3.- E Q U I P O S</b>	
3.1 Antecedentes .....	58
3.2 Duplicación de Unidades .....	62
3.3 Diseño mecánico .....	69
3.4 Circuitos electrónicos .....	70
3.5 Datos técnicos .....	76
3.6 Instrucción del operador .....	82
3.7 Unidades externas requeridas .....	86
3.8 Resumen .....	89
<b>4.- INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL RADIOFARO.</b>	
4.1 Construcción de la caseta del Radiofaro .....	92
4.2 Montaje del sistema de antena T 42 metros .....	94
4.3 Montaje, instalación y puesta en funcionamiento del Radiofaro ..	110
4.4 Puntos prácticos para el Radiofaro Isla San Cristóbal .....	120
4.5 Mantenimiento .....	124
4.6 Instrucciones de reparación .....	127
<b>5.- V A R I O S</b>	
5.1 Radiogoniómetros .....	133
5.2 Requerimientos técnicos para Radiogoniómetros .....	143

R E S U M E N

Habiéndome confiado el Instituto Oceanográfico de la Armada, la instalación y mantenimiento de los radiofaros-marítimos que constituirán la primera cadena ecuatorial de radiofaros, decidí realizar el presente trabajo - en el cual dejo establecido los diferentes aspectos que se deben cubrir para la realización de un proyecto de esta naturaleza. Espero que este estudio sea utilizado por futuros técnicos y que les sirva de base para la instalación de nuevas estaciones.

Elegí la instalación específica del radiofaro de la Isla San Cristóbal - Provincia de Galápagos partiendo del hecho de que he tenido la oportunidad de estar al frente de la misma desde su inicio propiamente dicho, éstos, comenzando con la selección del sitio óptimo para la instalación del radiofaro.

En el desarrollo de la presente obra considero primeramente aspectos generales relacionados con la utilización de los radiofaros para la navegación marítima, haciendo luego una presentación de lo que será la primera cadena ecuatorial, indicando la localización de las estaciones, composición de la señal, programa de transmi-

sión, etc.

Incluyo el estudio de factibilidad que realicé en la Is la San Cristóbal, en el mes de Agosto del año pasado y mediante el cual se determinó el sitio más apropiado para la instalación. También una presentación del equipo que se utilizará en la misma.

Punto de especial interés lo constituye el estudio de las diferentes etapas que se deben seguir en el proceso de instalación del radiofaro y unidades externas requeridas, así como también las indicaciones para la puesta en funcionamiento y mantenimiento del sistema. Dichas indicaciones han sido determinadas ya sea en base a normas generales de instalación de este tipo de sistemas como en base a las normas específicas sugeridas por AGA. en un curso de entrenamiento que realicé en Suecia.

Finalmente enfoco criterios que se deben considerar en el uso de los radiogoniómetros y los requerimientos técnicos mínimos que deben reunir los mismos de acuerdo con las regulaciones internacionales.

1.

## INTRODUCCION

Las señales radioeléctricas se han desarrollado extraordinariamente a partir de la Segunda Guerra Mundial, estableciéndose nuevos sistemas de Ayudas a la Navegación, si bien no se han abandonado los anteriormente existentes, que por su parte también se han perfeccionado.

Los principales sistemas de esta clase son entre otros: radiofaros marítimos, sistemas hiperbólicos ( Decca, Loran Consol y Omega ), sistemas de radar y navegación por satélite ).

### 1.1 RADIOFAROS MARITIMOS.

#### 1.1.1 Definición.

Se define un radiofaro marítimo como una estación del servicio de radionavegación cuyas emisiones están destinadas a permitir a una estación móvil de determinar su situación ( marcación ) o su dirección con relación a la estación de radiofaro.

### 1.1.2 Frecuencias de transmisión.

A los radiofaros marítimos se les ha asignado internacionalmente las frecuencias comprendidas entre - 285 y 315 KHz.

### 1.1. Clases de radiofaros.

Los radiofaros han sido divididos en tres clases específicas:

- Radiofaros circulares, cuyas emisiones se irradian con igual intensidad en todas las direcciones del horizonte.
- Radiofaros direccionales, que emiten un haz de ondas dirigidas dentro de estrechos límites, en una dirección o en un sector determinado.
- Radiofaros rotatorios, que emiten uno o varios haces de ondas, dotados de un movimiento constante de rotación.

En el presente estudio nos dedicaremos exclusivamen

te a los radiofaros circulares que son los aplicables a las necesidades que actualmente tiene el Instituto-Oceanográfico de la Armada.

Los RADIOFAROS CIRCULARES llamados también omnidireccionales, son las señales radioeléctricas más antiguas. Son estaciones transmisoras que emiten en todas direcciones una señal determinada durante cierto espacio de tiempo con una frecuencia fijada. Un navío equipado con receptor de radio puede recoger estas señales y, por medio del radiogoniómetro, establecer la " demora " en que con respecto a él está situado el radiofaro emisor. Los radiofaros trabajan en grupos, y a cada uno de estos grupos se le fija una frecuencia de emisión.

Cada radiofaro será caracterizado por una señal distinta, compuesta generalmente por dos letras del alfabeto Morse.

Aunque en general bastan las lecturas correspondientes a dos radiofaros para fijar la situación del navío, se utiliza la correspondiente al tercero para mayor exactitud de la marcación, o para cuando las l-

neas de demora fijadas se corten según un ángulo - muy abierto.

El alcance nominal del radiofaro es la distancia a que el valor eficaz de la intensidad de campo durante el día y sobre el nivel del mar tiene un determinado valor ( Ver 1.1.4 ).

Los radiofaros circulares constituyen un medio excelente para que los navíos puedan establecer de forma bastante aproximada su situación a distancias de la costa dependientes del alcance nominal de los radiofaros instalados.

Este sistema evoluciona en el sentido de que todas las costas deben quedar cubiertas por la red de radiofaros, pero limitando sus alcances para evitar interferencias con otros próximos.

#### 1.1.4 Límites inferiores de intensidad de campo.

Para el cálculo de los alcances nominales de las estaciones situadas en la región 2 ( ver fig. 1 ) los Convenios Internacionales han definido los alcances como la distancia donde la intensidad de campo electromagnético durante el día y sobre el nivel del mar vale :

50 microvoltios por metro para radiofaros al norte del paralelo 40° N.

75 microvoltios por metro para radiofaros entre los paralelos 40° N. y 31° N.

100 microvoltios por metro para radiofaros entre los paralelos 31° N. y 30° S.

75 microvoltios por metro para radiofaros entre 30° S. y 43° S.

50 microvoltios por metro para radiofaros al Sur del paralelo 43° S.

Estos valores corresponden a una relación señal/ruido:

$$6\text{dB} < \rho < 14\text{dB}$$

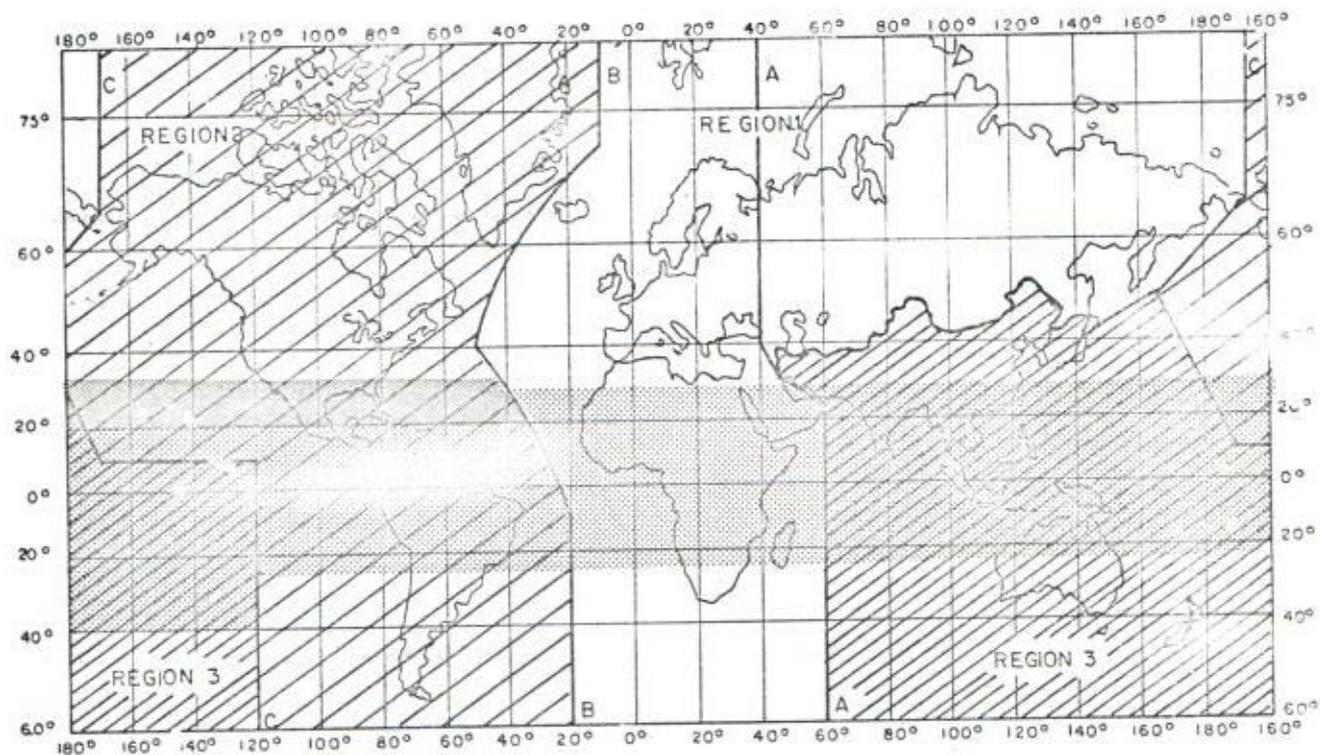


FIG. 1 CARTA DE REGIONES

para las intensidades de campo medias producidas -  
por los parásitos atmosféricos en las regiones con-  
sideradas en un equipo de tipo standard.

La relación  $\rho$  se define, como en función de la po-  
tencia o de la tensión, por :

$$\rho = 10 \log \frac{\bar{W}_A}{\bar{W}_P}, \text{ o bien } \rho = 20 \log \frac{U_A}{U_P},$$

Donde :

$\bar{W}_A$  = Potencia de salida de la señal en -  
las bornas del altavoz.

$\bar{W}_P$  = Potencia de salida producida por -  
los parásitos en ausencia de señal -  
en las bornas del altavoz.

$U_A$  = Tensión producida por la señal en -  
las bornas del altavoz.

$U_P$  = Tensión producida por los parásitos -  
en las mismas bornas en ausencia de  
señal.

Si el amplificador del receptor es lineal, la rela-

ción de tensiones  $\frac{U_A}{U_P}$  es igual a la relación de la intensidad de campo de la emisión de la señal buscada a la intensidad de campo de los parásitos :

$$\frac{E_A}{E_P}$$

La calidad de recepción viene definida por la relación  $\rho$  según el cuadro siguiente :

	RELACION $\rho$ EN dB	
	Recepción difícil	Recepción fácil
Radiotelefonía .....	0	16
Radiotelegrafía a la escucha .	-14	-6
Radiotelegrafía automática ..	0	8
Radiogoniometría .....	6	14

### 1.1.5 Cálculo del alcance.

El alcance vendrá determinado por la fórmula :

$$E = K \sqrt{P_r \frac{T^D}{D}}$$

Donde :

$E$  = Intensidad de campo radioeléctrico (valor eficaz del módulo del vector de campo eléctrico en mv/m.)

$D$  = Alcance en Km.

$P_r$  = Potencia total de emisión radiada en Kilovatios.

$T$  = Coeficiente ( inferior a 1 ) de pérdida de emisión por unidad de distancia.

$K$  = Coeficiente  $= \sqrt{\alpha z}$

$\alpha$  = Coeficiente que depende de la dirección de propagación.

$z$  = Impedancia del medio ( para el aire, 377 ).

La forma práctica de dicha fórmula será :

$$E = 300000 \sqrt{P_r \frac{TD}{D}}$$

Donde :

Expresándose :  $\log_e T = 4,6 \cdot 10^{-5} \cdot f^{0,6}$

$P_r$  en KW ( potencia radiada );

$D$  en Km.;

$f$  en KHz;

determinada por AUSTIN para el cálculo de intensidad

des de campo a gran distancia, para propagación sobre el nivel del mar y para frecuencias portadoras comprendidas entre 80 KHz y 1.000 KHz.

La fórmula se desarrolla en los ábacos que se muestran en la Fig. 2, que dan los valores de potencia  $P_r$  en vatios (correspondientes a la emisión de antena de un radiofaro con una frecuencia portadora próxima a los 300 KHz), en función de los alcances nominales en millas.

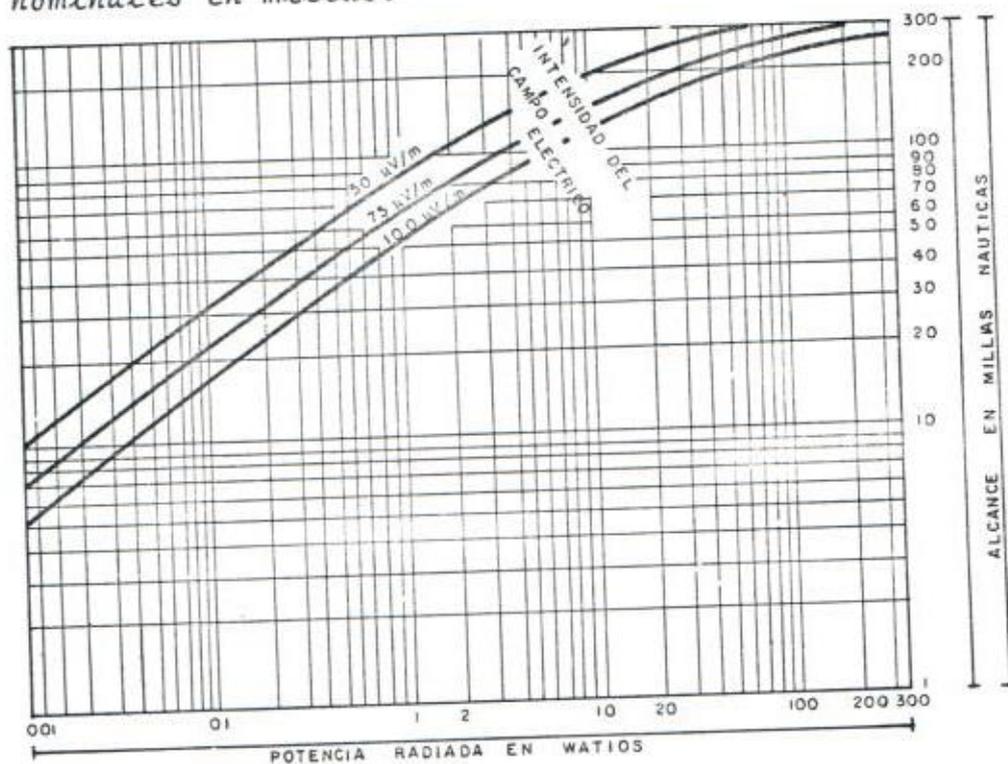


FIG. 2 ALCANCE COMO FUNCION DE LA POTENCIA RADIADA.

El alcance efectivo o útil depende de la sensibilidad

dad y selectividad del radiogoniómetro, de la intensidad de campo de los parásitos y de las interferencias de otros radiofaros.

## 1.2

## CADENA ECUATORIANA DE RADIOFAROS

El Instituto Oceanográfico de la Armada ( INOCAR ) ha planificado la instalación de la primera cadena-ecuatorial de radiofaros marítimos, la misma que estará formada por seis estaciones : Santa Elena, - Esmeraldas, Isla San Cristóbal, Guayaquil, Cabo San Lorenzo y una estación de reserva.

El proyecto se iniciará, en su primera etapa con 3 radiofaros : Santa Elena ( Cerro La Puntilla ), Esmeraldas ( Terminal Petrolero de Balao ) e Isla San Cristóbal.

Se estima que los radiofaros tendrán un alcance nominal aproximado de 200 millas náuticas, asumiendo una potencia radiada de 40 W. (potencia de salida - del transmisor 300 W.) y considerando un límite inferior de intensidad de campo de 100 microvoltios - por metro correspondientes a la zona ecuatorial.

(Ver 1.1.4.)

En la Fig. 3 se presenta la localización de los radiofaros ecuatorianos, con su alcance respectivo. El radiofaro Isla San Cristóbal se lo utilizará principalmente como guía de recalada.

Para otros valores de intensidad de campo, se puede también determinar rápidamente el alcance nominal - utilizando el gráfico de la Fig. 4.

Estudiado que fué el espectro de frecuencia, en la banda de 285 - 315 KHz, y habiéndose encontrado un espacio silente alrededor de la frecuencia de 292 - KHz, y una vez analizadas las frecuencias de transmisión de los radiofaros marítimos de los países vecinos, se eligió la frecuencia de 292 KHz como la frecuencia de transmisión de la cadena de radiofaros ecuatorianos.

Cabe citar que para los radiofaros marítimos de la Región 1 (Ver Fig. 1), la asignación de frecuencia - se basa en una separación de 2.3 KHz entre frecuencias adyacentes usadas para emisiones del tipo A2. Para nuestro caso una separación de 2 KHz es suficiente.

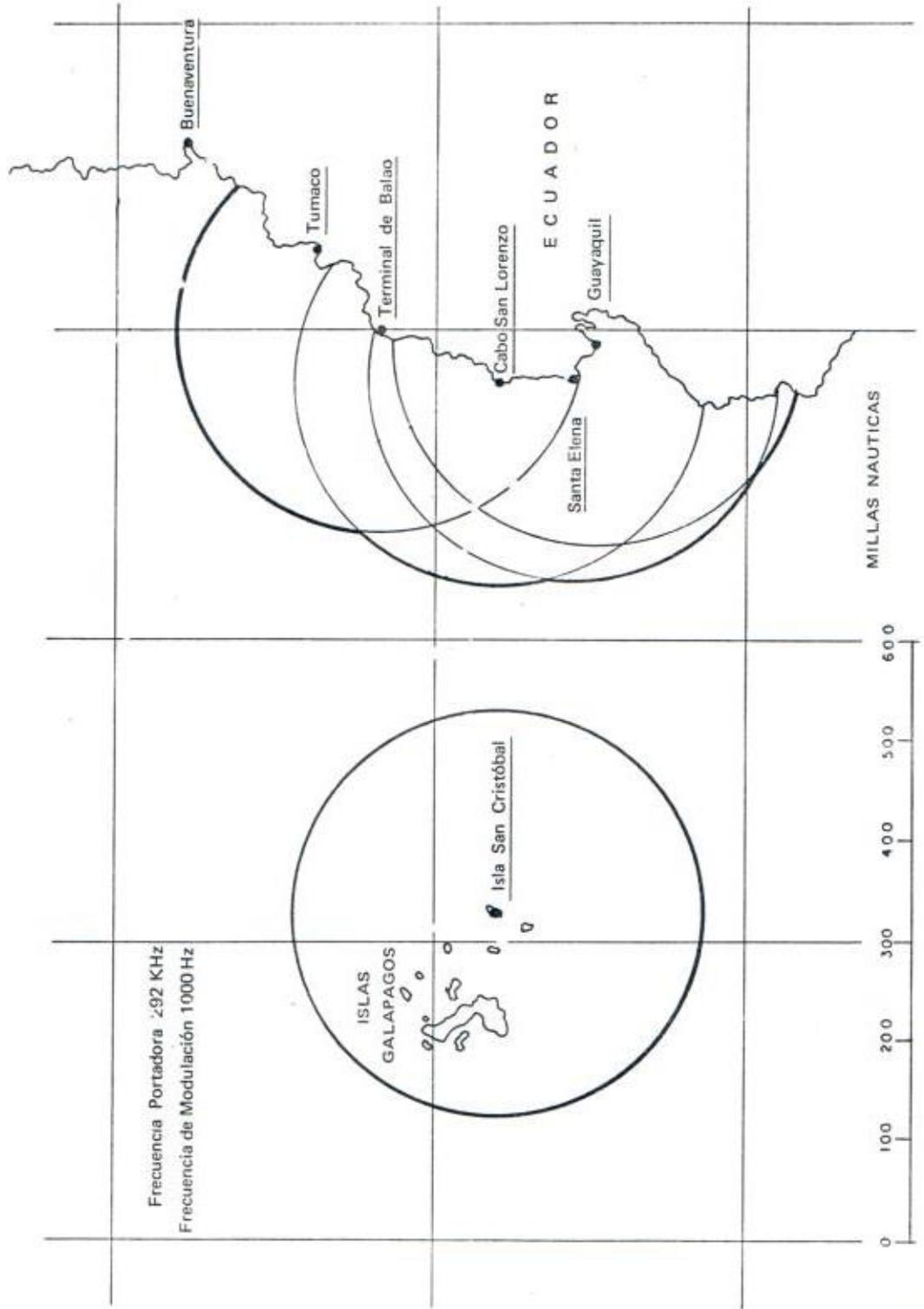


FIG. 3 CADENA ECUATORIANA DE RADIOFAROS.

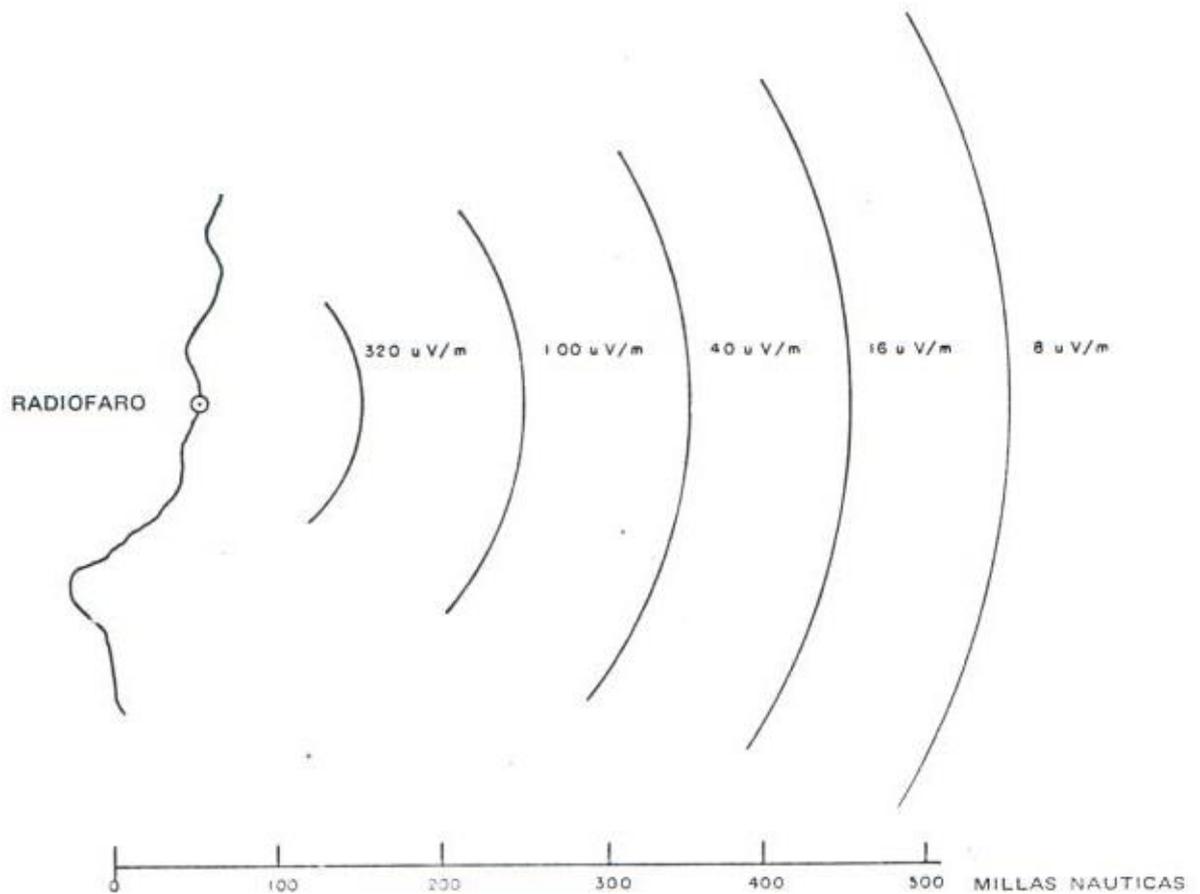
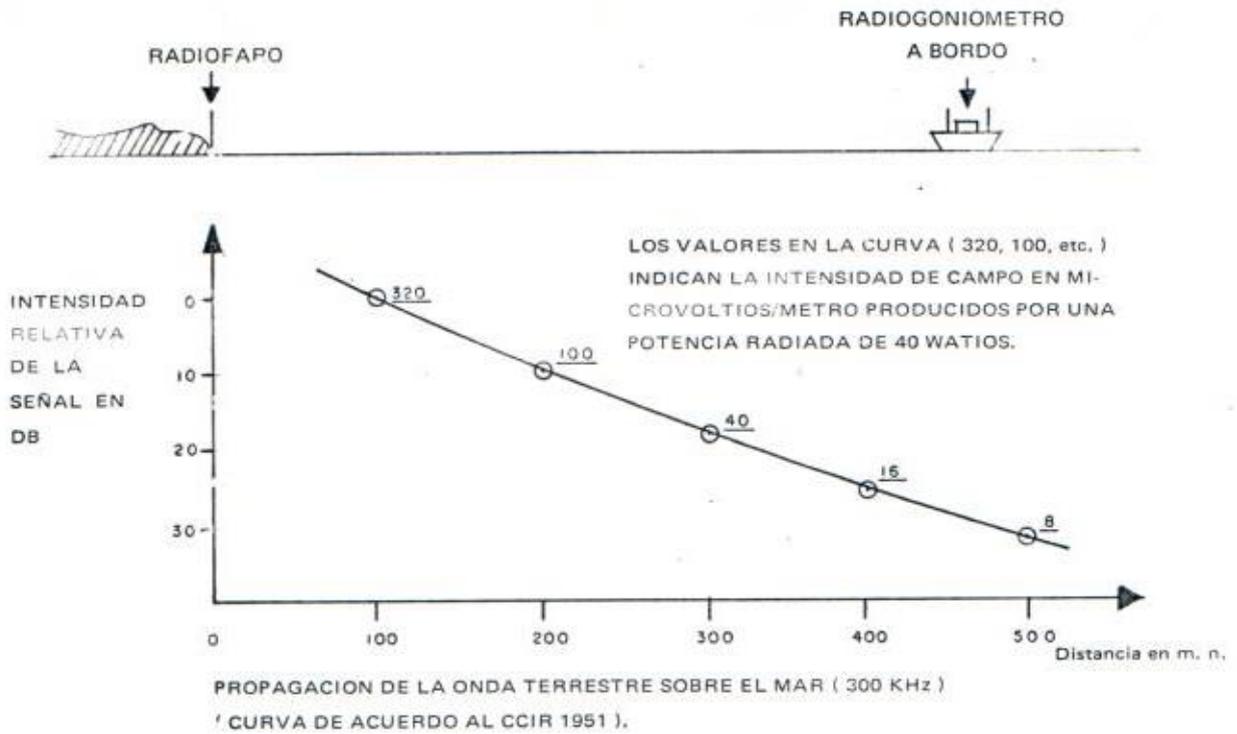


FIG. 4 DIAGRAMA DE INTENSIDAD DE CAMPO.

