



Ministerio
de Defensa
Nacional



Comando Conjunto
de las Fuerzas
Armadas



Ejército
Ecuatoriano



Instituto
Geográfico
Militar

Instituto Geográfico Militar
www.igm.gob.ec / www.geoportaligm.gob.ec

TEMA: “DETERMINACIÓN DE LA RED GRAVIMÉTRICA ABSOLUTA DEL ECUADOR – REGAEC”

Mendoza, Argentina, 28-11-2017



GRAVIMETRÍA EN EL ECUADOR

RESEÑA HISTÓRICA

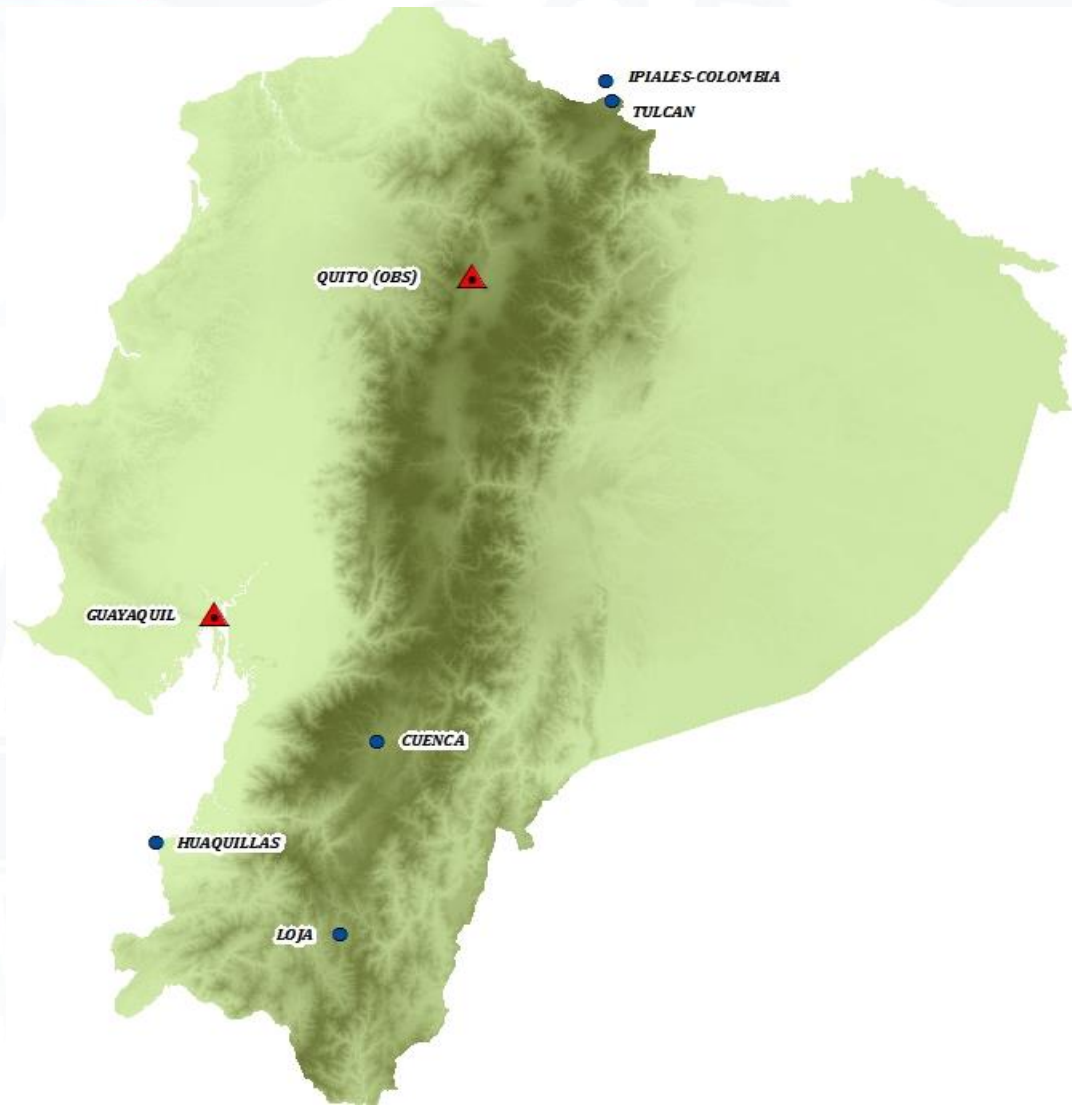
1949- Mediciones pendulares (Observatorio Astronómico-Quito, Aeropuerto Quito, Guayaquil, Instituto Nacional de Higiene, Bco la Previsora y Edificio Nacional de Ipiales-Colombia).

