



Ministerio  
de Defensa  
Nacional



Comando Conjunto  
de las Fuerzas  
Armadas



Ejército  
Ecuatoriano



Instituto  
Geográfico  
Militar



Instituto Geográfico Militar  
[www.igm.gob.ec](http://www.igm.gob.ec) / [www.geoportaligm.gob.ec](http://www.geoportaligm.gob.ec)

# **DIFERENCIAS OBTENIDAS DEL CONTENIDO DE VAPOR DE AGUA EN CIERTAS REGIONES DEL ECUADOR ENTRE PRODUCTOS SATELITALES Y VALORES CALCULADOS DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE LA REGME**

**MSc. Luis PORRAS, Ing. Ricardo ROMERO, Geom. Marco AMORES  
Tern. Carlos ESTRELLA, Dr. Alfonso TIERRA, Est. Mabel ZAVALA.**

**NOVIEMBRE 2016**





Ministerio de Defensa Nacional



Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas



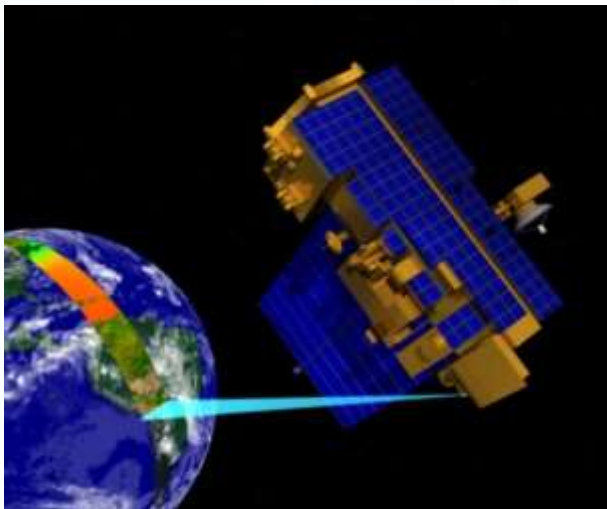
Ejército Ecuatoriano



Instituto Geográfico Militar

## PROPÓSITO DE LA PRESENTACIÓN:

Se busca analizar las diferencias obtenidas del contenido de vapor de agua registrado en las estaciones GNSS de monitoreo GUEC, PEEC, PTEC, SEEC, ALEC, MAEC, correspondiente al año 2015, con los valores de plataformas satelitales de la zona, para establecer un criterio de aplicación práctica de los valores obtenidos del procesamiento GNSS, mediante índices estadísticos que proporcionen consistencia a los resultados.

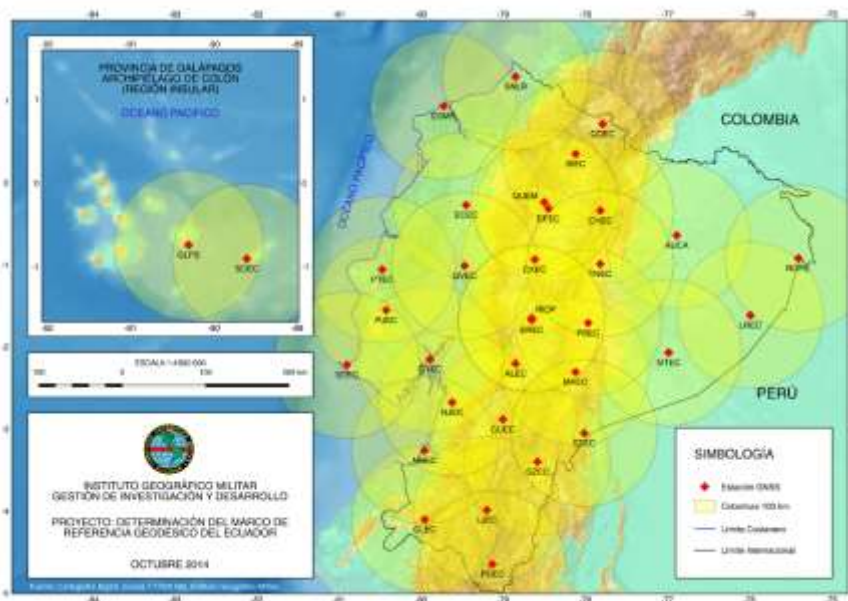


El éxito de una gran infraestructura técnica, depende principalmente de la dotación de equipos geodésicos de última generación.