1.3

COMPOSICION DE SEÑALES Y MINUTOS DE TRANSMISION DE LOS RADIOFAROS DE LA CADENA ECUATORIANA.

Los radiofaros transmitirán sus señales intermitentemente un minuto cada seis minutos. En el primer minuto de transmisión, emitirá su señal característica el radiofaro Santa Elena; en el segundo minuto transmitirá el radiofaro Esmeraldas y así sucesivamente como se muestra en la Fig. 5

Cabe citar que con el programa de transmisión indicado y en la etapa inicial del proyecto en que operarán solamente tres radiofaros, se producirán tres minutos de silencio en cada intervalo de seis minutos. Por este motivo se podrá reprogramar la secuencia de transmisión en tal forma que los radiofaros transmitan un minuto cada tres minutos (obteniéndose así información continua de la cadena de radiofaros), hasta que todas las seis estaciones entren en funcionamiento simultáneamente.

El período de transmisión será de 50 segundos. Se necesitan 10 segundos de silencio como margen de sincro-

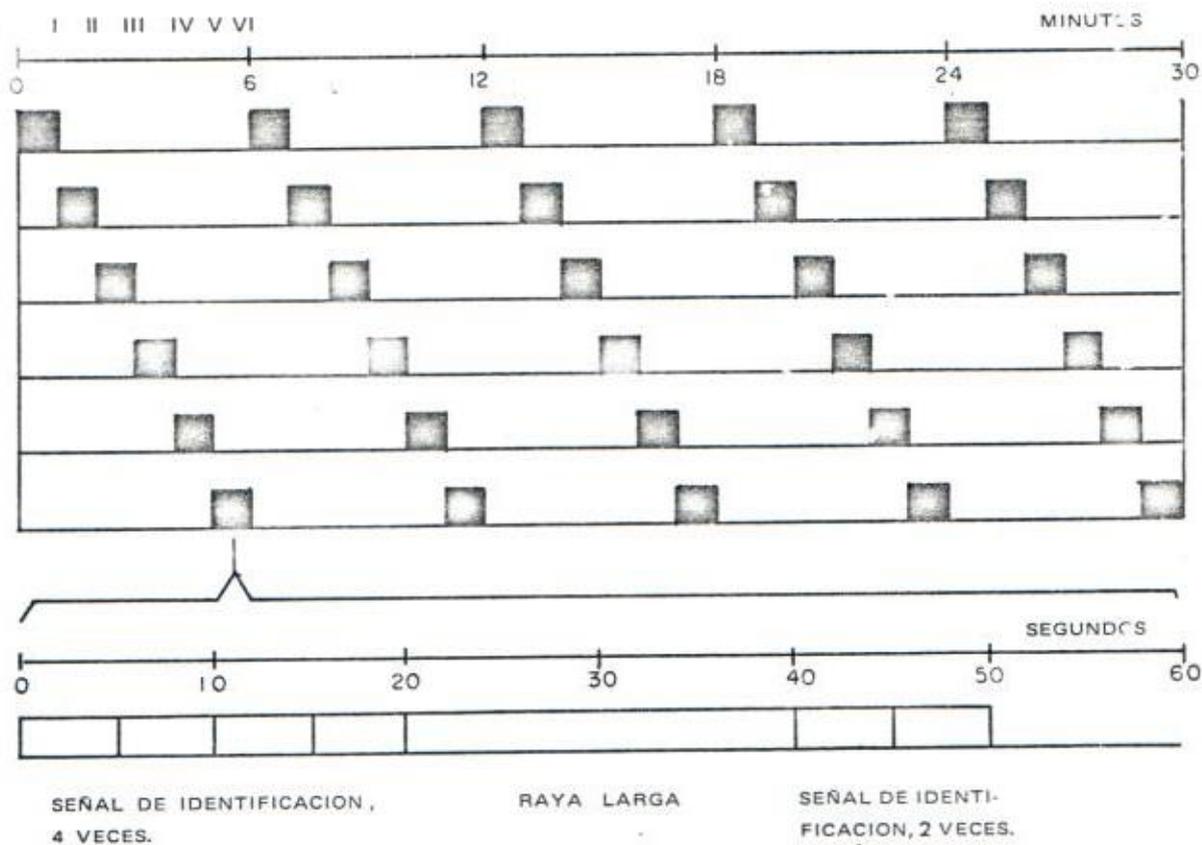


FIG. 5 COMPOSICION DE SEÑALES Y MINUTOS DE TRANSMISION DE LOS RADIOFAROS DE LA CADENA ECUATORIANA.

nización.

Durante cada período de transmisión un radiofaro - transmite un número específico de señales de identificación y rayas largas, lo cual constituye la composición de la Señal del radiofaro.

La composición de la Señal de la cadena ecuatoriana de radiofaros estará constituida de la siguiente manera . durante los primeros 20 segundos se transmitirá cuatro veces la señal de identificación; los siguientes 20 segundos una raya larga, y los últimos 10 segundos dos veces la señal de identificación. Ver Fig 5.

1.4

COMPOSICION DE LA SENAL Y PROGRAMA DE -  
TRANSMISION DEL RADIOFARO ISLA SAN CRIST  
TOBAL.

La señal de identificación del radiofaro Isla San - Cristóbal es IC ( .. — . — . ). En la Fig. 6 A se presenta la composición de la señal del radiofaro Isla San Cristóbal.



## Composición de la señal :

	Seg.
IC ( .. —• —• ) 4 veces.....	20
raya larga ( ——— ) .....	20
IC ( .. —• —• ) 2 veces.....	10
Período de silencio .....	10
	<hr style="width: 10%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
T o t a l :	60 Sgs.

En la misma figura se muestra también un grupo de la señal de identificación IC. Según la práctica aceptada la relación entre el elemento de punto, el elemento de raya y el espacio entre palabras es de 1:3:5.

Como vimos en la Fig. 5, el radiofaro Isla San Cristóbal transmitirá en el tercer minuto de cada período de seis minutos. En la Fig. 6 B se indica el programa de transmisión en tiempo claro y en niebla para este radiofaro.

## 2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

### 2.1 Antecedentes.

Con el fin de mejorar las Ayudas a la Navegación existentes en el Archipiélago de Colón y fortalecer la soberanía marítima del Ecuador en las aguas adyacentes, INOCAR ha decidido instalar un radiofaro marítimo en la Isla San Cristóbal el mismo que estará destinado - principalmente para servir como guía de recalada a los buques que realizan el tráfico entre el Continente Americano y el Archipiélago de Colón dado que en la actualidad se carecen de Ayudas a la Navegación adecuadas - que garanticen la seguridad y la exactitud de la navegación en esta zona.

#### 2.1.1 Tráfico marítimo existente en la actualidad.

El tráfico marítimo existente en la actualidad se lo resume en el cuadro siguiente :

#### NAVES CON TRANSITO PERMANENTE A GALAPAGOS.

M/N CALICUCHIMA

2 veces al mes

M/N IGUANA	2 veces al mes.
M/N DON ANTONIO	2 veces al mes.
M/N CRISTOBAL CARRIER	2 veces al mes.
B/P VILLAMIL	con intervalos de pesca.
Buques Com. RAFRANCO	con intervalos de pesca.
Buques Com. CONAGUSA	con intervalos de pesca.
Otros buques Nacionales y Extranjeros	con intervalos de pesca.
Buques de la Armada	eventualmente.
Buques Trasatlánticos de pasajeros	2 cada temporada.

Como se puede observar el mayor volúmen de buques lo constituyen al presente aquellos que provienen del Continente Americano, tráfico que se ha incrementado considerablemente en los últimos años debido a la expansión turística, que según estadísticas del Ministerio de Agricultura y Ganadería muestran un índice de crecimiento notable que es de esperar se aumente en los próximos años.

#### 2.1.2. Ubicación general del Sistema.

Por encontrarse la Isla San Cristóbal más próxima al

Continente se la escogió como el sitio en que debe instalarse el radiofaro. Prácticamente todas las rutas de navegación desde el Continente Americano tienen una dirección general proveniente del Este al Oeste convergiendo en la Isla San Cristóbal ( ver fig.7) por lo que dicho radiofaro debe estar instalado preferentemente en un punto de la Isla, que garantice una cobertura adecuada en la zona de interés primario para el tráfico marítimo anteriormente mencionado.

Los buques provenientes del Oeste tales como japoneses, también se beneficiarán aunque con menor grado de confiabilidad, de los servicios que prestará este radiofaro marítimo.

## 2.2

### SITIOS CONSIDERADOS.

Punto A.- II Zona Naval San Cristóbal ( A1, A2 )

Punto B.- Bahía de Agua Dulce.

Punto C.- Hacienda Santa Mónica.

Punto D.- Comuna El Chino.

Punto E.- Punta Pitt.

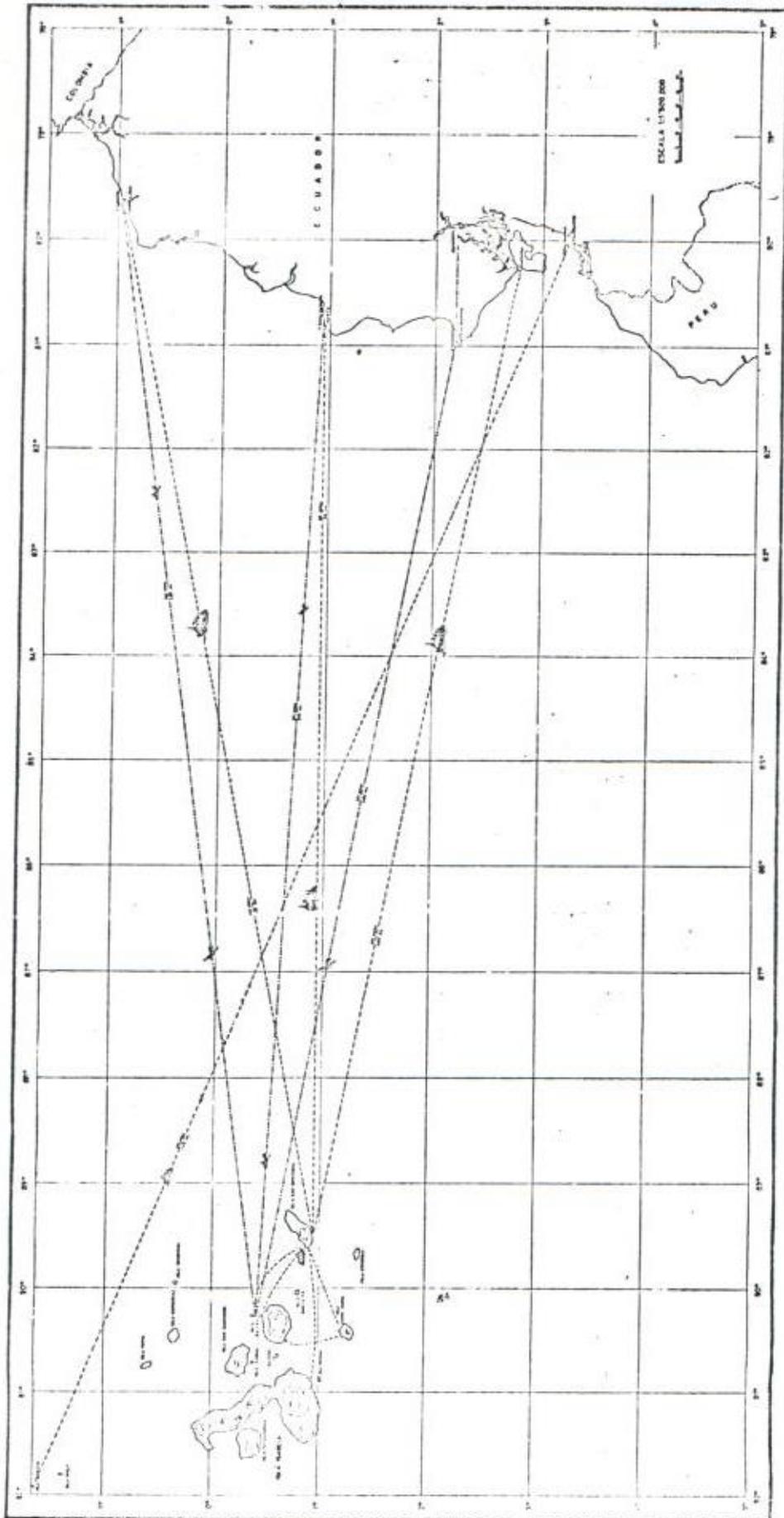


FIG. 7 RUTAS DE NAVEGACION DESDE LA PLATAFORMA CONTINENTAL ECUATORIANA HASTA LAS ISLAS GALAPAGOS.

## 2.3 UBICACION GEOGRAFICA.

### 2.3.1 Localización. ( ver fig. 8 )

Punto A.- Terrenos de la II Zona Naval en Puerto Baquerizo, costa Sur Occidental de la Isla.

Punto B.- Bahía de Agua Dulce, costa Sur en las inmediaciones de la Comuna Tres Palos.

Punto C.- Hacienda Santa Mónica, ubicada entre las Comunas de Progreso y Tres Palos, en la parte Sur de la Isla.

Punto D.- Comuna El Chino, ubicada en las inmediaciones de la costa Sur-Este de la Isla.

Punto E.- Punta Pitt, ubicada en el extremo Nor-Este de la Isla.

### 2.3.2 \*Cubertura óptima aproximada.

Punto A.- Del E al NE

Punto B.- Del NE al W

Punto C.- Del NE al W

Punto D.- Del NE al SW

Punto E.- Del W al SW

### 2.3.3 Conclusiones.

Tomando en consideración el área de interés primario

---

\*Los arcos de cobertura están expresados en sentido horario.

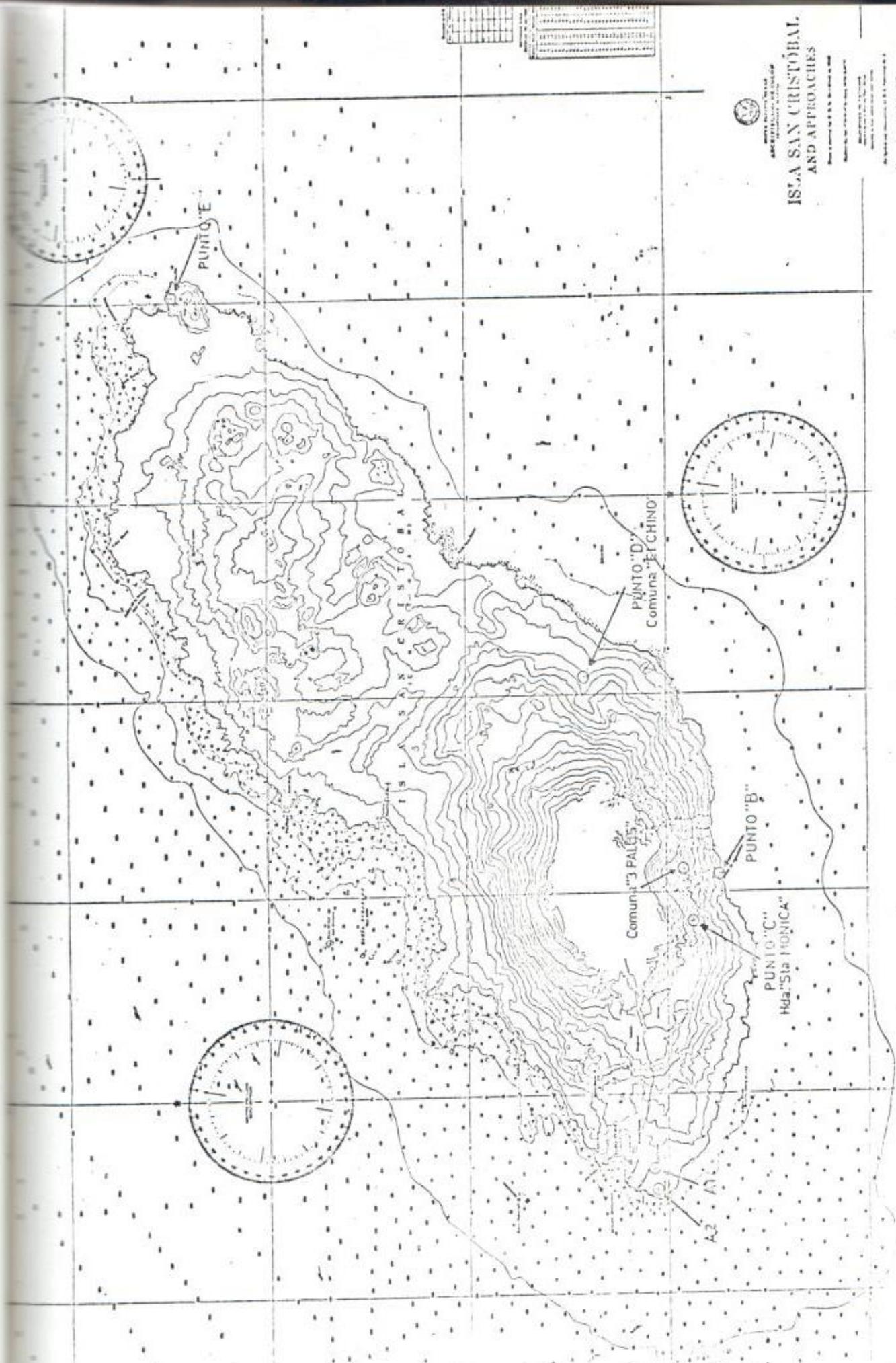


FIG. 8 ISLA SAN CRISTÓBAL : LOCALIZACION DE LOS SITIOS CONS DERADOS.

que se intenta cubrir con el radiofaro y la cobertura total, el punto que ofrece mejor cobertura óptima es el punto E, y en orden de prioridad descendentes los puntos B-C, D y A. Ver Cuadro No.1, pag.54

#### 2.4 VIAS DE ACCESO.

##### 2.4.1 Vías de acceso terrestre.

Punto A.- El área considerada se encuentra actualmente unida a la Base Naval por una vía de cuarto orden que se la utiliza para transporte de material para lastrado desde una cantera situada al pie de Cerro Azul. La distancia desde el edificio del Comando de la II Zona hasta el punto A1 de la figura 9 es de 1.6 Km. En el futuro cuando en esta zona se construya el Aeropuerto se estima que esta vía de acceso se mejorará y ampliará de acuerdo a las necesidades.

Para el punto A2 existe también una vía de cuarto orden que es una prolongación de la vía principal de la Base. Esta vía tiene una longitud de 1 Km. desde el edificio del Comando hasta el antiguo Cementerio y desde este punto hasta donde termina es de 1.5 Km. Esta vía se la usa actualmente para sacar arenas de las

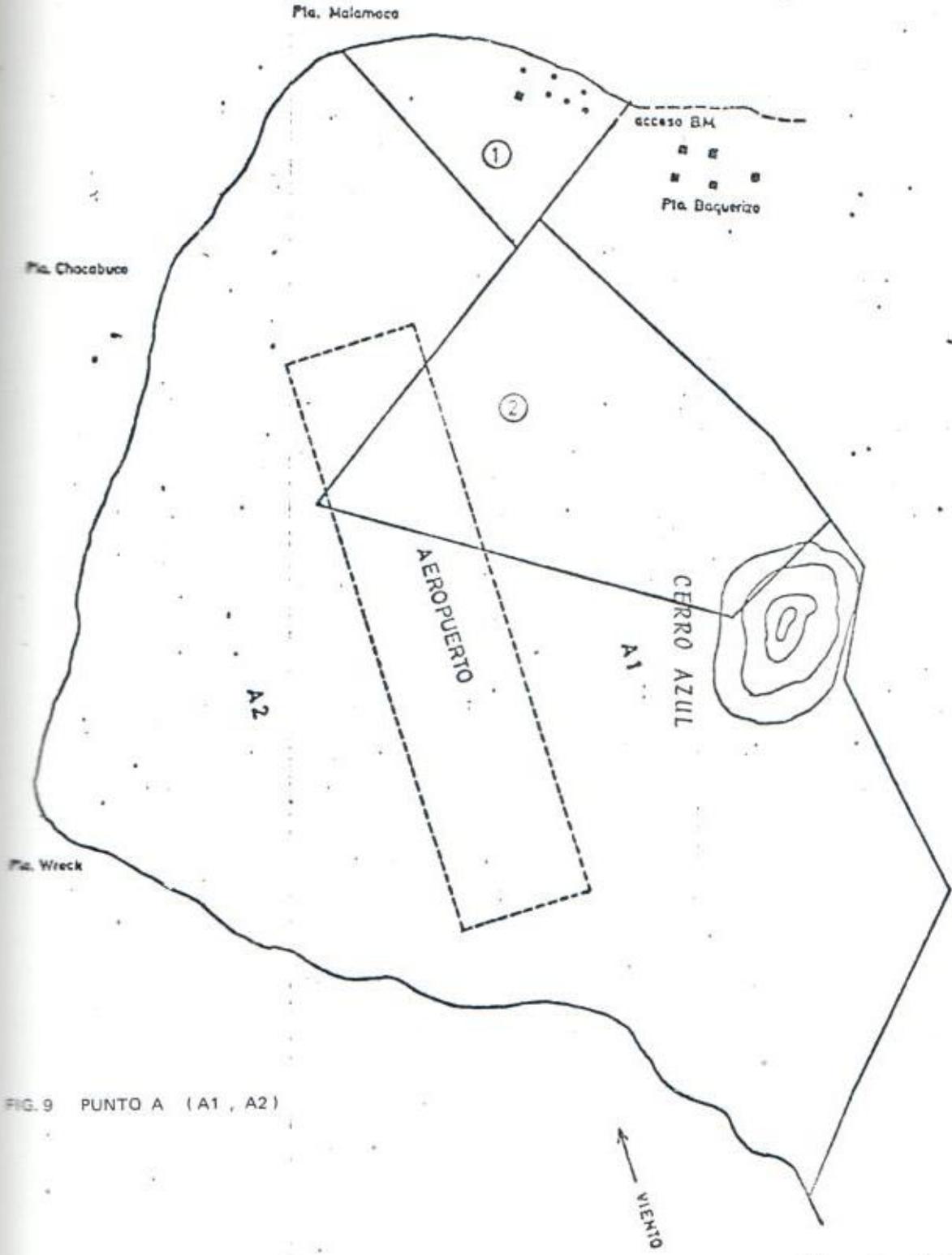


FIG. 9 PUNTO A (A1, A2)

Escala 1:10.000

playas existentes en las inmediaciones de Punta Wreck.

Punto B.- Existe una vía carrozable de tercer orden recién finalizada que une Puerto Baquerizo con la comuna de Tres Palos, teniendo una extensión de 15 Kmts. Desde Tres Palos hasta el punto considerado, en la Bahía de Agua Dulce, no existen más que dos picas con una longitud aproximada de tres Km. cada una que atraviezan un terreno de gradiente suave pero rocoso. Cabe mencionar que con el personal que ha construido la presente carretera se hizo una breve inspección ocular de la localización de la posible vía de acceso a la orilla concluyéndose que debido a las mejores facilidades y poca pendiente, el trazado se lo iniciaría a partir de la Escuela de Tres Palos, en caso de instalarse el radiofaro en la Bahía de Agua Dulce.

Punto C.- La vía de acceso es la misma que une Puerto Baquerizo con Tres Palos a que se refiere el numeral anterior, siendo la distancia aproximada desde Puerto Baquerizo al punto considerado de 12 Km. La ventaja inherente a este punto es que se encuentra junto a la vía de acceso, no siendo necesario por lo

tanto ninguna ampliación adicional.

Punto D.- La carretera desde Puerto Baquerizo hasta Puerta Negra ( desvío a la Comuna El Chino ) es la misma mencionada en los numerales anteriores con una distancia aproximada de 9 Kilómetros; a partir de es te punto la vía hasta El Chino es de cuarto orden y tiene una extensión de 13 Km. y se encuentra en pésimas cordiciones de mantenimiento siendo muy difícil y peligroso el acceso en esta época del año aún para vehículo dotado con doble transmisión y provisto de cadena. Una vez que comience la temporada de invierno y cesen las constantes garúas que mantienen el camino convertido en un lodazal permanente, el equipo caminero de OO.PP. iniciará los trabajos de acondicionamiento de esta vía, la misma que pasa junto a los sitios considerados.

Punto E.- No existe vía de acceso terrestre ni se ha proyectado construir alguna en el futuro cercano. La distancia aproximada en línea recta desde Puerto Baquerizo a Punta Pitt es de 45 Km.

## 2.4.2

*Vías de acceso Marítimo.*

Punto E.- Dada la ausencia de vías terrestres al punto E sólo se puede llegar en la actualidad por vía marítima, siendo la distancia aproximada de 32 m.n. por el lado Norte de la Isla y 42 m.n. por el Sur.

En la parte Norte de Punta Pitt existe una pequeña caleta que está al abrigo del viento y la corriente, y en la cual se encuentra una pequeña playa con una extensión de aproximadamente 300 metros. La caleta está flanqueada al Norte por un bajo prominente de rocas que se extiende hacia el Este y son visibles aún en condiciones de pleamar y al Sur por el acantilado formado por uno de los flancos del Cerro Pitt. Aprovechando la visita a este punto se hizo un sondeo expedito con el personal de la L.A.E. " PORTOVIEJO " el cual se indica en la fig.10. En principio se podría considerar la posibilidad de que unidades de transporte y desembarco trasladen los equipos, materiales de construcción, y personal hasta dicha playa.