<u>Estación</u>	<u>Observ.</u>	<u>Instr.</u>	<u>AÑO</u>	<u>C. Miligales</u>
Observatorio Astronómico-Quito	Whalen	W-32-A	1956	977.279.0
	Chelton	Péndulo	1949	977.279
	Harding	W-10-C	1949	977.280.8
Aeropuerto Quito	Whalen	W-32-A	1956	977.287.3
	Harding	W-10-C	1949	977.289.3
	Black	W-10-E	1952	977.289.4
Aeropuerto Guayaquil	Whalen	W-32-A	1956	978.140.8
	Harding	W-10-C	1949	978.141.2
	Black	W-10-E	1952	978.141.5 978.141.6
Instituto Nac. de Higiene-Guayaquil	Whalen	W-32-A	1956	978.129.9
	Chelton	W-20	1949	978.131
Banco La Previsora-Guayaquil	Whalen	W-32-A	1956	978.123.1
	Shelton	W-20	1949	978.124
Edif. Nac. Ipiales-Colombia	Whalen	W-32-A	1956	977.251
	Shelton	Péndulo	1941	977.252



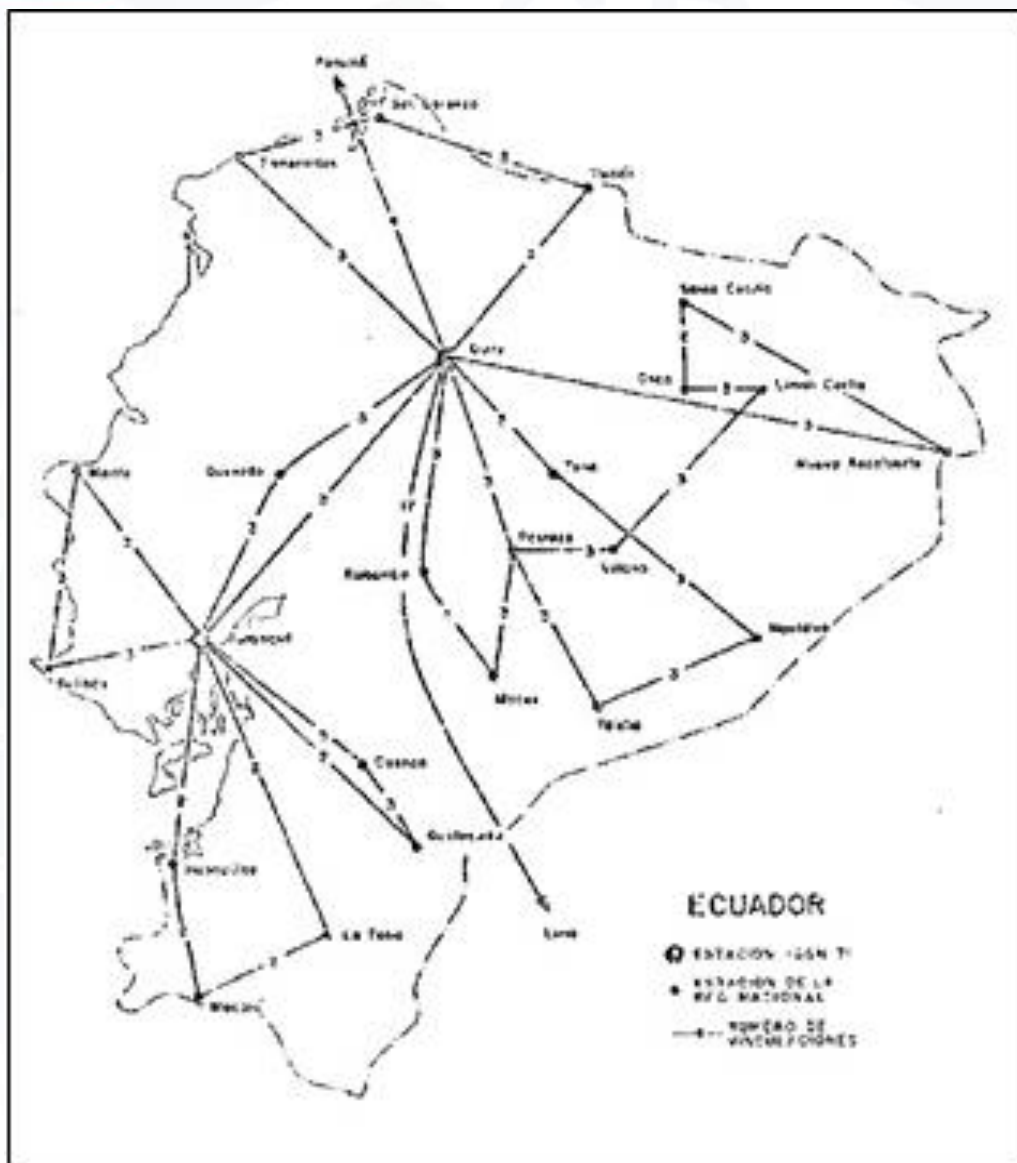
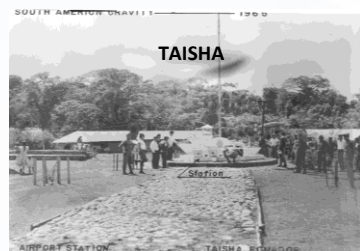
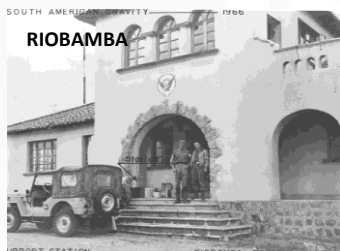
1956-1957

