

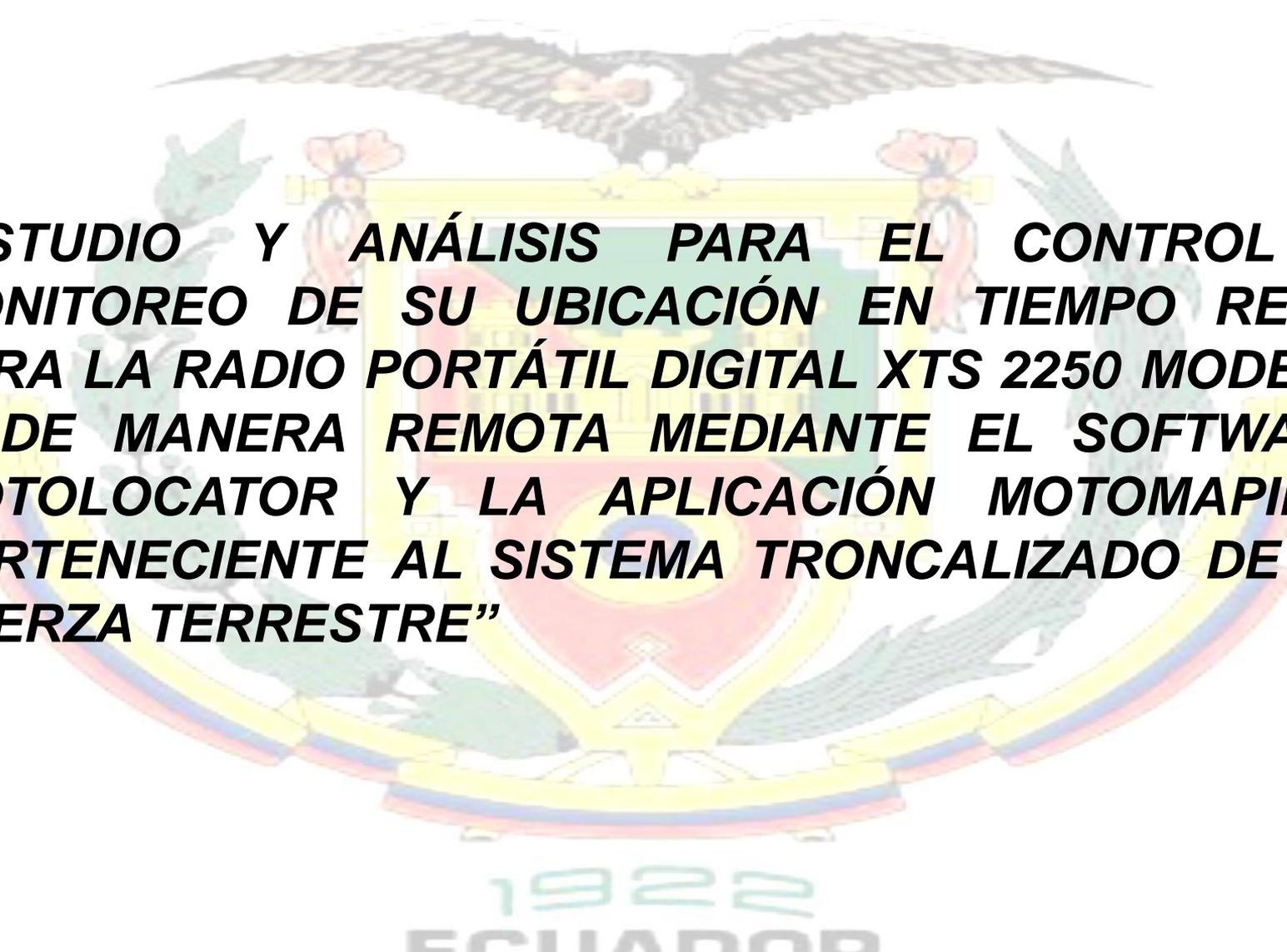


**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA**

**MONOGRAFÍA PRESENTADA COMO REQUISITO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA**

TANDAPILCO CORREGIDOR JOSE ARMANDO.

**1922
ECUADOR**



“ESTUDIO Y ANÁLISIS PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE SU UBICACIÓN EN TIEMPO REAL, PARA LA RADIO PORTÁTIL DIGITAL XTS 2250 MODELO III DE MANERA REMOTA MEDIANTE EL SOFTWARE MOTOLOCATOR Y LA APLICACIÓN MOTOMAPING, PERTENECIENTE AL SISTEMA TRONCALIZADO DE LA FUERZA TERRESTRE”

1922
ECUADOR

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Estudiar y analizar el funcionamiento de la radio portátil digital XTS 2250 Modelo III, para el control y monitoreo de su ubicación en tiempo real, utilizando el software de seguimiento MotoLocator y aplicación MotomMpping, en el Sistema Troncalizado de la Fuerza Terrestre.

1922
ECUADOR

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar el funcionamiento de la radio portátil XTS 2250 modelo III en conjunto con el servidor de MotoLocator y la aplicación MotoMapping.
- Realizar las pruebas de la radio XTS 2250 MOD III con la plataforma APCO 25 en conjunto con el software de seguimiento de localización MotoLocator y la aplicación MotoMapping instalados en el sistema troncalizado de la FTE para verificar su desempeño como suscriptor .
- Verificar el seguimiento del desplazamiento de la radio en el terreno y comprobar los datos de coordenadas geográficas de la radio XTS 2250 Modelo III y un dispositivo GPS.
- Realizar la comparación entre las tecnologías de MotoMapping aplicada dentro del sistema troncalizado y la tecnología de C2PC Mando y Control utilizado con las radios Harris que está en uso de la FTE.

IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION

Las comunicaciones troncalizadas en la actualidad funciona con diversos estándares entre ellas el Proyecto 25 Fase 1 utilizado por la FTE en conjunto con radios portátiles XTS 2250 Modelo III con RMS y GPS.

El principal motivo por el cual se ha desarrollado esta iniciativa es la de permitir de manera precisa verificar los porcentajes de índices de error como expresión de magnitudes empleando un instrumento como patrón de medida y empleando métodos y procedimientos apropiados que permita comprobar y constatar el desenvolvimiento adecuado de los equipos de radiocomunicación.

De este modo aportamos al avance y difusión de procedimientos y deducir la eficiencia del de los equipos de comunicación troncalizada facilitando procesos que inciden en la toma de decisiones de la institución militar.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- El monitoreo de la radio digital portátil XTS 2250 Modelo III de Motorola se realiza desde las instalaciones del Sistema Troncalizado de la FTE mediante el software de seguimiento de localización MotoLocator junto con la aplicación MotoMapping, esta plataforma funciona con la tecnología APCO 25 IP Fase 1 la misma que fue instalado en el año 2011.
- Este equipo posee un monofono con un receptor GPS interno el cual recepta señales de GPS tanto de Latitud y de Longitud; estos datos son enviados como señales de radio mediante los sitios de repetición y posteriormente ingresan al sitio maestro en donde están ubicados los servidores del sistema como el Servidor de Localización MotoLocator (MLS) y el servidor Motomapping.
- La radios previamente ingresadas en una base de datos con su respectivo ID, tipo, uso, protocolo GPS se manifiestan en el mapa digital de la terminal cliente de Motomapping y se vincula mediante una dirección IP con Google Earth y se visualiza los diferentes dispositivos en una área geográfica con sus respectivos datos como coordenadas geográficas, ID, nominativos, tiempo e iconos de identificación.