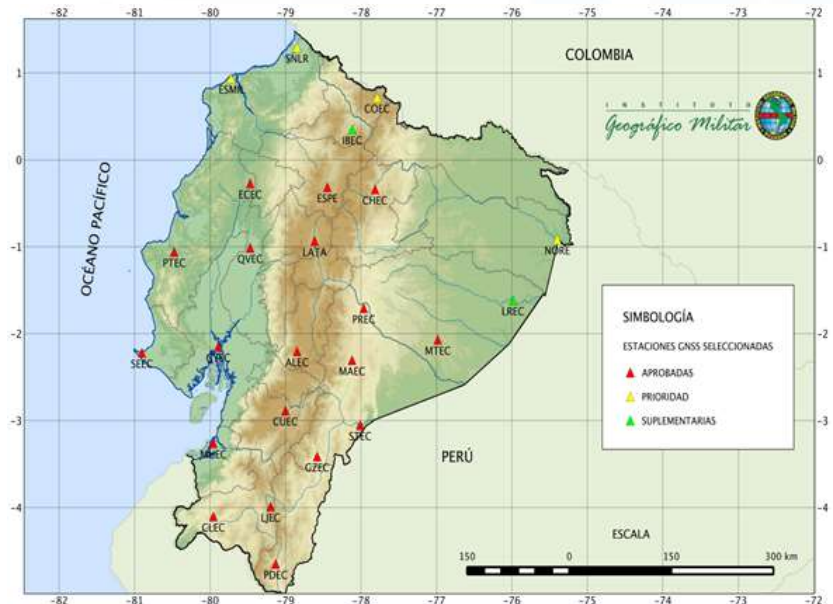
El Ecuador posee este tipo de infraestructura geoespacial denominada RED GNSS DE MONITOREO CONTINUO DEL ECUADOR - REGME, instalada y administrada por el IGM a nivel nacional, en cooperación con varias instituciones del estado (45).

A esta gran infraestructura se encuentra integrada 22 sensores Meteorológicos:

### REGME



### REGMET







## **METODOLOGIA DE ANALISIS**

- 1. Descarga y control de calidad de los datos obtenidos de cada una de las estaciones GNSS de monitoreo continuo.**
- 2. Procesamiento de los datos.**
- 3. Análisis de los resultados obtenidos.**
- 4. Cálculo de los parámetros atmosféricos mediante herramienta metutil de GAMIT**