IGM y el IAGS, gravímetros Worden, modelo W-32A. Estación pendular Base **Observatorio Astronómico-Quito** y determinación de Huaquillas, Cuenca, Loja, Tulcán e Ipiales.





1966- 3 gravímetros relativos Lacoste & Romberg se determinaron 24 estaciones en todo el país. Bases Quito Observatorio y Guayaquil.





Ministerio
de Defensa
Nacional



Comando Conjunto
de las Fuerzas
Armadas



Ejército
Ecuatoriano

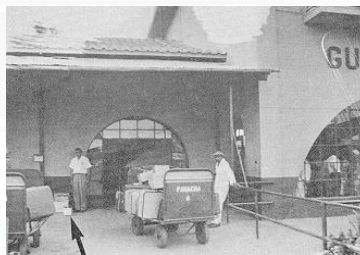
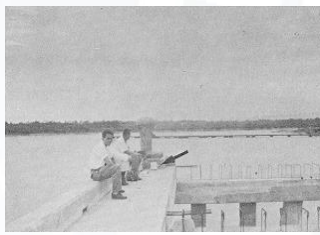


Instituto
Geográfico
Militar

RED IGSN 71

En el año 1971, en la XV Asamblea General de la Unión Internacional de Geodestas y Geofísicos (IUGG) en la ciudad de Moscú, se adopta a la red gravimétrica IGSN71 (International Gravity Standardization Net 1971) como el nuevo sistema gravimétrico internacional.

En el Ecuador las estaciones IGSN71 se ubican en las ciudades de Quito y Guayaquil