- Los receptores GPS de la radio suministra datos de coordenadas al igual que el GPS Garmin Etrex el mismo que se toma como dispositivo patrón para cálculos de índice de error.
- Los índices de error en el presente estudio se calcula utilizando la carta topográfica con escala 1:25000 de Chaupicruz donde se encuentran las instalaciones de Batallón de Comunicaciones No 1 “ Rumiñahui” lugar donde se procedió a recopilar los datos de GPS de la radio XTS 2250 Modelo III y del GPS Garmin Etrex.
- Los mapas digitales utilizados en la actualidad por la FTE son MotoMapping de Motorola y C2PC Mando y Control de Northrop Grumman Corporation suministrado por el Instituto Geográfico Militar (IGM).

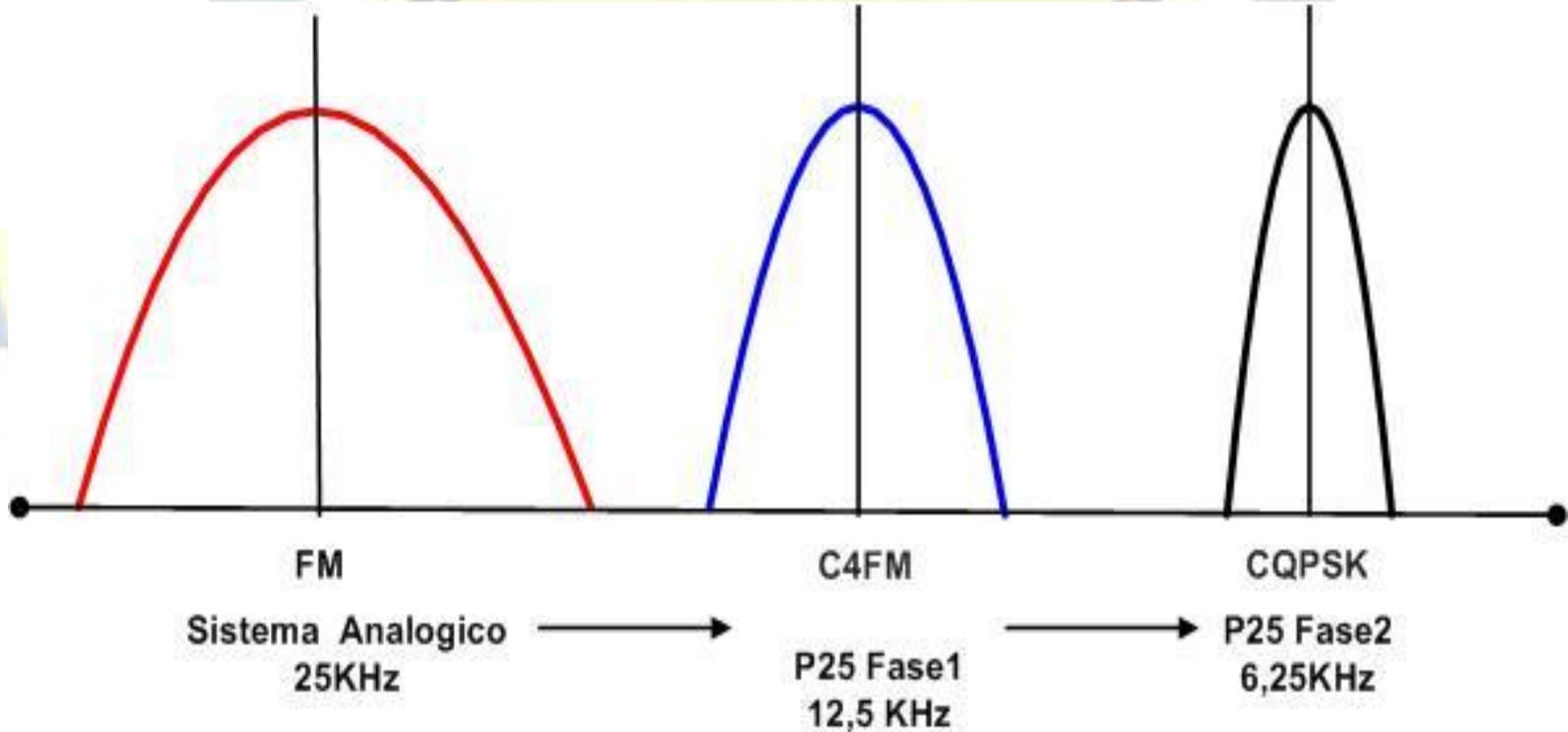
1922
ECUADOR

El Proyecto 25 IP

Es un conjunto de estándares producido por APCO, está desarrollada en base a una arquitectura abierta, donde el usuario maneja los estándares del sistema de radio capaces de adaptarse a las necesidades de interoperabilidad con diferentes estándares y tecnologías subdivididos en varias fases.

- Fase 0 tiene un ancho de banda de 25 KHz en modo analógico como un canal principal.
- Fase 1 utiliza la modulación C4FM para transmisión, con un ancho de banda de 12,5 KHz y permite la interoperabilidad entre radios de tipo analógicos, digitales o mixtos sin tomar en cuenta los estándares, fabricantes e infraestructura
- Fase 2, basada en la modulación por desplazamiento de fase cuaternaria (CQPSK) definido con un ancho de banda de 6,25 KHz aumentando la eficiencia espectral y disminuyendo el ancho del espectro.

ANCHO DE BANDA



Sistema Troncalizado P25 IP.

En un sistema de radio convencional los usuarios controlan su funcionamiento, mientras que en un sistema troncalizado la administración del sistema, incluyendo ruta de llamada, asignación del canal de manera automática y se basa en un grupo limitado de canales de comunicación que se distribuyen para un gran grupo de usuarios.

APCO 25 se caracteriza por trabajar:

- Con una tecnología FDMA la misma que proporciona un ancho de banda de 12,5 KHz.
- Banda de 800 MHz
- La comunicación es semiduplex con una velocidad de 9600 bps.
- Modo digital con interoperabilidad
- El nivel de cobertura es mas amplio

