

SIMPOSIO SIRGAS 2016

Instituto Geográfico Militar
Quito-Ecuador
16-18 de noviembre 2016

Cálculo de coordenadas usando el método Precise Point Positioning –PPP estático mediante el software libre RTKLIB

M. Albán¹; R. Romero²; A. Tierra³

¹ CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA. UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE.

² GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO. INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR-Ecuador.

³ GRUPO DE INVESTIGACIÓN GEOESPACIAL. UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE



- Existen diferentes **factores que degradan** la precisión de la señal GPS desde su emisión del satélite hasta llegar al receptor. Generalmente, para **minimizar esta degradación** y obtener la **posición de un punto con buena precisión** es común realizar métodos **relativos de posicionamiento**

- Con el **posicionamiento absoluto**, la **incertidumbre está en el orden de metros**, pero actualmente es posible mejorarla con el método PPP (Precise Point Positioning).

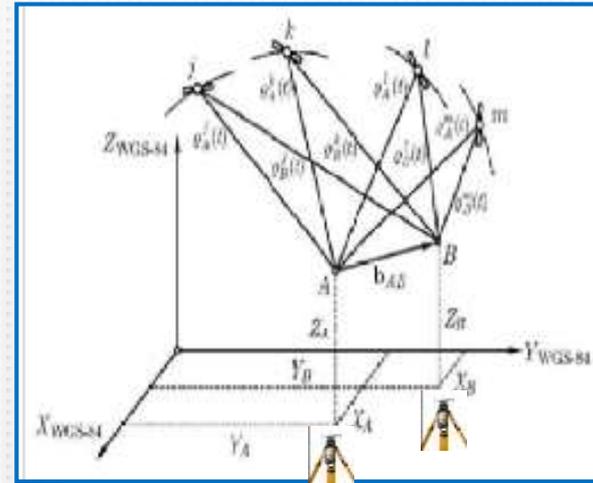


Imagen 1.-Posicionamiento Relativo
Fuente: Holfman y Moritz, 2005

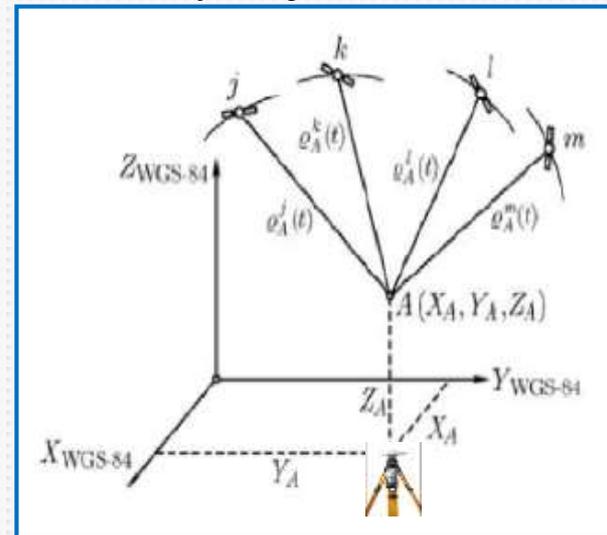


Imagen 2.-Posicionamiento Absoluto
Fuente: Holfman y Moritz, 2005

Posicionamiento Puntual Preciso- PPP

- Es una técnica de posicionamiento absoluto que **aplica modelos de corrección de los factores** que influyen en su precisión como son la **ionósfera y tropósfera**, además de las **correcciones de órbitas, relojes**, entre otras, obteniendo así coordenadas de puntos con mejores precisiones

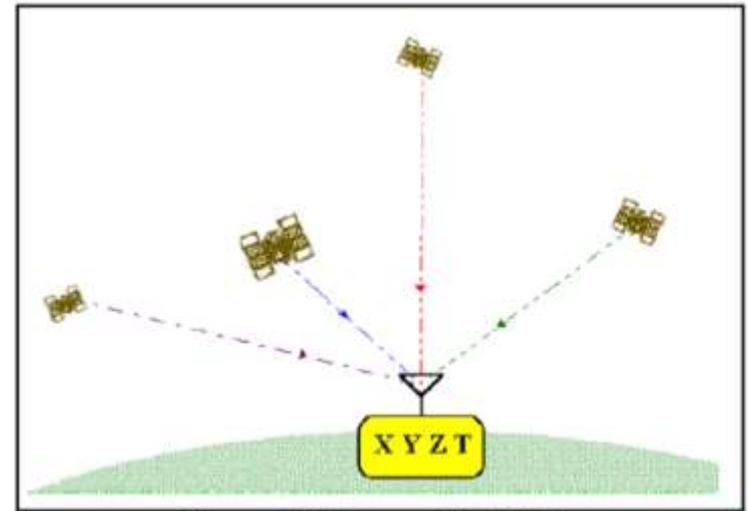


Imagen 3.-Geometría PPP Fuente: Acuña,2008

Ecuaciones de observación :