## 2.4.3.

*Medios de transporte aéreo.*

Si bien es cierto que la Isla no cuenta en la actuali-

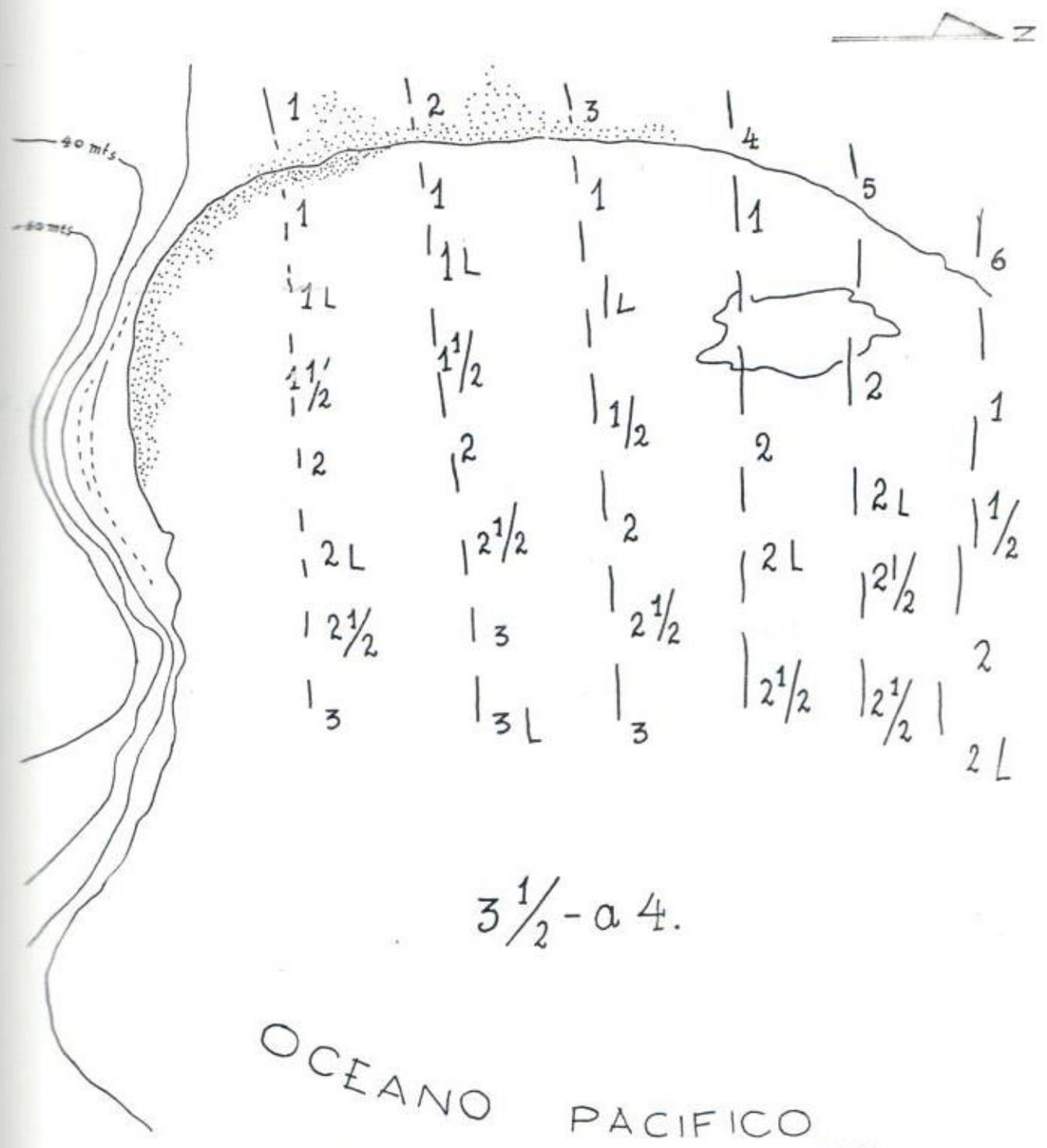


FIG. 10 SONDAJE EXPEDITO REALIZADO EN UNA CALETA DE PUNTA PITT (PUNTO E).

dad ni con Aeropuerto ni con las unidades apropiadas, todos los puntos enumerados anteriormente son factibles de ser visitados con helicóptero, siendo este último medio de transporte especialmente recomendado y ventajoso tanto para el punto E por su distancia y dificultad de acceso y en menor medida para el punto D.

#### Conclusiones.

El lugar que actualmente ofrece las mejores condiciones en cuanto a vías de acceso se refiere es el punto C. Inmediatamente le siguen los puntos A1 y A2 por la posibilidad que existe de que se mejoren sus vías de acceso en corto tiempo, si el caso lo requiere, utilizando el equipo caminero con que se dispone en la Isla. Cabe mencionar que si bien es cierto que las condiciones actuales de estas vías son deficientes, no obstaculizan el tráfico de vehículos en cualquier época del año.

Para el punto B la ampliación que se requiere se estima que deberá tener una extensión de 3 a 5 km, pudiendo realizarse de inmediato por cuanto las condiciones de tiempo así lo permiten. La vía de acceso para

el punto D necesita ser mejorada pero los trabajos no se los puede iniciar mientras no empiece la temporada de invierno.

Si no es posible realizar un desembarco con los materiales y equipos en el punto E, la única otra posibilidad que se visualiza por el momento sería su transporte en helicóptero lo cual hace de este punto el - que relativamente brinde menos facilidades, en cuanto acceso, que el resto de los puntos considerados.

Ver Cuadro No.1, pag. 54

## 2.5

### CARACTERISTICAS DEL TERRENO.

#### 2.5.1

#### Topografía.

Punto A.- El terreno es plano en las dos localidades consideradas A1 y A2.

Punto B.- El terreno es plano observándose una ligera gradiente en dirección de la costa.

Punto C.- El terreno es ligeramente ondulado y tiene una pequeña gradiente mayor que en el caso anterior, por encontrarse ubicada en las estribaciones montañosas del Sur de la Is la.

Punto D.- Se encuentra en las estribaciones montañosas del SE de la Isla y su topografía es similar a la del punto C.

Punto E.- El terreno en la parte considerada, es eminentemente plano. En su parte Norte se encuentra una elevación con una altura aproximada de 400 pies y en la parte Sur se encuentra el Cerro Pitt con una altura de 914 pies.

#### 2.5.2. Area Disponible.

En todos los puntos considerados existe área mas que suficiente para la construcción de la caseta y la instalación de la antena y sus accesorios.

#### 2.5.3 Proximidad a la Costa.

Punto A.- Los puntos A2, B y E se encuentran localizados junto a la orilla. Los puntos A1, C y D se encuentran aproximadamente a 1.5, 3 y 3 Km. de la orilla respectivamente.

## 2.5.4

## Calidad de terreno.

Punto A.- El terreno está cubierto por rocas volcánicas muy fragmentadas y distribuidas en forma más o menos densa que permite ver los espacios no cubiertos por las mismas la presencia de material terrígeno. Con el fin de hacer estudios de suelos para la construcción de un Aeropuerto en terrenos de la II Zona Naval se ha despejado en algunos puntos esta capa de rocas superficiales pudiéndose constatar en todos estos sitios la presencia de una capa de material terrígeno de profundidad no conocida.

La cantidad de material rocoso presente hará necesario la utilización de un tractor y herramientas de aire comprimido para la limpieza y despeje de este material rocoso en las áreas requeridas.

Punto B.- El terreno está constituido por materiales terrígenos con la presencia esporádica de rocas volcánicas de apariencia superficial lo que hace suponer que para su remoción no se necesitaría de la utilización de un tractor.

Punto C.- El lugar considerado se encuentra cubier-

to por una gruesa capa de tierra vegetal cuyo espesor, de acuerdo con lo que se pudo observar en los cortes hechos durante la construcción de la carretera, oscilla entre 0.60 y 1 m.

Punto D.- La calidad del terreno es muy similar a aquella del punto C.

Punto E.- Esta zona se encuentra cubierta en ciertos sitios por rocas volcánicas en forma dispersa y fragmentada. Cerca de la Costa se observa la presencia de materiales terrígenos con un alto contenido de arena.

#### 2.5.5

#### Condiciones actuales del terreno.

Los puntos A1, A2, B y E, se encuentran cubiertos en la actualidad por vegetación más o menos densa - perteneciente a la clasificación ecológica denominada Monte Espinosa Tropical ( Me-T ) en la que predominan arbustos y plantas de tipo espinosas.

Los puntos C y D presentan vegetación del tipo bosque húmedo Subtropical ( bh-ST ).

En el punto C por ser campos no cultivados predominan árboles y arbustos de diferentes especies, los cuales deberían ser cortados para aclarar el área - necesaria para la instalación, caso de decidirse - por este punto. En cambio en el punto D, los terrenos están cubiertos por cultivos de café y árboles frutales, los que también deberán ser desbrozados - en caso necesario.

#### 2.5.6

#### Tenencia de la tierra.

Tanto los terrenos correspondientes al punto A como los del punto C son propiedad de la II Zona Naval, En lo que se refiere al punto B estos terrenos comprenden una zona de playa que no tiene propietario. Los terrenos considerados en el punto D son de propiedad del Sr. Juan Matapuncho.

En lo que respecta al punto E, este se encuentra localizado en una zona reservada como Parque Nacional; si se decide instalar el radiofaro en este punto es necesario tramitar la autorización correspondiente del Ministerio de Agricultura y Ganadería - por intermedio del Gobernador Militar de Galápagos.

### 2.5.7 Conclusiones.

Analizando cada uno de los factores enumerados dentro de características del terreno se concluye que el punto que ofrece las mayores ventajas es el punto C. Si bien es cierto que el punto D reúne casi todos los mismos requisitos que el C, el hecho de que los terrenos sean de propiedad privada lo coloca en segundo lugar en igualdad de condiciones con el punto B. En tercer lugar y en igualdad de condiciones se encuentran los puntos A1, A2, y E.

Ver Cuadro No.2, pag. 55

## 2.6 DISPONIBILIDAD DE MEDIOS MATERIALES.

### 2.6.1 Agua.

Punto A.- A los puntos A1, y A2 se puede extender la red de distribución de agua potable existente en la Base de la II Zona Naval.

Punto B.- En este punto no se dispone de agua potable, pero en cambio existe en sus proximidades (a menos de 200 metros de distancia) una quebrada de agua dulce que tiene un caudal estimado de 20 lts/s\* la misma que desemboca en la Bahía de Agua Dulce.

---

\* Datos tomados del informe preparado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Punto C.- En las proximidades del punto C ( aproximadamente a 300 metros de distancia ) se encuentra la quebrada de agua dulce llamada Nariz del Diablo la que tiene un caudal estimado de 40 lts/s\*.

Punto D.- En la zona del Chino, en las inmediaciones del punto considerado, existen tres quebradas de agua dulce con los siguientes caudales :

quebrada Oriental	33 lts/s*.
quebrada Intermedia	46 lts/s*.
quebrada Occidental	74 lts/s*.

Punto E.- En este punto no se dispone de agua dulce por encontrarse en una zona completamente árida.

#### 2.6.2 Materiales de construcción.

En lo relacionado con materiales de construcción en la Isla se dispone de piedra y arena debiendo el resto de materiales, incluyendo madera para encofrado y ripio, ser transportados desde el Continente.

#### 2.6.3 Combustible.

El combustible es provisto en la actualidad desde el

---

\* Datos tomados del informe preparado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Continente. La instalación del radiofaro deberá contar con sus propios tanques de almacenamiento de combustible en cualquier lugar en que se decida instalarlo. Sin embargo, cabe mencionar que el punto A por encontrarse en los terrenos de la II Zona Naval es el único que cuenta en la actualidad con suficientes depósitos de combustible.

#### 2.6.4

#### Viveres.

Los productos agrícolas cultivados en la Isla provienen principalmente del interior de la misma, de las comunas ya establecidas. Los viveres llevados desde el Continente tienen como centro de distribución a Puerto Baquerizo.

El punto A por encontrarse en las inmediaciones de Puerto Baquerizo, no presentaría ningún problema en lo relacionado con el aprovisionamiento de viveres tanto del Continente como de los productos nativos.

A los puntos C y D habría que llevar viveres provenientes del Continente desde Puerto Baquerizo.

A los puntos B y E se tendría que llevar toda clase de viveres por encontrarse apartados de los centros de producción y distribución de los mismos.

## 2.6.5

## Energía eléctrica de la red.

La disposición de energía eléctrica de la red no es un factor crítico o indispensable para el normal funcionamiento del radiofaro, ya que este sistema está diseñado para operar con su propia planta generatriz que contará con 3 electro-generadores a diesel cuyo modo de operación ofrecerá una alta confiabilidad de servicio. Sin embargo, se ha considerado este factor con el fin de dejar abierta la posibilidad de en un futuro utilizar la energía de la red, si las circunstancias así lo requirieren.

INECEL cuenta en la actualidad con un grupo generador de 100 KW recién instalado en Puerto Baquerizo, el cual proporciona energía eléctrica tanto para esta población como para Progreso.

El servicio en la actualidad no es continuo, operando solo desde las 1800 hasta las 2300 horas. Aproximadamente dentro de un año cuando se instale un nuevo grupo generador de 100 KW, funcionarios de INECEL indicaron que el servicio será continuo.

La II Zona Naval cuenta con grupo generadores que totalizan 234 Kw. El servicio en la II Zona se extiende desde las 0600 horas hasta las 2300 en días ordinarios y hasta las 2400 horas en días feriados. Los puntos que se beneficiarían en caso que se presente la necesidad de tomar energía de la red, serían los puntos A1 y A2 que por estar dentro de la Zona Naval podrían utilizar la energía de la Base, y el punto C que por estar a 5 Km de Progreso podría utilizar la energía de la red instalada por INECEL. Cabe aclarar que en ambos casos sería necesario tender las líneas de transmisión correspondientes.

#### 2.6.6 Conclusiones.

Del análisis de la disponibilidad de medios materiales se concluye que los puntos A1 y A2 estarían en situación más ventajosa con relación al resto, siguiéndoles en su orden los puntos C, B, D, y E. Ver Cuadro No.3, pag. 56

#### 2.7 DISPONIBILIDAD DE MEDIOS HUMANOS.

##### 2.7.1 Para la construcción.

En San Cristóbal no existe personal calificado para desempeñarse como maestros de obra, albañiles o carpinteros. Lo único de que se puede disponer en la actualidad es de peones y ayudantes. La mayor parte del personal a utilizarse para las construcciones debe ser -llevado desde Guayaquil. Como dato informativo se sabe que los jornales que se paga a este personal traído del Continente son los siguientes :

Maestro de Obra	S/	150.00	diarios
Albañiles	S/	110.00	diarios
Carpinteros	S/	110.00	diarios

## 2.7.2

Para el control del sistema.

El sistema debe tener características tales que ofrezcan una alta confiabilidad de operación, tanto en su parte electromecánica como en la electrónica.

El funcionamiento de los generadores deberá ser completamente automático, en tal forma de que si uno de los generadores presenta fallas, automáticamente otro generador deberá entrar en servicio, en reemplazo del anterior.

En lo referente a la parte electrónica, el radiofaro estará diseñado para operación completamente sin vigilancia.

Por las razones anteriormente expuestas no es estrictamente necesario mantener personal en forma permanente residiendo en la instalación para la operación y control del radiofaro.

Una vez instalado el sistema y de acuerdo al sitio de su ubicación, se programarán las visitas de chequeo y control que permitirán evaluar el estado de funcionamiento de los equipos y corregir cualquier falla que eventualmente se presente.

Por esta razón el personal encargado de este control podría alojarse en un sitio diferente al escogido para la instalación del sistema.

Cabe mencionar que la II Zona Naval cuenta actualmente con 3 mecánicos automotrices y 4 electricistas, personal que podría encargarse del chequeo y control antes citados.

2.7.3

Para el mantenimiento.

De acuerdo con la alta confiabilidad de operación que debe tener el radiofaro el mantenimiento preventivo - de los equipos electrónicos debe realizarse entre pe ríodos largos.

Caso de que eventualmente se produzcan fallas estas - serían reportadas a INOCAR para que el personal espe- cializado se traslade a Galápagos a realizar el mante- nimiento correctivo.

2.8

#### CONDICIONES DE HABITABILIDAD.

2.8.1

Proximidad a Centros Poblados.

Puntos A1 y A2.- Se encuentran dentro de la Base Na- val.

Punto B.- Se encuentra aproximadamente de 3 a 5 Km del Caserío más cercano que es Tres Palos.

Punto C.- Está localizado en la Hacienda San ta Mónica encontrándose aproxima- damente a 4, 5 y 10 kms de Progreso, Tres Palos y Puerto Baquerizo res - pectivamente.

Punto D.- Se encuentra junto a la Comuna El Chino y - por consiguiente a 15 km de Progreso y a 22 de Puerto Baquerizo.

Punto E.- Por no existir en la actualidad vías de acceso terrestre, sino únicamente marítima, el centro poblado más cercano sería Puerto Baquerizo.

#### Facilidades de habitabilidad en los sitios considerados.

Puntos A1 y A2.- Por encontrarse situados en las cercanías de Puerto Baquerizo, estos puntos ofrecen muy buenas facilidades de habitabilidad ya que en caso de que el proyecto se lleve a cabo en uno de estos puntos, el personal a emplearse para la instalación y control del sistema podría alojarse tanto en la población como en la Base.

Punto B.- No hay facilidades para la habitabilidad, debiendo establecerse un campamento para el personal a utilizarse en la construcción de las obras civiles o en su defecto alojarlo en los centros poblados cercanos.

Punto C.- No existen facilidades de habitabilidad en la actualidad, pero en Progreso la Zona dispone de una casa para el personal encargado de la Hacienda, pudiéndose aprovechar de la misma. Además, debido a que la distancia es relativamente corta y la vía de acceso se encuentra en buenas condiciones, el personal que se utilice en la instalación podría alojarse en Puerto Baquerizo.

Punto D.- Las facilidades de habitabilidad son muy reducidas por cuanto la Comuna El Chino está constituida por colonos que tienen sus casas dispersas en una gran área. En este punto se debería establecer un campamento para los trabajadores que se empleen en la etapa de construcción.

Punto E.- No ofrece facilidades de habitabilidad, debiéndose así mismo establecerse un campamento para el personal que se use en la construcción.

### 1.8.3

#### Conclusiones.

Los puntos A1 y A2 ofrecen las mejores condiciones de habitabilidad, siguiéndole en su orden los puntos C, D, B y E.

Ver Cuadro No.3, pag. 56

## FACILIDADES DE TRANSPORTE.

### Para Personal.

En la Isla actualmente se dispone de los siguientes vehículos que podrían ser utilizados para transporte del personal:

II Zona Naval: Jeeps, camionetas y otros vehículos auxiliares. La Zona mantiene dos veces por día un régimen establecido entre la Base y la Hacienda Santa Mónica con el fin de transportar trabajadores y sacar productos de la misma.

De propiedad particular: Existen 2 camiones que transportan pasajeros y carga desde Puerto Baquerizo hasta Progreso y sitios aledaños de acuerdo con horarios regulares establecidos de acuerdo a las necesidades.

También se dispone de un Jeep Land Rover que se lo utiliza como taxi.

### Para equipos y materiales.

Para el transporte de los equipos y materiales habría que usar las camionetas, camión o volquetas de la II Zona Naval. También existen varias volquetas perteneciendo

tes al Ministerio de OO.PP.

E.10

## COMUNICACIONES.

E.10.1

### Procedimientos.

Se debe establecer un procedimiento que sea el más rápido y expedito para reportar a INOCAR las novedades que se produjeran en el sistema.

E.10.2

### Radio Naval.

Las comunicaciones entre la II Zona e INOCAR se la realizaría a través de Radio Naval en las frecuencias y horarios pre-establecidos.

E.10.3

### IETEL.

Mantiene servicios de comunicación telefónica entre la Isla San Cristóbal y el Continente a partir de las 0800 hasta las 2100 hrs. ( con ciertos intervalos ) - todos los días.

E.11

## SEGURIDAD.

E.11.1

### Vigilancia.

En los puntos A<sup>1</sup>, A<sup>2</sup> y C por encontrarse dentro de recintos Navales se estima que no se necesitaría vigilancia permanente del sistema, bastando que a la caseta se las provea de las seguridades necesarias para evitar el acceso a los equipos del personal no autorizado. En coordinación con la II Zona Naval se podría establecer un sistema de rondas periódicas con el personal de guardia.

En los puntos B, D, y E sería recomendable la presencia permanente de un guardián.

#### Monitoreo.

INOCAR en coordinación con la II Zona debe establecer un horario para que el personal de radio operadores de la Base recepan las transmisiones del Radiofaro con el fin de controlar su normal funcionamiento.

#### RECOMENDACIONES.

Una vez analizados detenidamente los diferentes factores contemplados en el presente estudio de factibilidad y asignado que fue a cada uno de ellos una valora-

ración de 0 a 5 puntos ( ver cuadros 1, 2, y 3 ) se ha elaborado el cuadro 4. En este se han considerado los siguientes factores.

1. Ubicación geográfica.
2. Vías de acceso.
3. Características del terreno.
4. Disponibilidad de medios materiales.
5. Condiciones de habitabilidad.

Los factores no considerados, o son aplicables a todos los sitios en igualdad de condiciones, o no constituyen un factor determinante en la proporción que lo son los 5 anteriormente mencionados.

Los coeficientes que se han aplicado en la valoración final ( cuadro 4 ) han sido de 0.5 para los factores 1, 2, y 0.25 para los factores 3, 5.

En base a los resultados obtenidos en dicho cuadro se concluye que el punto C es el que actualmente cuenta con los mejores medios y brinda las mejores facilidades para la instalación del radiofaro. Lo siguen en su orden los puntos A1, A2, B, D, y E.

UBICACION GEOGRAFICA

	<u>A1-A2</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
Cubertura Area interés turístico marítimo	1.50	2.25	2.25	2.25	3.00
Cubertura Total	0.50	0.50	0.50	0.25	1.50
TOTAL	2.00	2.75	2.75	2.50	4.50

VIAS DE ACCESO

Terrestre, maríti- mo, aéreo.	2.00	2.00	4.00	1.00	1.00
----------------------------------	------	------	------	------	------

C A R A C T E R I S T I C A S D E L T E R R E N O

	<u>A1-A2</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
1. Topografía.	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
2. Area disponible.	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0
3. Proximidad a la costa.	5.0	5.0	4.0	4.0	5.0
4. Calidad del terreno.	3.0	4.0	5.0	5.0	3.0
5. Condiciones actuales del terreno.	2.0	3.0	3.5	4.0	3.0
6. Tenencia de la tierra.	5.0	4.0	5.0	2.0	3.0
TOTAL	24.0	25.0	27.5	25.0	24.0
PROMEDIO	4.0	4.16	4.58	4.16	4.0

DISPONIBILIDAD DE MEDIOS MATERIALES

	<u>A1-A2</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
Agua	5.0	4.0	4.0	4.0	0.0
Materiales de construcción.	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0
Combustible	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Viveres.	5.0	3.0	4.0	4.0	1.0
Energía eléctrica.	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0
TOTAL	19.0	13.0	15.0	14.0	8.0
PROMEDIO	3.8	2.6	3.0	2.8	1.6

CONDICIONES DE HABITABILIDAD

Proximidad a centros poblados.	5.0	3.0	4.0	3.0	0.0
Facilidades de habitabilidad.	5.0	3.0	4.0	4.0	0.0
TOTAL	10.0	6.0	8.0	7.0	0.0
PROMEDIO	5.0	3.0	4.0	3.5	0.0

CUADRO No. 4

CUADRO COMPARATIVO

	<u>A1-A2</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
1.- Ubicación geográfica.	1.00	1.38	1.38	1.25	2.25
2.- Vías de acceso.	1.00	1.00	2.00	0.50	0.50
3.- Características del terreno.	1.00	1.04	1.15	1.04	1.00
4.- Disponibilidad de medios materiales.	1.90	1.30	1.50	1.40	0.80
5.- Condiciones de habitabilidad.	1.25	0.75	1.00	0.88	0.00
TOTAL	6.15	5.47	7.03	5.07	4.55

## E Q U I P O S

## 3.1 ANTECEDENTES

Los requerimientos establecidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en París en 1.951, y por las Regulaciones de Radio en Ginebra en 1.959 para los Radiofaros Marítimos, estipulan la necesidad de un equipo doble, duradero, robusto y estable. Para poder cubrir todo el espectro de especificaciones requeridas por los usuarios, este equipo habría de ser muy flexible con relación a las frecuencias de modulación y portadora del transmisor, sistemas de antena y tierra, suministros de potencia, composición de la señal, programa de transmisión a tiempo despejado y en niebla, medios de operación atendida y no atendida, incluyendo dispositivos de detección de fallas, conmutación manual o automática y mando a distancia. Todas estas características son cumplidas por el radiofaro AGA NAFS-608, - tal como se apreciará en el desarrollo del presente capítulo, y por cuya razón fue escogido para ser utilizado en la instalación del radiofaro Isla San Cristóbal.

A manera de información o como dato de referencia, se

citarán a continuación las recomendaciones de la UIT en lo que respecta a las características técnicas mínimas para los radiofaros marítimos (UIT, París 1.951, Anexo 2 ).

### 3.1.1

Características técnicas mínimas recomendadas para los radiofaros marítimos (UIT ).

#### 3.1.1.1

Antena y sistema de tierra.

La antena y sistema de tierra deben ser diseñados para restringir la radiación de ondas polarizadas horizontalmente y señales dirigidas hacia la ionósfera.

Preferentemente se debe usar una antena vertical o antena T.

El sistema de tierra o contraantena asociado con la antena, en conjunto, debe preservar tanto como sea posible la simetría del sistema de radiación.

Las líneas horizontales de poder y de telecomunicaciones a menos de 100 metros de la antena deben ser subterráneas.

#### 3.1.1.2

Transmisores

### Frecuencia

Los transmisores deben ser controlados a cristal de tal manera de mantener la frecuencia dentro de una tolerancia de  $\pm 0.02\%$ .

Las armónicas de radiofrecuencia deben ajustarse a las tolerancias que se señalan en la Tabla para la intensidad de las armónicas y emisiones parásitas en el Apéndice 4 a las Regulaciones de Radio anexada a la Convención Internacional de Telecomunicaciones ( Atlantic City, 1.947 ).

### Modulación

La profundidad de modulación para emisiones clase A2 debe ser por lo menos 70 %.

El nivel de armónicas de las frecuencias de modulación debe ser lo más bajo posible.

### Exactitud del dispositivo de tiempo

Todos los radiofaros marítimos deben ser controlados por un dispositivo que asegure la exactitud de los programas de transmisión.

La exactitud del dispositivo de tiempo debe ser tal

que en ningún caso las transmisiones del programa se desvíen por más de dos segundos para los radiofaros - con una longitud de la señal de un minuto o cinco segundos para los de una longitud de la señal de dos minutos.

#### Mediciones de intensidad de campo

Cuando un radiofaro marítimo es puesto en servicio, o se han hecho alteraciones al equipo o antena y sistema de tierra de un radiofaro marítimo en servicio, se deben hacer mediciones de intensidad de campo para ajustar la potencia radiada al valor correcto para dar los rangos nominales y nocturnos.

( La potencia radiada por cada radiofaro marítimo debe ser ajustada a la mínima requerida para producir en el límite del rango, la intensidad de campo correspondiente a su ubicación geográfica ).

#### Unidades en standby.

Los radiofaros marítimos deben tener las unidades necesarias en standby para prevenir cualquier interrupción del servicio debido a fallas en la energía eléctrica, el transmisor, o el dispositivo de tiempo.

## DUPLICACION DE UNIDADES

El radiofaro NAFS-608 ( ver fig. 11 ) comprende las siguientes unidades :

- 1 Unidad de control automático
- 2 Unidades de reloj
- 1 Unidad de instrumentos
- 2 Unidades de código
- 2 Unidades transmisoras
- 2 Unidades moduladoras
- 2 Unidades de potencia
- 1 Unidad de sintonización de antena\*

El equipo contiene las unidades duplicadas necesarias para la entrega de una onda portadora correctamente temporizada, codificada y modulada, a cualquier sistema ordinario de antena y tierra.

Como es conocido, cuando un equipo cuenta con unidades en standby se incrementa la confiabilidad de todo el sistema. Esto se puede demostrar calculando la confiabilidad de un equipo, primeramente sin unidades dupli-

---

\* La unidad de antena, va instalada exteriormente, cerca de la conexión de la base de la antena.