**sh\_metutil -f oNAMa.DDD -m nameDDD0.YYm**

**Donde:**

**oNAMa.DDD**

**Archivo de los parámetros del modelo PWL**

**NAM**

**Nombre del Proyecto**

**name**

**Nombre de la estación meteorológica**

**DDD**

**Día juliano de la semana**

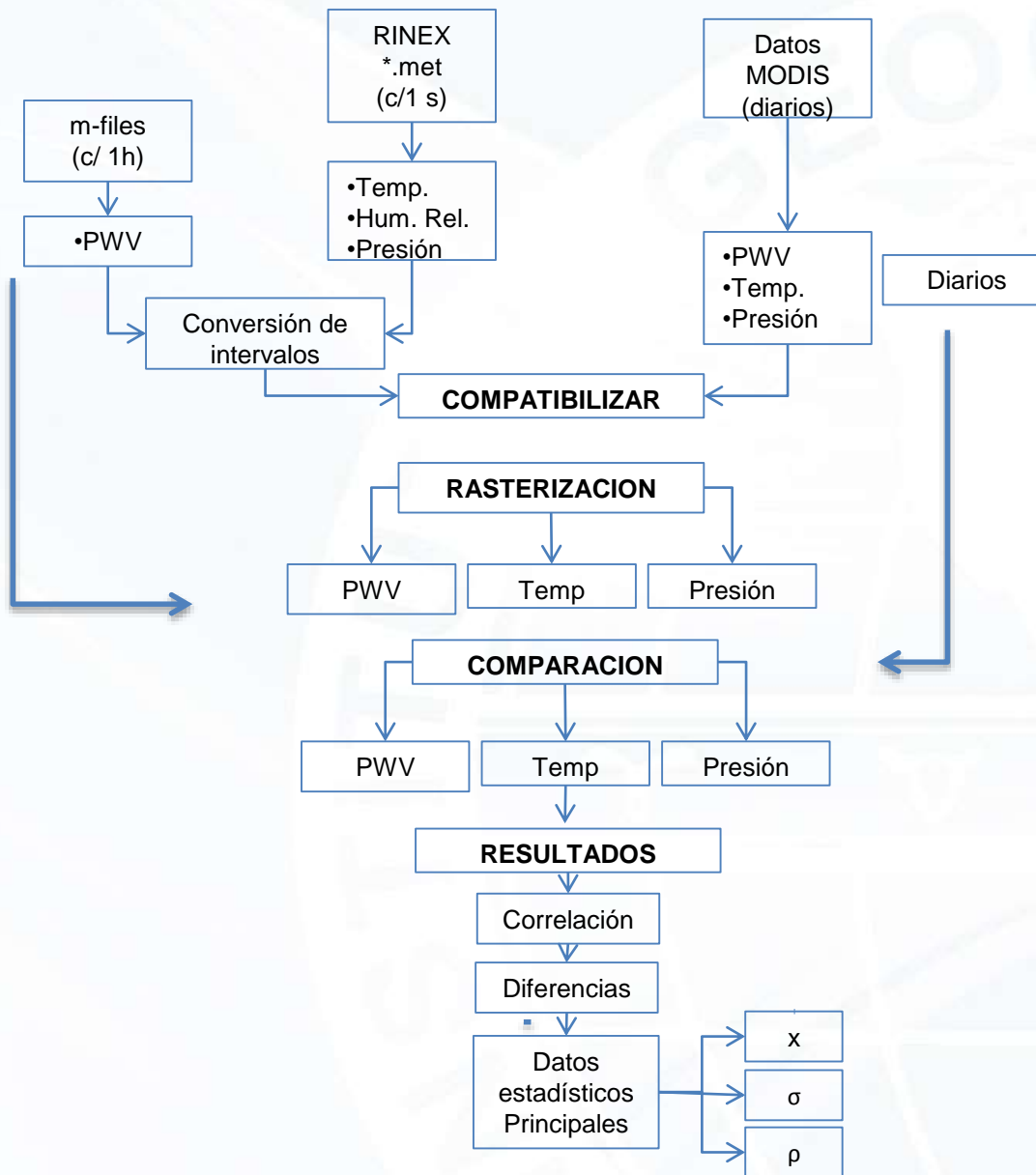
**YY**

**Año correspondiente a la sesión procesada**

- 5. Resultados de los parámetros atmosféricos estimados**

**met\_NAM.YYDDD**

# INPUTS:



met crudo

m-file

```

2.11 METEOROLOGICAL DATA RINEX VERSION / TYPE
teqc 2013Mar15 JAVIER BENAVIDES 20150121 14:46:06UTC0PM / RUN BY / DATE
Linux2.4.20-8-[1386]gcc[Mn32-Mn0K32]- COMMENT
ALEC (COOO code) COMMENT
ALEC MARKER NAME
ALEC MARKER NUMBER
7 FR TD HR WS WD RZ HZ # / TYPES OF OBSERV
0.0 PR SENSOR MOI/TYPER/ACC
0.0 TD SENSOR MOI/TYPER/ACC
0.0 HR SENSOR MOI/TYPER/ACC
0.0 WS SENSOR MOI/TYPER/ACC
0.0 WD SENSOR MOI/TYPER/ACC
0.0 RZ SENSOR MOI/TYPER/ACC
0.0 HZ SENSOR MOI/TYPER/ACC
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 PR SENSOR POS XYZ/M
END OF HEADER
15 1 4 0 0 1 767.9 14.1 97.6 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 1 1 767.9 14.1 97.6 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 2 1 767.9 14.1 97.6 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 3 1 767.9 14.2 97.7 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 4 1 767.9 14.1 97.4 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 5 1 767.9 14.0 97.3 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 6 1 767.9 14.1 97.5 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 7 1 767.9 14.3 97.7 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 8 1 767.9 14.2 97.4 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 9 1 767.9 14.1 97.2 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 10 1 767.9 14.0 97.3 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 11 1 767.9 13.9 97.4 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 12 1 767.9 13.9 97.5 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 13 1 767.9 13.9 97.7 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 14 1 767.9 14.0 97.8 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 15 1 767.9 14.0 97.9 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 16 1 767.9 14.0 98.0 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 