$$1) l_p = p + c * (dt - dT) + Tr + I + \Delta + \varepsilon_p$$

Medición de Pseudo-distancia

$$2) l_\phi = p + c * (dt - dT) + Tr + N\lambda - I + \Delta + \varepsilon_\phi$$

Medición de Fase portadora

$$\Delta = d_{pvc} + d_{wup} + d_{grav} + d_{s_tides} + d_{o_tides}$$

$$p = \sqrt{(X_s - X)^2 + (Y_s - Y)^2 + (Z_s - Z)^2}$$

Dist. Geométrica satélite-receptor

- **En el Ecuador** no existen muchos trabajos referentes a **criterios de post-procesamiento** para el posicionamiento con PPP **enfocado a trabajos prácticos**. Por lo que hace falta **establecer dichos criterios**, de manera que cualquier usuario pueda **aplicarlos para obtener solución de coordenadas** que le permitan **geo referenciar trabajos a menor costo**.

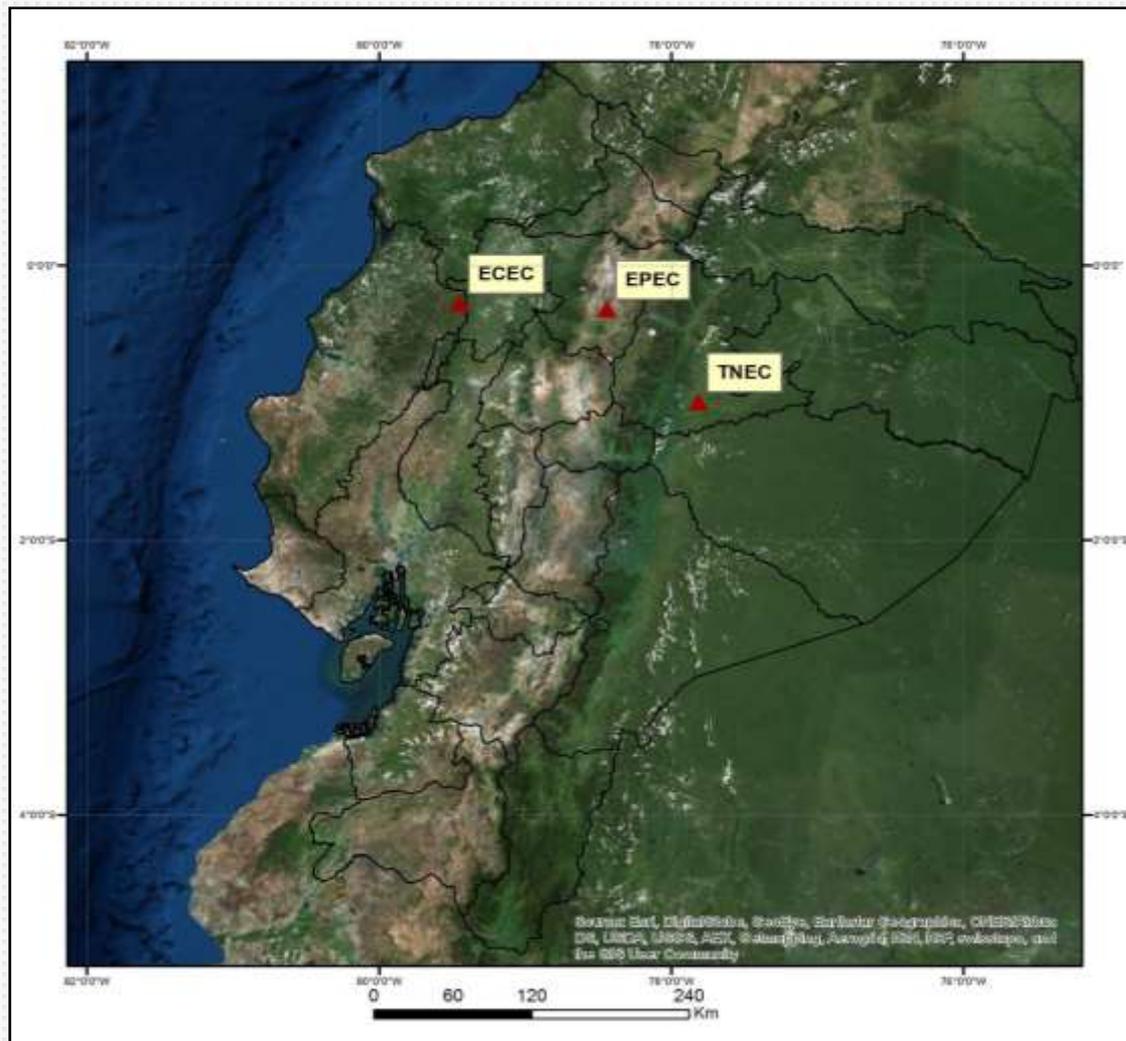


Objetivo:

- Analizar las diferencias de las coordenadas cartesianas (X, Y, Z) obtenidas mediante el método estático PPP utilizando el software libre RTKLIB v2.4.2 con las coordenadas semanales SIRGAS oficiales, y determinar la magnitud de su desplazamiento, a fin de establecer un criterio para trabajos prácticos de posicionamiento

METODOLOGÍA :

En este estudio, se ha utilizado los archivos RINEX de estaciones de monitoreo continuo de la REGME pertenecientes a la red SIRGAS-CON



COORDENADAS SIRGAS SEMANANLES: 045			
	X	Y	Z
ECEC	1277937,005	-6251278,061	-34832,44031
EPEC	1167630,027	-6270565,73	-30060,33276
TNEC	1345988,025	-6234088,548	-109474,7358

Procesamiento de datos:

Se ha utilizado el software libre RTKLIB v2.4.2. desarrollado por Tomoji Tacasu en el año 2013 como un **paquete de programas de código abierto** , disponible para su descarga en la web en: <http://www.rtklib.com/>