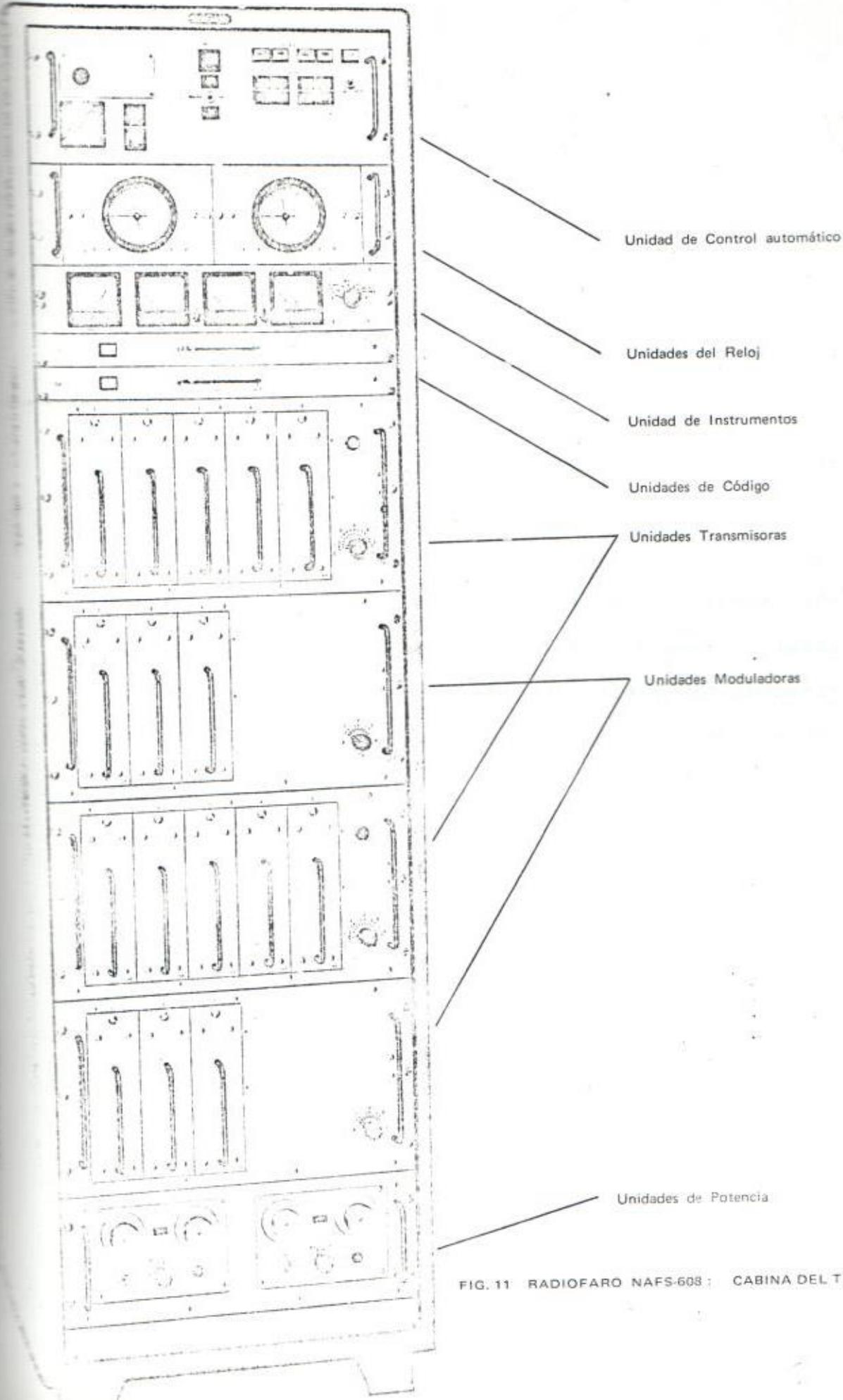


FIG. 11 RADIOFARO NAFS-608 : CABINA DEL TRANSMISOR

cadav y luego con las mismas, operando en standby.

Los cálculos deben ser desarrollados en términos de un parámetro "U" llamado "indisponibilidad", identificad también como la probabilidad de que una estación que de fuera de servicio. La confiabilidad expresada en porcentaje será igual a  $(1 - U) \cdot 100$ .

Es necesario calcular para cada unidad del sistema un parámetro, el "Tiempo Medio Entre Fallas" (Mean Time Between Failures), abreviado MTBF, usualmente expresado en horas. (Según las teorías standards de seguridad de sistemas electrónicos, el MTBF de cada unidad específica, depende entre otras cosas, del número de componentes de que consta y del esfuerzo eléctrico a que están sometidas. Por esta razón es que las unidades del reloj, código, transmisora, moduladora y potencia del radiofaro NAFS-608 están duplicadas. Las unidades restantes del equipo tienen solo unos pocos componentes cada una, son de naturaleza muy robusta o su funcionamiento incorrecto tiene una influencia insignificante en la seguridad general del equipo; por ello no están duplicadas).

Si se conoce el MTBF de todo el equipo, y si otro parámetro denominado "Tiempo Medio Para Reparar" (Mean

Time To Repair ), abreviado MTTR, también se conoce o es asumido, la " indisponibilidad " del equipo está dado por :

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

En sistemas de alta confiabilidad  $MTBF \gg MTTR$ , de donde :

$$U = \frac{MTTR}{MTBF}$$

Para ilustrar, supongamos que el MTBF del sistema es de 10.000 horas, esto es, un poco menos que una falla por año, y que el MTTR es 1 hora. Luego tendrá :

$$U = \frac{1}{10.000} = 0.0001$$

correspondiente a una confiabilidad del 99,99 %. Matemáticamente se puede elevar este valor al 99,9999 %, reduciendo el MTTR a 0.01 hora, esto es 36 segundos, lo cual en práctica es imposible de conseguir. En efecto, si consideramos que una cadena de radiofaros está conformado en general de un número de estaciones que operan sin vigilancia, espaciadas una considerable distancia, y que las fallas pueden producirse en cualquier hora del día o de la noche, fin de semana,

días de fiestas, etc., es altamente optimista asumir - aún un valor tan bajo como el de 1 hora ( con mayor razón 36 segundos ) para el " Tiempo Medio Para Reparar", incluyendo el tiempo del viaje al lugar de la instalación, tiempo para diagnosticar la falla, hacer reparaciones, y conseguir que el equipo entre nuevamente en servicio.

Si como se acaba de ver, es necesario asumir un "MTTR" relativamente largo, la única forma de alcanzar un valor extremadamente bajo de  $U$ , es incrementar notablemente el denominador de la ecuación, el MTBF.

La relación es muy simple. Con el objeto de conseguir una confiabilidad del 99,9999 % se debe tener una  $U$  de 0.000001 o  $10^{-6}$  y el MTBF debe ser 1'000.000 de veces el MTTR. Si el tiempo de reparación es 1 hora, - el MTBF debe ser de 1'000.000 horas, y si el tiempo de reparación es de dos horas, el MTBF debe ser de -- 2'000.000 horas.

Convertido en años el MTBF de 2'000.000 horas significa que en promedio habrá una falla en el equipo cada 228 años. Aunque parezca sorprendente se puede obtener un MTBF de este orden de magnitud utilizando unidades redundantes en forma de standby 100 % operacional y sí

se cumplen ciertos requisitos. Estos son: alta ( pero no astronómica ) confiabilidad básica en el equipo que comprende cada lado del par redundante; facilidades de monitoreo, alarma y conmutación, los cuales detecten y reporten cualquier falla y conmute automáticamente al lado bueno si el otro ha fallado; contar con partes de repuestos y un bien trazado plan de mantenimiento que dé como resultado reparaciones relativamente rápidas de las fallas de un lado, con el fin de mantener el tiempo en que el sistema está operando no redundantemente, lo más bajo posible.

La siguiente ecuación da el MTBF de un bloque redundante en términos del MTBF del equipo total que comprende uno de los lados completos del bloque redundante, y el tiempo medio para reparar y restaurar una falla de un lado :

$$m = \frac{M^2}{2T_1}$$

donde  $m$  es el MTBF del bloque redundante

$M$  es el MTBF de un lado completo

$T_1$  es el tiempo medio para reparar y restaurar una falla de un lado.

Como un ejemplo consideremos un sistema con equipo redundante, que tenga un MTBF de un lado de  $M=10.000$  ho-

ras, o  $10^4$  horas, y asumamos un valor de 10 horas para  $T_1$ . Luego se tendrá :

$$m = \frac{10^8}{20} = 5'000.000 \text{ horas}$$

como el MTBF del bloque redundante.

El " mejoramiento de la redundancia " está dado por :

$$I_{\text{red}} = \frac{M}{2T_1}$$

que en este caso será de  $\frac{10.000}{20} = 500$  a 1

Como se podrá apreciar del análisis anterior con unidades redundantes se pueden alcanzar valores de MTBF bastante elevados, incrementándose por consiguiente la confiabilidad total del sistema.

Para aumentar aún más la seguridad de funcionamiento, las unidades duplicadas del radiofaro NAFS-608 son arregladas en juegos. Los juegos I y II consisten de un reloj y una unidad de código, cada uno.

Los juegos 1 y 2 contienen cada uno un transmisor, un modulador y una unidad de potencia.

El diseño permite seleccionar cualquiera de las siguien

tes combinaciones de juego : I + I, I + 2, II + I y II + 2. Una falla por ejemplo, en el juego I, deberá involucrar un cambio automático al juego II, pero sin influir la selección de 1 o 2 hechas anteriormente.

## 3.3

## DISEÑO MECANICO

El Armario Transmisor del radiofaro NAFS-608 ( Fig.11 ) es un armazón rígido de acero con tres paneles laterales y uno posterior. En la parte inferior del mismo se encuentra la regleta principal de terminales para la conexión de todos los cables de entrada y salida excepto el cable coaxial alimentador, que va a la unidad de sintonización de antena.

La estructura tiene un acabado de esmalte gris, el cual es relativamente insensible a posibles daños ocasionados por una atmósfera corrosiva. Los paneles laterales tienen un cierto número de aberturas, tanto en su parte superior o inferior, con el objeto de mejorar la ventilación.

Todas las unidades, excepto la unidad de instrumentos, se deslizan sobre carriles y pueden extraerse fácilmente.

te para su inspección y ajuste. De arriba hacia abajo las unidades están colocadas en el armario en el siguiente orden: Unidad de Control Automático, Unidad de Reloj I y II ( la I a la izquierda ), Unidad de Instrumentos, Unidad de Código I, Unidad de Código II, Unidad Transmisora I, Unidad Moduladora I, Unidad Transmisora II, Unidad Moduladora II, Unidades de Potencia I y II ( la I a la izquierda ). Las dos Unidades de Reloj, igual que las Unidades de Potencia, están montadas una al lado de la otra en un chasis común.

La mayoría de los conductores para la interconexión de las varias unidades, van colocadas en dos acanaladuras de plástico a cada lado del armario.

3.4

#### CIRCUITOS ELECTRONICOS

La UNIDAD DE CONTROL AUTOMATICO contiene el conmutador principal ON/OFF para todo el radiofaro, los conmutadores selectores CLEAR/FOG ( claro/niebla ) y MAINS/BATT ( red/batería ), los conmutadores de botón pulsador TEST y LOCAL y el de reposición de fallas ( RESET ). - También se lleva a cabo en el panel frontal de la unidad, la selección manual de unidades en servicio, precionando los correspondientes conmutadores.

La unidad contiene la antena artificial para probar el transmisor de reserva no conectado a la antena externa. Tiene también circuitos de detección de fallas ( mal funcionamiento de portadora, modulación, tiempos y codificación ) y para conmutación automática al equipo de reserva. Dispone de luces piloto que indican el equipo en servicio y el funcionamiento normal o defectuoso de las distintas unidades. Esta información puede enviarse a un punto lejano a través de un sistema de control remoto ( cable o radio ).

Las UNIDADES DE RELOJ, son unidades de tiempo completamente transistorizadas, capaces de controlar la transmisión de los radiofaros marítimos de acuerdo a las estipulaciones de la UIT. La exactitud del reloj es de  $\pm 2$  segundos por mes.

El dispositivo de tiempo del reloj puede ser programado para varios esquemas de transmisión : uno o dos minutos de transmisión por cada período de transmisión, diferentes programas durante tiempo despejado o niebla, transmisión durante cada segundo o cuarto de hora, transmisión durante 14 horas al día, etc.

El reloj puede ser fácilmente restituido aún desde un punto remoto, vía un radio enlace o conexión por cable

Las UNIDADES DE CODIGO, producen los pulsos de manipulación ( composición de la señal ) para la modulación. La unidad de código es disparada por la unidad de reloj.

La portadora normalmente se conecta en el momento que comienza el minuto de transmisión y es desconectada - 50 segundos más tarde. La portadora también es gobernada por el codificador.

La unidad de código tiene las siguientes partes principales : estabilizador de voltaje, oscilador de elementos de puntos, registrador principal ( RP ), generador de la señal de identificación ( GSI ), generador de raya larga ( GRL ) y etapa de salida en código.

El oscilador de elementos de puntos tiene la función de producir un tren de impulsos o elementos de puntos, cuya longitud corresponde a la velocidad telegráfica de la composición de la señal del radiófono.

Los elementos de puntos alimentan al GSI y al GRL para la generación de la señal de identificación y la raya larga respectivamente.

El registrador principal controla el funcionamiento del GSI y GRL, ordenando el número y orden correcto de señales de identificación y rayas largas a produ -

cir durante los 50 segundos de transmisión.

Las señales de salida del GSI y GRL -impulsos ON/OFF- alimentan la etapa de salida en código para formar un voltaje completo de programación.

El GSI, GRL y el RP constan de etapas contadoras binarias o flíp-flops.

La UNIDAD DE INSTRUMENTOS consta de un medidor de voltaje de la red, un medidor de modulación muy exacto - alimentado por la corriente de antena y otro medidor - para la corriente del cable de 50 ohmios. Un cuarto-medidor puede conectarse a las otras unidades de la cabina para comprobar todos los voltajes y corrientes principales.

Las UNIDADES TRANSMISORAS contienen un oscilador a cristal de elevada exactitud, un preamplificador, una etapa manipuladora, una etapa excitadora y una etapa de salida. La unidad es completamente transistorizada.

La exactitud de la frecuencia portadora es de  $\pm 50$  partes por millón para temperatura ambiente entre -  $10^{\circ}$  y  $+ 50^{\circ}$ C, lo que está dentro de los límites - prescritos por la UIT para este tipo de servicio.

La unidad transmisora cuenta con cinco módulos intercambiables de alta potencia. Cada módulo tiene transistores de potencia de radiofrecuencia, montados sobre una placa común. Cuatro de los módulos están conectados en paralelo constituyendo la etapa de salida, mientras que el quinto módulo, la etapa excitadora.

Los módulos de potencia están insertados a través del panel, lo cual facilita notablemente su inspección y servicio.

La potencia de salida es de 300 W., con una carga de 50 ohmios y con modulación máxima.

La portadora puede modularse hasta el 95 % pero la profundidad normal de modulación es de 70 a 80 %.

Hay un circuito especial que mantiene automáticamente la profundidad de modulación en el valor preajustado.

Como la etapa de salida es un diseño de banda ancha no hay necesidad de resintonizar al cambiar la frecuencia portadora dentro de la banda marina de 285-315 KHz.

Las UNIDADES MODULADORAS tienen un oscilador que puede ajustarse para frecuencias entre 345 y 1052 Hz. El oscilador está seguido de un preamplificador, una etapa manipuladora, una etapa excitadora y una etapa de salida. Las etapas excitadora y de salida están montadas, igual que en la unidad de transmisión, sobre módulos

los de potencia intercambiables insertadas en el panel . Así mismo la unidad moduladora es completamente transistorizada. La distorsión de la modulación es menor del 5 % a una profundidad de modulación del 95 %.

Las UNIDADES DE POTENCIA, suministran la alimentación de 36 V CC para las etapas de salida y excitadora de las unidades transmisoras y moduladoras. De estas unidades también se obtienen 12 V CC para los osciladores y otros circuitos de bajo nivel. Esta unidad contiene un contactor que conecta una batería externa opcional de emergencia de 36 V CC en caso de que falle la tensión de la red. El transformador de red tiene tomas para voltajes, mayores y menores que el nominal ( 220 V AC ).

Cada unidad de potencia tiene un cuentahoras con lecturas de 5 dígitos para las horas transcurridas, lo que permite evaluar su tiempo de servicio.

La UNIDAD DE ANTENA, tiene una bobina de sintonización de antena y un transformador adaptador de impedancias que permite a todas las configuraciones prácticas de antena y tierra ser sintonizadas y adaptadas a la impedancia del cable de 50 ohmios. Esta unidad consta también de un

transformador de corriente, cuyo secundario alimenta al amperímetro local de antena y al medidor de modulación de la unidad de instrumentos.

### DATOS TECNICOS.

#### Transmisor.

Potencia de salida :	300 watios con plena modulación.
Tipo de transmisión :	AOA2 (recomendado), A2 o A1.
Banda de frecuencia :	Standard 280-320 KHz. Otras frecuencias opcionales.
Estabilidad de frecuencia :	$\pm 50$ ppm desde $-10^{\circ}$ a $50^{\circ}\text{C}$
Supresión armónica :	Mínima 40 dB.
Reducción de potencia de salida :	En pasos de 1.5 - 2.5 dB c/u
Reducción automática de potencia :	Por combinación de un relé - conmutador y una célula fotoeléctrica externa opcional.

Características del  
cable alimentador

( feeder cable ) : 50 Ohm.

## 3.5.2

## Modulador.

Potencia de salida : Suficiente para dar 100 %  
de profundidad de modula-  
ción del transmisor.

Profundidad de modu-  
lación : Ajustable entre 0 y 100 %

Frecuencia de modu-  
lación : 300-1200 Hz.

Regulación de modu-  
lación : Automática.

Distorsión de modu-  
lación : Menos de 10 % con modula-  
ción al 100 %

## 3.5.3

## Reloj y codificador.

Programa de transmi-  
sión : De acuerdo a la UIT. Otros  
opcionales.

- Composición de señales : De acuerdo a la UIT. Otras opcionales.
- Exactitud del reloj : Mejor que 2 segundos por mes.
- Reposición del reloj : Localmente o desde un punto remoto, en etapas de + 1 seg. o - 1 seg. para cada reloj.
- Indicación del tiempo : Por medio de mecanismos de reloj, montados en el panel, operados con pulsos de segundos y provistos de punteros de hora, minuto y segundo.
- Salida del dispositivo de tiempo : Un pulso durante cada minuto de transmisión.
- Salidas del código : Para manipular la unidad-moduladora (y transmisora )

Velocidad de transmision telegrafica : Standard 6-10 wpm. Otras opcionales.

#### 3.5.4 Control y Monitoreo.

Seleccion de unidades para operacion : Local o remota.

Conmutacion a stanby : Automatica o manual.

Monitoreo automatico : Voltaje de red, tiempos, sincronizacion, codificacion, portadora y modulacion.

Lámparas indicadoras : 18.

Facilidades de medicion : Para voltaje de red, corriente del cable de 50 ohmios, profundidad, de modulacion y corrientes de transistores esenciales.

## E.5.5

## Fuente de poder.

- Fuentes AC de la red : Para las unidades de potencia, moduladora y transmisora. Voltaje de entrada-standard 220 VAC 50-60Hz. Tomas para voltajes mayores y menores. Sistema monofásico o trifásico.
- Poder de la red : Corriente en 300 wattios de salida, 5A. Corriente durante minutos de silencio, 1A. Factor de potencia 0.80
- Operación de batería  
36 V. : Para unidades transmisoras, moduladoras y de potencia. ( Alternativa o suplemento a fuente AC de la red ).
- Poder de batería de  
36 V. : Corriente en 300 wattios de salida, 20A. Corriente durante minuto de silencio, 3A.

- Batería central de -  
12 V. : Para unidades de reloj, co  
dificador y control.  
El voltaje nominal es de -  
12 V DC con variación per-  
misible entre 11.5 y 15 V.
- Poder de batería centr  
al de 12 V. : La corriente varía entre -  
1.7 y 5A.
- Fuentes duplicadas : Tanto las fuentes AC de la  
red, batería de 36 V y la  
batería central de 12 V -  
pueden estar duplicadas pa  
ra máxima confiabilidad.  
El radiofaro tiene cables-  
internos separados para ta  
les duplicaciones.

3.6

INSTRUCCION DEL OPERADOR

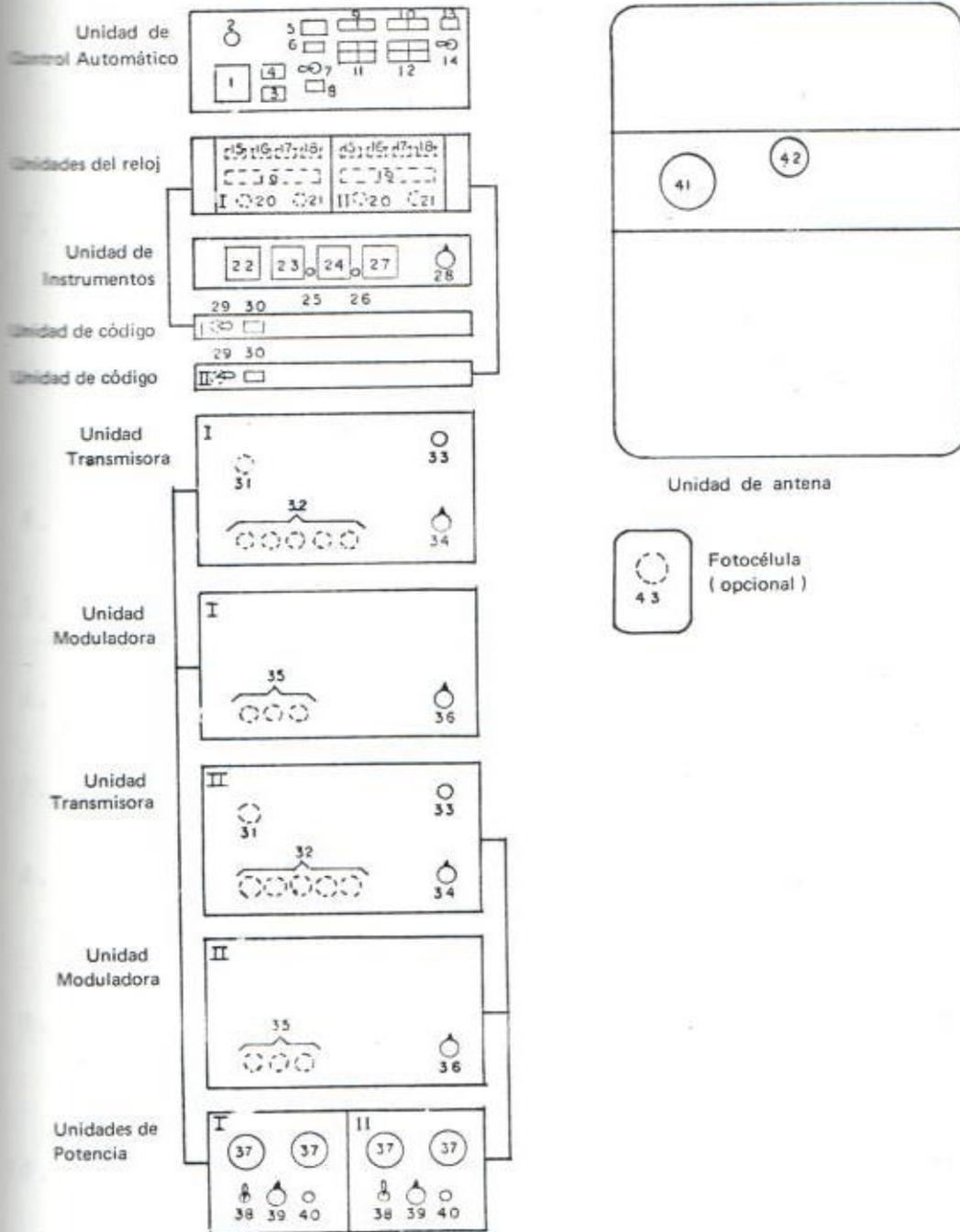


FIG. 12 INSTRUCCION DEL OPERADOR.

Explicación de los conmutadores, botones, lámparas indicadoras, fusibles e instrumentos.

1. Conmutador ON/OFF para todos los circuitos alimentados con red y batería ( excepto relojes ).
2. Fusible de 6A para el sistema de 12 V. ( excepto relojes ).
3. Prueba ( TEST ) de las unidades de repuesto conectadas a la carga interna de 52 ohmios.
4. Conmutador LOCAL/REMOTO ( auto ).
5. Lámpara de NORMAL. Botón de reposición de falla (RESET).
6. Indicación de falla de la red ( MAINS FAILURE ).
7. Conmutador RED/BATERIA ( 36 V. ) ( MAINS/BATTERY ).
8. Indicación de DIFERENCIA DE TIEMPO ( 3 segundos ). (TIME DIFFERENCE).
9. Indicaciones de SERVICIO de TRANSMISOR/MODULADOR I y RELOJ/CODIGO I. Pulsar para seleccionar.
10. Indicaciones de SERVICIO de TRANSMISOR/MODULADOR II y RELOJ/CODIGO II. Pulsar para seleccionar.
11. Indicaciones de FALLA de lo citado en el No.9

12. Indicaciones de FALLA de lo citado en el No.10.
13. Indicación del programa de transmisión de NIEBLA (cuando se use).
14. Conmutador del programa de transmisión de NIEBLA/CLARO. ( FOG/CLEAR ).
15. Botón de reposición + 1 SEGUNDO.
16. Botón de reposición - 1 SEGUNDO.
17. Botón de parada ( STOP ).
18. Botón de + 1 MINUTO para ajustar al contador de minutos.
19. Lámparas indicadoras para los minutos de TRANSMISION/SILENCIO.
20. Fusible de 2A.
21. Conmutador ON/OFF para las lámparas (19), normalmente - en OFF ( apagado ).
22. Voltaje de RED ( MAINS ).
23. Instrumentos TEST conmutado a las diferentes unidades - por el conmutador 28.
24. Medidor de MODULACION.
25. Botón para ajustar.

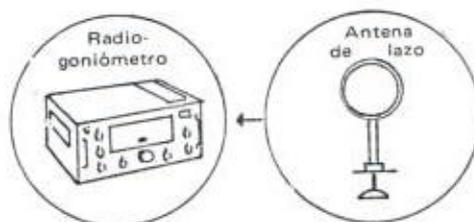
26. Potenciómetro para la lectura del 100 % de nivel de portadora.
27. Instrumento que indica la radiofrecuencia de salida para el cable coaxial que alimenta la unidad de antena - ( RF OUT ).
28. Conmutador para el instrumento medidor 23.
29. Conmutador para prueba NORMAL/PORTADORA + MODULACION/PORTADORA ( detrás del panel ).
30. Lámpara indicadora de salida de la unidad de código.
31. Fusible de 20A ( montado en el circuito impreso ).
32. Fusible de 6A ( montados en la base de cada módulo de potencia ).
33. Lámpara indicadora del transmisor en servicio.
34. Selector del punto de prueba ( para uso con el conmutador medidor 28 ).
35. Fusibles de 6A ( montados en la base de cada módulo de potencia ).
36. Selector del punto de prueba ( para uso con el conmutador medidor 28 ).

37. Fusible de 10A para la entrada de 220 VCA.
38. Conmutador ON/OFF para el voltaje de entrada 220V.
39. Selector del punto de prueba ( para uso con el conmutador medidor 28 ).
40. Fusible de 20A para 36 VCC. Pulsar para reponer.
41. Amperímetro de la CORRIENTE de ANTENA ( solo nivel de portadora ).
42. Variómetro de sintonización de antena.
43. Abertura variable para ajustar el punto de cambio DIA/NOCHE.