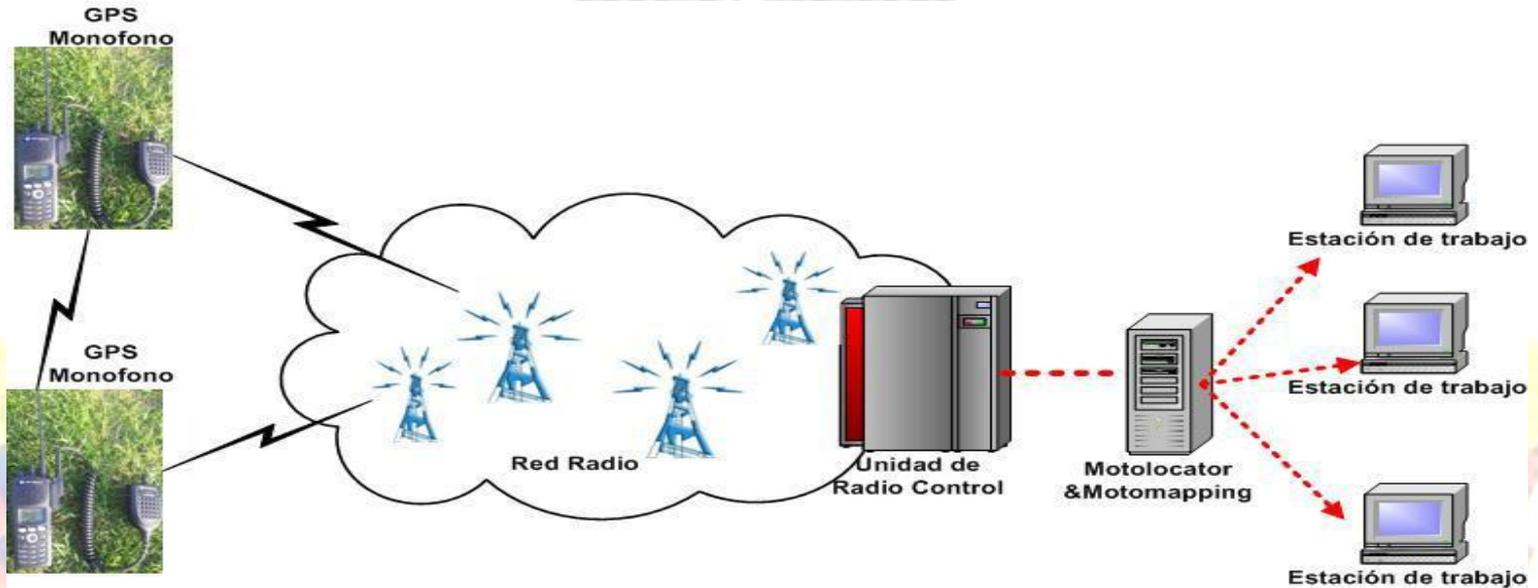
Interoperabilidad con P25



Utilizado para señalización y difusión del sistema de información

Tipo de paquetes del troncalizado
Señalización en bloque del troncalizado
Múltiple Bloque del troncalizado (MBT)
Acceso de canales entrantes basados en slots

Enlace de una Radio XTS 2250 con MotoMapping



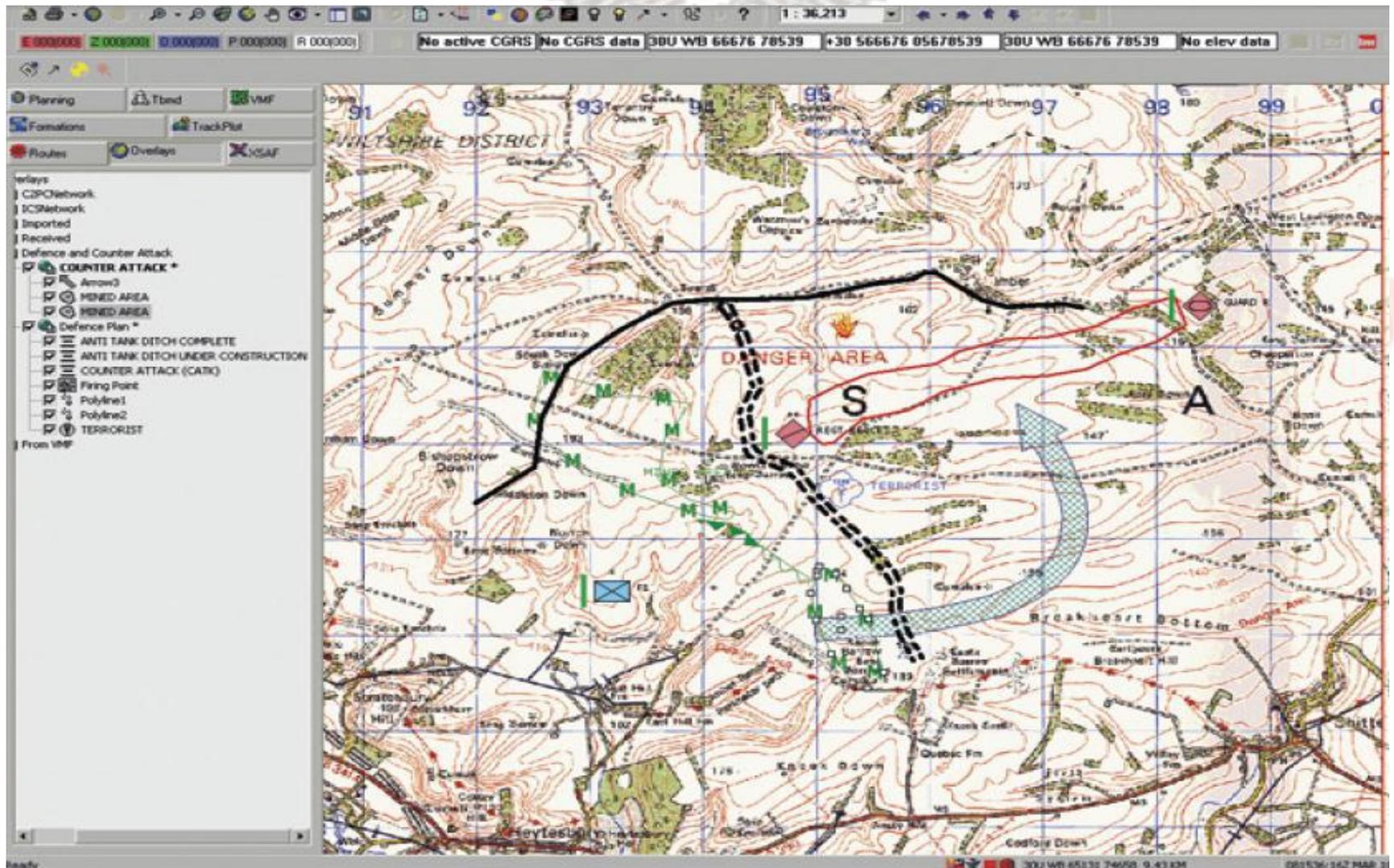
MOTOMAPPING

ECUADOR

Ubicación de los dispositivos en MotoMapping

The screenshot displays the MotoMapping software interface. The main window is titled "Cliente de Mapa del Servidor de Localización de Motorola - [Mapa primario]". The interface includes a menu bar (Archivo, Ventana, Ayuda), a toolbar with navigation and editing tools, and a "Control de Capas" (Layer Control) panel on the left. The map area shows a yellow background with black lines representing roads and a green area representing a pond. Several devices are marked on the map with colored icons and labels: BPM 3.1/AGRUCOMGE (orange), BPM 3.2/AGRUCOMGE (red star), PAT.HIDRO (100113) (green), PAT. CONTROL ARMAS(104009) (green), and TRUNKI (102800) (green). The "Control de Capas" panel lists various layers, including BPM 1.1/I-DE, BPM 3.1/AGRUCOMGE, BPM 3.2/AGRUCOMGE, CEMEXPO (104008), ELEC. COLEGIO CLAM(104007), JEM I-DE, PAT. CONTROL ARMAS(104009), PAT.HIDRO (100113), and TRUNKI (102800). Below the list, there is a section for "Dispositivo: TRUNKI (102800)" with details such as "Disparador: Periodic", "Radio: Present", "Actualizado: 22/01/2014 04:26:28 p.m.", "HoraGPS: 1/22/2014 4:29:03 PM", "Latitud: 0S 8' 14,4600\"", "Longitud: 78W 28' 38,6760\"", "Altitud: 0,00", "Orientación: 214,00", "Velocidad: (km/h): 3,60", "Edad de los Datos: Actual position", and "Tipo de protocolo: Radio device". At the bottom of the interface, there is a status bar with information such as "Conectado al servidor primario. 10.51.1.100", "Mapa Refrescado 04:29:58 p.m.", "Filtro: desactivado", "Rastreo: TRUNKI (102800)", "Escala: 1:2429", "0S 8' 6,8799", 78W 28' 43,8606\"", and "Despachador1". The Windows taskbar at the very bottom shows the system tray with the time "16:29" and date "22/01/2014".