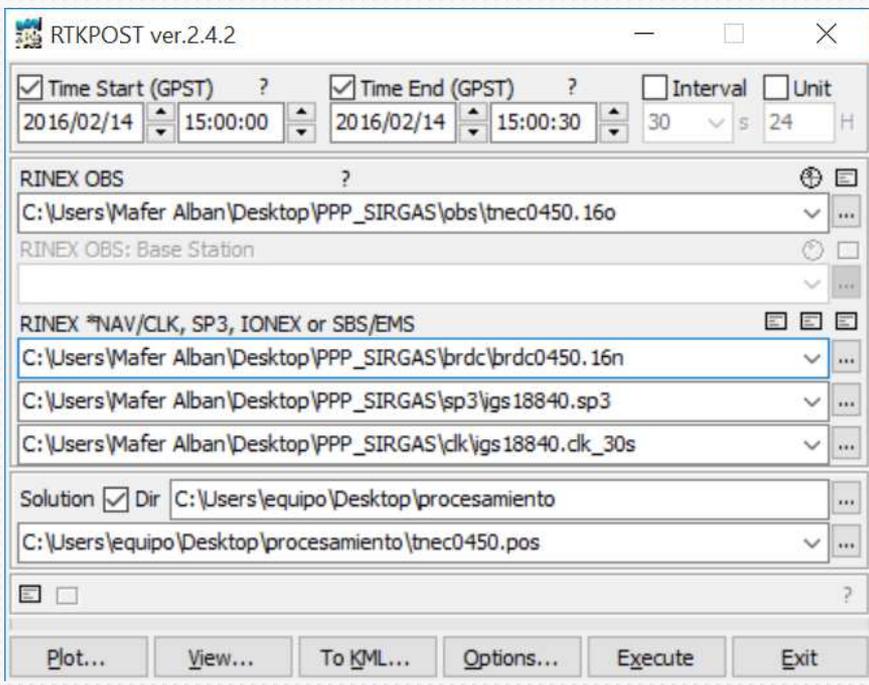


Imagen 4.-RTKPOST

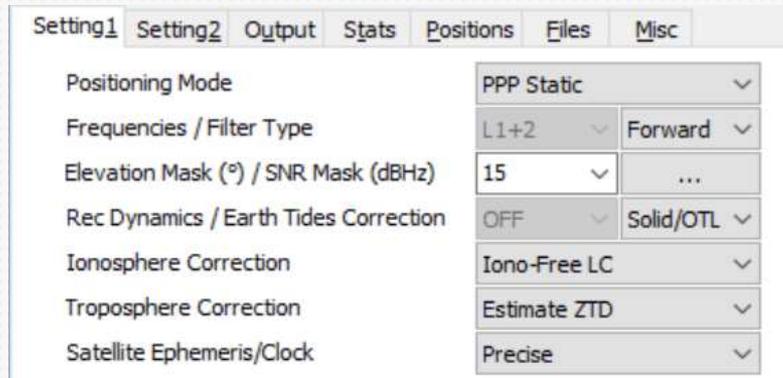


Imagen 5.-Ventana de Configuración 1

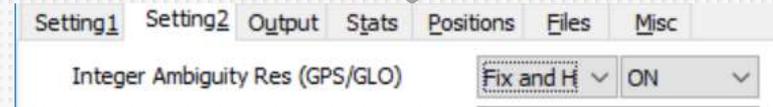
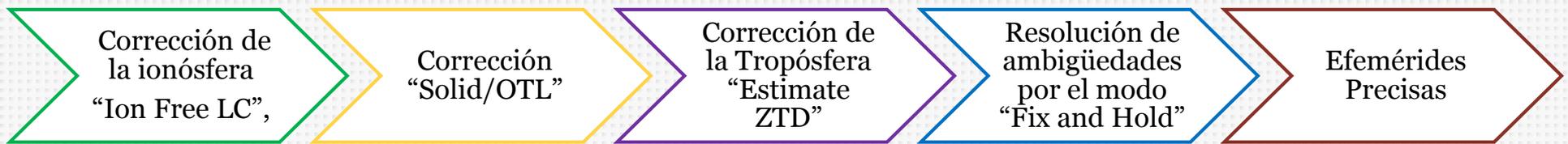


Imagen 6.-Ventana de Configuración 2



Además, se ha considerado varios productos como:

-archivos de órbita (.sp3),
-parámetros de rotación de la tierra (.erp)
»**Generados por la IGS**

Obtenidos de la web de la página de la CCDIS (Crustal Dynamics Data Information System) .

-archivos de corrección
de cargas oceánicas (.blq)

Obtenidos de la web de la página de la OSO (Onsala Space Observatory).