### 3.7 UNIDADES EXTERNAS REQUERIDAS.

El círculo central de la fig. 13 contiene el equipo del radiofaro tipo NAFS 608 que, al conectarse a una fuente de energía, es un sistema completo e integrado de emisión de una señal portadora modulada, codificada y cronometrada para cualquier sistema de antena o tierra de radiofaro. A la izquierda de la fig. 13 se muestran algunos sistemas alternativos de suministros de potencia. El voltaje de red ( 220 V AC ) es obtenido bien de la red ordinaria del tendido eléctrico o

### Instalación del barco



### Instalación del Faro

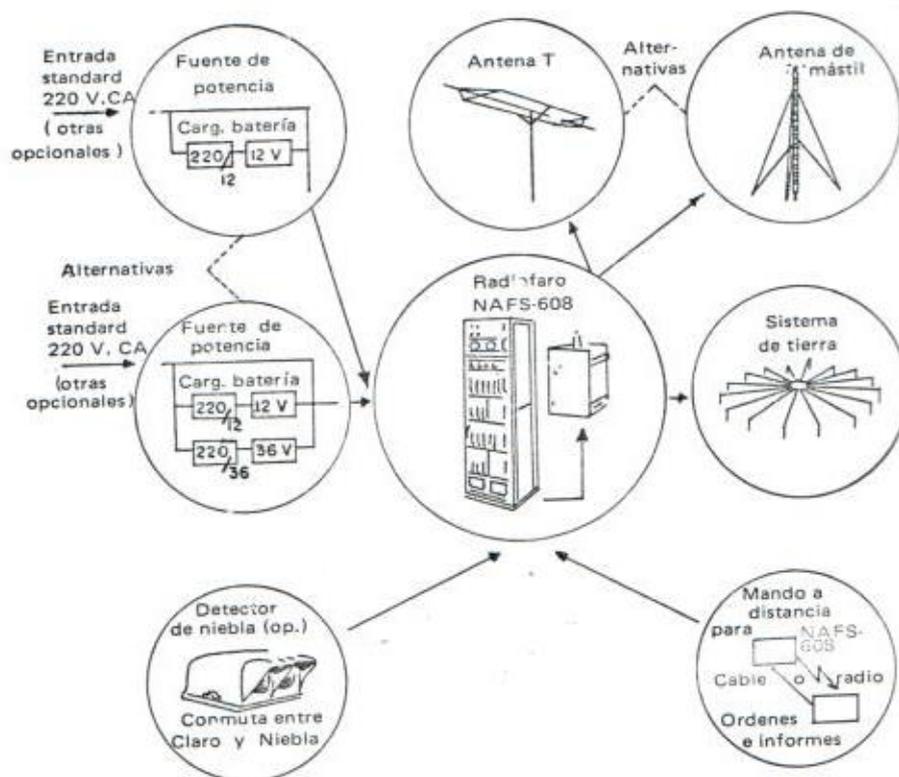


FIG. 13 RADIOFARO NAFS-608 Y UNIDADES EXTERNAS REQUERIDAS.

de una planta local que consta de uno o más generadores diésel ( que no aparecen en la fig. 13 ).

En la instalación del radiofaro Isla San Cristóbal no se utilizará energía de la red, sino 3 generadores a diésel, marca LISTER modelo SR1 de 3.6 Kw. cada uno.

En la fig. 14 se muestra la planta electrogeneradora sugerida para el radiofaro. El voltaje de entrada de 220 V AC alimenta al radiofaro y al cargador de batería que mantiene a plena carga a la batería de 12 V. de las unidades del reloj. La instalación de una batería de emergencia de 36 V. con cargador separado permite continuar el servicio del radiofaro aún en el caso de fallas en el suministro de la energía AC.

En la parte superior del círculo central y a la derecha se muestran dos antenas standard y un sistema de tierra. En la instalación del radiofaro Isla San Cristóbal se utilizará una antena del tipo T de 42 metros.

En la parte inferior de la fig. 13 aparecen dos versiones de sistema de mando a distancia que se usan con el radiofaro NAFS 608.

En la parte superior se muestra la instalación complementaria en el barco, con un radiogoniómetro que utiliza una antena giratoria de un cuadro.

## RESUMEN.

El radiofaro, tipo NAFS 608, es un equipo de potencia media y se utiliza como baliza marina o aeronáutica.

El radiofaro está duplicado y diseñado para soportar las condiciones climáticas que se experimentan en faros, buques-faros, etc. Opera satisfactoriamente en una amplia gama de temperaturas:  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$  y en una humedad relativa del 90 %, aún en una atmósfera salina.

Se emplean solamente componentes de alta calidad. Para poder hacer frente a los estrictos requerimientos de gamas de temperaturas y seguridad de los componentes, solamente se han usado semiconductores de silicio.

Los componentes de alta potencia están montados en secciones de eliminación térmica ( por ejemplo, los módulos de potencia del panel ). Los componentes de baja potencia como circuitos integrados ( paquetes IC ), transistores, diodos, tiristores y relés de lengüeta ( con contactos sellados en cristal ) están montados sobre tarjetas impresas.

El cambio de composición de la señal ( señal de identi

DESCRIPCIÓN SIMBÓLICA DE LAS ACCIONES DE ARRANQUE Y PARADA DIFERENTE AL PUNTO DE TRANSICIÓN.

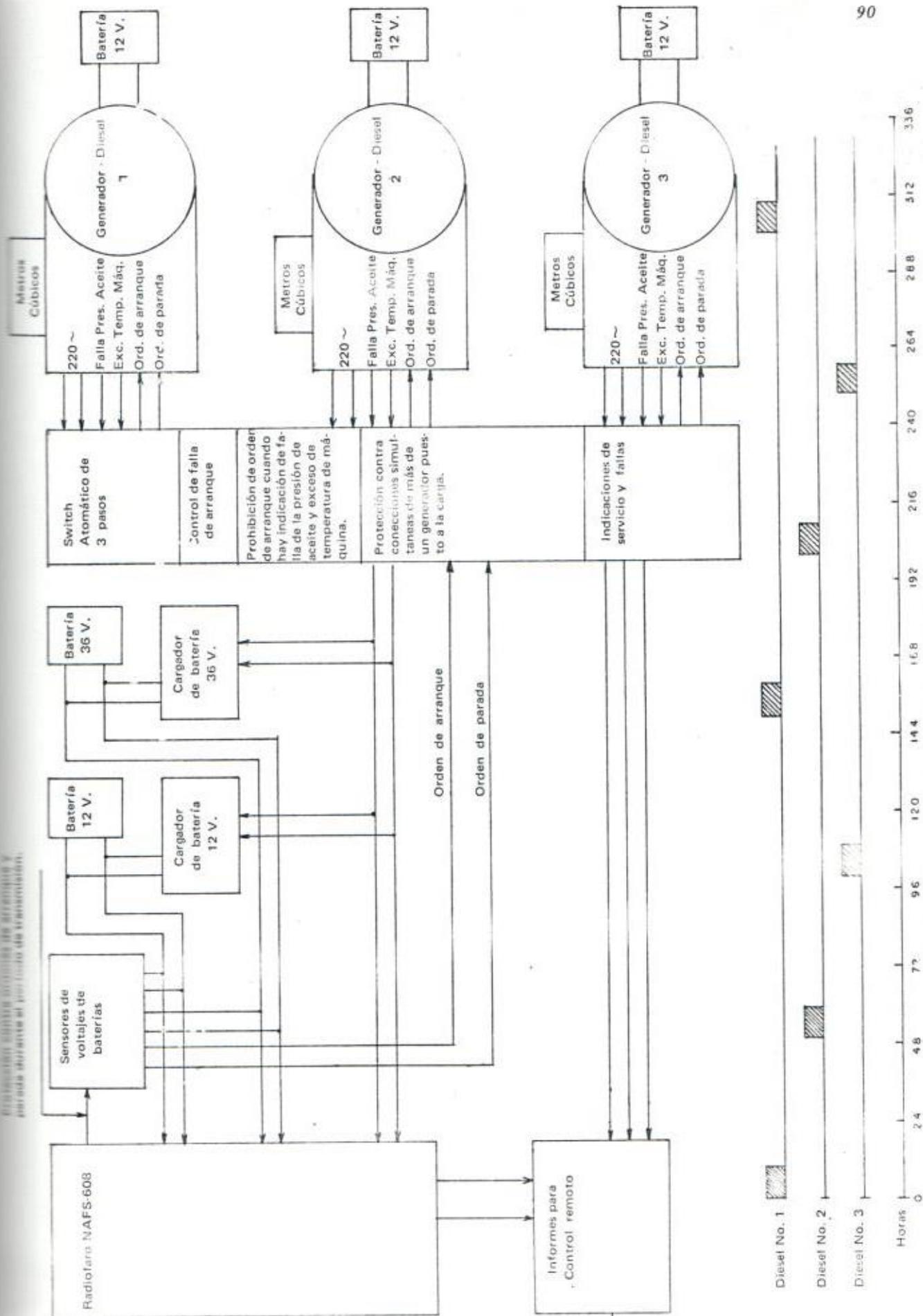


FIG. 14 PLANTA ELECTROGENERADORA AUTOMÁTICA.

ficación, etc. ) o del programa de transmisión de un ra  
diofaro ya instalado se realiza fácilmente enchufando -  
otra tarjeta programada, que lleve la combinación de -  
diodos requerida. El cambio de frecuencia portadora re  
quiere sólo la inserción de un nuevo cristal y el vol -  
ver a sintonizar la antena. La frecuencia de modula -  
ción se cambia ajustando la capacitancia del oscilador.  
Se consigue variar la salida de potencia empleando las  
clavijas de toma adecuadas en el transformador de sali -  
da.

#### 4.            I N S T A L A C I O N ,   O P E R A C I O N                  Y   M A N T E N I M I E N T O            D E L                  R A D I O F A R O .

*En este capítulo se indicarán todas las etapas de que debe constar el proceso de instalación del radiofaro - Isla San Cristóbal y las instrucciones que se deben seguir en cada caso, a su debido tiempo.*

##### 4.1            C O N S T R U C C I O N   D E   L A   C A S E T A   D E L   R A D I O F A R O .

*Una vez seleccionado el punto C ( Hacienda Santa Mónica ) como el sitio más apropiado para la instalación - del radiofaro Isla San Cristóbal, se procederá a la construcción de la obra civil correspondiente previa - a la instalación del sistema.*

*En la fig. 15 se muestra el plano de la caseta para - este radiofaro y en el cual se indica la ubicación - tanto de la cabina del transmisor como de las unida - des exteriores que van alojadas en la misma, inclu - yendo los tres generadores a diesel.*



4.2

## MONTAJE DEL SISTEMA DE ANTENA T 42 METROS.

El sistema de antena T 42 metros mostrado en la fig. 16 consiste de :

- Dos mástiles de 42 metros cada uno
- Una estructura de antena T
- Un sistema de tierra

4.2.1

## Mástiles

Los mástiles tienen las siguientes partes principales:

- a) Placa-base plegable con base triangular.
- b) Siete secciones de mástil con sección triangular, de 6 metros de longitud cada una.
- c) Vientos distribuidos en cuatro niveles.
- d) Soportes para vientos, tornillos tensores y varios soportes para la estructura de antena T.
- e) Anclajes y pernos para fundamentos.

4.2.2

## Fundamentos

En la fig. 17 se indica la posición de los fundamentos ( en caso de un terreno plano ). Si el terreno no es

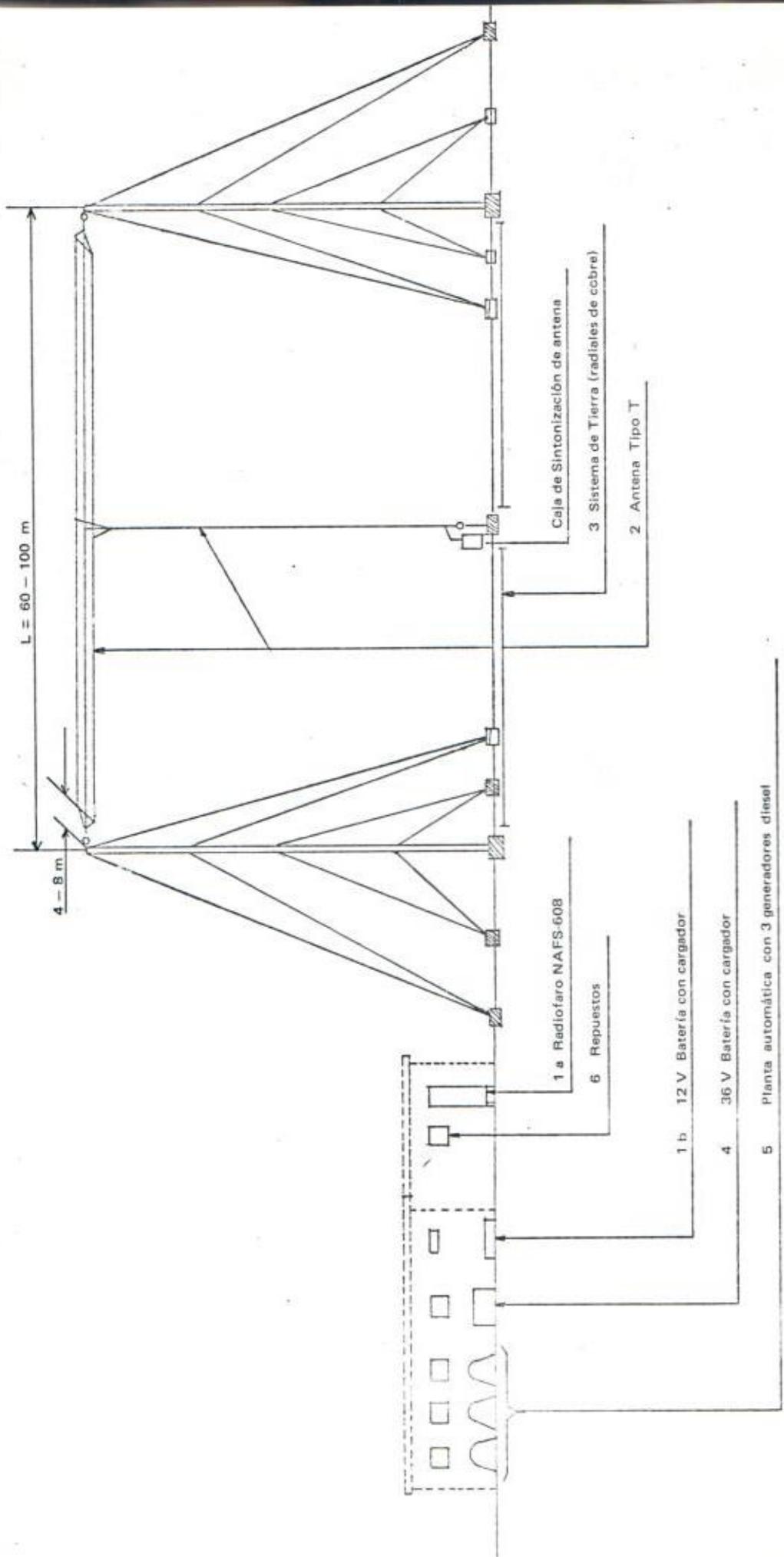


FIG. 16 ESTACION DEL RADIOFARO CON SISTEMA DE ANTENA T.

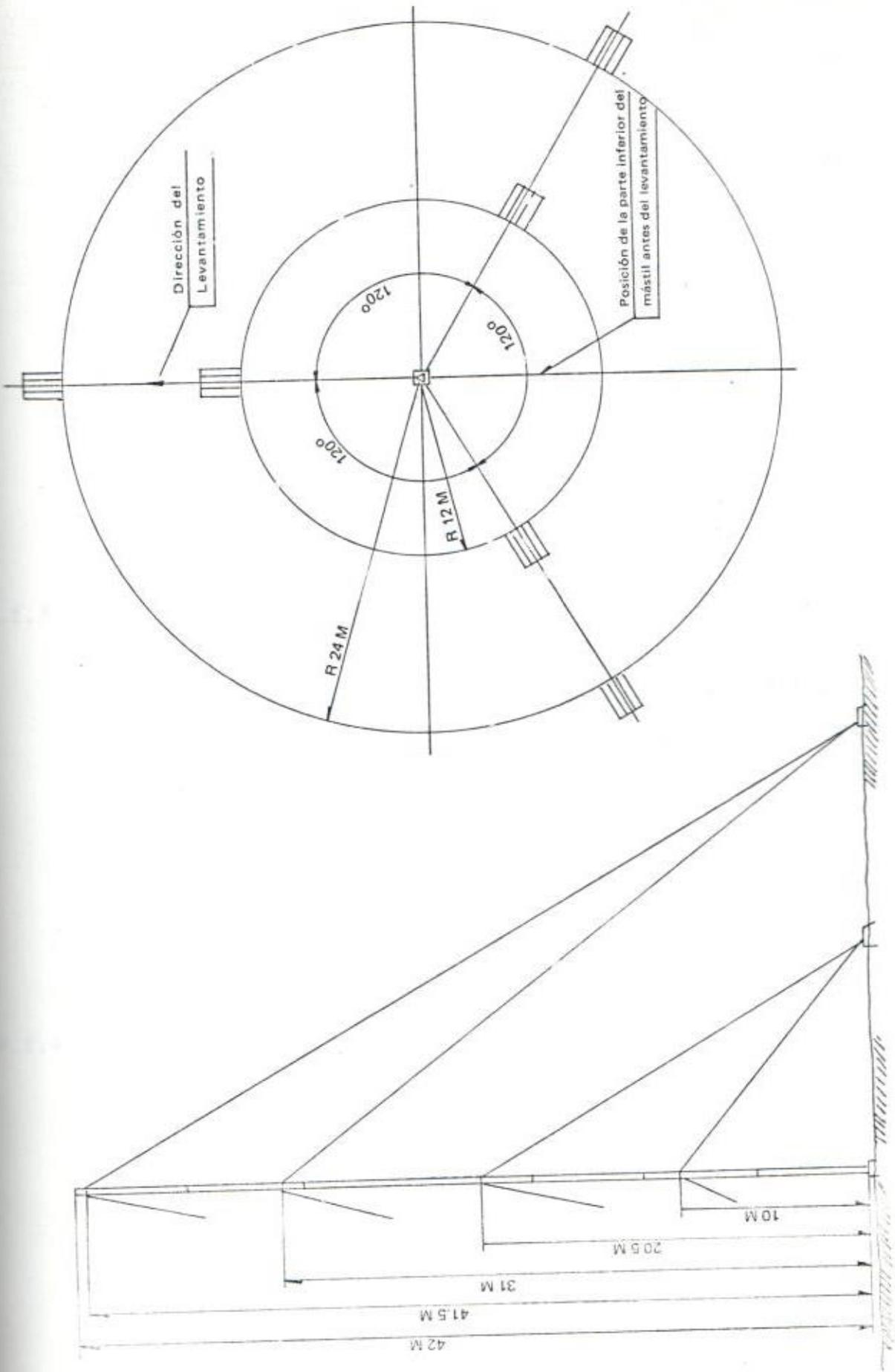


FIG. 17 ANTENA T 42 METROS : DISTRIBUCION DE LOS VIENTOS Y POSICION DE LOS FUNDAMENTOS.

completamente plano, por ejemplo si existe una diferencia de nivel entre el fundamento del mástil y los fundamentos de los vientos, se deben colocar éstos tal como se indica en la fig. 18.

Se debe tener cuidado de que el fundamento del mástil, después de la fundición sea lo más liso y horizontal posible.

## 4.2.3

## Material para montaje.

Para efectuar el montaje de las secciones del mástil - en su posición se necesita disponer de un mástil auxiliar. Este mástil auxiliar es una sección normal del mástil, que debe sujetarse al mástil ordinario mediante cuatro agarraderas ( ver fig. 19 ). Una polea y un cabrestante completan el equipo de montaje.

## 4.2.4

## Montaje de los mástiles.

Ver fig. 17. El montaje debe efectuarse en la siguiente forma :

La placa-base plegable se debe empernar al fundamento-

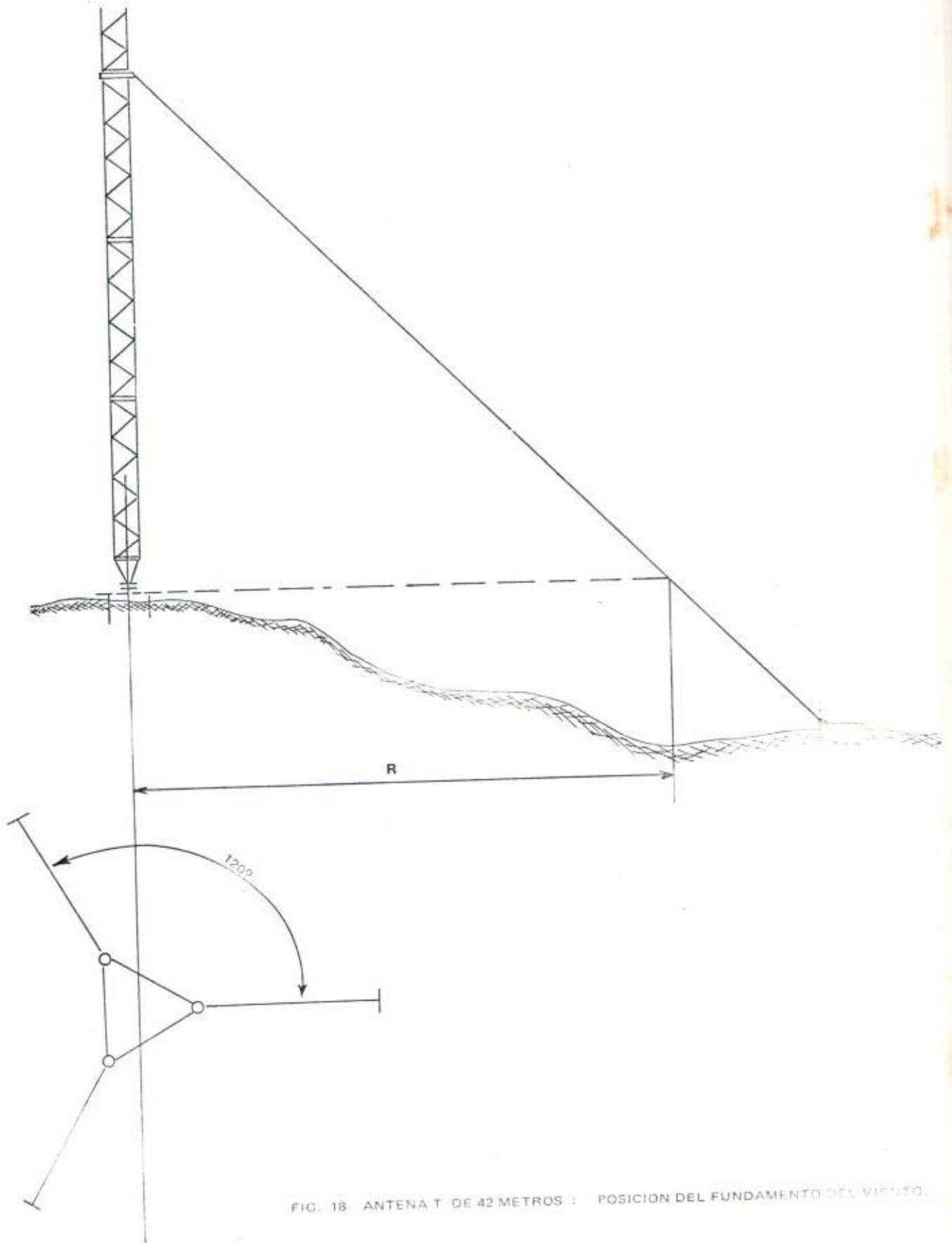


FIG. 18 ANTENA T DE 42 METROS : POSICION DEL FUNDAMENTO DEL VIENTO.

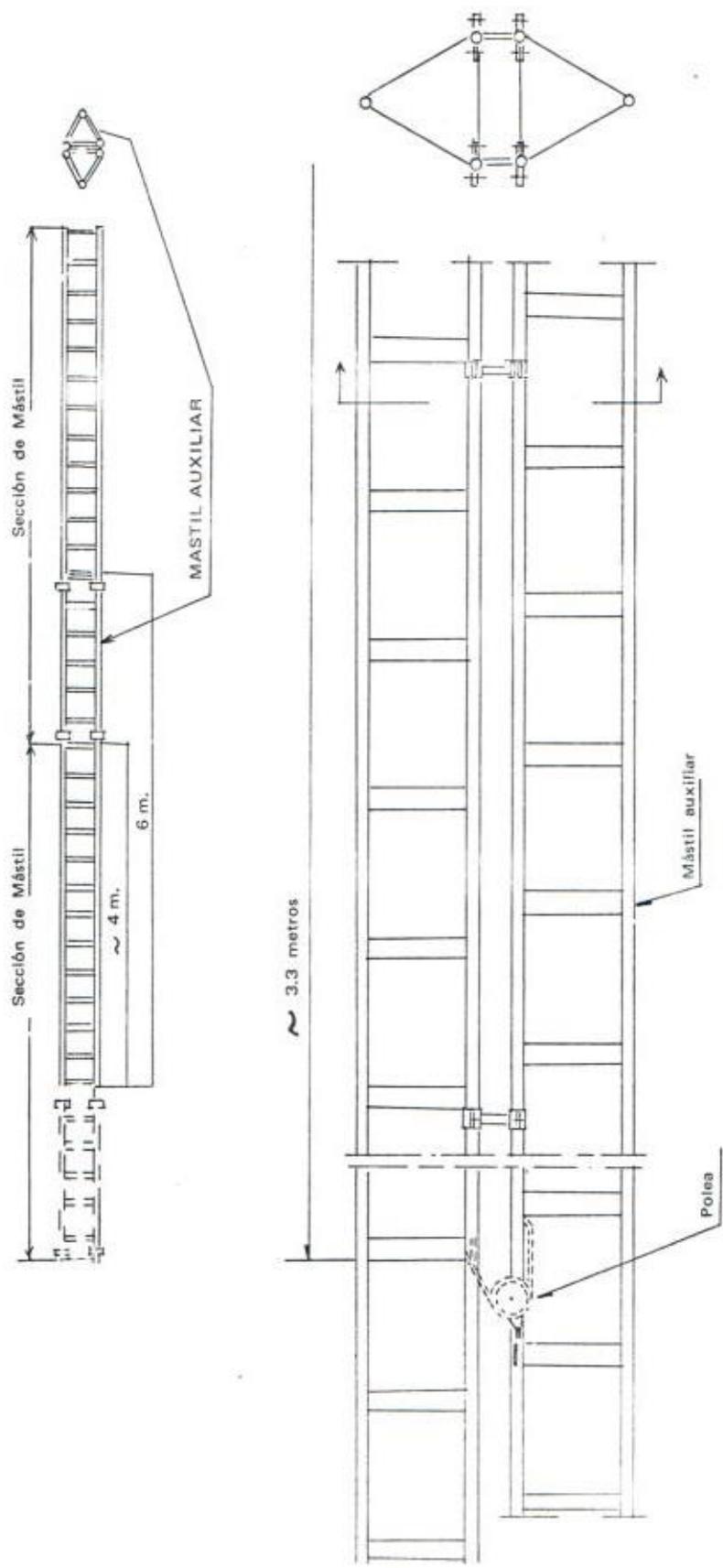


FIG. 19 ANTENA T : MASTIL AUXILIAR.

de la base. Para conseguir la horizontalidad de la placa-base montada, colocar por debajo, si es necesario, algunas piezas de finas hojas de metal. Luego hay que cubrir con cemento.