Dibujo táctico en C2PC Mando y Control



Comando de Red Radio (CNR-Harris)

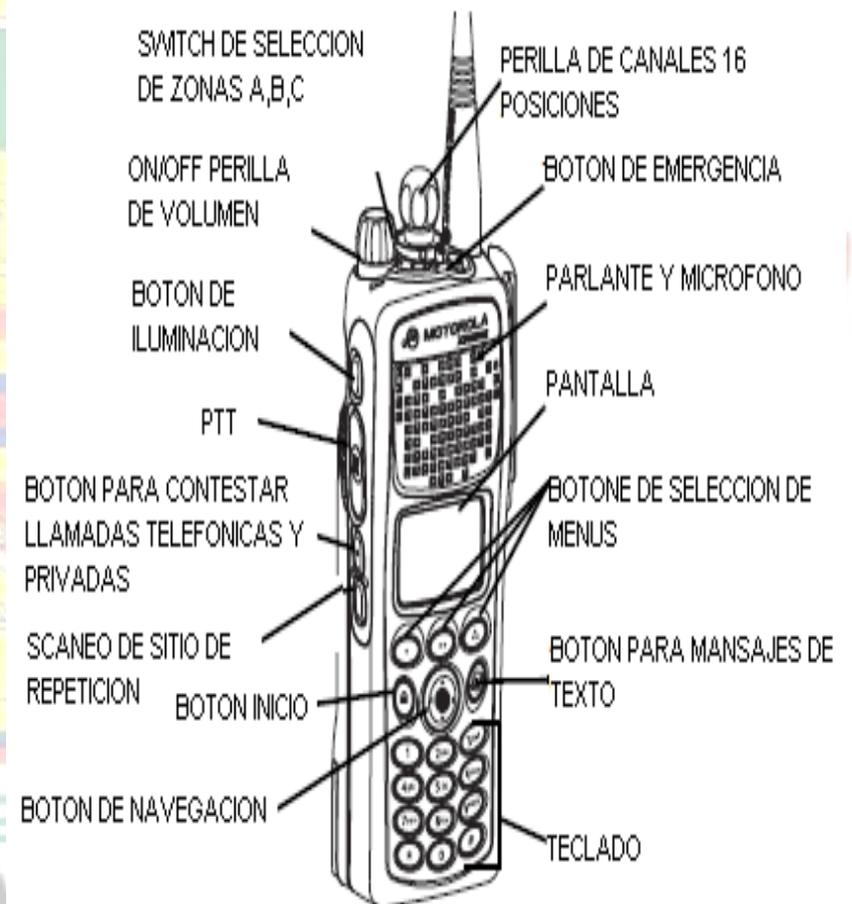


ECUADOR

RADIO XTS-2250 MODELO III CON RMS Y GPS



RADIO XTS 2250 MODELO III

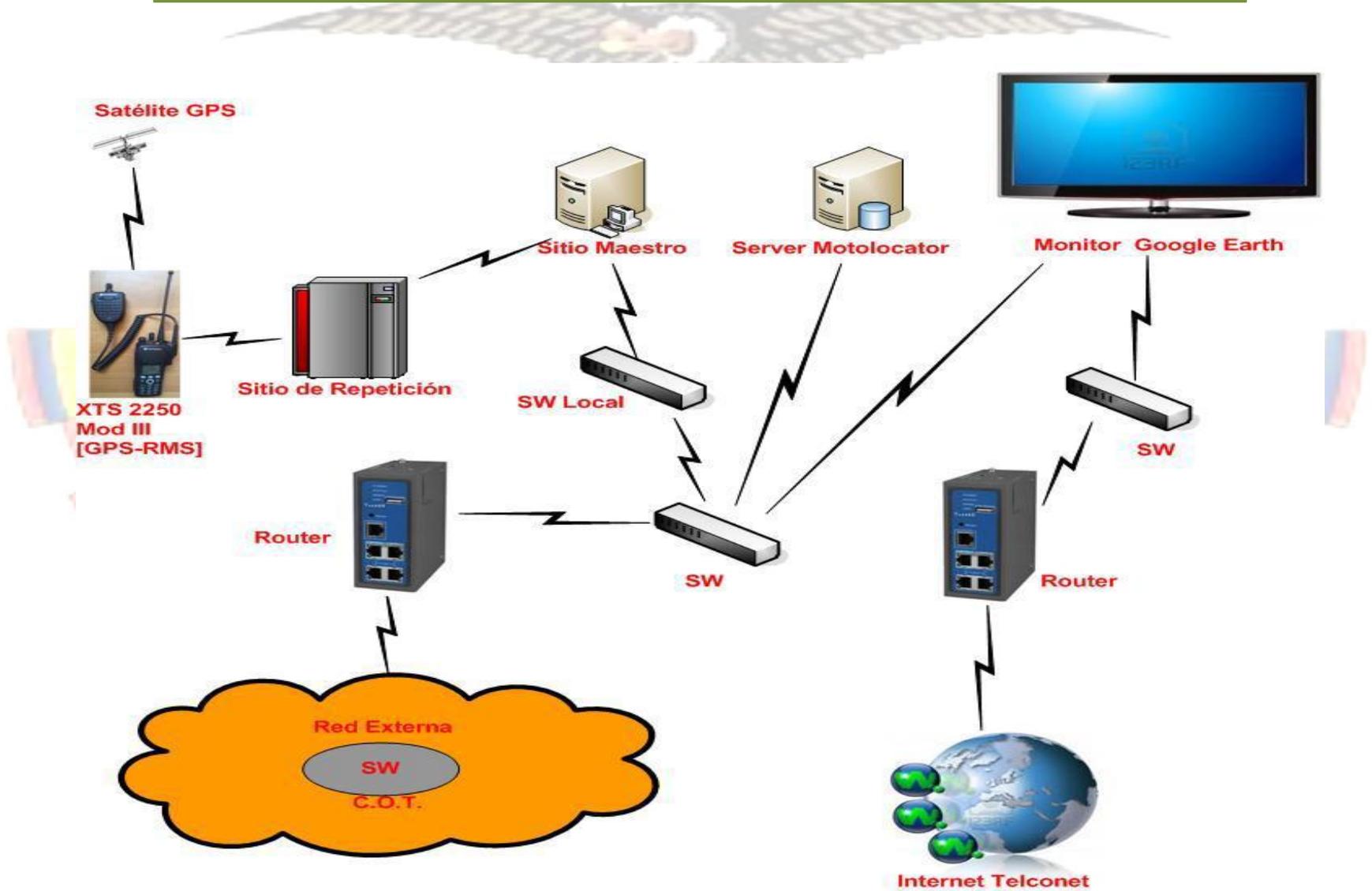


Características técnicas de la Radio XTS 2250 Mod III

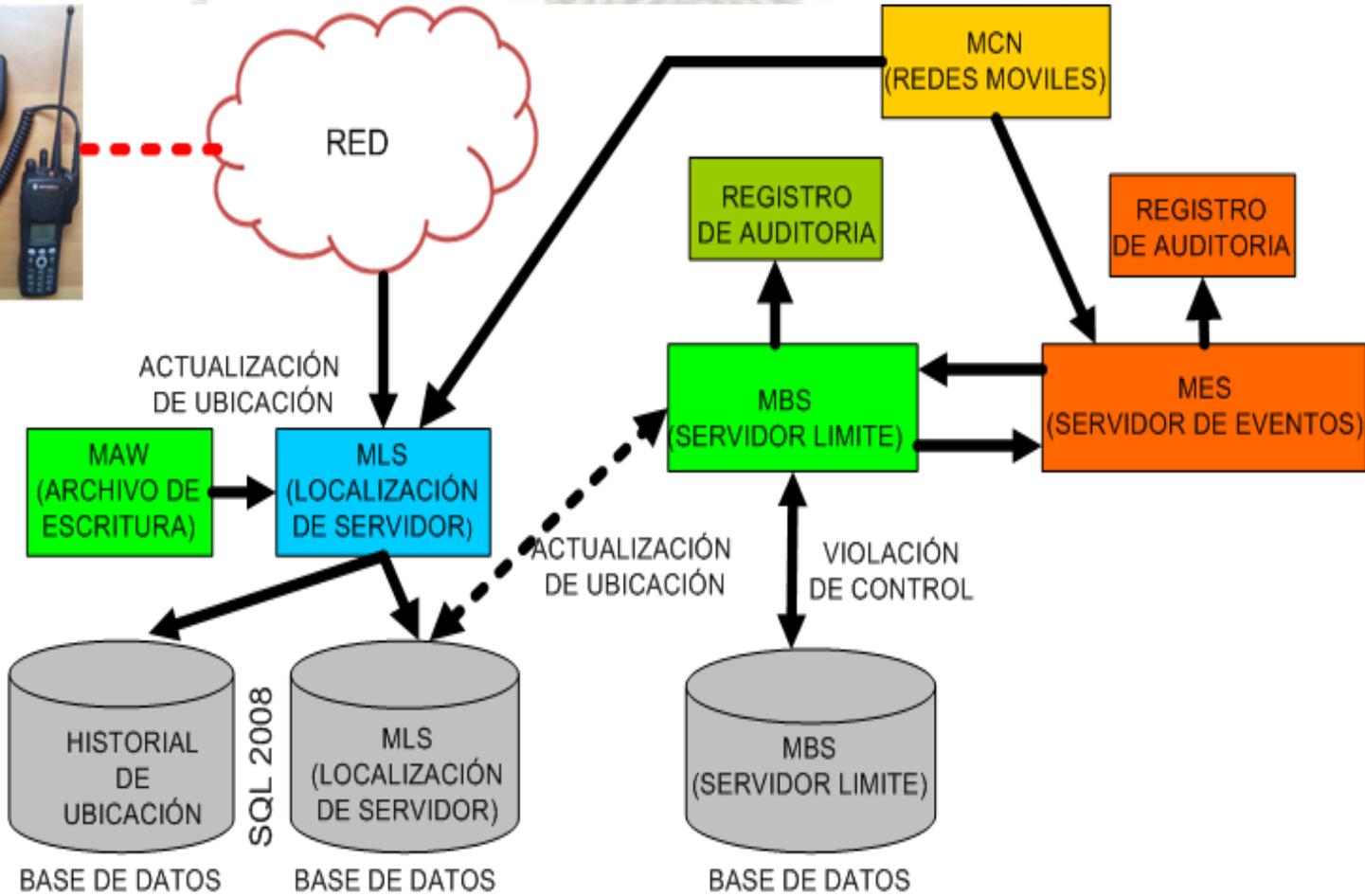
XTS 2250 MOD III	Generalidades
Rango de frecuencia	800 MHz: 806-824, 851-870
Sensibilidad	12 dB SINAD 0.25 μ V