17 1 768.0 14.2 98.0 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 18 1 768.0 14.3 97.9 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 19 1 768.0 14.2 97.4 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 20 1 768.0 14.1 97.2 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 21 1 768.0 14.1 97.2 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 22 1 768.0 14.2 97.2 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 23 1 768.0 14.2 97.1 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 24 1 768.1 14.1 97.0 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 25 1 768.1 14.1 97.0 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 26 1 768.1 14.3 97.2 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 27 1 768.1 14.1 96.9 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 28 1 768.1 14.1 96.8 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 29 1 768.1 14.0 97.0 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 30 1 768.1 14.1 97.2 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 31 1 768.1 14.0 97.2 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 32 1 768.1 14.0 97.4 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 33 1 768.2 14.1 97.5 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 34 1 768.2 14.1 97.7 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 35 1 768.2 14.1 97.8 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 36 1 768.2 14.1 97.8 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 37 1 768.3 14.1 97.8 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 38 1 768.3 14.0 97.8 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 39 1 768.3 14.0 97.8 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 40 1 768.3 14.0 97.8 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 41 1 768.3 14.0 98.0 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 42 1 768.3 14.0 98.0 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 43 1 768.3 14.1 98.1 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 44 1 768.3 14.0 98.1 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 45 1 768.3 13.9 98.0 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 46 1 768.3 14.0 98.1 0.0 0.0 0.0 0.0
15 1 4 0 47 1 768.3 14.1 98.2 0.0 0.0 0.0 0.0
  