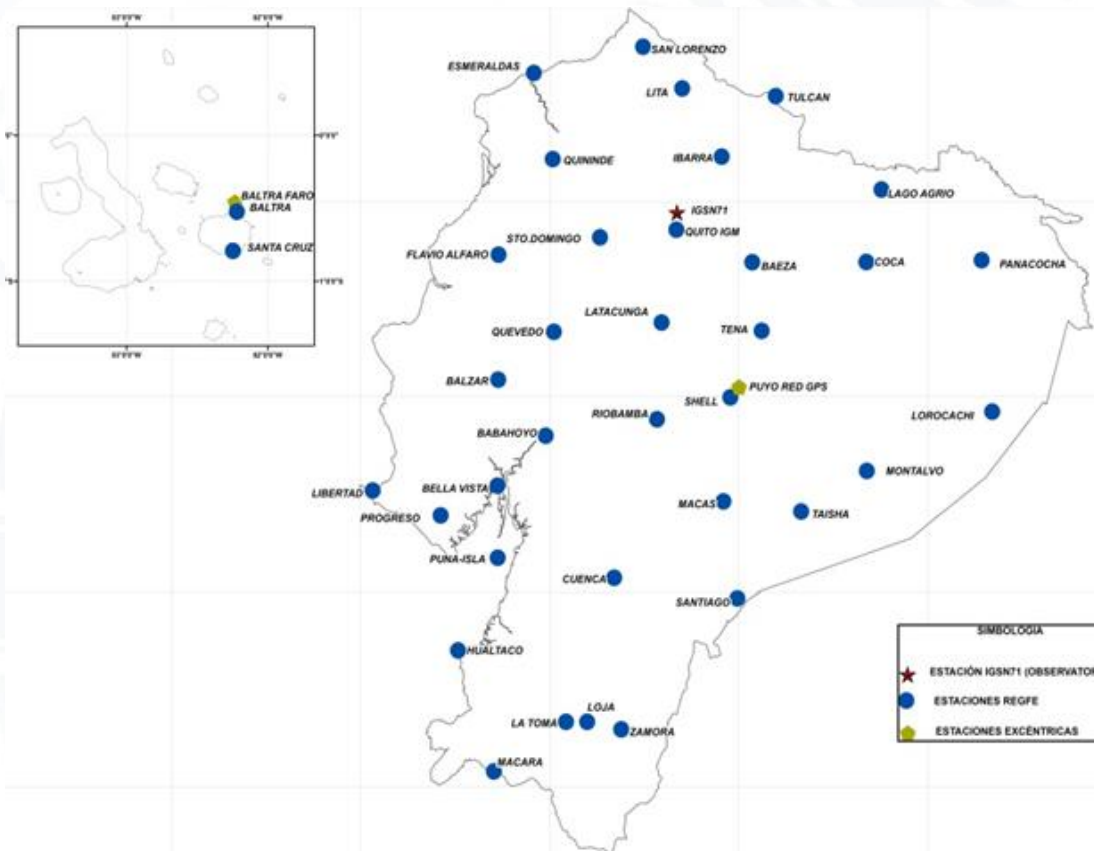


CODIGO IGSN71	CIUDAD	UBICACIÓN
33208A	QUITO	OBSERVATORIO ASTRONÓMICO
33208J	QUITO	AEROPUERTO MARISCAL SUCRE
33208K	QUITO	AEROPUERTO MARISCAL SUCRE
33208L	QUITO	AEROPUERTO MARISCAL SUCRE
33229L	GUAYAQUIL	AEROPUERTO SIMÓN BOLÍVAR
33229M	GUAYAQUIL	AEROPUERTO SIMÓN BOLÍVAR
33229N	GUAYAQUIL	PUERTO MARÍTIMO
33229P	GUAYAQUIL	MONUMENTO SIMÓN BOLÍVAR Y SAN MARTÍN
33229K	GUAYAQUIL	AEROPUERTO SIMÓN BOLÍVAR



RED GRAVIMÉTRICA FUNDAMENTAL DEL ECUADOR (REGFE)