Potencia de salida de audio	1500 mW
Selectividad	Canal de 25 KHz -72 dB Canal de 12.5 KHz -63 dB
Límite de modulación	Canal de 25 kHz \pm 5.0 kHz Canal de 12.5 kHz \pm 2.5 kHz
Radio FM zumbido y ruido	25 kHz -43 dB 12.5 kHz -40 dB

ECUADOR

Localización de la radio en el Sistema Troncalizado



Funcionamiento del Sistema MotoLocator



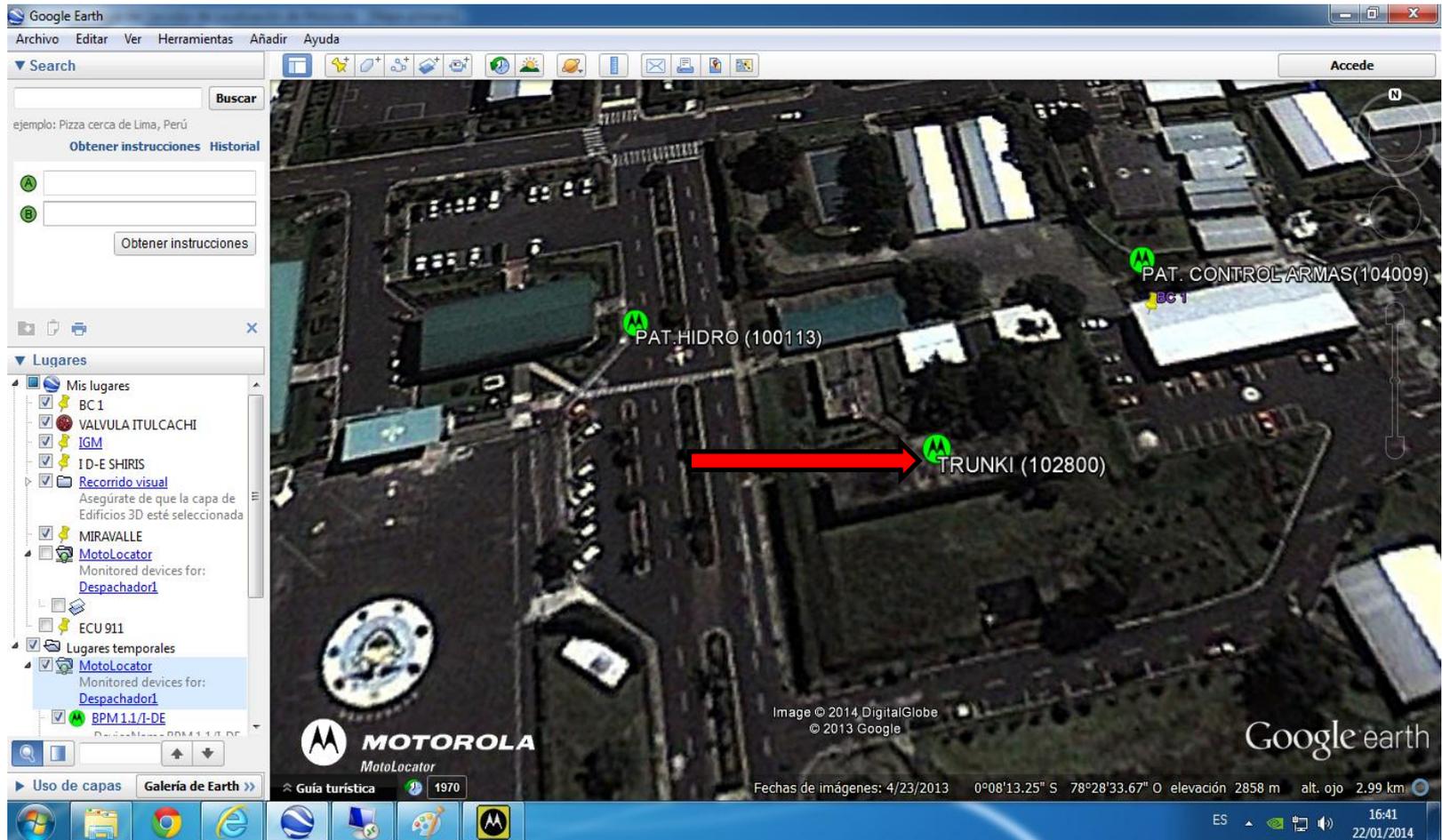
Localización de la radio en el Sistema Troncalizado