-correcciones de antenas satelitales (.atx)
»**Generados por la IGS**

Obtenidos mediante
aplicación RTKGET

-corrección del centro de fase de la
antena del receptor (.pcv)

Obtenidos de la página web de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)

Correcciones de reloj (.clk)
»**Generados por la IGS**

Obtenidos mediante
aplicación RTKGET

El procesamiento de los datos se realizó en dos etapas:

ETAPA 1:

ETAPA 2:

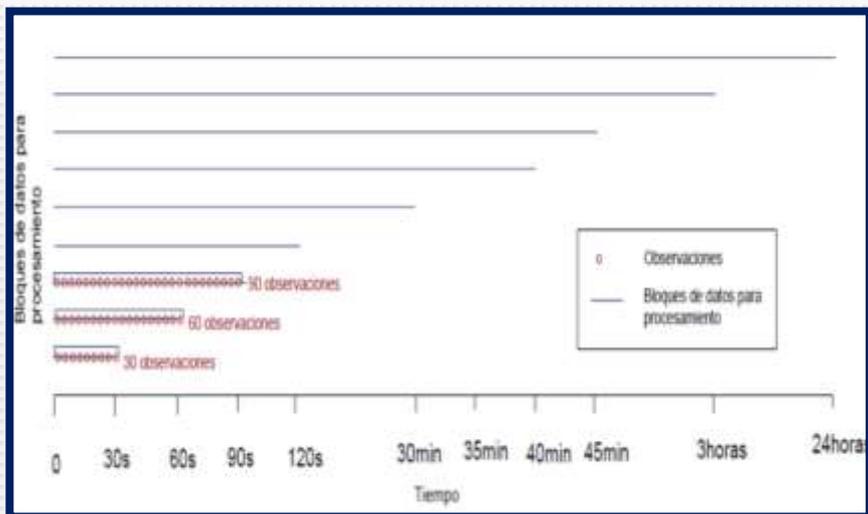


Figura 1.-Bloques de datos para procesamiento de archivos RINEX con observaciones a intervalos de grabación de 1 segundo.