La parte superior de la placa-base (pie triangular) se pone ahora en una posición horizontal, de tal manera que la primera sección del mástil pueda ser fijada a la placa-base. Observar que uno de los lados del triángulo de la sección del mástil debe encarar en el otro mástil.

Luego se debe montar el mástil auxiliar a una altura tal que se pueda levantar la próxima sección del mástil (ver fig. 19).

Se deben sujetar vientos auxiliares a la sección del mástil, la cual es templada y sostenida desde los fundamentos de los vientos. Se eleva la segunda sección, guiada por una cuerda, y se fija sobre la primera sección.

A una altura de 10 metros (ver fig. 17) se montan los tres soportes para los vientos permanentes. Ver

fig. 20. Se fijan los vientos correspondientes y se los temple hacia sus fundamentos respectivos. La tensión inicial de los vientos en todos los niveles debe ser de 250 Kp.

Durante todo el procedimiento se debe ajustar el mástil para obtener la verticalidad requerida.

El mástil auxiliar es ahora movido hacia arriba para que la tercera sección sea levantada y montada. Fijar los vientos auxiliares.

Proceder con el montaje de las secciones restantes del mástil de 42 metros en la misma forma descrita anteriormente.

Una vez finalizado el montaje del mástil, desmontar el mástil auxiliar, los vientos auxiliares y el cabrestante utilizado para el levantamiento de los materiales. En las partes en las cuales se haya producido daños en la galvanización se debe aplicar pasta GALVANOID.

#### 4.2.5

#### Inspección.

Las siguientes inspecciones de mantenimiento deben ser

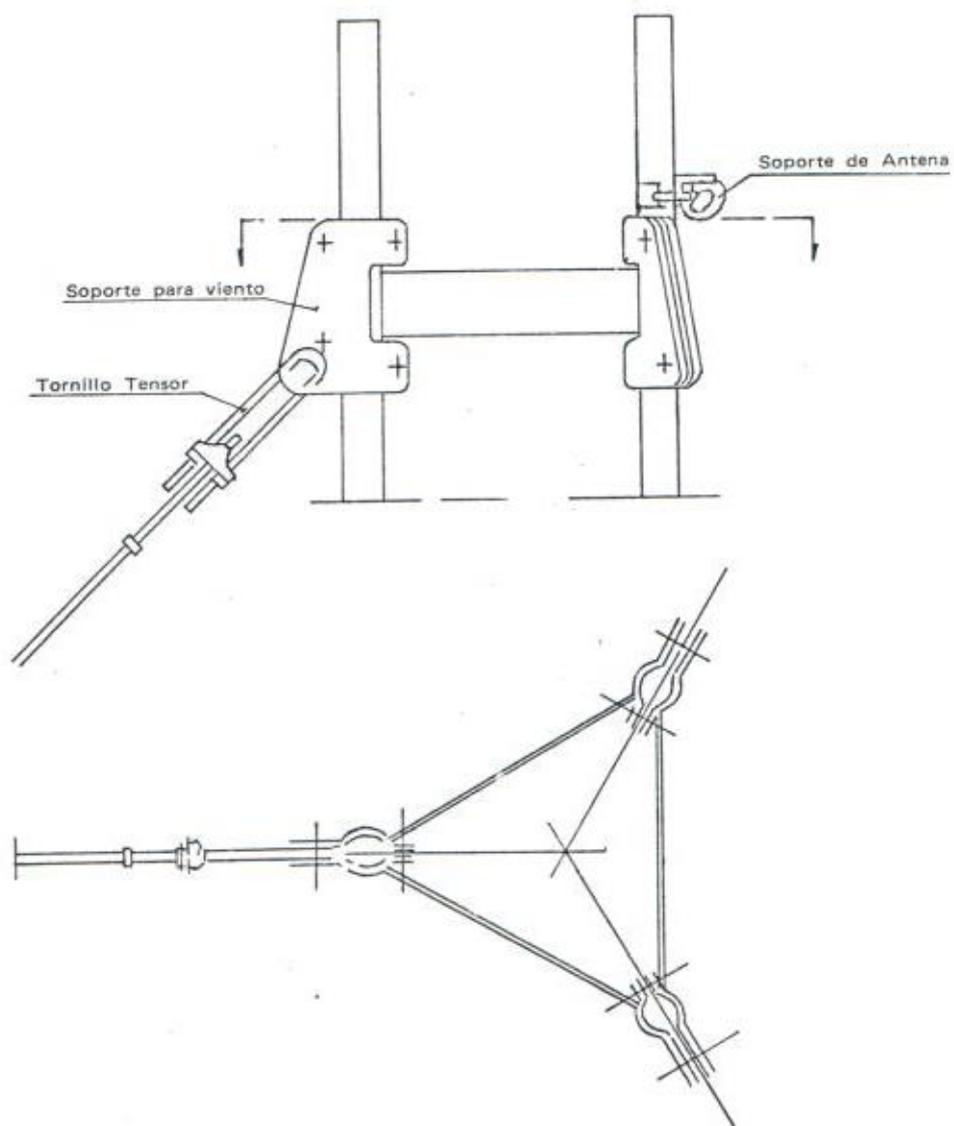


FIG. 20 ANTENA T DE 42 METROS : SOPORTES PARA VIENTOS PERMANENTES.  
( PARTE TOPE DEL MASTIL )

efectuadas seis meses después de la instalación de la antena :

- a. Chequear la tensión de los vientos
- b. Chequear todos los pernos de unión
- c. Chequear que los fundamentos y los anclajes de vientos estén bien sujetos
- d. Pintar con anticorrosiva todos los tornillos tensores, pliegues y terminales de los cables de vientos.

La misma inspección debe realizarse un año después de la instalación de la antena.

Particular atención debe darse a los vientos. Cualquier cable de viento averiado debe ser reemplazado.

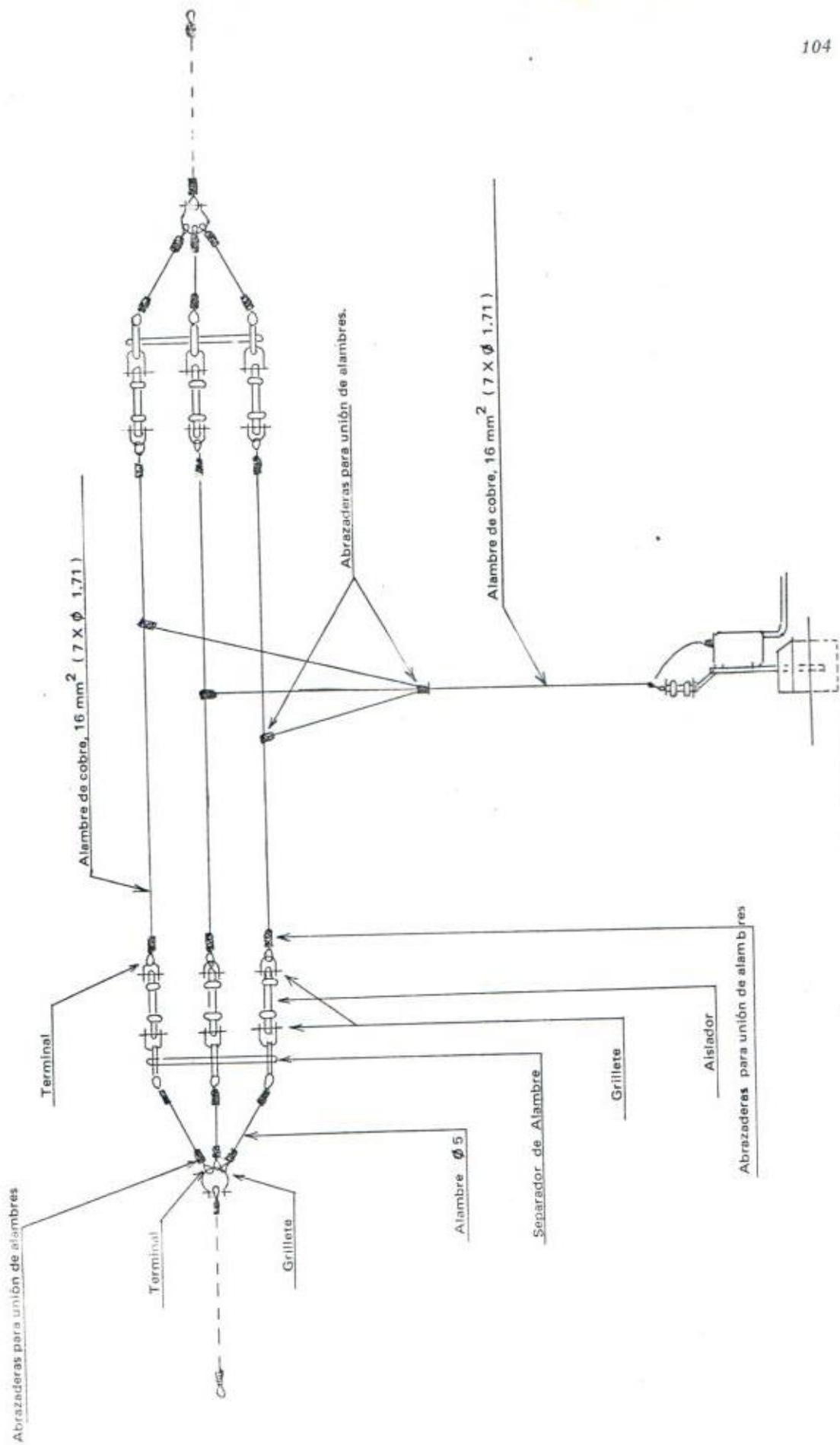
Se recomienda repetir estas inspecciones una vez por año.

#### 4.2.6

#### Estructura de antena T.

En la fig. 21 se muestra la configuración que debe tener la estructura de la antena T.

La distancia entre los dos mástiles normalmente no de



be exceder de 100 metros ( ver fig. 16 ). La longitud de la capacitancia tope horizontal de la antena debe ser de aproximadamente 92 metros. El cable de la antena debe conectarse a la caja de sintonía. Al momento de fundirse los fundamentos de los mástiles y vientos, debe fundirse también una estructura de hormigón para el soporte de esta caja.

En la fig. 22 se indica el procedimiento que se debe seguir para el montaje de la antena T. Para el mismo necesitamos valernos de un brazo de balanceo, un contrapeso de alrededor de 300 Kgs., de poleas y de un cabrestante.

Se recomienda que la parte central de la capacitancia-tope horizontal cuelgue 4 o 5 metros en relación a los topos de los mástiles de 42 metros de alto.

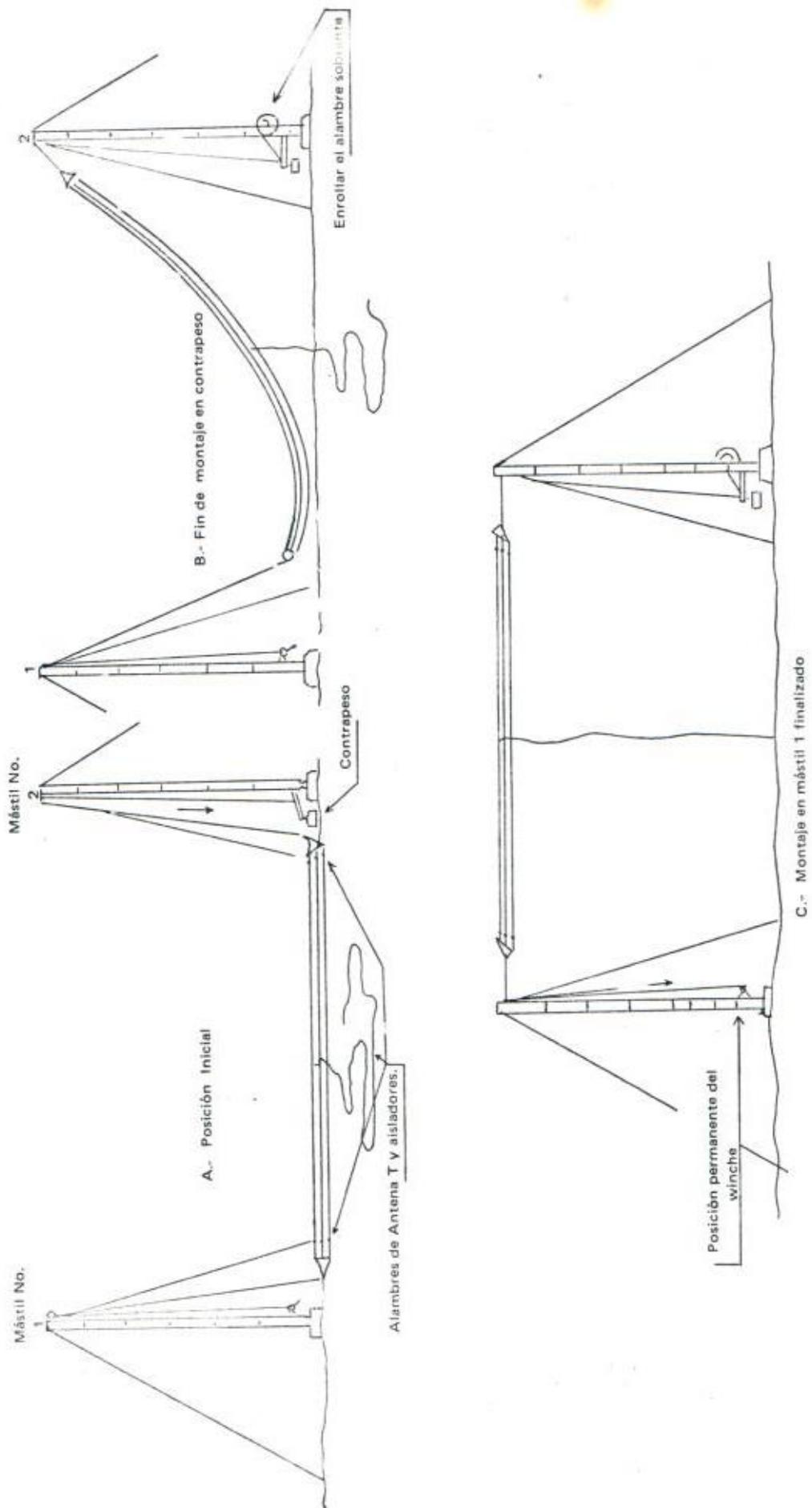


FIG. 22 PROCEDIMIENTO PARA MONTAJE DE ANTENA T.

El sistema de tierra consiste de 36 radiales de cobre : 12 de 60 metros y 24 de 40 metros. El alambre de cobre a utilizar debe tener un diámetro de 3 mm.

En la fig. 23 se indica la colocación del sistema de tierra y se dan detalles respecto a la extensión y montaje del mismo. Si es necesario disponer de un sistema de tierra más eficiente se debe utilizar el indicado en la fig. 24.

#### 4.2.8 Precauciones.

Toda la vegetación que se encuentre alrededor de los fundamentos tanto de los mástiles como de los vientos debe ser desbrozada, debido a que un incendio forestal podría dañar los mástiles y los cables de vientos.

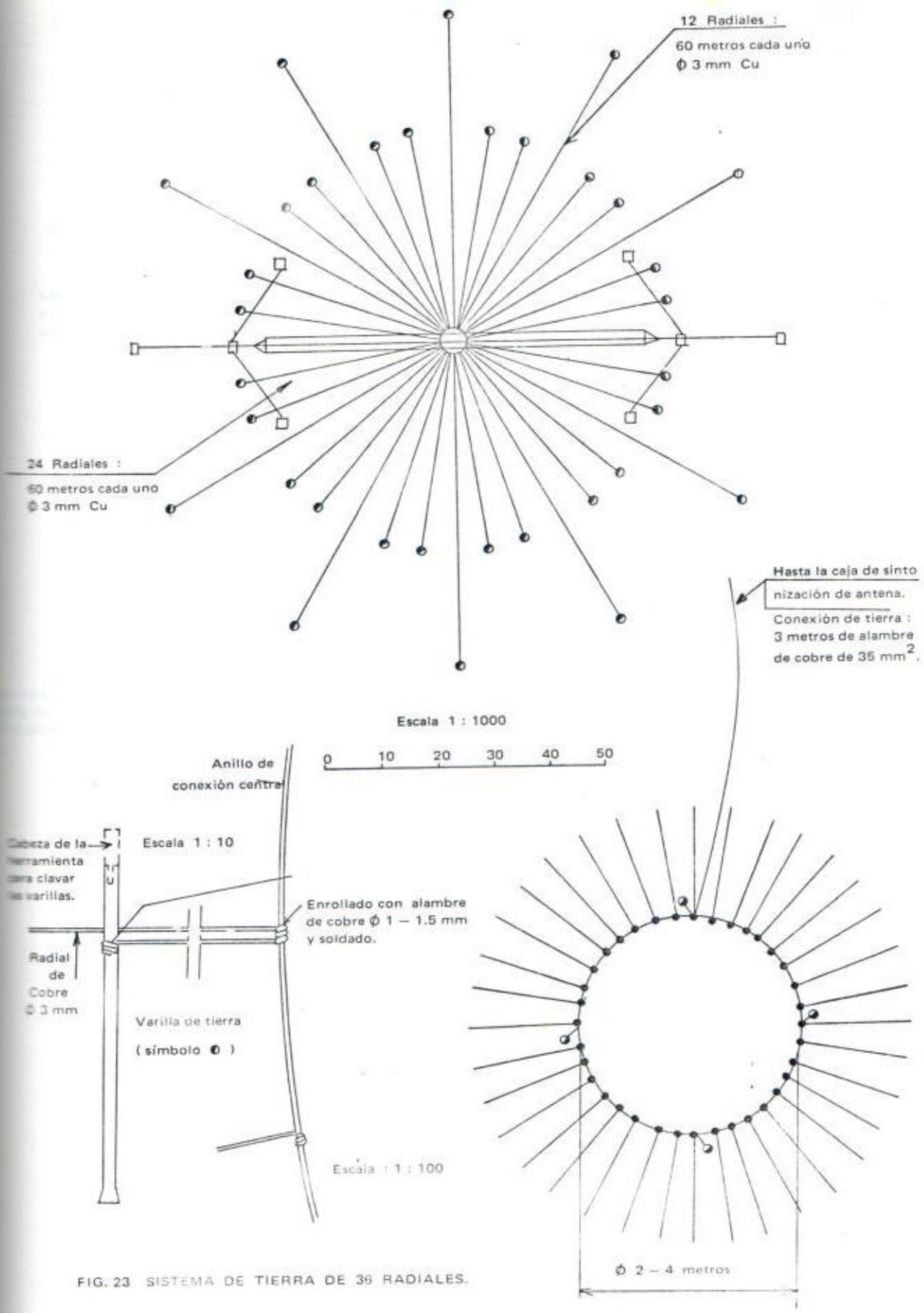


FIG. 23 SISTEMA DE TIERRA DE 36 RADIALES.

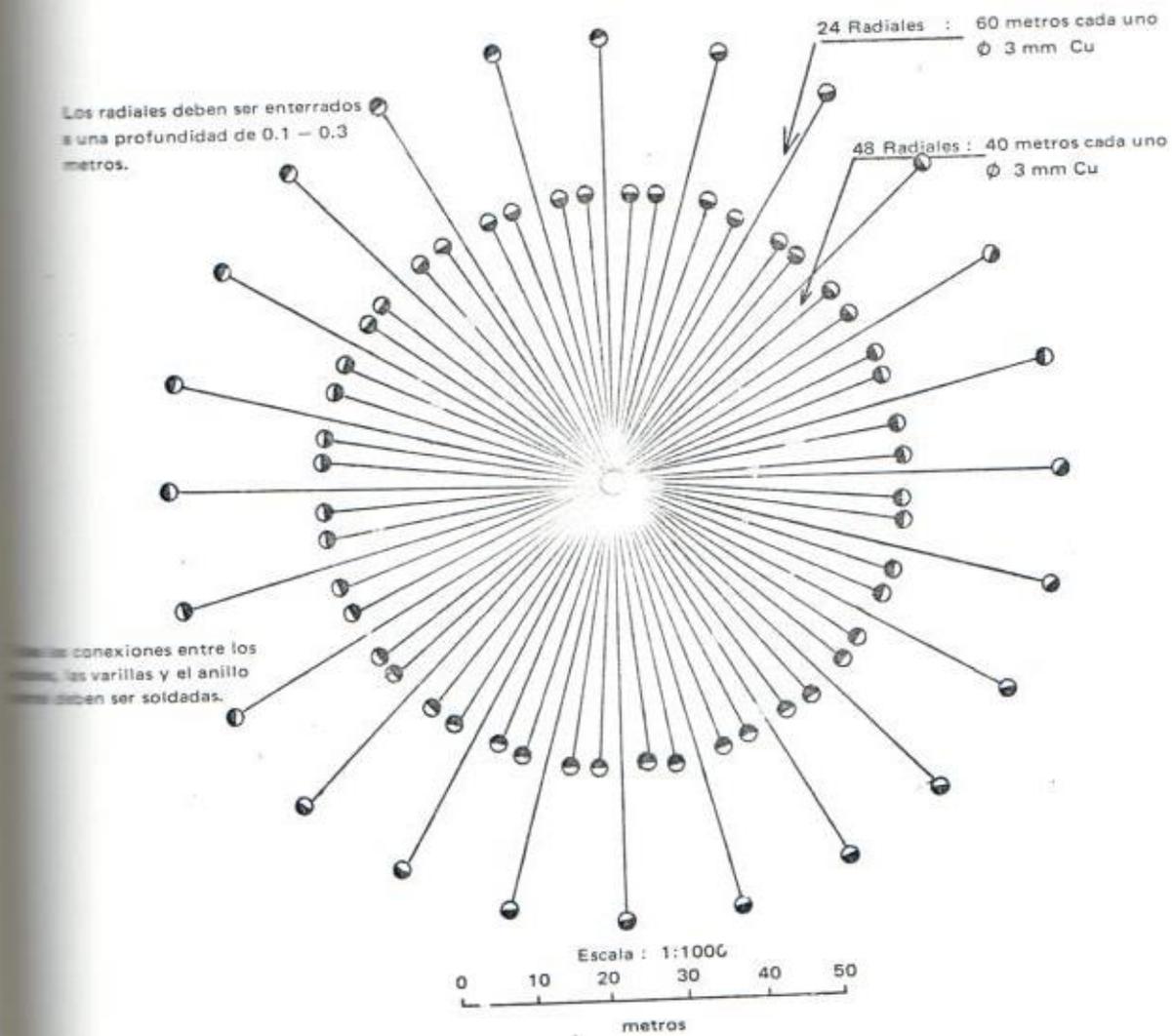


FIG. 24 SISTEMA DE TIERRA DE 72 RADIALES.

## 3.3

## MONTAJE, INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL RADIOFARO.

Después de retirar los tres paneles del armario hay que comprobar que ninguna clavija de contacto se haya dañado durante el transporte. Es necesario también inspeccionar las distintas unidades que han de colocarse en el armario.

Conectar la red ( 220V AC ) y las baterías de 12V y 36V. según la fig. 25. El radiofaro tiene facilidades para conexión sencilla o doble de red y batería de 12V.

La unidad de antena está conectada al armario transmisor vía un cable alimentador de RF ( cable coaxial ) y un cable apantallado de medición de 4 hilos. Comprobar que los sistemas de antena y tierra han sido conectados debidamente a la unidad de antena. Los tipos de cables recomendados para las diversas conexiones están enumerados en la fig. 25.

Comprobar que todos los conmutadores de los paneles de las unidades están en la posición OFF ( apagado ). Introducir en el armario las diversas unidades, colocándolas de acuerdo con la fig. 11. Conectar todas las clavijas y zócalos; también los conectores coaxiales.

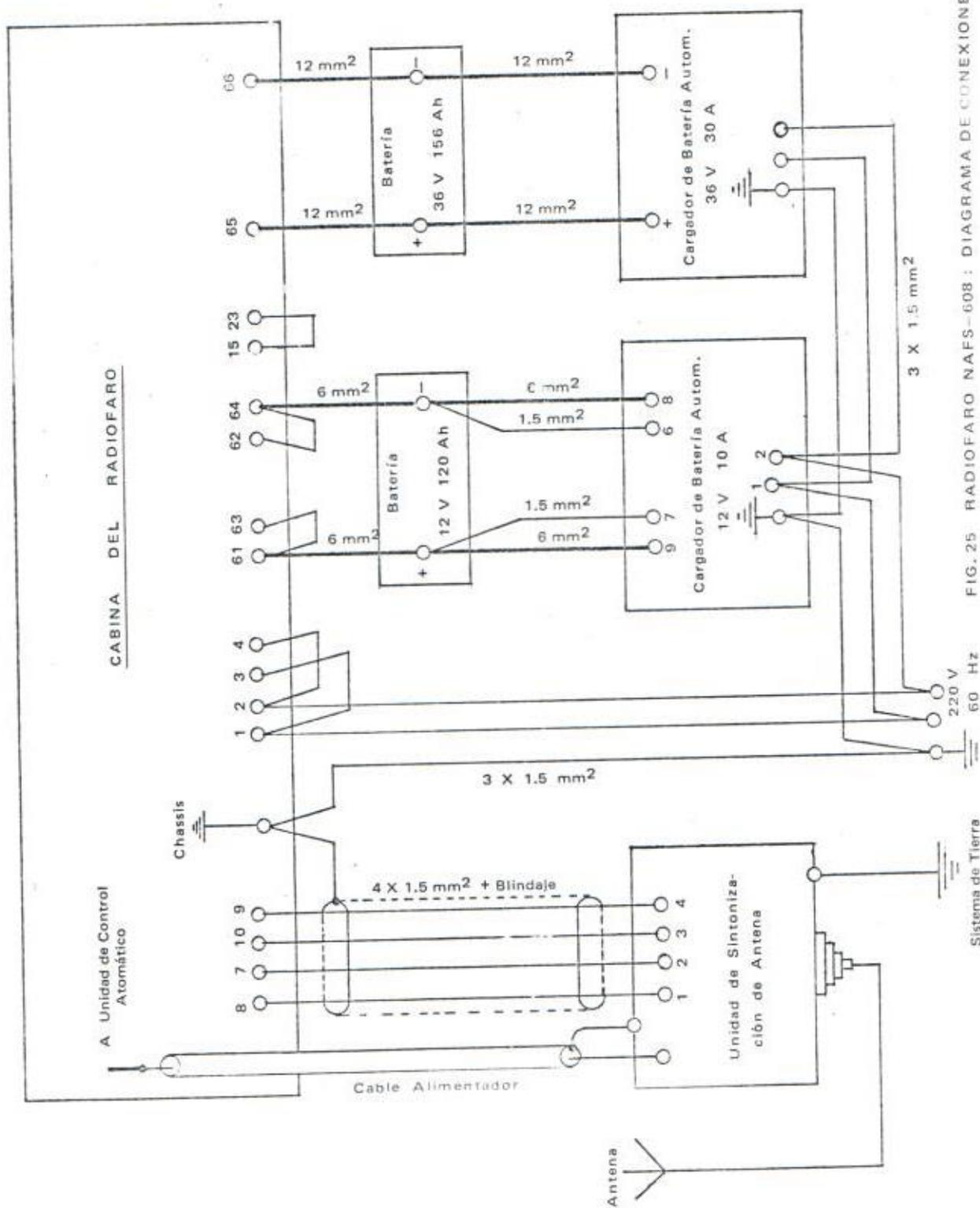


FIG. 25 RADIOFARO NAFS-608 : DIAGRAMA DE CONEXIONES.