Aplicación	MotoMapping	C2PC Mando y Control
Licencias	Motorola Inc.	Northrop Grumman Corporation
Tecnología	Motorola	Harris
Usos	Civil/ Militar	Militar
Protocolos	Comunicación basadas en IP o en red con PC por medio de la Internet	Comunicaciones basadas en IP para CNR inalámbrica
Compatibilidad	Compatible con la tecnología APCO 25, TETRA, Google Earth y MotoLocator	Compatible con la tecnología MILSIM (Simulación Militar) y radios HARRIS UHF, VHF y Multibanda
Proveedores de mapas digitales	Proveedor de mapas digitales Motorola Inc. en conjunto con Google Earth de Google.	Provee de mapas digitales de IGM (Instituto Geográfico Militar)

Desplazamiento de la radio en MotoMapping

The screenshot displays the MotoMapping software interface. The main window is titled "Cliente de Mapa del Servidor de Localización de Motorola - [Mapa primario]". The interface includes a menu bar (Archivo, Ventana, Ayuda), a toolbar with navigation and editing tools, and a "Control de Capas" (Layers Control) panel on the left. The map shows a yellow background with black lines representing roads and a green area representing a pond. Several radio locations are marked with icons and labels: BPM 1.1/I-DE, BPM 3.1/AGRUCOMGE, BPM 3.2/AGRUCOMGE, CEMEXPO (104008), ELEC. COLEGIO CLAM(104007), JEM.I-DE, PAT. CONTROL ARMAS(104009), PAT.HIDRO (100113), and TRUNKI (102800). A red arrow points from the "PAT.HIDRO (100113)" location towards the "TRUNKI (102800)" location. The "Control de Capas" panel lists the selected device "Dispositivo: TRUNKI (102800)" and provides details such as "Disparador: Periodic", "Radio: Present", "Actualizado: 22/01/2014 04:38:35 p.m.", "HoraGPS: 1/22/2014 4:41:09 PM", "Latitud: 05 8' 12,1200\"", "Longitud: 78W 28' 34,3200\"", "Altitud: 0,00", "Orientación: 132,00", "Velocidad: (km/h): 0,00", "Edad de los Datos: Actual position", and "Tipo de protocolo: Radio device". Below the panel, there is a search filter section with a "Nombre:" field, a "Búsqueda exacta" checkbox, and a "Buscar próxi" button. At the bottom, there are buttons for "Desconectar actualización", "Actualizar", and "Seleccione los dispositivos". The status bar at the bottom shows "Conectado al servidor primario. 10.51.1.100", "Mapa Refrescado 04:41:58 p.m.", "Filtro: desactivado", "Rastreo: TRUNKI (102800)", "Escala: 1:2429", "05 8' 6,5678\", 78W 28' 43,8189\"", and "Despachador1". The Windows taskbar at the very bottom shows the Start button, several application icons, and the system tray with the date "22/01/2014" and time "16:42".

Desplazamiento de la radio en Google Earth



Coordenadas geográficas de radio XTS 2250 Mod III y GPS Garmin Etrex

Para verificar el índice de error se recopila los datos de las coordenadas geográficas de GPS Garmin Etrex y la radio XTS 2250 Modelo III ubicándose en una área geográfica como son las inmediaciones de Fuerte Militar “Rumiñahui” con distintas posiciones y elaborar un cuadro comparativo de índice de error

SITIO	Radio XTS 2250	GPS Garmin Etrex
Centro de Metrología	LAT 00°08'9.78"S LON 78°28'32.8"W	LAT 00°08'10.0"S LON 8°28'32.9"W
Estadio F.M.R	LAT 00°08'9.9"S LON 8°28'29.04"W	LAT 00°08'06.9"S LON 8°28'28.9"W
Casino de Voluntarios	LAT 00°08'6.0"S LON 8°28'35.46"W	LAT 00°08'06.0"S LON 8°28'35.4"W
Pista de Musculación	LAT 00°08'6.66"S LON 78°28'39.6"W	LAT 00°08'06.7"S LON 8°28'40.1"W
Hospital F.M.R	LAT 0°08'14.52"S LON °28'38.58"W	LAT 00°08'14.4"S LON78°28'38.45"W
Campo de Marte	LAT 0°08'12.96"S LON78°28'36.96"W	LAT 00°08'12.9"S LON 78°28'37.0"W
Aulas ESCOME	LAT 00°08'12.48"S LON78°28'31.44"W	LAT 00°08'12.2"S LON 78°28'34.7"W
Patio B.C-1	LAT 00°08'12.42"S LON 8°28'31.38"W	LAT 00°08'12.5"S LON 78°28'31.6"W
Piscina F.M.R	LAT 00°08'10.32"S LON 8°28'29.88"W	LAT 00°08'10.3"S LON 78°28'30.0"W
Villas F.M.R	LAT 00°08'12.42"S LON78°28'27.54"W	LAT 00°08'12.2"S LON 78°28'27.7"W

Coordenadas geográficas de radio XTS 2250 y GPS Garmin Etrex

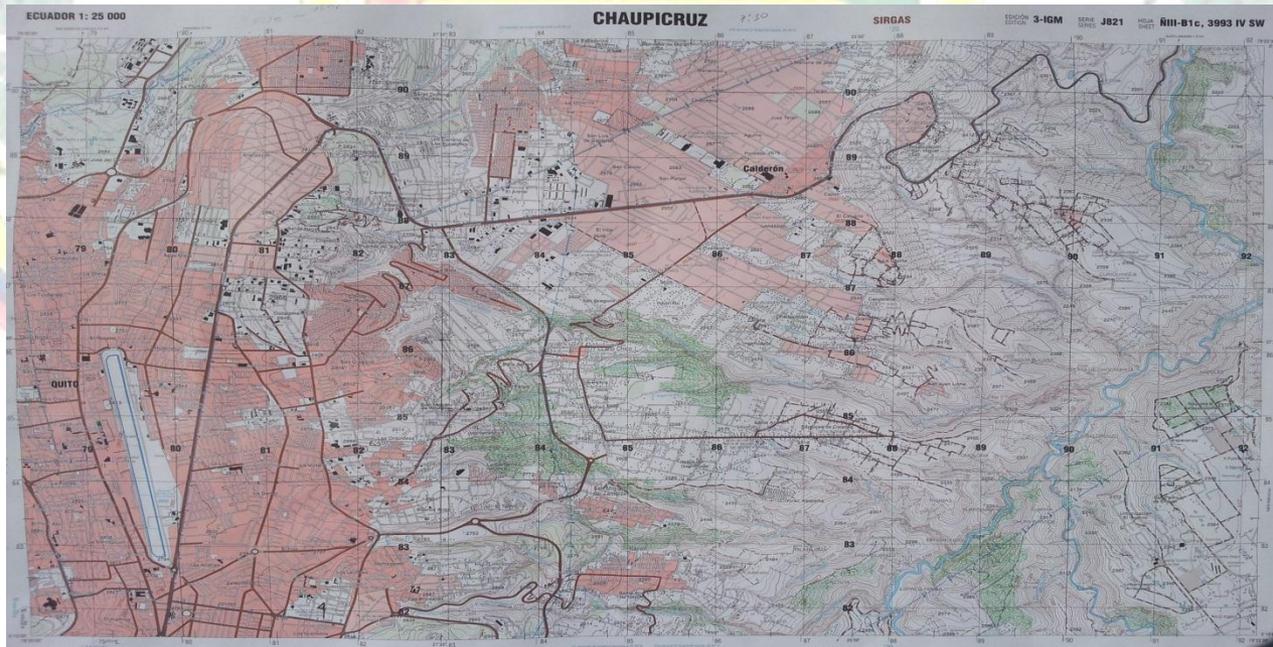
Por cada subdivisión en la carta topografía equivale a 30 segundos.