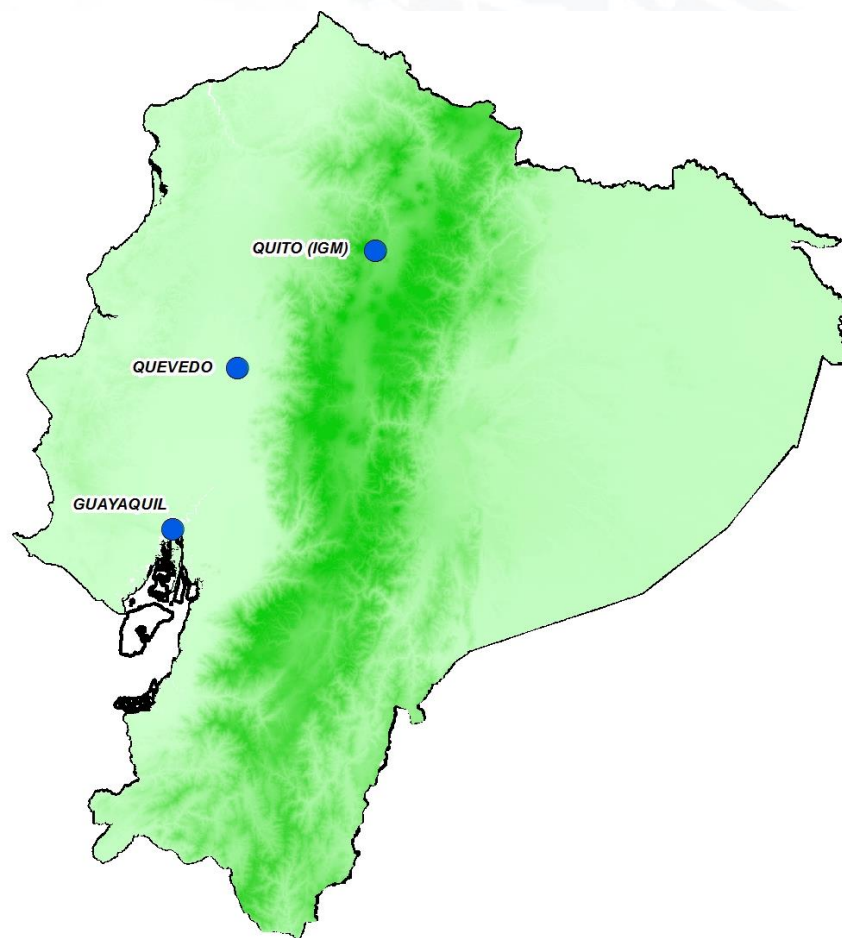
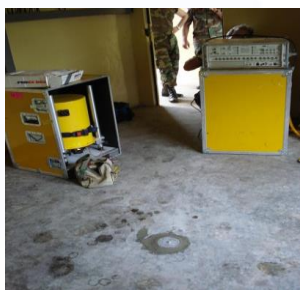
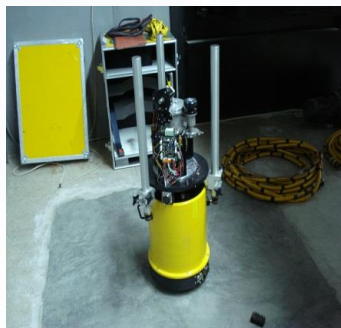
- 2002 – 2003, el IGM – UPSP – IBGE - INOCAR
- Red enlazada a la Red Mundial IGSN71 (Obs. Astronómico)
- 5 gravímetros relativos Lacoste & Romberg, modelo G
- Traslado vía terrestre, marítima y fluvial
- 39 estaciones principales – 2 excéntricas





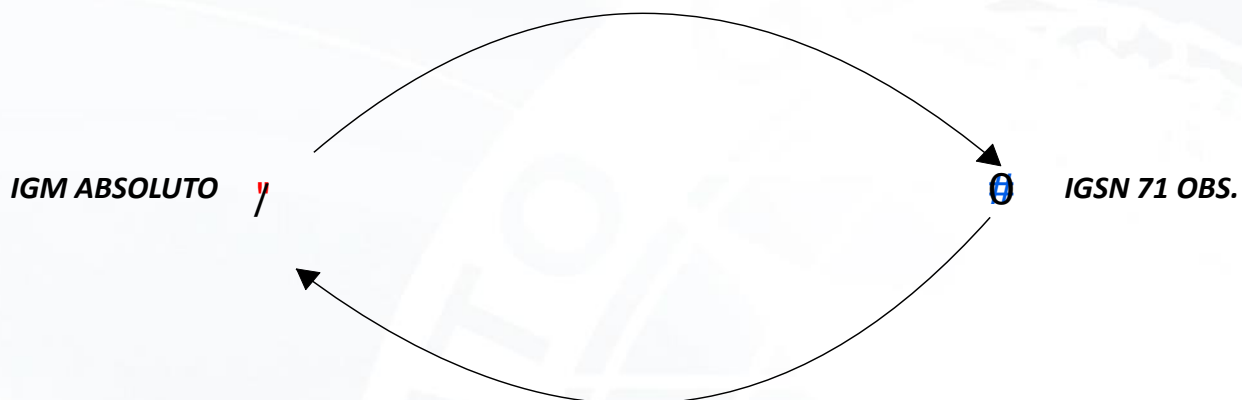
ESTACIONES ABSOLUTAS

- Tres (3) Estaciones Absolutas de Gravedad (NGA)
- **Quito – Guayaquil - Quevedo**
- Gravímetro absoluto A10, serie #10
- Línea de calibración instrumental, Quito (2850m snmm) – Guayaquil (200m snmm)