```

```

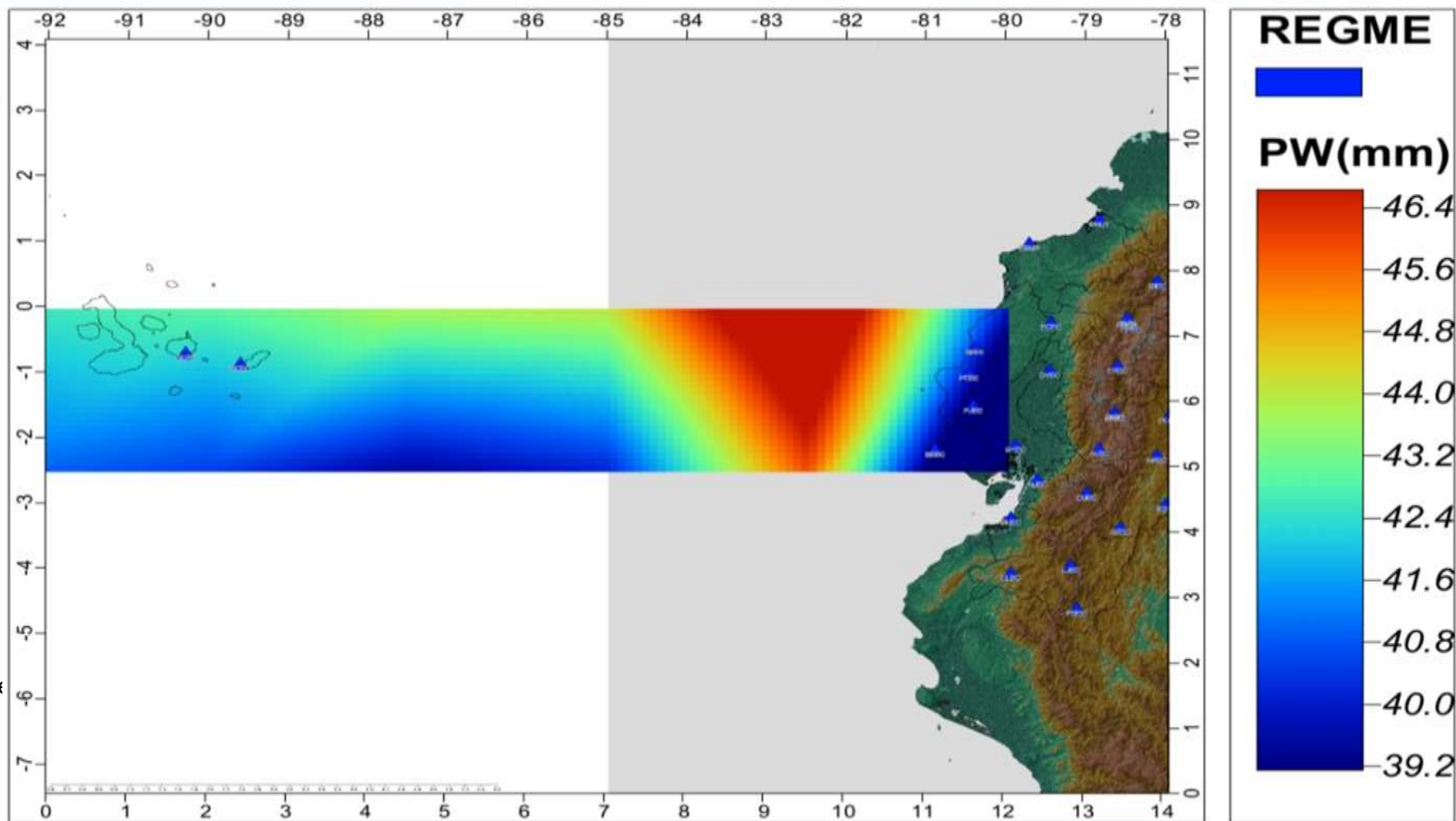
* Estimated atmospheric values for ALEC. Hight estimate: 53.4772 +/- 0.0094 m.
* METUTIL version 3.0 2009-08-27
* Input files: oigefa 2014 total Zen sig Zen PW sig PW (mm) Press (hPa) Temp (C) ZHD (mm)
* Yr Day Hr Mh Sec Total Zen Wet Zen Sig Zen PW sig PW (mm) Press (hPa) Temp (C) ZHD (mm)
2015 4 0 0 0 1884.00 128.57 6.10 20.56 0.96 767.90 287.25 1755.03 1.40 12.80 10.70 21.00
2015 4 1 0 0 1884.90 128.50 6.10 20.56 0.96 768.50 287.25 1756.40 1.95 12.82 10.62 20.95
2015 4 2 0 0 1885.60 127.37 5.10 20.36 0.82 769.30 286.85 1758.23 2.49 12.84 10.55 20.90
2015 4 3 0 0 1887.10 128.19 5.90 20.50 0.94 769.60 286.96 1758.91 3.04 12.86 10.47 20.85
2015 4 4 0 0 1886.70 127.79 6.60 20.43 1.05 769.60 286.86 1758.91 3.58 12.88 10.40 20.80
2015 4 5 0 0 1879.00 121.00 5.60 19.36 0.90 769.20 287.16 1758.00 4.13 12.91 10.32 20.76
2015 4 6 0 0 1900.30 143.90 6.80 23.21 1.10 768.50 290.46 1756.40 4.67 12.93 10.25 20.71
2015 4 7 0 0 1876.50 120.34 5.40 19.22 0.85 768.40 286.46 1756.16 5.22 12.95 10.17 20.66
2015 4 8 0 0 1902.10 147.07 5.40 23.53 0.85 767.90 287.15 1755.03 5.77 12.97 10.10 20.61
2015 4 9 0 0 1932.70 178.59 5.60 26.76 0.90 767.50 289.76 1754.11 6.31 12.99 10.03 20.56