(Los números de los conmutadores, etc., que se mencionan a continuación se refieren a los números indicados en la Instrucción del Operador; ver 3.6 ).

Después de conectar la batería de 12V. los relojes comienzan a funcionar. Pararlos pulsando los botones rojos (17) marcados STOP localizados detrás de los paneles de los relojes. Poner el conmutador 21 en la posición indicando hacia el panel frontal. Comprobar si es posible avanzar el contador en la parte posterior de la unidad de reloj pulsando el botón blanco marcado + 1 MIN. (18). Nota: esto no puede hacerse si el reloj ha sido detenido en 00 segundos.

Colocar el conmutador 1 en la posición ON y el 7 en MAINS (red). Después pulsar el botón marcado LOCAL (4) la lámpara roja, ahora encendida, indicará que puede hacerse selección local de un conjunto de unidades en el panel frontal pulsando los botones 9-10 provistos de lámparas indicadoras.

Pulsar los botones marcados TRANSMISOR/MODULADOR II y RELOJ/CODIGO II (10).

Colocar el conmutador 38 de la unidad de potencia I en posición ON (encendido). Pulsar el botón TEST ( 3 ) y

colocar el conmutador 29 de la unidad de código I en posición NORMAL.

El Transmisor, Modulador y Unidad de Potencia están controlados ahora por la Unidad de Código I. La operación en test ( prueba ) continúa ahora interrumpidamente con la composición normal de la señal del código, pero sin minutos de silencio. La carga conectada ahora a la Unidad Transmisora I es la antena artificial interna de 52 ohmios incluida en la Unidad de Control Automático.

Poner el conmutador 29 de la Unidad de Código I en posición CARR+MOD. Se obtiene entonces una portadora modulada constante, lo cual facilita la anotación de todas las corrientes y voltajes de acuerdo con la hoja para reporte de prueba, columna A ( ver fig.26 ). Anotar todas las lecturas correspondientes a las unidades de potencia, modulación y transmisión así como la lectura obtenida en el instrumento TEST - ( 23 ) con el conmutador 28 en posición CONTROL. Esta lectura es la corriente a través de la antena artificial interior de 52 ohmios multiplicada por 10.



Colocar el conmutador 29 en posición NORMAL. Pulsar el botón TEST de nuevo para parar la prueba.

Pulsar los botones marcado TRANSMISOR/MODULADOR I y RELOJ/CODIGO I (9).

Colocar el conmutador 38 de la unidad de potencia II - en posición ON ( encendido ). Pulsar el botón TEST - ( 3 ) y colocar el conmutador 29, de la unidad de código II, primero en posición NORMAL y después en posición CARR+MOD. Anotar las lecturas como se describe - arriba. Usar la columna C de la hoja de reporte de - prueba.

Si todas las lecturas obtenidas son similares a las obtenidas en las pruebas de fábrica ( ver fig. 27 ), las unidades de potencia, modulación y transmisión es tán en buenas condiciones.

Asegúrese que ambos conmutadores 29 estén colocados en posición NORMAL y pulsar el botón TEST una vez más para parar la operación de prueba.

Para operación con antena externa, comprobar que las tomas conectadas en el transformador adaptador de

TEST REPORT FOR RADIO BEACON TYPE WPM-500  
 SITE: 309.611000L. COUNTRY: CUBA...

**ADJUSTMENTS AND SETTINGS**  
 RESISTORS 163, 162, 165, 169, 171, 174, 177 AND 180 = 1k.Ω  
 AUTOMATIC CONTROL UNIT: CARRIER MONITOR ALARM LEVEL 1.0 A. MODULATION MONITOR: ALARM LEVEL 20 %  
 CALIBRATED RESISTORS: FEEDER CABLE CURRENT 2.7k.Ω, INT. ARTIF. ANT. CURR. 2.7 k.Ω  
 CLOCK UNIT: VARIABLE TRIMMING CAPACITOR (I) 3.0 86. DIV. (II) 3.5 86. DIV.  
 FIXED PARALLEL CAPACITOR (I) 22 pF (II) 22 pF  
 FEED BACK RESISTOR (I) 22k.Ω, (II) 22 k.Ω  
 INSTRUMENT UNIT: MODULATION METER RESISTOR: 150k.Ω  
 CODER UNIT: DOT ELEMENT CAPACITOR (I) 2.2 μF, (II) 2.2 μF. POT. ADJUSTED FOR 0, 227 SECS  
 TRANSMITTER UNIT: VARIABLE TRIMMING CAP. (I) 100pF, (II) 100pF, FIXED CAPACITOR (I) 47 pF, (II) 47pF  
 MODULATION REG. RESIST. (I) 1.2k.Ω, (II) 1.2k.Ω. TRANSIENT PROT. RESIST. (I) 3.2k.Ω, (II) 5.6k.Ω  
 TAPS OUTPUT TRANSF. SECONDARY: (I) A AND F (D) (N), (II) A AND F (D) (N)  
 MODULATOR UNIT: OSCILLATOR CIRCUIT CAPACITORS (I) 12200 pF. (II) 12200 pF  
 POWER UNIT: TAPS MAINS TRANSFORMER PRIMARY: (I) B NO E, (II) B AND E  
 ANTENNA UNIT: TAPS MATCHING TRANSF. COAX. CENTRE A + 10AX. SCREEN F. OUTPUT E  
 VARIOMETER 50 3C. DIV. CALIBR. RESISTOR ANTENNA CURRENT 12k.Ω

EQUIPMENT	NO	TYPE
TRANSMITTER CABINET FROM TOP TO BOTTOMS	178	
AUTOMATIC CONTROL UNIT	165	
CLOCK UNIT I (LEFT)	282	
CLOCK UNIT II (RIGHT)	281	
INSTRUMENT UNIT	162	
CODER UNIT I	243	
CODER UNIT II	269	
TRANSMITTER UNIT I	222	
MODULATION UNIT I	222	
TRANSMITTER UNIT II	223	
MODULATOR UNIT I (LEFT)	221	
POWER UNIT I (RIGHT)	222	
ANTENNA UNIT (SEP.)	159	

SET SWITCHES IN POSITION: (NUMBERS ACCORDING TO OPERATORS INSTRUCTIONS)	A			B			C			D		
	LOCAL (4)	TR+MOD II (10) CL+COD II (9) CARR+MOD I (29) TEST (31)	INTERNAL ARTIFICIAL ANTENNA 52.Ω	EXT. REAL ANTENNA OR EXT. ARTIF. ANTENNA	TR+MOD I (9) CL+COD I (9) CARR+MOD II (29) TEST (3)	INTERNAL ARTIFICIAL ANTENNA 52.Ω	EXT. REAL ANTENNA OR EXT. ARTIF. ANTENNA	TR+MOD II (9) CL+COD II (9) CARR+MOD II (29) TEST (3)	INTERNAL ARTIFICIAL ANTENNA 52.Ω	EXT. REAL ANTENNA OR EXT. ARTIF. ANTENNA	TR+MOD II (9) CL+COD II (9) CARR+MOD II (29) TEST (3)	INTERNAL ARTIFICIAL ANTENNA 52.Ω
SWITCH POS. (TEST INSTR. OF INSTR. MARKED)	36 V	36 V	36 V	36 V	36 V	36 V	36 V	36 V	36 V	36 V	36 V	36 V
1A 1B 1C	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V
2A 2B 2C	35 36 36	35 36 36	35 36 36	35 36 36	35 36 36	35 36 36	35 36 36	35 36 36	35 36 36	35 36 36	35 36 36	35 36 36
3A 3B 3C	40 20 20	40 20 20	40 20 20	40 20 20	40 20 20	40 20 20	40 20 20	40 20 20	40 20 20	40 20 20	40 20 20	40 20 20
4A 4B 4C	27 25 25	27 25 25	27 25 25	27 25 25	27 25 25	27 25 25	27 25 25	27 25 25	27 25 25	27 25 25	27 25 25	27 25 25
5A 5B 5C	25 25 27	25 25 27	25 25 27	25 25 27	25 25 27	25 25 27	25 25 27	25 25 27	25 25 27	25 25 27	25 25 27	25 25 27
6	24 24 24	24 24 24	24 24 24	24 24 24	24 24 24	24 24 24	24 24 24	24 24 24	24 24 24	24 24 24	24 24 24	24 24 24
7	25 25 24	25 25 24	25 25 24	25 25 24	25 25 24	25 25 24	25 25 24	25 25 24	25 25 24	25 25 24	25 25 24	25 25 24
8	18 18 20	18 18 20	18 18 20	18 18 20	18 18 20	18 18 20	18 18 20	18 18 20	18 18 20	18 18 20	18 18 20	18 18 20
9	110 V	110 V	110 V	110 V	110 V	110 V	110 V	110 V	110 V	110 V	110 V	110 V
10	1.3 A	1.3 A	1.3 A	1.3 A	1.3 A	1.3 A	1.3 A	1.3 A	1.3 A	1.3 A	1.3 A	1.3 A
11	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %
12	1.9 A	1.9 A	1.9 A	1.9 A	1.9 A	1.9 A	1.9 A	1.9 A	1.9 A	1.9 A	1.9 A	1.9 A
13	3.1 A	3.1 A	3.1 A	3.1 A	3.1 A	3.1 A	3.1 A	3.1 A	3.1 A	3.1 A	3.1 A	3.1 A
14	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A
15	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
16	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A	0.3 A
17	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
18	6.5 A	6.5 A	6.5 A	6.5 A	6.5 A	6.5 A	6.5 A	6.5 A	6.5 A	6.5 A	6.5 A	6.5 A
19	1.5 A	1.5 A	1.5 A	1.5 A	1.5 A	1.5 A	1.5 A	1.5 A	1.5 A	1.5 A	1.5 A	1.5 A

**INSTALLATION DATA**  
 MAINS SUPPLY (SINGLE/DOPL): 220 VAC, 60 H.  
 STATION BATTERY (SINGLE/DOPL): 12 VDC  
 EXT. REAL ANT.: TYPE T/L/MAST. HEIGHT METRES  
 EARTH SYSTEM: RADIALS, EACH METRES  
 EXT. ARTIF. ANTENNA CONNECTED TO ANTENNA UNIT DURING FACTORY TESTS: C= 600pF, R= 10 Ω  
 FEEDER CABLE LENGTH: 50 METRES, TYPE

**TRANSMISSION DATA**  
 CARRIER FREQUENCY: 292.0 kHz  
 CARRIER POWER IN (I) W (D) W (M)  
 MODULATION FREQUENCY: 1000 Hz, DEPTH 70 %  
 TYPE OF TRANSMISSION:  
 A1 = (KEYED-CARRIER, NO-MOD.)  
 A2 = (CONST. CARRIER, KEYS MOD.)  
 (D) = DAYTIME (M) = NIGHTTIME

PLACET: AGA	DATE: 1973.06.19	SIGN.: S.A.
-------------	------------------	-------------

REMARKS: 1) CAN NOT BE READ ON MODULATION. INSTRUMENT 2) AMP. METER NOT INCL. IN EQUIPMENT

FIG. 27 REPORTE DE PRUEBA PARA RADIOFARO ISLA SAN CRISTOBAL.

antena son las mencionadas en el reporte de prueba de fábrica, que se supone convendrán a la antenna y resistencia del sistema de tierra locales.

Después de hacer los ajustes adecuados, colocar el conmutador 29 en posición CARR+MOD. Anotar todas las lecturas obtenidas en la columna B de la hoja de reporte de prueba; volver a colocar el conmutador 29 del código I a NORMAL.

Pulsar los botones marcados + 1 MIN (18), hasta que las lámparas indicadoras en la parte posterior de la unidad de reloj indiquen un minuto antes del minuto de transmisión (los minutos de transmisión están indicados por lámparas verdes). Poner en funcionamiento ambos relojes pulsando los botones rojos STOP (17). Comprobar que la composición normal de la señal se dispara en el momento que existe la posición de 00 segundos. Poner en funcionamiento el otro conjunto de reloj, código, transmisor, modulador y potencia con la antenna real, activando los correspondientes botones y conmutadores. Anote todas las lecturas en la columna D de la hoja de reporte de prueba.

Poner los relojes en la hora local correcta, usando

los botones de reposición marcados + 1 seg. y - 1 seg. (15-16). Si la diferencia de hora es grande, detener los relojes pulsando los botones STOP. Quitar los tornillos de sujeción al panel e inclinar hacia adelante las cubiertas metálicas del panel que contienen las esferas de los relojes. Presionar hacia el panel las tiras metálicas pintadas de rojo para librar las dos espigas de la rueda motriz de la rueda dentada. La segunda manecilla puede ahora moverse hacia la derecha dando vueltas a la rueda dentada con la mano, una revolución por minuto. Poner de nuevo en funcionamiento los relojes en la hora precisa pulsando una vez el botón STOP. Los ajustes menores pueden hacerse usando los botones + 1 seg. y - 1 seg. Finalmente, colocar el dispositivo electrónico de tiempo (equipado con las lamparitas rojas y verdes accionadas por el botón + 1 min.) en el tiempo correcto de acuerdo con el programa de transmisión del radiofaro. Corregir todas las indicaciones de fallas pulsando el botón NORMAL (5).

Pulsar el botón marcado LOCAL (4), que apagará la luz roja de aviso. El equipo está ahora en condición AUTO/REMOTO. En esta posición, una posible falla en

una de las unidades seleccionadas para servicio conducirá a un cambio al correspondiente conjunto de unidades en standby. Comprobar esto quitando por ejemplo el fusible 37 de la unidad de potencia en servicio. - Unos pocos segundos después del final de los minutos de transmisión, se producirá el cambio. Se puede distorsionar el código al colocar por unos pocos segundos durante la señal de identificación el conmutador 29 - de la unidad de código en servicio en posición CARR + MOD. en vez de la posición NORMAL. Esto conducirá al cambio en el final de los minutos de transmisión.

Importante : Si no se usa ningún control remoto o sistema monitor externo, deberá conectarse un puente entre los contactos No. 15 y 23 ( ver fig. 25 ) en la regleta inferior del armario transmisor. Esto mantendrá el relé interno AUTO/REMOTO en posición AUTO, permitiendo el cambio automático.

Comprobar el detector de diferencia de tiempo simulando una diferencia de tiempo de más de 3 segundos usando los botones de reposición 15-16. El aviso de diferencia de tiempo ( Time diff. ) se obtiene cuando se pasa la posición de 00 segundos y se extingue un minuto más tarde si se ha corregido el reloj.

4.4 PUNTOS PRACTICOS PARA EL RADIOFARO ISLA SAN  
CRISTOBAL. ( 1 )

Después de poner el radiofaro en funcionamiento, solo se requieren los siguientes pasos :

- A. Poner en hora los relojes usando los botones 15 y 16.
- B. Comprobar que las únicas lámparas encendidas en los paneles del equipo son: la No.5 ( verde ), 33 (verde) y la 30 (amarilla). Esta última solo cuando trabaja la unidad de código.
- C. Tener en cuenta las lecturas de todos los medidores, según la hoja en que fueron anotadas.

Con respecto a ese radiofaro tenemos :

Ia. (corriente de antena): 3.1 A; 3.0 A. Si descendiese a un valor notablemente más bajo, se podría aumen-

---

(1) Los números de los botones y conmutadores que aquí se citan se refieren a la Instrucción del Operador.

tar reajustando muy poco el variómetro en la caja de antena. El nivel es de alarma es de 1A.

Para que sirva de referencia al hacer el ajuste del variómetro, su lectura deberá estar alrededor de 50

RF OUT ( salida de radiofrecuencia ): 1.9 A. Este valor aumenta al aumentar Ia. Por consiguiente, - al ajustar esta última queda ajustada, en condiciones normales, la RF OUT.

PORCENTAJE DE MODULACION: 75 %; 77 %. Para ajustarlo a este valor hay que presionar primero el botón 25, durante la emisión de la raya larga, y a continuación, por medio del potenciómetro 26, se lleva la aguja a 100. Este es el valor normal y puede variar del 70 al 95 %. El nivel de alarma de modulación es de 20%.

Es muy conveniente poner el potenciómetro 26 totalmente a la izquierda para no hacer trabajar a la aguja del medidor de modulación. Solo cuando se desee comprobar el % de modulación, se procederá conforme al párrafo anterior.

A propósito de esto, hay que decir que también es con

veniente tener apagadas las lamparitas rojas y verdes de las dos unidades de relojes y encenderlas solo para comprobación. Esto puede hacerse por medio del conmutador que está en la parte posterior de las susodichas unidades.

TENSION DE RED: 220 V. El transformador de la fuente de poder tiene tomas para otros voltajes de red.

TENSION DE BATERIA: 12 V, voltaje nominal. Se permite una variación entre 11.5 y 15V. Mantener la batería bien cargada y comprobarlo con el densímetro. Este voltaje es para las unidades de reloj, código y control automático.

TEST: 1.3 A. Esta lectura se obtiene pulsando el botón marcando TEST (3) en la unidad de control automático y poniendo el conmutador de la unidad de instrumentos (28) en CONTROL. Esta lectura puede leerse en el medidor TEST (23) y hay que dividirla por 10. Una vez hecho esto, pulsar de nuevo el botón TEST (3) para dejar el radiofaro en funcionamiento normal.

**AUTOMATISMO:** Con respecto a este punto, hay que decir que existen dos conjuntos independientes. Uno de ellos está formado por los dos relojes y las dos gavetas de código ( I, II ). El otro lo forman las dos unidades de transmisión, las dos de modulación y las dos fuentes de poder ( 1 y 2 ).

Ambos conjuntos están gobernados por la unidad de control automático ( la primera del armario ). Esto lleva a la conclusión de que si falla el reloj I o el código I, cambiará al reloj II y código II sin que se produzca ningún cambio en el otro conjunto.

Tanto si se produce algún cambio como si se tratara de alguna avería en general, lo primero que conviene comprobar son los fusibles, a no ser que se sepa con certeza dónde está la avería.

La hoja de lecturas hay que tenerlas siempre a mano para que, en caso de cualquier avería, se comparen las lecturas con las que se obtuvieron al instalar el radiofaro. No hay que alarmarse cuando exista una pequeña diferencia.

No parar ni cambiar los conmutadores de las unidades

que estén en funcionamiento mientras el radiofaro está emitiendo.

Dejar funcionando normalmente el primer equipo transmisor para, en caso de avería de éste, tener el segundo lo más nuevo posible. Esto no impide que un día al mes se ponga en funcionamiento el segundo para probarlo.

Los técnicos del radiofaro pueden continuar estos puntos de acuerdo con su propia experiencia.

#### 4.5

#### MANTENIMIENTO

##### 4.5.1

##### Baterías

Se debe chequear el nivel electrolítico de las baterías de 12 V. y 36 V. y el peso específico del ácido usando un aerómetro. El tipo de batería seleccionada y el tipo de cargador utilizado, determinan cuan a menudo se debe realizar el chequeo antes citado. A más de esto, el promedio de temperatura en el sitio influye en el desprendimiento de gas y evaporización en la batería. Es posible alcanzar intervalos de servicio considerablemente largos utilizando cargadores de batería completamente automáticos, como es el caso de la instalación del radiofaro Isla San Cristóbal.

En las condiciones más favorables, se puede obtener - períodos de servicio de algunos meses.

Cuando se hace servicio a la batería, es necesario - también inspeccionar sus terminales con el objeto de limpiarlos de posible óxido mediante un baño en agua. Después que los terminales hayan sido bien lavados se los debe engrasar con el propósito de prevenir la formación de óxido en los mismos.

#### 4.5.2 Mecanismo del reloj

Se debe aplicar aceite de baja viscosidad libre de resinas en los soportes del mecanismo del reloj por - ejemplo, bone-oil o equivalente. Tener cuidado de no usar demasiado aceite, el cual debe ser aplicado solamente en la superficie del soporte.

#### 4.5.3 Mediciones

Con el fin de asegurar una operación de largo tiempo - del radiofaro, se deben chequear las corrientes y voltajes cada dos meses usando los instrumentos del pa - nel de instrumentos. Luego hay que comparar los re -

sultados obtenidos con los últimos reportes.

De esta forma se podrá conocer posibles variaciones en los componentes, pudiéndose reemplazar los componentes fallosos antes que se presente una indicación de falla.

Hay que chequear la sintonización de antena y si es necesario, reajustar para máxima corriente de antena. En atmósferas muy salinas, como en nuestro caso, puede ocurrir que los aisladores de antena se cubran con una capa de sal, lo cual disminuirá su propiedad aislante, obteniéndose como resultado pérdidas en el sistema de antena y una sintonización inapropiada de la Unidad de sintonía de la antena. Por esta razón es aconsejable lavar los aisladores con agua fresca de tiempo en tiempo y luego, después de secarlos con paño, aplicarles una fina capa de grasa silicon por ejemplo DOWCORNING tipo DC 5, o equivalente.

#### 4.5.4

#### Inspección general

En atmósferas excepcionalmente salinas y húmedas es recomendable realizar una inspección ocular de todas las unidades una vez por año y limpiar las partes posiblemente corroídas, usando un cepillo de acero y

aplicando luego pintura protectora en las partes que -  
hayan sido afectadas por la corrosión, o en el caso -  
que ésta sea exagerada pueden revestirse ciertas par-  
tes en fibra de vidrio.

## 4.6

## INSTRUCCIONES DE REPARACION.

Es posible encontrar un número considerable de fallas usando los instrumentos y el switch selector del panel de instrumentos y los switches selectores de las unidades de potencia, moduladoras y transmisoras. Además en el radiofaro NAFS-608 las funciones de todas las unidades están controladas por la Unidad de Control Automático, la cual indica en que unidad existe una falla.

Normalmente el radiofaro opera con la Unidad de Control Automático puesta para operación automática. De esta forma esta unidad chequea la función de las demás durante el minuto de transmisión. En caso de falla en alguna unidad, el equipo de unidades incluyendo la fallosa será reemplazada automáticamente por el correspondiente grupo en standby. En el panel de la Unidad de Control Automático se encuentra una lámpara verde que indica operación normal, la misma que debe apagarse cuando ocurre una falla.

Como una primera medida, pulsar el botón LOCAL. Inmediatamente se prenderá una lámpara roja que señalará la unidad fallosa. Nunca hay que pulsar el botón RESET antes que el botón LOCAL haya sido pulsado, ya que esto eliminaría toda posible indicación de falla.

Después de haber determinado en qué unidad se encuentra la falla, pulsar el botón TEST, obteniéndose con esto que la unidad que se asume está fallosa trabajará con la antena artificial incluida en la Unidad de Control Automático.

Poner el switch selector del panel de instrumentos en la posición que señale a la unidad de poder del grupo que está siendo probado y- usando el switch selector de la unidad de poder- chequear los voltajes de 12 V. y 36 V. y también los fusibles de la unidad de poder. Chequear el voltaje de red con el instrumento denominado MAINS con que cuenta el panel de instrumentos.

En caso de que no se encuentre ninguna falla, chequear el voltaje de la batería de 12 V. con un instrumento universal. Se debe evitar que el voltaje de batería caiga abajo de 11.5 V. y que exceda a 15 V.

Si por ejemplo, la Unidad de Control Automático indica falla en la unidad transmisora, el selector de la unidad de instrumentos debe ser puesto en la posición correspondiente a este transmisor. Con la ayuda del switch selector del panel de la unidad transmisora y el instrumento denominado TEST de la unidad de instrumentos será posible leer las corrientes en cada transistor de potencia, en los cuatro módulos de potencia y en el módulo excitador.

Si todos los cuatro módulos de potencia no dan corriente, esto se debe probablemente a que ha volado el fusible de 20A en la línea de + 36V. de la etapa de potencia.

Desconectar la fuente de poder poniendo el switch de la correspondiente unidad de poder en la posición OFF. Extraer el módulo 1 de la unidad transmisora y chequear el fusible en la tarjeta impresa colocada detrás del módulo.

Si los transistores individuales o los módulos muestran así mismo baja o alta corriente, inspeccionar los fusibles de 6A y 1.25 A en los módulos y examinar los transistores. Reemplazar los componentes fallosos

y chequear nuevamente todas las corrientes en la unidad. Luego poner el switch selector del panel de la unidad de instrumentos en la posición CONTROL y leer las corrientes en la antena artificial. Comparar los resultados con los obtenidos en pruebas recientes.

El mismo procedimiento de detección de fallas puede ser usado para la unidad moduladora. De este modo pueden ser medidas las corrientes en los transistores de potencia y los transistores y fusibles posiblemente fallados pueden ser reemplazados por otros nuevos. Sin embargo, el modulador no tiene ningún fusible en la línea de + 36V y los fusibles que sirven como resistencias del emisor de los transistores son fusibles de 2A.

Después que las unidades han sido reparadas, se debe tomar una nueva lectura, primero en la posición TEST, y luego con la unidad anteriormente fallosa puesta como unidad en servicio (IN-SERVICE). Se debe tomar un reporte de prueba para todo el radiofaro. En caso de que todos los valores caigan dentro de los límites de tolerancia, pulsar el botón RESET, obteniéndose con esto que la lámpara verde se prenda nuevamente. Obser -

var el radiofaro durante un periodo de transmisión normal y chequear que la lámpara verde permanece prendida y que no aparece ninguna indicación de falla adicional.

Si ocurre una falla en la unidad del reloj, en la unidad de código o en la unidad de control automático, la detección de fallas es más complicada, situación que se hace aún más agravante (a menos que se disponga de un completo equipo de medición), por el hecho de tener que realizarla en el sitio de instalación. Sin embargo es posible chequear el suministro de voltaje y los fusibles y hacer simples mediciones con la ayuda de un instrumento de prueba de alta impedancia, por ejemplo un Simpson 260 o un Avometer Mod. 8, y comparar los valores obtenidos con los valores dados en la descripción de las unidades en cuestión. Se puede reparar la unidad del reloj reemplazando las tarjetas impresas por otras de repuestos o si no se dispone de ellas, utilizar las de la unidad en standby hasta encontrar la fallosa, y así de esta manera solicitar al fabricante el suministro de ésta, pudiendo trabajar el radiofaro con una de los relojes que tenga todas sus tarjetas en óptimas condiciones de funcionamiento.

Se recomienda sin embargo que todo posible trabajo de

reparación en las unidades sea realizado en un laboratorio, donde se disponga del personal especializado y del instrumental necesario.

5.

## V A R I O S

Siendo los RADIOGONIOMETROS los aparatos receptores - utilizados para determinar la dirección en que se propagan las ondas electromagnéticas de un radiofaro, se ha contemplado en el presente capítulo aspectos generales relacionados con el uso de los mismos a bordo de buques, así como también las características técnicas mínimas requeridas.