ENLACE IGM ABSOLUTA - IGSN71 OBSERVATORIO



ESTACIÓN ABSOLUTA (BASE)	ESTACIÓN RED IGSN71	VALOR GRAVEDAD IGSN71 (mGal)	VALOR OBSERVADO IGSN71 (mGal)	DIFERENCIA (mGal)
IGM	32208 (OBS.ASTR.)	977263,18	977263,16	0,02

Tabla 1. Comparación de resultados Enlace Absoluta – Red IGSN71

Fuente: Flores, F. 2008



RED GRAVEDAD ABSOLUTA ECUADOR (REGA-EC)

2017

- El valor de la gravedad absoluta se obtiene independientemente de cualquier sistema de referencia externo local, regional o global, constituyendo así medidas absolutas que conformarán las llamadas redes de orden cero. Así, en el futuro las redes de referencia de gravedad se basarán sólo en determinaciones absolutas (Boedecker 2002).
- Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el Instituto Geográfico Militar del Ecuador (IGM) y el Centro de Estudios de Geodesia (CENEGEO) del Brasil.



RED GRAVEDAD ABSOLUTA ECUADOR (REGA-EC)

FASE 1. PLANIFICACIÓN

- Campaña previa de campo para la determinación de los posibles sitios a ser medidos
- Comprobación de la estabilidad del sitio por medio de gravímetros relativos SCINTREX, CG-5
- Medición GPS de las estaciones a determinar (Posterior Nivelación)
- Materialización por medio de placas del aluminio empotradas en el concreto
- Fácil acceso, perdurabilidad en el tiempo y seguridad (Cuarteles Militares)