2015 4 10 0 0 1926.60 171.58 5.30 27.62 0.85 767.90 289.56 1755.02 6.86 13.01 9.95 20.51
2015 4 11 0 0 1925.00 169.52 5.10 27.27 0.82 768.10 289.36 1755.48 7.40 13.03 9.88 20.46
2015 4 12 0 0 1922.80 166.40 5.50 26.76 0.88 768.50 289.26 1756.40 7.95 13.05 9.80 20.41
2015 4 13 0 0 1928.60 170.84 5.20 27.55 0.84 769.10 290.36 1757.76 8.50 13.07 9.72 20.36
2015 4 14 0 0 1909.30 151.99 5.20 24.32 0.83 768.90 287.19 1757.31 9.04 13.09 9.65 20.31
2015 4 15 0 0 1890.20 133.84 5.20 21.42 0.84 768.70 288.86 1756.86 9.59 13.11 9.57 20.26
2015 4 16 0 0 1899.30 142.22 5.90 22.91 0.95 768.80 289.96 1757.06 10.13 13.14 9.50 20.21
2015 4 17 0 0 1905.90 149.59 4.90 23.89 0.79 768.90 289.05 1757.31 10.68 13.16 9.43 20.16
2015 4 18 0 0 1902.40 146.23 5.60 23.54 0.90 768.40 289.65 1756.17 11.22 13.18 9.35 20.11
2015 4 19 0 0 1900.20 145.40 6.30 23.43 1.02 767.80 289.96 1754.80 11.77 13.20 9.28 20.06
2015 4 20 0 0 1898.60 144.49 5.80 23.24 0.93 767.50 289.36 1754.11 12.32 13.22 9.20 20.00
2015 4 21 0 0 1896.80 142.01 7.80 22.76 1.25 767.80 287.96 1754.79 12.86 13.24 9.12 19.95
2015 4 22 0 0 1897.00 142.20 6.00 22.77 0.96 767.80 287.46 1754.80 13.41 13.26 9.05 19.90
2015 4 23 0 0 1899.00 143.06 6.40 22.88 1.02 768.30 287.06 1755.94 13.95 13.28 8.97 19.85
  