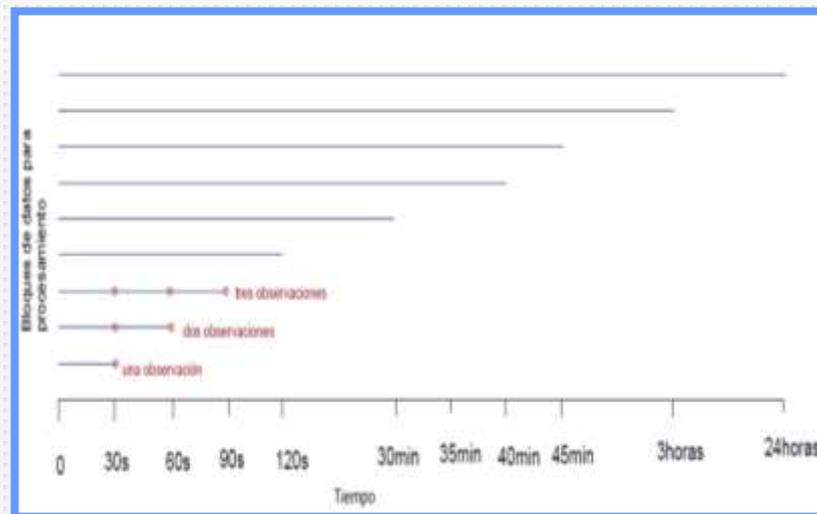


Figura 2.-Bloques de datos para procesamiento de archivos RINEX con observaciones a intervalos de grabación de 30 segundos

Estos procesamientos se repitieron en la MAÑANA Y TARDE

Variando las efemérides finales (IGS), rápidas (IGR) y ultra-rápidas (IGU) publicadas por la IGS.

Comparación de los resultados con las coordenadas semanales SIRGAS oficiales

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Para los **diferentes intervalos de rastreo**, se calcularon la **distancia euclidiana** a partir de las **diferencias** de las coordenadas cartesianas geocéntricas obtenidas con el PPP y las soluciones semanales SIRGAS

Esta distancia me indica la **magnitud de desplazamiento (error)** obtenida con PPP

ERROR EN DISTANCIA OBTENIDO DEL PROCESAMIENTO DE OBSERVACIONES A INTERVALOS DE GRABACIÓN DE 1 Y 30 SEGUNDOS.

