

# ANÁLISIS FUNDAMENTAL DE LA DINÁMICA ESPACIAL DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO CONTINUO RIOP, MEDIANTE EL USO DE SERIES PERIÓDICAS NO LINEALES



## REUNIÓN SIRGAS 2013. CIUDAD DE PANAMÁ - PANAMÁ

Pilapanta A. Christian, Tierra, C. Alfonso & Leiva, G. César

Universidad de las Fuerzas Armadas – Grupo de Investigación en Tecnologías Espaciales. Sangolquí - Ecuador

### RESUMEN

Una de las principales fuentes de error a ser eliminadas en el desarrollo y uso de soluciones posicionales multitemporales, es la relacionada con los diversos procesos geodinámicos a los cuales está sometido el territorio nacional; para ello, cientos de investigadores han enfocado sus estudios en el denominado modelamiento matemático, asumiendo que, calculado un valor medio de desplazamiento en diversos puntos de observación, es posible interpolar dichos resultados y así obtener valores quasi-reales para n-puntos de interés.

Sin embargo y pese a que la asunción antes planteada posee una alta validez en términos prácticos, mediante un análisis más detenido, se puede evidenciar como las precisiones resultantes de los modelos de predicción distan en gran medida de las esperadas debido principalmente a que el cálculo de sus velocidades solo ha sido generado mediante el uso de modelos de regresión básicos y no con modelos más estructurados capaces de asimilar la presencia de movimientos no lineales en el proceso.

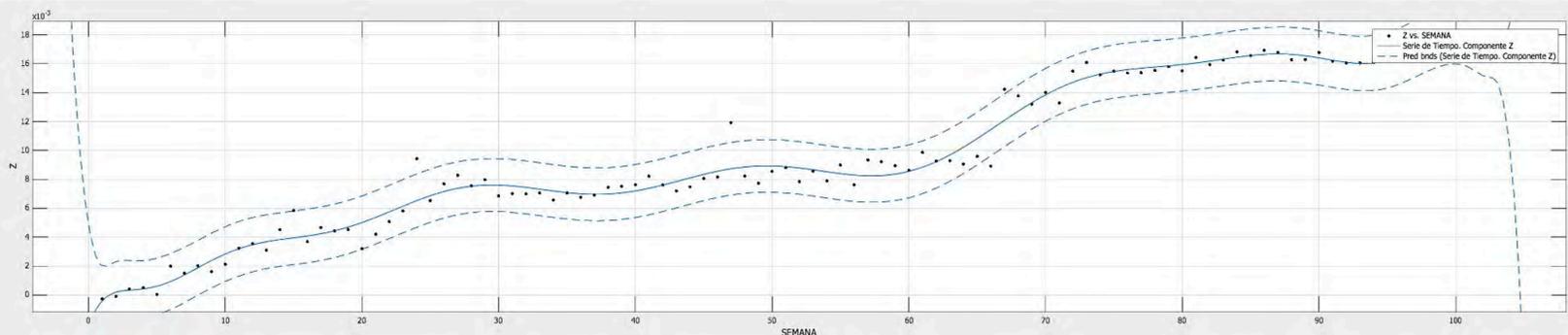
De esta manera, el presente estudio tiene como objetivo fundamental, el desarrollo de una metodología básica a partir de la cual, se pueda predecir con eficacia las variaciones posicionales lineales y/o no lineales de un punto en particular, mediante el análisis de series temporales y el uso de funciones matemáticas básicas.

Los resultados finales demuestran, como el uso de funciones periódicas no lineales, como es el caso particular de las series de Fourier, permite modelar de gran forma la variación desordenada lineal y no lineal de la estación RIOP, obteniendo una precisión promedio en el modelamiento de los datos cercana a los 2 milímetros de error para la componente en X, 2.9 milímetros para la componente en Y, y 2.5 milímetros para la componente en Z, dando un error total de 2.5 mm para el modelo general.

### 2. METODOLOGÍA BÁSICO DE PROCESAMIENTO

- Selección de las Estaciones IGB08 utilizadas en el ajuste del marco: ANTC, BOGT, BRAZ, BRFT, BRMU, CONZ, CRO1, GOLD, ISPA, LPGA, MANA, MDO1, OHI2, PALM, PARC, PIE1, RIOP, SANT, SCUB, UNSA, VESL
- Determinación de los modelos y parámetros de corrección.
- Procesamiento de Datos GNSS.
- Evaluación de los Resultados Preliminares.
- Generación de la solución diaria y semanal semi-libre.
- Ajuste de Coordenadas al Marco de Referencia Mundial IGB08.
- Generación de series de tiempo, análisis y eliminación de outliers y errores groseros.
- Evaluación de la Solución Final.
- Modelamiento y determinación de las funciones periódicas escogidas.
- Validación de los modelos.