De 07'30" a 10'00" existe 150 segundos de tiempo real para Longitud y Latitud
En esta delimitación para ubicarse en el área de estudio se encuentra a 30" del punto de línea imaginaria de partida se toma las consideraciones siguientes.

De 07'30" a 08'00" existe 30" de tiempo real para Longitud

De 27'30" a 28'00" existe 30" de tiempo real para Latitud

De 07'30" a 10'00" mide 185 mm de distancia en la carta para Longitud y Latitud



Ecuaciones y procedimiento para cálculo de distancias

$$T1 = T_{total} - T2$$

Deduciendo

$$T1 = T[\text{segundos}]$$

$$T_{total} = T[\text{segundos}]$$

$$T2 = T[\text{segundos}]$$

Latitud

$$T1 = 00^{\circ}08'9.78''S - 00^{\circ}07'30''S$$

$$T1 = 39.78 ["]$$

Por lo tanto

$$X = (39.78'' \times 185\text{mm}) / 150''$$

Longitud

$$T1 = 00^{\circ}08'12.45''S - 00^{\circ}07'30''S$$

$$T1 = 42.45 ["]$$

Por lo tanto

$$X = (42.45'' \times 185\text{mm}) / 150''$$

$$X = 52,35 \text{ mm}$$

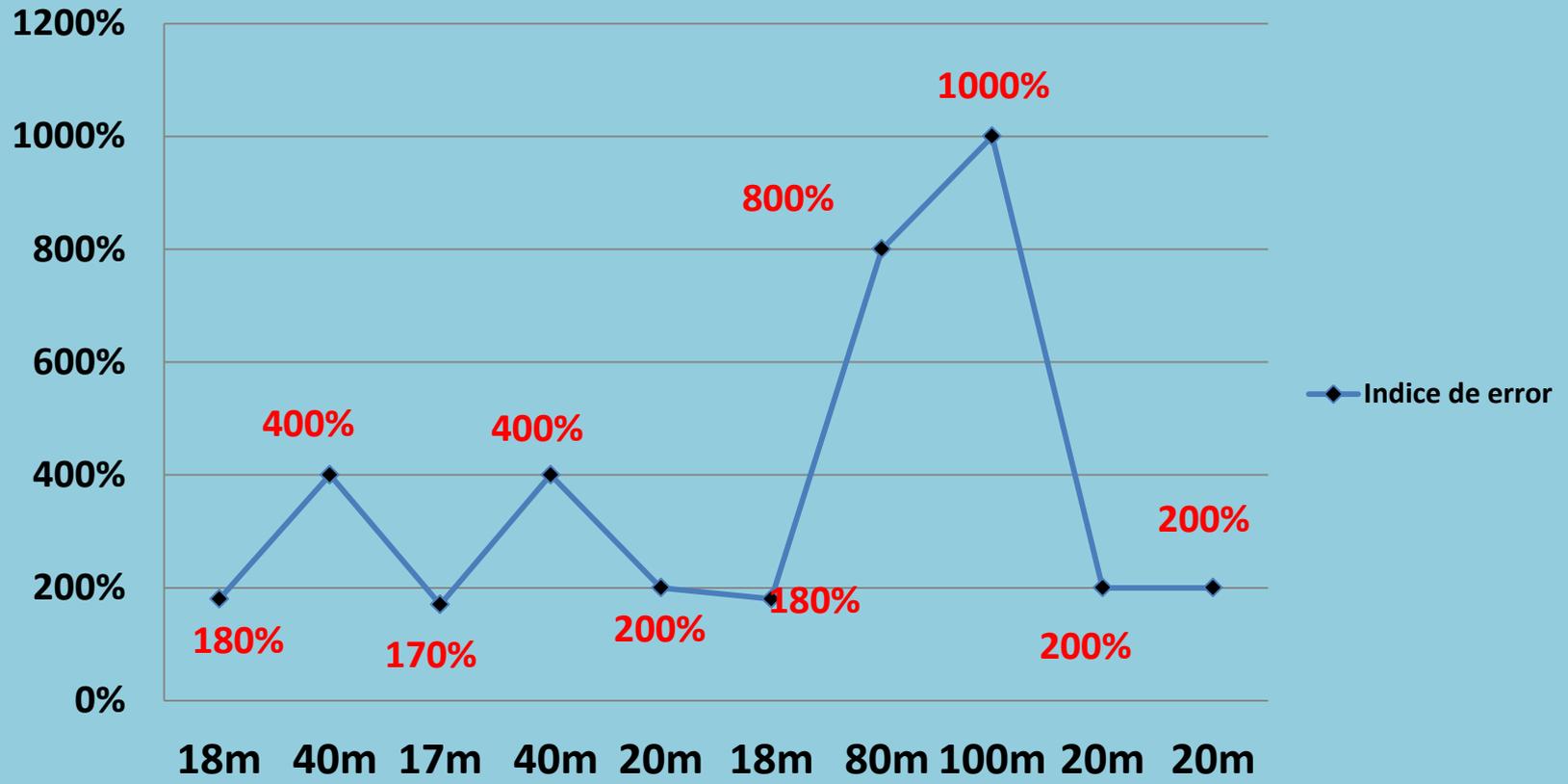
1922
ECUADOR

Índices de error entre Radio XTS 2250 y GPS

Sitio	XTS 2250 Mod III	GPS Garmin Etrex	Distancia	Índice de error
Centro de Metrología	LAT 00°08'9.78"S LON 78°28'32.8"W	LAT 00°08'10.0"S LON 8°28'32.9"W	± 18m	180%
Estadio F.M.R	LAT 00°08'9.9"S LON 8°28'29.04"W	LAT 00°08'06.9"S LON 8°28'28.9"W	± 40m	400%
Casino de Voluntarios	LAT 00°08'6.0"S LON 8°28'35.46"W	LAT 00°08'06.0"S LON 8°28'35.4"W	± 17m	170%
Pista de Musculación	LAT 00°08'6.66"S LON 78°28'39.6"W	LAT 00°08'06.7"S LON 8°28'40.1"W	± 40m	400%
Hospital F.M.R	LAT 0°08'14.52"S LON °28'38.58"W	LAT 00°08'14.4"S LON78°28'38.45"W	± 20m	200%
Campo de Marte	LAT 0°08'12.96"S LON78°28'36.96"W	LAT 00°08'12.9"S LON 78°28'37.0"W	± 18m	180%
Aulas ESCOME	LAT 00°08'12.48"S LON78°28'31.44"W	LAT 00°08'12.2"S LON 78°28'34.7"W	± 80m	800%
Patio B.C-1	LAT 00°08'12.42"S LON 8°28'31.38"W	LAT 00°08'12.5"S LON 78°28'31.6"W	± 100m	1000%
Piscina F.M.R	LAT 00°08'10.32"S LON 8°28'29.88"W	LAT 00°08'10.3"S LON 78°28'30.0"W	± 20m	200%
Villas F.M.R	LAT 00°08'12.42"S LON78°28'27.54"W	LAT 00°08'12.2"S LON 78°28'27.7"W	± 20m	200%

Índices de error entre Radio XTS 2250 y GPS

Distancias VS Índice de Error
XTS 2250 y GPS Etrex



ECUADOR

Análisis de resultados

El receptor GPS tanto de la radio XTS 2250 Modelo III y el GPS Etrex entregan el valor de la posición de latitud y longitud de coordenadas graficas en la cual se encuentra una persona u objeto, pero dicho valor no es exacto de acuerdo a las condiciones favorables o desfavorables en el momento de la recepción de datos de los satélites, los valores de error según las consideraciones anteriores varían entre ± 18 y 100 metros por lo tanto el índice de error se enmarca entre 180 y 1000%, se toma en cuenta que una distancia de 10 m como un error del 100% según Ordenes de Operación.