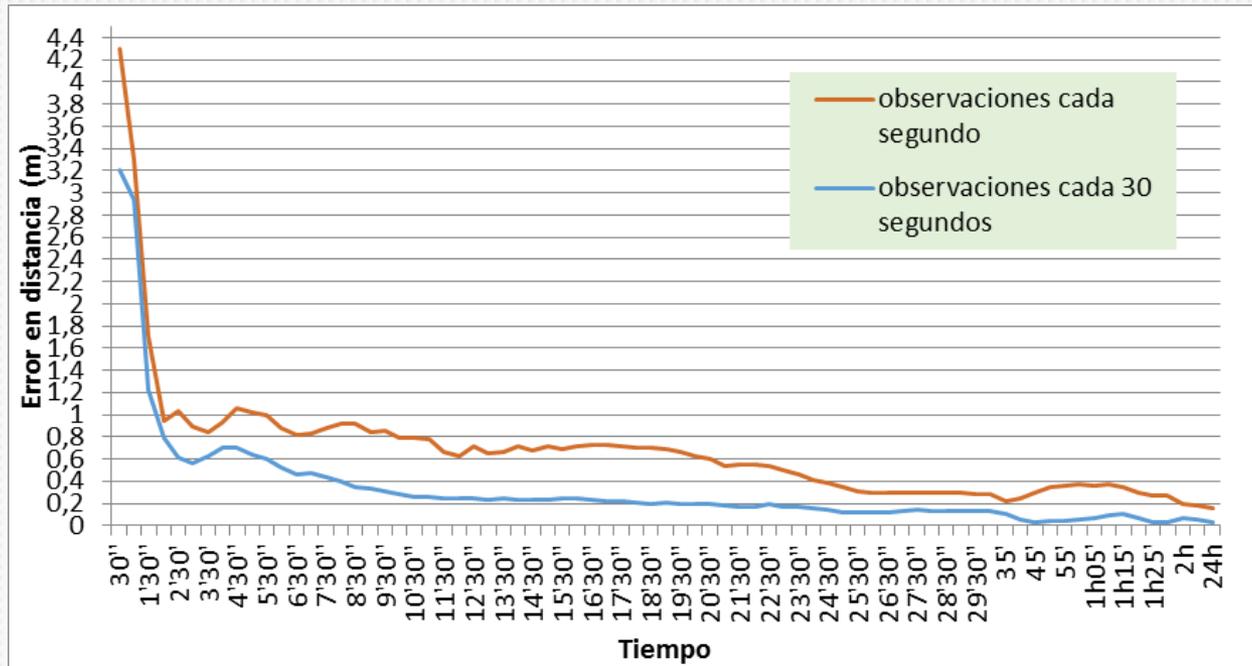


Figura 3.- Error en distancia obtenido del procesamiento de observaciones a intervalos de grabación de 1 y 30 segundos.

- Las coordenadas obtenidas del procesamiento de observaciones a intervalos de grabación de 30 segundos presentaron resultados con menor error, con diferencias en el orden de los decímetros

GRÁFICA DE TIEMPO VS ERROR EN DISTANCIA (METROS), PARA PROCESAMIENTOS REALIZADOS A HORAS DE LA MAÑANA (9 AM) Y TARDE (3 PM) EN TIEMPO LOCAL.

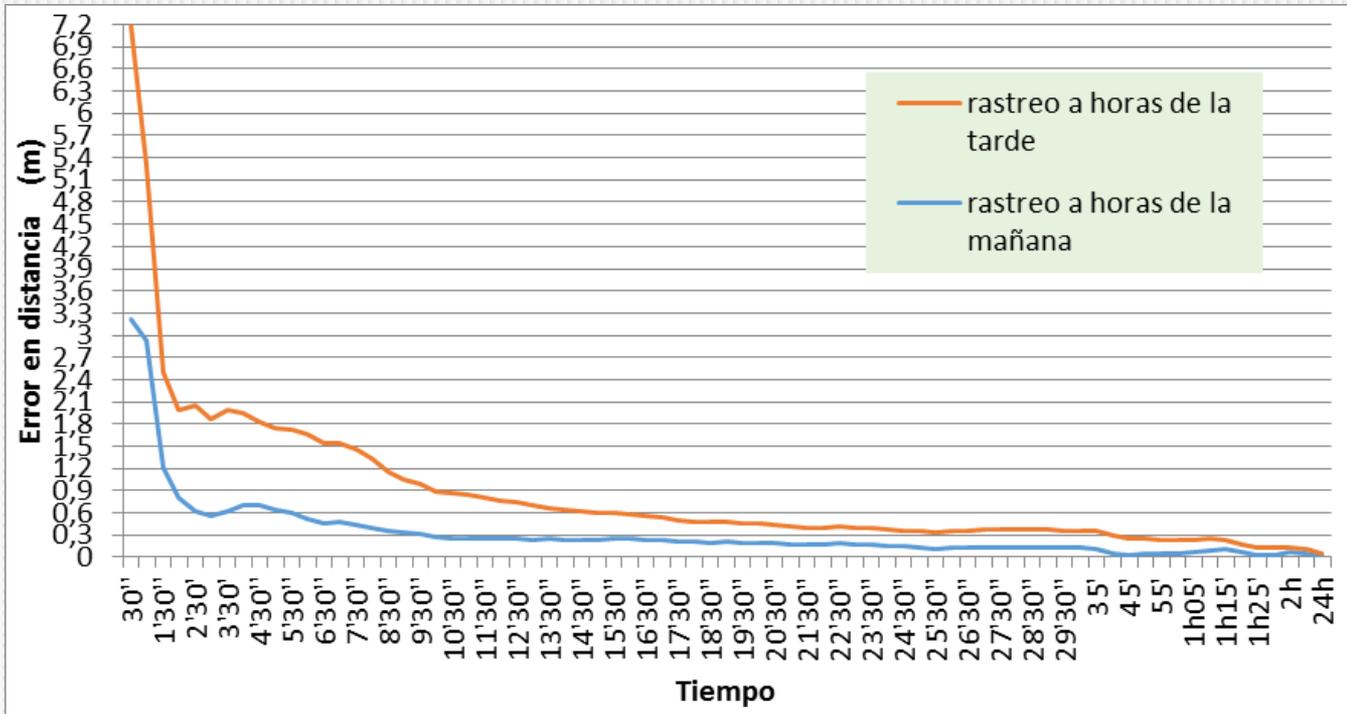


Figura 4.- Error en distancia de soluciones obtenidas en la mañana y en la tarde

- El error en distancia de las coordenadas obtenidas a horas de la mañana es menor respecto a las tomadas en la tarde.