5.1

## RADIOGONIOMETROS.

Los radiogoniómetros utilizan la propiedad de recepción direccional de una antena de cuadro. Una onda de radio que llega a la antena induce fuerzas electromotrices cuya resultante viene dada por :

$$f.e.m = 2\pi \cdot F \cdot N \cdot \frac{s}{\lambda} \cos \theta$$

Siendo :

F = Intensidad del campo eléctrico en voltios por metro.

N = Número de espiras del cuadro

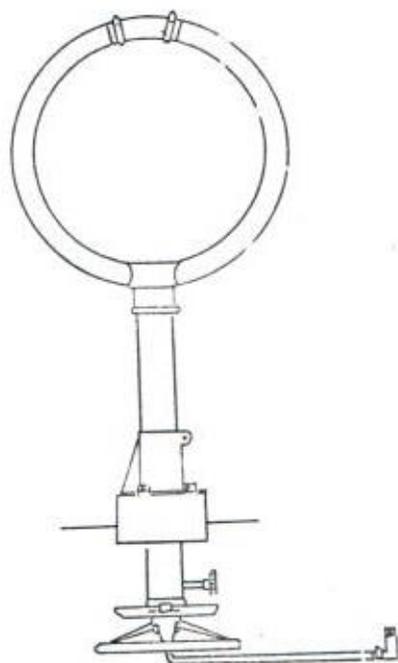
s = Superficie del cuadro en metros cuadrados

$\lambda$  = Longitud de la onda en metros.

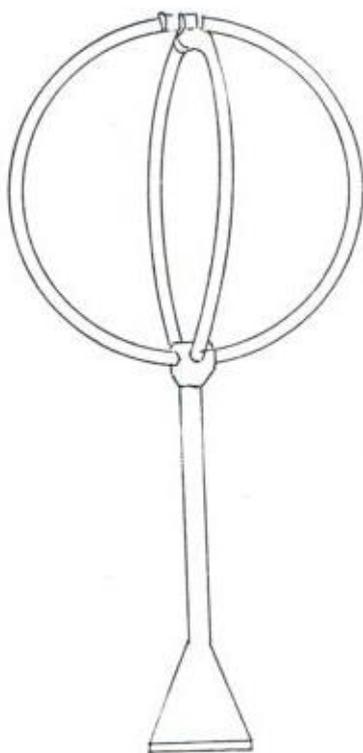
$\theta$  = Angulo que forma la dirección de propagación del campo ( dirección en la que se encuentra el emisor ) con el plano del cuadro.

Cuando el emisor se encuentra en el mismo plano del cuadro ( $\theta = 0^\circ$ ) se obtiene la f.e.m máxima; al ir girando el cuadro, la señal va disminuyendo hasta que es teóricamente cero cuando el emisor forma un ángulo recto con dicho cuadro ( $\theta = 90^\circ$ ). En el giro completo de  $360^\circ$  de la antena, se reciben dos máximos y dos mínimos de acuerdo con su diagrama de recepción en forma de ocho.

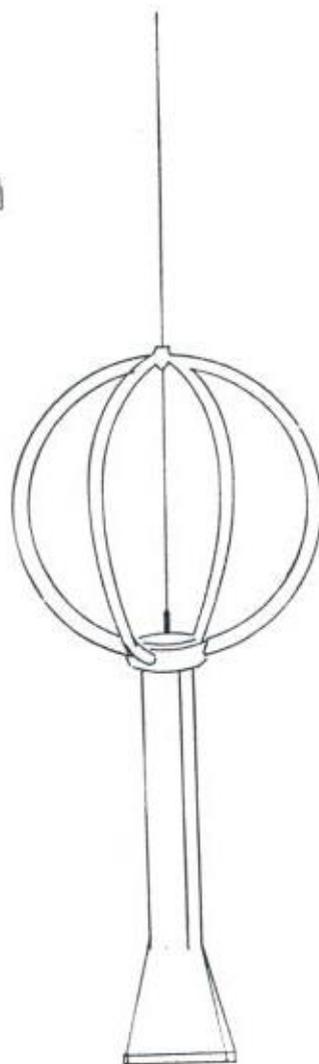
Muchas veces las condiciones locales restringen en cierto grado la posibilidad de emplear una antena de cuadro giratorio. ( Ver fig. 28 A ). Con objeto de solucionar esta dificultad puede emplearse una unidad goniométrica. El cuadro giratorio se reemplaza en este caso por 2 cuadros fijos, entrecruzados y formando un ángulo recto entre sí. El receptor se dota con un goniómetro consistente en dos bobinas dispuestas en la misma forma que los cuadros de



A.- ANTENA DE CUADRO GIRATORIO



B.- ANTENA DE DOBLE CUADRO FIJO



C.- ANTENA BELLINI - TOSI

FIG. 28 ANTENAS DE CUADRO

la antena. Cada una de las bobinas está conectada a uno de los cuadros. Las f.e.m. inducidas en los cuadros durante la recepción hacen fluir corrientes en las bobinas del goniómetro que generan un campo magnético cuya dirección en relación a las bobinas es la misma que la dirección de la onda electromagnética en relación a los dos cuadros cruzados en ángulo recto. Por medio de una bobina giratoria (bobina "exploradora") insertada en las bobinas goniométricas es posible determinar la dirección del campo magnético en el goniómetro de la misma forma que se determinaba la dirección de la onda de radio girando la antena de cuadro. (Ver fig. 28 B)

Para determinar la orientación del emisor, se utiliza la posición del cuadro correspondiente a una respuesta cero, por ser ésta la que da una mayor exactitud, al ser más apreciables las variaciones de la señal y más fácilmente distinguibles. La existencia de los dos mínimos da lugar a una indeterminación en el sentido hacia el cual se encuentra el emisor, que se elimina por medio de una antena vertical auxiliar (ver fig. 28 C). Esta antena usada por primera vez en 1909 por Bellini y Tosi, al acoplarse al cuadro, rompe la simetría de su diagrama de recepción, que adopta la forma de un cardioidi

de, con solamente un mínimo, haciendo que el máximo de la señal sea mayor en una posición que en otra. Su utilización se reduce, una vez hallada la radiomarcación con la antena auxiliar desconectada, al girar el cuadro 90° y conectar la antena auxiliar, observando si el máximo aumenta o disminuye; si el máximo aumenta, el sentido es uno, y si disminuye, es el otro. La antena auxiliar debe estar próxima al cuadro y su acoplo con éste se hace de tal forma que la f.e.m. inducida en ella esté en fase o en oposición de fase con la f.e.m. resultante en el cuadro.

En el tipo ordinario de aparatos se usa el diagrama en forma de ocho, el cual tiene dos mínimos agudos, para la determinación de la marcación, siendo la búsqueda del sentido una operación separada la cual es efectuada, si es necesario, valiéndose del diagrama del cardioide con su único mínimo, menos agudo. En algunos tipos de equipos se proveen varios refinamientos, pudiendo ser la determinación del sentido automática o semi-automática. En circunstancias ordinarias de navegación, por supuesto, el sentido de una marcación puede ser normalmente obvio de la consideración de la posición estimada del buque y la posición conocida del transmisor; aparte del

uso del circuito buscador del sentido, se puede resolver cualquier ambigüedad tomando una serie de marcaciones en intervalos y comparando el cambio de la marcación con la dirección de viaje del barco. Con algunos tipos de radiogoniómetros automáticos, la corriente inducida en los cuadros fijos Bellini-Tosi es usada no solamente para reproducir el campo ambiente en un goniómetro por medio de las " bobinas de campo ", sino también para desviar una haz electrónico con el fin de producir una señal visual en una pantalla de un tubo de rayos catódicos; en tal caso la determinación del sentido puede ser una operación separada involucrando el uso de un tipo de goniómetro el cual es incorporado dentro del circuito, dando indicaciones del sentido en la pantalla del tubo de rayos catódicos.

Las marcaciones obtenidas de un aparato radiogoniométrico son " marcaciones relativas ", llamándose así al ángulo formado por la línea emisor-barco y la línea de quilla del barco ( ángulo  $\alpha$  en la fig.29 ). Una radiomarcación relativa, por muy cuidadosamente que se haya tomado, es raras veces correcta debido a la proximidad a la instalación de objetos conductores, tales como el casco y aparejo del barco, que causan desviaciones entre la radiomarcación relativa observada y la marcación

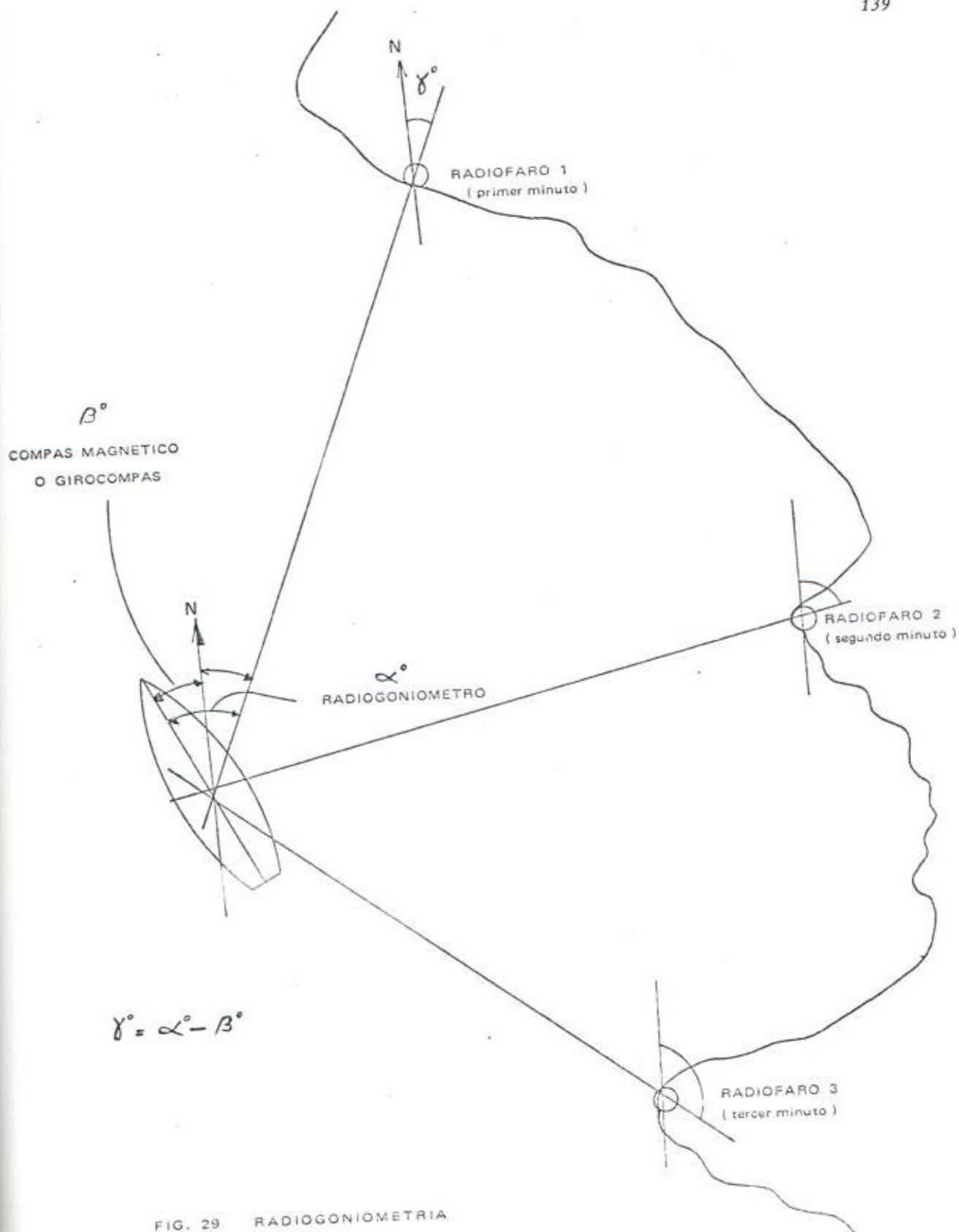


FIG. 29 RADIOGONIOMETRIA

relativa real. Por este motivo la radiomarcación relati  
va debe corregirse mediante la utilización de la curva  
de calibración ( ver 5.2.5 ).

Las marcaciones verdaderas ( ángulo  $\gamma$  en la fig. 29) se  
obtienen aplicando la " marcación relativa " al rumbo -  
verdadero del barco ( ángulo  $\beta$  en la fig. 29 ), ya sea  
aritméticamente o por medio de una escala concéntrica mo-  
vible, haciendo después cualquier corrección de la tabla  
de calibración o curva de calibración. ( Cualquier co-  
rrección necesaria por la convergencia de los meridianos  
se debe efectuar antes de que la marcación sea ploteada  
en una carta ).

De este modo la exactitud del resultado es dependiente-  
de tres factores : la exactitud de la marcación observa-  
da, la exactitud de la tabla de calibración, y la exacti-  
tud con que fue determinado el rumbo del barco en el ins  
tante de la observación de la marcación.

Con relación a la corrección de calibración, la porción  
del error puramente cuadrantal debe ser permitida para  
corrección automática, ya sea mecánicamente o eléctrica  
mente, de tal manera que únicamente los errores residua-  
les irregulares, los cuales no deben exceder de  $2^{\circ}$ , que  
de para ser aplicado a las marcaciones individuales.

Las indicaciones de un radiogoniómetro pueden venir afec-

tadas de errores debidos a perturbaciones o anomalías - que se presentan en la propagación de las ondas.

La exactitud de las radiomarcaciones se basa en que la propagación de las ondas electromagnéticas se realiza según la dirección de un círculo máximo, pero esto no es siempre cierto. Cuando la onda superficial se propaga sobre terrenos de naturaleza irregular y montañosa, la distinta atenuación que experimenta produce una inclinación del frente de onda y, por tanto, una desviación en la dirección de su propagación, que puede ser causa de grandes errores; este fenómeno, llamado "efecto de montaña", es variable con la frecuencia de la onda, la naturaleza del terreno y la distancia al emisor. Lo mismo sucede cuando la propagación se realiza siguiendo una dirección paralela a la costa o formando con ésta un ángulo menor de  $20^\circ$ . La diferencia de la velocidad de fase e índice de refracción de la onda sobre la superficie del mar y sobre la tierra, que puede llegar a ser de un 5 %, produce una inclinación del frente de onda, de tal forma que se obtienen radiomarcaciones como si la estación emisora estuviese más internada en tierra; este "efecto de costa" es más pronunciado cuando la distancia al emisor es pequeña y hay terrenos montañosos en las inmediaciones, siendo función de la frecuencia para valores de

Esta superiores a los 150 KHz. La onda superficial, en presencia de costa irregular y elevada, puede sufrir reflexiones, que generalmente van acompañadas de un cambio de polarización; y las ondas superficiales directa y reflejada que alcancen un barco en las proximidades de tal costa, llegando con distinta dirección, fase y polarización, dan lugar a una compleja señal resultante y a errores de muy difícil previsión.

Además de la onda superficial que se propaga paralelamente a la superficie terrestre y siempre polarizada verticalmente, es necesario tener en cuenta la existencia de la onda espacial, ionosférica o rayo indirecto, que se propaga en el espacio hasta encontrar la ionósfera, donde se curva hacia la tierra y puede llegar a alcanzar la antena de un radiogoniómetro. La acción de estas ondas descendentes sobre el cuadro depende de la polarización con que llegan. Si alcanzan al cuadro con polarización vertical, no producen ningún efecto perturbador, siempre que no hayan sufrido algún desvío lateral en su trayectoria por efecto de reflexiones indeseadas en la ionósfera; pero si presentan una polarización horizontal, al aparecer tensiones inducidas en los lados horizontales del cuadro, que darían una señal cero cuando su plano estuviese paralelo a la dirección de propagación de la onda,

las radiomarcaciones obtenidas serán falsas; y si simultáneamente se recibe la onda superficial, resulta imposible obtener una posición de respuesta cero. Esta perturbación, llamada " efecto de polarización " es despreciable en las proximidades del emisor, donde el rayo indirecto no existe o es mucho más débil que el rayo directo, pero aumenta de importancia al crecer la distancia. En la gama de frecuencias medias y bajas, normalmente utilizadas por los radiogoniómetros, durante las horas diurnas estas ondas reflejadas no se presentan o son débiles, pero durante las horas nocturnas, y especialmente durante el crepúsculo, debido a las variaciones de la ionósfera, la distancia para obtener orientaciones de garantía se reduce por lo que se deberán adoptar precauciones especiales durante estos períodos al juzgar la veracidad de las lecturas; esta anomalía recibe el nombre de " efecto de noche".

## 5.2

## REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA RADIOGONIOMETROS.

Se citarán a continuación las características técnicas mínimas recomendadas para los radiogoniómetros que trabajen en frecuencias entre 285 y 315 KHz ( UIT, París 1951, Anexo 1 ) e indicaciones respecto a su instalación y calibración.

### 5.2.1 Bandas de frecuencias.

Los radiogoniómetros deben permitir tomar marcaciones en emisiones A1 y A2 en la banda de frecuencias de los radiofaros marítimos.

### 5.2.2 Selectividad.

Para la recepción de señales clase A2, la selectividad - general de RF y IF de los radiogoniómetros deben ser :

- ancho de banda entre 2 y 2.5 KHz para atenuación de 6 dB;
- ancho de banda menor que 8 KHz para atenuación de 30 dB;
- ancho de banda menor que 16 KHz para atenuación de 60 dB.

Con el fin de mejorar la recepción de señales clase A1 - se debe adaptar una de las siguientes alternativas.

- a) Un filtro en el primer paso de frecuencia intermedia dando una característica de frecuencia como se indica a continuación :
  - ancho de banda entre 0.4 y 0.8 KHz para atenuación de 6 dB;

- ancho de banda menor que 2 KHz para atenuación de 30 dB.
- b) Un filtro de nota en la etapa de AF teniendo una frecuencia central de alrededor de 1000 Hz y un ancho de banda de :
- cerca de 100 Hz para atenuación de 6 dB;
  - menor que 400 Hz para atenuación de 20 dB.

Debe ser posible desconectar fácilmente los filtros antes mencionados sin ninguna variación apreciable de la ganancia de IF y AF.

Para receptores superheterodinos la protección de frecuencia imagen y IF debe ser mayor que 80 dB.

### 5.2.3 Sensitividad.

La intensidad de campo requerida en el cuadro, orientado para señal máxima, con el objeto de producir 1 milivatio en los auriculares, con un cociente señal ruido de 20 dB, debe ser menor que 50  $\mu\text{V/m}$  tanto para señales A1 y A2 (modulación de 400 Hz, profundidad 70 %). El ruido de fondo debe ser medido en ausencia de señal.

Las mediciones de sensitividad se deben efectuar con los

filtros IF y AF desconectados del circuito.

- 5.2.4 Instalación del radiogoniómetro y precauciones contra los errores y perturbaciones producidas por las antenas del -  
buque.
- 5.2.4.1 La antena de cuadro se instalará en el plano diametral, -  
o lo más cerca que se pueda de este plano, y alejada tan-  
to como sea posible de otras antenas y aparatos de radio,  
así como de grandes piezas metálicas movibles, tales como  
plumas, grúas, y aparejos de labor con jarcia de alambre.  
Especial atención debe prestarse a las antenas de radares.
- 5.2.4.2 Con el objeto de evitar errores originados por masas metá-  
licas fijas, la antena de cuadro deberá colocarse a una  
distancia de 1.80 metros, como mínimo, de aquellas masas  
metálicas que se eleven por encima de la base del cuadro,  
procurando que la distribución de tales masas sea simétri-  
ca respecto de aquél.
- 5.2.4.3 Los cables de la jarcia firme próximos a la antena de cua-  
dro deberán seccionarse eléctricamente, mediante aislado-  
res apropiados, en trozos cuya longitud se procurará que  
no exceda de siete metros.

5.2.4.4 Con objeto de evitar errores en las marcaciones radiogoniométricas que puedan introducir las antenas del buque, especialmente aquellas conectadas a transmisores y receptores sintonizados en frecuencias próximas a las de radiogoniometría, se tomarán las siguientes precauciones :

- a) Todas las antenas que se eleven por encima de la base del cuadro y situadas a una distancia horizontal de éste inferior a 16 metros, estarán dispuestas para que puedan desconectarse de sus aparatos y aislarse de tierra de una forma rápida, fácil y sin posibilidad de error. Sin embargo, esta medida no se aplicará a aquellas antenas para las que, tomadas individualmente, se haya comprobado con toda seguridad que no introducen errores en las marcaciones.
- b) Los receptores de radiofusión se conectarán a un dispositivo de antena común, o antenas individuales adecuadamente instaladas y cuya distancia horizontal al cuadro habrá de ser superior a 16 metros o bien que no se eleven por encima de la base de aquel.

- 5.2.4.5 Los cables que alimenten el cuadro serán apantallados - o protegidos por tubos metálicos puestos a tierra; el pedestal de la antena deberá también ponerse a tierra. Es aconsejable que estos cables se encuentren en todo su recorrido a más de seis metros del modulador del radar.
- 5.2.4.6 La antena de sentido tendrá la menor longitud compatible con su función.
- 5.2.4.7 El radiogoniómetro quedará libre de perturbaciones mecánicas y eléctricas. Se adoptarán las medidas convenientes, incluso la instalación de filtros apropiados, para eliminar las interferencias radioeléctricas producidas por los aparatos y maquinaria eléctrica del buque.
- 5.2.4.8 Entre el puente de gobierno y la posición de recepción del radiogoniómetro deberá existir un medio eficiente y rápido de llamada y comunicación verbal en ambos sentidos; se procurará también proveer algún medio que permita una fácil comunicación entre aquella posición y las de toma de marcaciones visuales, con objeto de posibilitar la calibración y comprobación del radiogoniómetro.

5.2.5 Calibración, toma de marcaciones y comprobación del radiogoniómetro.

5.2.5.1 Todo radiogoniómetro deberá calibrarse sin demora al producirse cualquiera de las siguientes circunstancias:

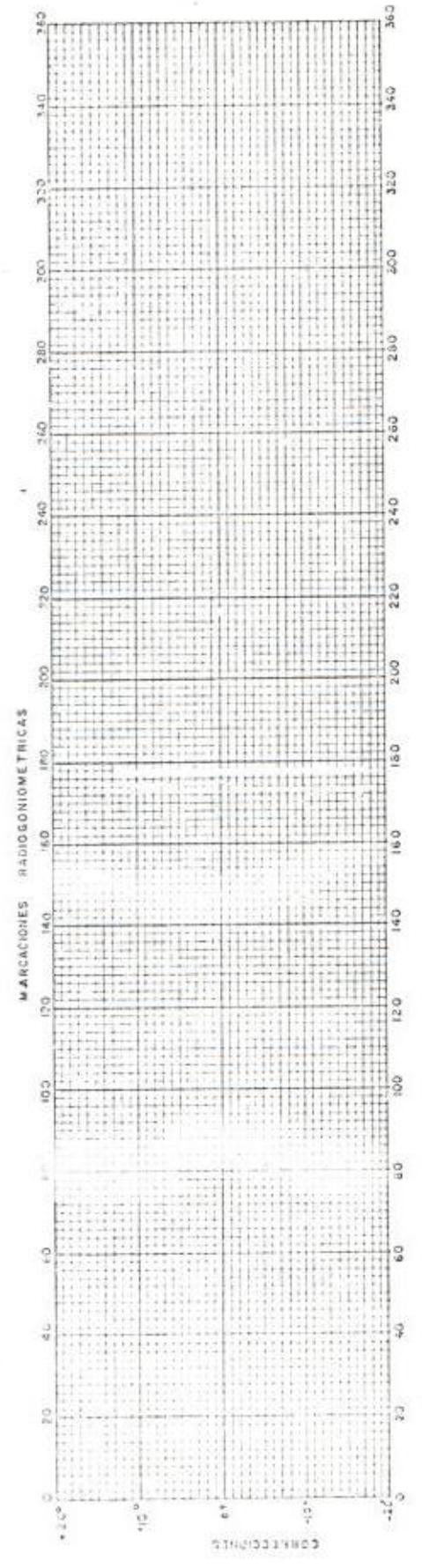
- a) Su instalación a bordo.
- b) Cambio en la ubicación de la antena de cuadro.
- c) Alteraciones en las superestructuras o cambio en la posición o forma de antenas y objetos metálicos sobre cubierta, que puedan afectar a la exactitud del radiogoniómetro.
- d) Cuando las marcaciones de comprobación pongan de manifiesto importantes discrepancias respecto a la última curva de calibración.

5.2.5.2 La calibración se hará tomando simultáneamente marcaciones radio y visuales, cada cinco grados, a un radiofaro o a un transmisor expresamente dispuesto al efecto, siguiendo siempre las normas técnicas comunes en esta práctica. Se levantará, por lo menos, una curva de calibración para una frecuencia comprendida en la banda 285-315 Kc/s (banda de radiofaros para la navegación marítima). Ver fig. 30.

CALIBRACION DEL RADIOGONIOMETRO DEL BUQUE \_\_\_\_\_ MARCA \_\_\_\_\_ TIPO \_\_\_\_\_  
 SITUACION C/A RO \_\_\_\_\_ R/FARO \_\_\_\_\_ Frec. \_\_\_\_\_  
 TIPO DE CUADRO (Imp./Anillo) \_\_\_\_\_

POSICION CORRECTOR DESVIOS

| SECTOR |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
| 10     | 20     | 30     | 40     | 50     | 60     | 70     | 80     | 90     | 100    |
| 110    | 120    | 130    | 140    | 150    | 160    | 170    | 180    | 190    | 200    |
| 210    | 220    | 230    | 240    | 250    | 260    | 270    | 280    | 290    | 300    |
| 310    | 320    | 330    | 340    | 350    | 360    |        |        |        |        |



Condiciones: Atenas (est./com.) P/imp \_\_\_\_\_ Reserva \_\_\_\_\_ Otro. ent. \_\_\_\_\_  
 Plumas \_\_\_\_\_ Cruces \_\_\_\_\_ Pascontat \_\_\_\_\_ Otros elem. met. mar. \_\_\_\_\_  
 Efectuada en ejemplo a la inspeccion Radiométrica \_\_\_\_\_  
 Efectuada la Calibracion por (1) \_\_\_\_\_  
 el día \_\_\_\_\_ de 19 \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ horas  
 EL Capitán \_\_\_\_\_ (firma)

FIG. 30 MODELO PARA EL REGISTRO DE LA CURVA DE CALIBRACION DE RADIOGONIOMETROS.

5.2.5.3 Durante la calibración, así como cuando se tomen marcaciones radiogoniométricas, las plumas, grúas y otras grandes piezas metálicas movibles sobre cubierta se colocarán a son de mar, y todas aquellas antenas que pueden perturbar la exactitud del radiogoniómetro se desconectarán de sus aparatos y se aislarán de tierra ( véase 5.2.2.4 ).

5.2.5.4 Las curvas de calibración deberán verificarse totalmente por medio de las oportunas marcaciones de comprobación a intervalos que no excedan de un año; también se verificarán siempre que se hayan introducido modificaciones a bordo que puedan afectar a la exactitud del radiogoniómetro. Esta verificación se realizará en todo caso después de instalarse un equipo de radar.

5.2.5.5 Las curvas de calibración, con las condiciones en que se hayan realizado y el registro de las marcaciones de comprobación, estarán siempre a la inmediata disposición de quien utilice el radiogoniómetro en una hoja similar al modelo que se muestra en la fig. 30.