Conclusiones

Se realizaron pruebas de campo adicionales para verificar el funcionamiento del sistema de rastreo satelital verificando la precisión y exactitud de las coordenadas. Dado que el error máximo del GPS es de ± 18 a ± 100 metros con condiciones ideales, éste error es despreciable en la cartografía dado que la altura desde la cual se visualiza el mapa y el tamaño de los iconos en el software de rastreo minimizan éste error por escala. Con esta prueba se constató que la radio XTS 2250 Modelo III recepta correctamente las señales de GPS satelitales

Se realizaron pruebas de localización de la radio mediante las aplicaciones MotoMapping y Google Earth instalados en el sistema troncalizado de la FTE y visualizando las coordenadas de su ubicación real, constatando que el equipo se adapta correctamente a estos tipos de mapeamiento digital actualmente utilizado por el sistema troncalizado.

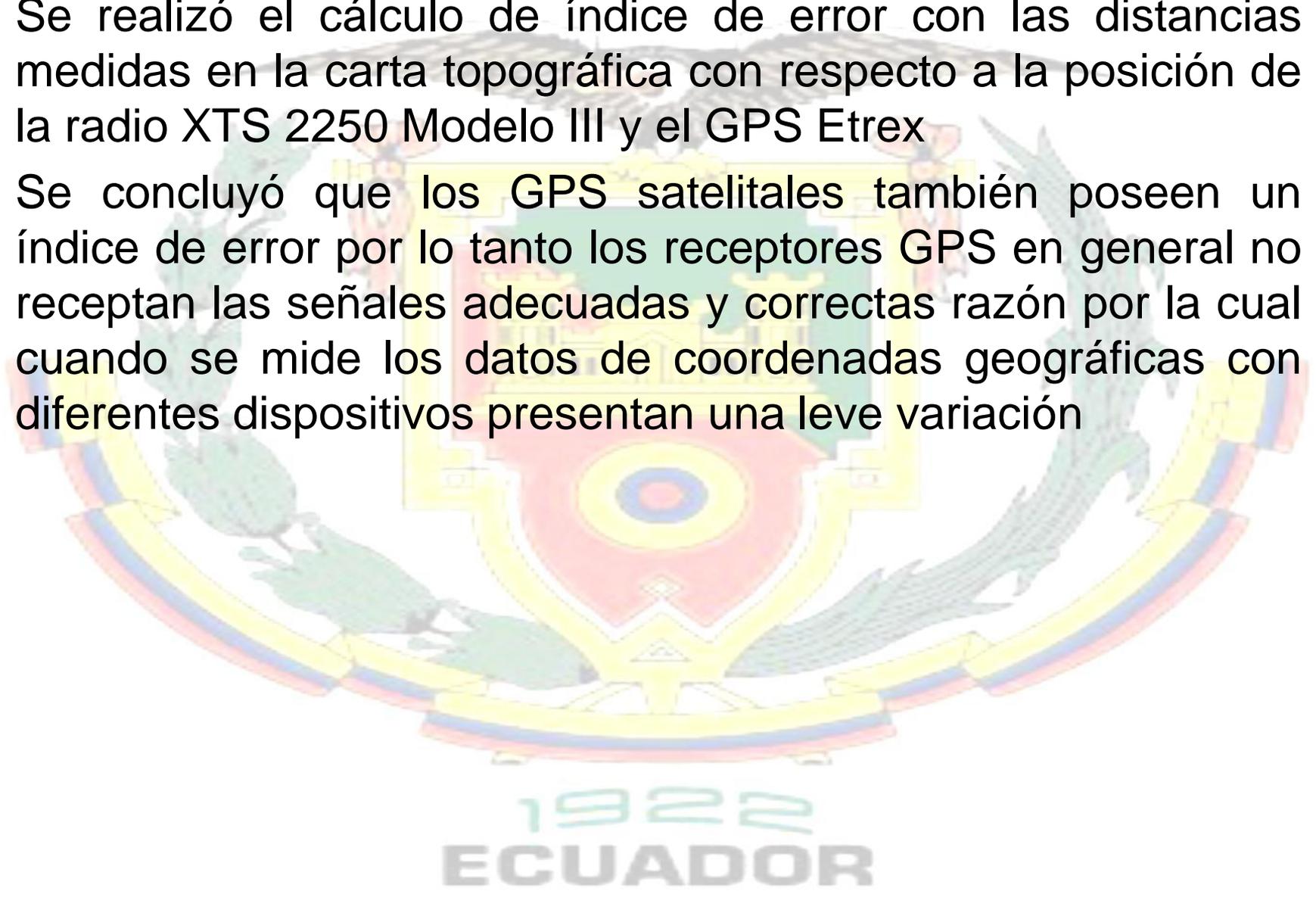
Se recopiló datos de GPS de la radio XTS 2250 Modelo III y GPS Etrex en las inmediaciones del Batallón de Comunicaciones en diferentes horarios y condiciones climatológicas, lo cual permitió verificar los índices de error con respecto al GPS Etrex como dispositivo de medida patrón.

Se realizó la medición de distancias de punto a punto en la carta topográfica de Chaupicruz con escala 1:2500, proporcionados por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M)

ECUADOR

Se realizó el cálculo de índice de error con las distancias medidas en la carta topográfica con respecto a la posición de la radio XTS 2250 Modelo III y el GPS Etrex

Se concluyó que los GPS satelitales también poseen un índice de error por lo tanto los receptores GPS en general no reciben las señales adecuadas y correctas razón por la cual cuando se mide los datos de coordenadas geográficas con diferentes dispositivos presentan una leve variación



1922
ECUADOR

Recomendaciones

- Se dicte una capacitación técnica al personal sobre las bondades de la radio XTS 2250 Modelo III las mismas que están distribuidas en diferentes unidades militares del Ejército a fin de aprovechar correctamente las capacidades del equipo
- Se revisen las actualizaciones de software de seguimiento de localización MotoLocator, MotoMapping instalados en el sistema troncalizado con la tecnología APCO 25IP versión 7.11.
- Tomar en cuenta las condiciones meteorológicas en las que se desarrolla las pruebas de radio XTS 2250 Modelo III para alcanzar datos exactos de GPS, y lograr reducir el margen de error.
- Se recomienda realizar un estudio y adquisición de un sistema DGPS para que sean instalados en un sitio de repetición a fin de reducir el margen de error con respecto a la ubicación en una área geográfica de la radio XTS 2250 con RMS-GPS



1922
ECUADOR