```

Donde:

- Total Zen: Retraso zenital total
- Wet Zen: Retraso zenital seco
- PW: Vapor de agua precipitable
- Press: Presión
- Temp: Temperatura
- ZHD: Retraso zenital húmedo

Se obtuvieron datos de vapor de agua precipitable de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)

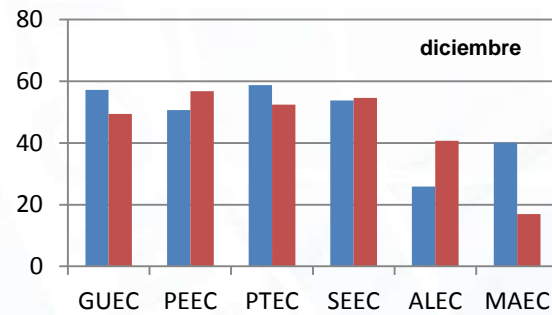
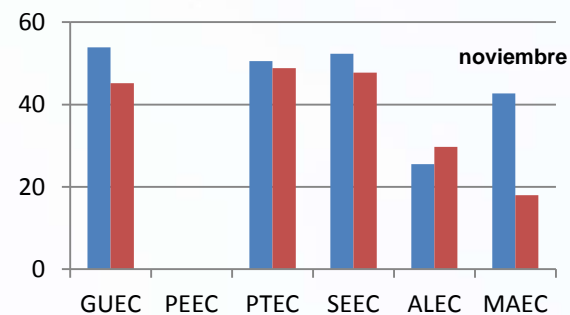
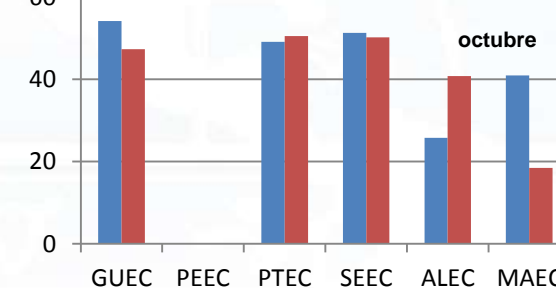
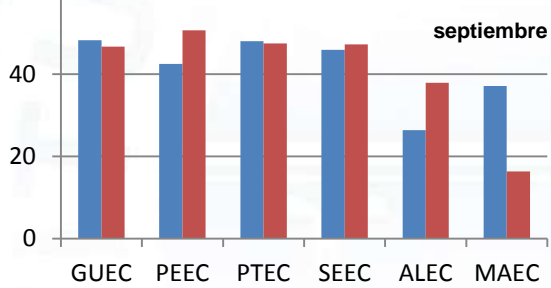
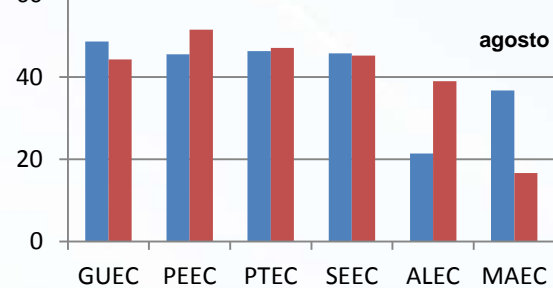
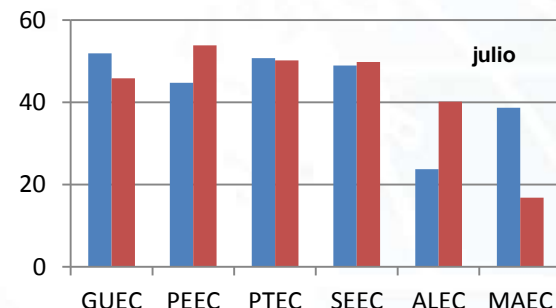
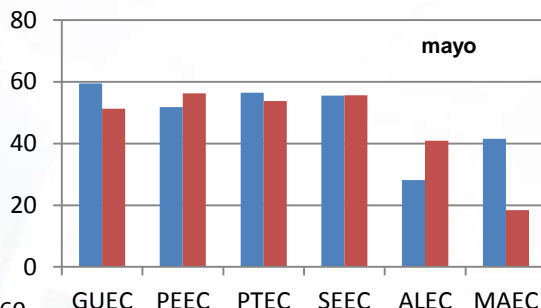
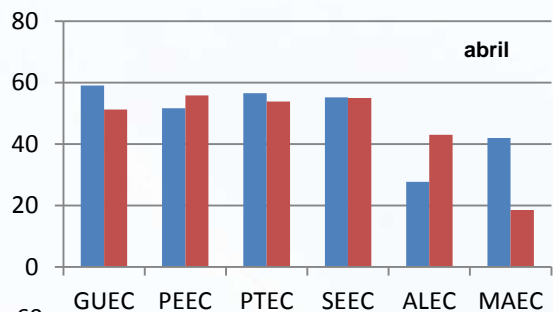
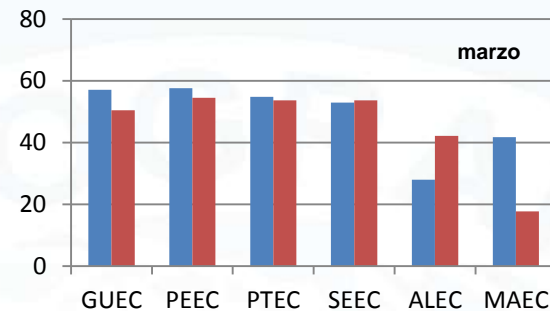
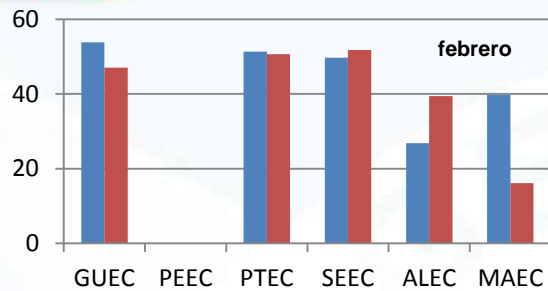
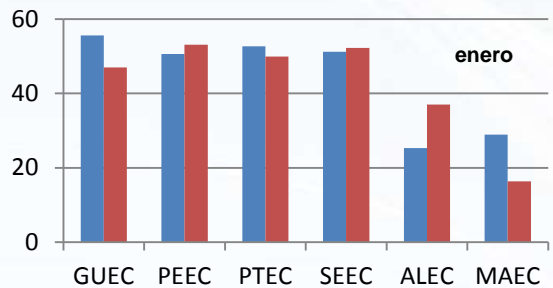
Se seleccionaron y se crearon archivos individuales de cada mes de los valores de PWV.