### 5. RESULTADOS GENERALES



Serie de Tiempo. Componente Z – Serie de Fourier de Orden 8 (Intervalo de Confianza del 95%)

$$f(x) = a_0 + a_1 \cos \omega x + b_1 \sin \omega x + a_2 \cos 2\omega x + b_2 \sin 2\omega x + a_3 \cos 3\omega x + b_3 \sin 3\omega x + a_4 \cos 4\omega x + b_4 \sin 4\omega x + a_5 \cos 5\omega x + b_5 \sin 5\omega x + a_6 \cos 6\omega x + b_6 \sin 6\omega x + a_7 \cos 7\omega x + b_7 \sin 7\omega x + a_8 \cos 8\omega x + b_8 \sin 8\omega x$$

Ecuación General del Modelo. Serie de Fourier de Orden 8

Componente	$\omega$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$	$b_8$
X	0.01017	-4.99 e+09	-6.68 e+09	-7.74 e+08	2.00 e+09	1.47 e+09	4.31 e+08	3.92 e+07	-5.44 e+06	-9.17 e+05	-5.91 e+09	-6.28 e+09	-2.91 e+09	-3.68 e+08	2.24 e+08	1.02 e+08	1.45 e+07	4.86 e+05
Y	0.03077	-6.25 e+06	109.400	-55.950	8.741	12.020	-11.690	5.279	-1.279	0.132	-56.840	79.550	-64.260	33.870	-11.030	1.555	0.229	-0.094
Z	0.01220	1.42 e+08	-1.67 e+08	-2.49 e+07	8.61 e+07	-4.34 e+07	6.35 e+06	1.37 e+06	-4.79 e+05	2.99 e+04	-1.92 e+08	1.80 e+08	-5.64 e+07	-1.22 e+07	1.34 e+08	-3.15 e+08	1.52 e+05	1.82 e+04

Cuadro de Coeficientes de la Serie de Fourier de Orden 8 para cada una de las Componentes Cartesianas de la Estación GNSS RIOP

### EN CONCLUSIÓN ...

Una vez que se ha comprobado la idoneidad de las diferentes series de Fourier obtenidas por cada componente cartesiana, a través de las diferentes pruebas de hipótesis, se puede afirmar que éstas, han cumplido con el objetivo general planteado en un principio, logrando definir en cierta forma, la variación desordenada de la estación de monitoreo continuo RIOP y con ello permitiendo establecer un nuevo método para su análisis e interpretación. Sin embargo, también es importante recalcar que debido a que la función sigue la tendencia de los datos, su precisión depende en gran medida, del número total de coordenadas utilizadas por componente para su determinación; así, en el caso específico de este estudio, donde el número de soluciones utilizadas corresponde a un total de 103 por cada eje coordenado, se ha obtenido una precisión promedio en el modelamiento y la predicción de datos, cercana a los 2 milímetros de error para la componente en X, 2.9 milímetros para la componente en Y, y 2.5 milímetros para la componente en Z, dando un error total de 2.4 mm para el modelo general.

### 3. PRINCIPALES MODELOS UTILIZADOS POR GAMIT - GLOBK

ORD	PARÁMETROS Y/O MODELOS	VALOR Y/O VARIABLE
<b>A. Control de Análisis</b>		
1.	Tipo de Experimento	BASELINE.
2.	Tipo de Observable	LC_AUTCLN
3.	Restricción a-priori satelital	0.01 ppm
<b>B. Ponderación de Pesos</b>		
4.	Error de la Estación	ELEVATION 10.5.
5.	Error Satelital	UNIFORM
<b>C. Resolución de ambigüedades</b>		
6.	Restricción ionosférica	0.0 mm + 8.00 ppm
7.	Resolución de ambigüedades WL/NL	0.15 0.15 1000. 99. 15000.
<b>D. Parámetros Atmosféricos</b>		
8.	Número de retrasos cenitales	13 por día
9.	Intervalo de cálculo de retrasos	2 horas
10.	Restricción a-priori cenital	0.50 m
11.	Función de mapeo troposférico	Niell Mapping Function
<b>E. Parámetros de Corrección</b>		
12.	Corrección para antena de receptor	AZEL
13.	Corrección para antena de satélite	ELEV
<b>F. Modelos de Cargas y de Corrección</b>		
14.	Modelo de carga atmosférica	ATMDISP_CM.YYYY
15.	Modelo de carga oceánica	FES 2004
16.	Modelo meteorológico	GPT 50
17.	Modelo ionosférico	GMAP
18.	Modelo de campo magnético	IGRF11

### 4. ESTADÍSTICAS GENERALES DE LOS MODELOS

ORDEN	COMPONENTE X			COMPONENTE Y			COMPONENTE Z		
	R <sup>2</sup>	RMSE	SSE	R <sup>2</sup>	RMSE	SSE	R <sup>2</sup>	RMSE	SSE
1	0.6256	0.0012	1.31 e-04	0.3919	0.0054	0.0027	0.9443	0.0013	1.58 e-04
2	0.6967	0.0011	1.06 e-04	0.7137	0.0037	0.0013	0.9729	0.0009	7.72 e-05
3	0.7813	0.0009	7.68 e-05	0.8374	0.0029	0.0007	0.9807	0.0007	5.49 e-05
4	0.7932	0.0009	7.27 e-05	0.9112	0.0021	0.0003	0.9837	0.0007	4.63 e-05
5	0.8207	0.0008	6.30 e-05	0.9087	0.0022	0.0004	0.9859	0.0006	4.00 e-05
6	0.8238	0.0008	6.19 e-05	0.9162	0.0021	0.0003	0.9891	0.0006	3.11 e-05
7	0.8521	0.0008	5.19 e-05	0.9173	0.0021	0.0003	0.9898	0.0005	2.91 e-05
8	0.8751	0.0007	4.39 e-05	0.9253	0.0021	0.0003	0.9904	0.0005	2.73 e-05