VARIACIÓN DE LOS RESULTADOS CON LA UTILIZACIÓN DE EFEMÉRIDES PRECISAS FINALES, RÁPIDAS Y ULTRA-RÁPIDAS

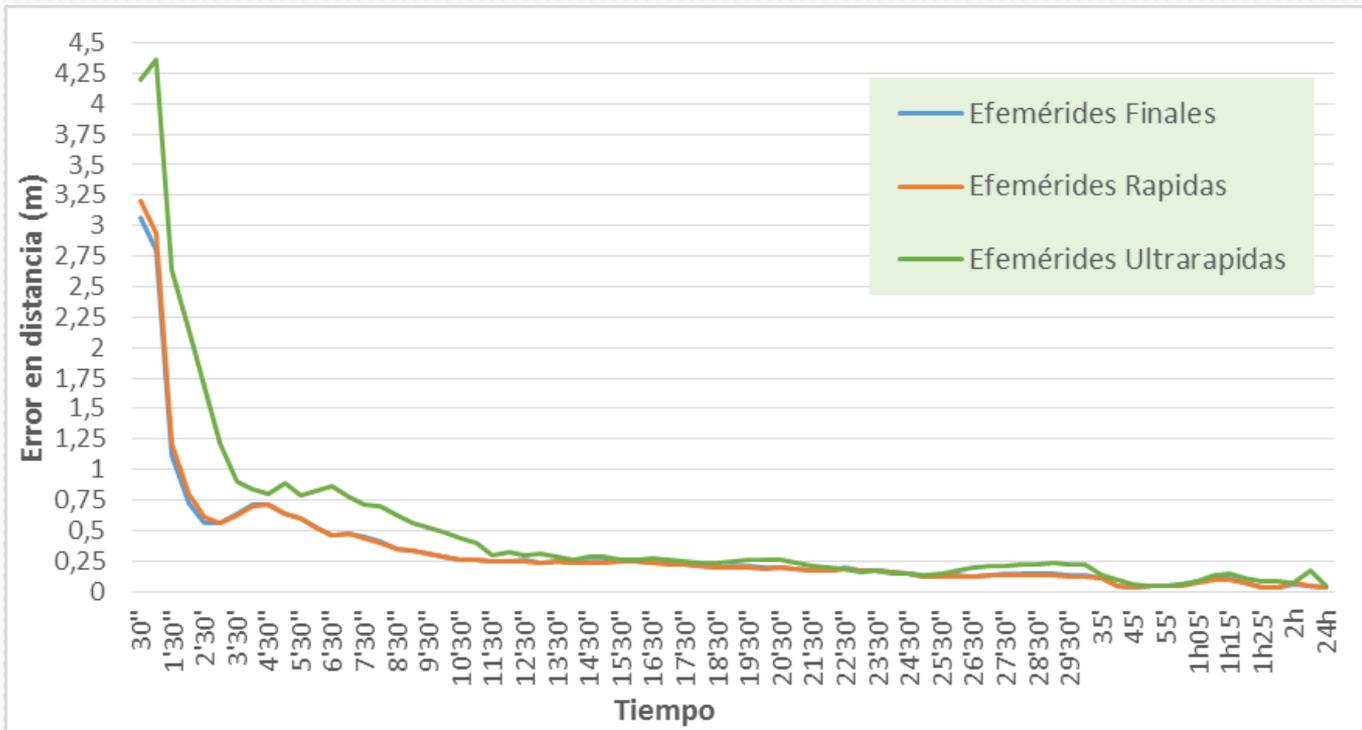


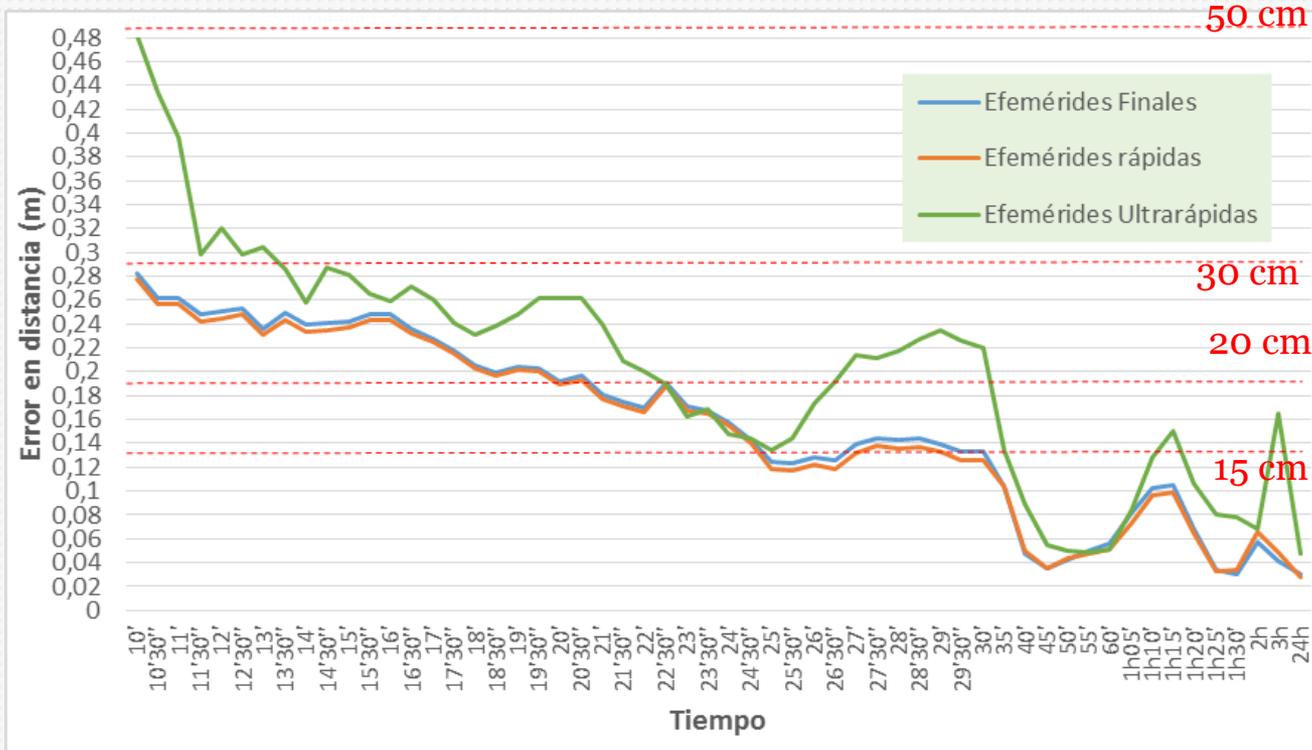
Figura 5.- Error en distancia de las soluciones obtenidas con efemérides finales, rápidas y ultra-rápidas.

Bajo los mejores condicionamientos establecidos:

-RINEX a intervalos de grabación de 30 segundos

-Rastreo obtenido a horas de la mañana en tiempo local.

AMPLIACIÓN EN UNA VENTANA DESDE LOS 10 MINUTOS HASTA LAS 24 HORAS, REALIZADA CON FINES DE VISUALIZACIÓN.



Error en dist (cm)	IGU t(min)	IGS IGR t(min)
50	10	7
30	15	10
20	35	20
15	40	25

Tabla 1 - Resultados

Figura 6.- Error en distancia de las soluciones obtenidas con efemérides finales, rápidas y ultra-rápidas (Ventana de 10 minutos a 24 horas). Se incluye líneas de referencia punteadas en rojo (L.R) para precisiones de 15, 20, 30 y 50 cm.

- No existen diferencias significativas al utilizar efemérides precisas finales o rápidas en el procesamiento, lo que no sucede con las efemérides ultra rápidas que presentan mayores errores en distancia

CONCLUSIONES:

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que:

- Usando la metodología empleada, la técnica PPP puede ser utilizada para ciertas aplicaciones prácticas que necesiten errores en el orden de los decímetros, constituyéndose en una herramienta útil, accesible y de bajo costo para la georeferenciación y posicionamiento GPS
- El Posicionamiento Puntual Preciso depende del tiempo y hora de rastreo, intervalo de grabación de las observaciones, modelos de corrección y productos utilizados

AGRADECIMIENTOS:

- Se agradece al Instituto Geográfico Militar- IGM por los datos de las Estaciones de Monitoreo Continuo entregadas para el desarrollo de este proyecto

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