		<b>GUEC</b>	<b>PEEC</b>	<b>PTEC</b>	<b>SEEC</b>	<b>ALEC</b>	<b>MAEC</b>
<b>ene</b>	<b>IGM</b>	55,58	50,60	52,65	51,16	25,31	28,92
	<b>MODIS</b>	46,99	53,06	49,95	52,20	36,99	16,34
<b>feb</b>	<b>IGM</b>	53,77		51,33	49,67	26,82	39,73
	<b>MODIS</b>	47,03		50,60	51,74	39,40	16,08
<b>mar</b>	<b>IGM</b>	57,08	57,62	54,84	52,96	27,99	41,78
	<b>MODIS</b>	50,45	54,55	53,67	53,71	42,13	17,70
<b>abr</b>	<b>IGM</b>	59,06	51,65	56,55	55,21	27,76	42,03
	<b>MODIS</b>	51,26	55,87	53,87	54,99	43,04	18,53
<b>may</b>	<b>IGM</b>	59,49	51,77	56,48	55,55	28,19	41,52
	<b>MODIS</b>	51,23	56,29	53,78	55,60	40,86	18,35
<b>jul</b>	<b>IGM</b>	51,87	44,71	50,73	48,98	23,78	38,69
	<b>MODIS</b>	45,82	53,84	50,19	49,82	40,17	16,83
<b>ago</b>	<b>IGM</b>	48,56	45,50	46,25	45,70	21,41	36,70
	<b>MODIS</b>	44,28	51,45	47,07	45,16	38,99	16,66
<b>sep</b>	<b>IGM</b>	48,21	42,43	47,99	45,85	26,36	37,05
	<b>MODIS</b>	46,62	50,63	47,43	47,17	37,88	16,34
<b>oct</b>	<b>IGM</b>	54,10		49,08	51,27	25,76	40,90
	<b>MODIS</b>	47,32		50,50	50,19	40,78	18,45
<b>nov</b>	<b>IGM</b>	53,86		50,56	52,37	25,50	42,66
	<b>MODIS</b>	45,17		48,85	47,76	29,70	17,94
<b>dic</b>	<b>IGM</b>	57,19	50,60	58,69	53,73	25,81	40,08
	<b>MODIS</b>	49,42	56,72	52,45	54,58	40,71	16,91





■ IGM  
■ MODIS



## CONCLUSIONES

**Los resultados demostraron que los valores de correlación están sobre el 0.84 por mes según el índice de Pearson, mientras que el RMSE están entre 3.5 y 5.8 mm por mes, es decir que existe consistencia de los valores generados de los sensores meteorológicos con las datos satelitales, para el 2015. Con lo que se concluye que los valores de vapor de agua calculados en el procesamiento geodésico, pueden ser aplicados en situaciones prácticas, tanto para estimación de disponibilidad de agua precipitable, así como modelamiento para la toma de decisiones para la gestión de riesgos.**

## **TRABAJO PENDIENTE:**

**El IGM dispone de una base de datos actualizada en relación a la obtención de los parámetros atmosféricos, con los cuales se trabaja para interpolar y modelar dichos datos meteorológicos, y a la vez pone los datos a disposición de las instituciones de investigación, universidades y organismos internacionales de geodesia, para desarrollar un proceso de validación y realizar un trabajo conjunto.**



Ministerio  
de Defensa  
Nacional



Comando Conjunto  
de las Fuerzas  
Armadas



Ejército  
Ecuatoriano



Instituto  
Geográfico  
Militar



Instituto Geográfico Militar  
[www.igm.gob.ec](http://www.igm.gob.ec) / [www.geoportaligm.gob.ec](http://www.geoportaligm.gob.ec)

**GRACIAS**

**SIMPOSIO SIRGAS 2016 ECUADOR Y  
TALLER SIRGAS (GT-III)**

**NOVIEMBRE 16 – 25, 2016**