Ministerio
de Defensa
Nacional



Comando Conjunto
de las Fuerzas
Armadas



Ejército
Ecuatoriano



Instituto
Geográfico
Militar

RED GRAVEDAD ABSOLUTA ECUADOR (REGA-EC) FASE 2. DESARROLLO

LLEGADA DEL
GRAVÍMETRO
ABSOLUTO A10 –
VÍA AÉREA



CALIBRACIÓN DEL
EQUIPO



CAMPAÑA DE
CAMPO





FASE 3. CAMPAÑA DE CAMPO

LOGÍSTICA

- 15 DÍAS DE CAMPAÑA
- PERSONAL IGM – CENEGEO
- 2 VEHÍCULOS

EQUIPOS

- GRAVÍMETRO ABSOLUTO A10
- GRAVÍMETRO RELATIVO SCINTREX CG-5

OBJETIVO

- *26 ESTACIONES ABSOLUTAS DE GRAVEDAD*



Ministerio de Defensa Nacional



Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas

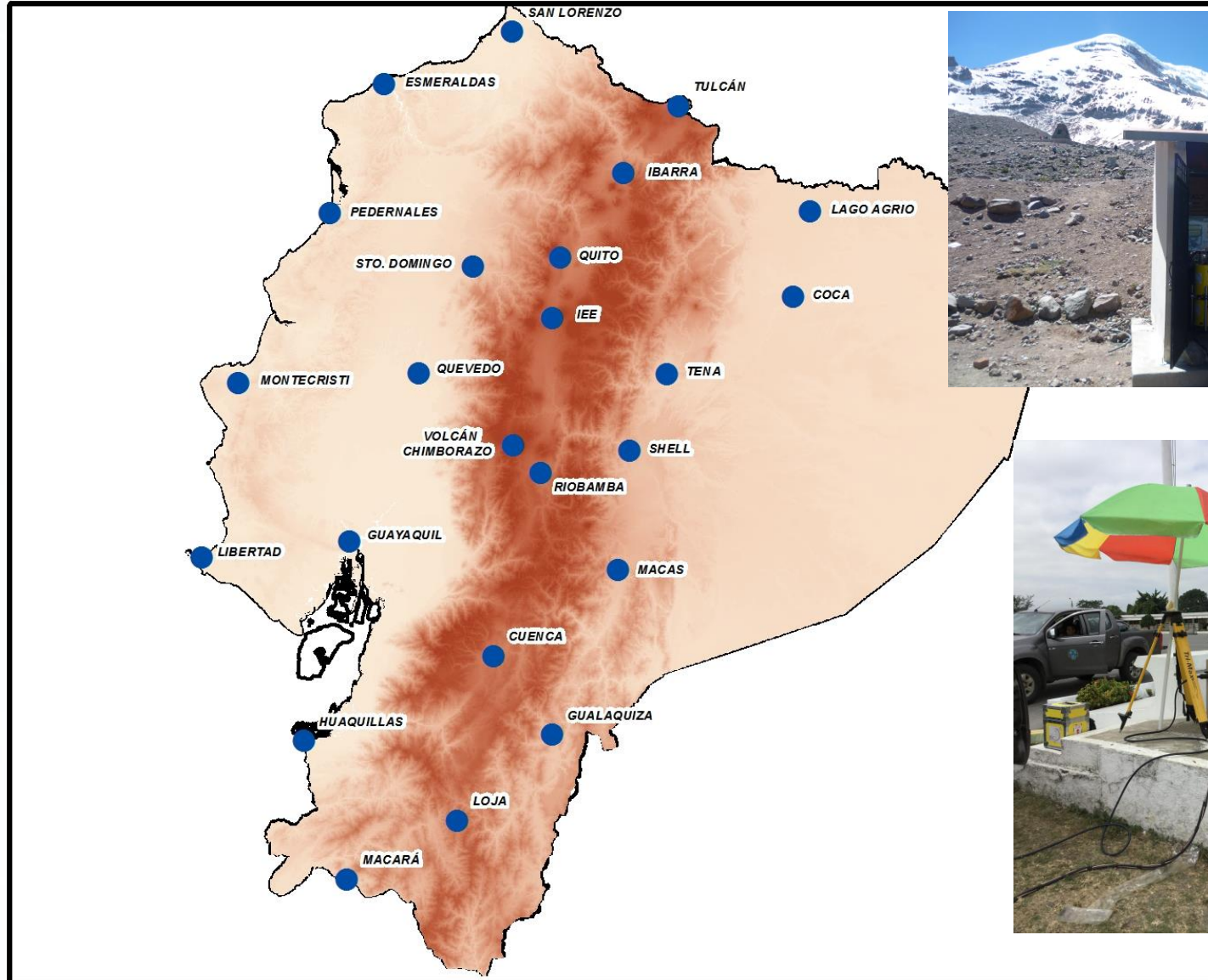


Ejército Ecuatoriano



Instituto Geográfico Militar

RED DE GRAVEDAD ABSOLUTA ECUADOR - REGAEC



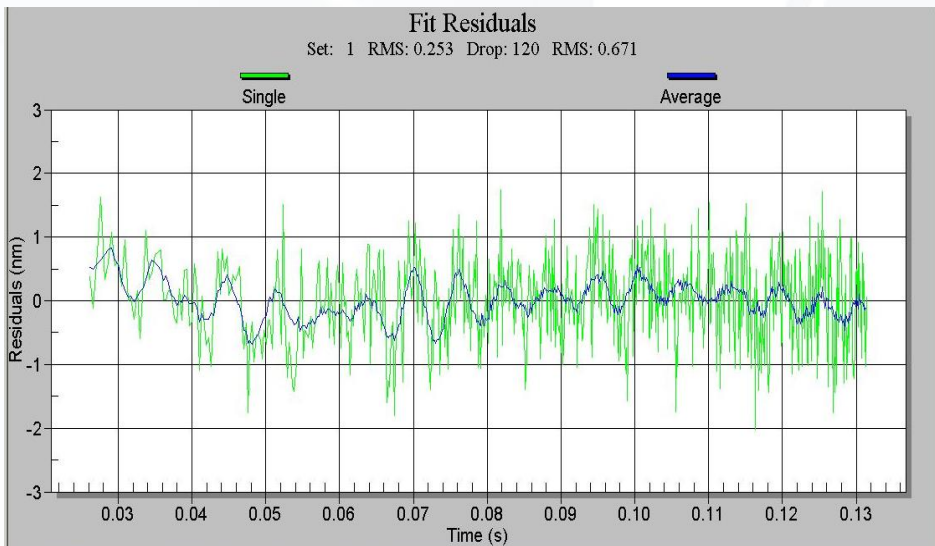
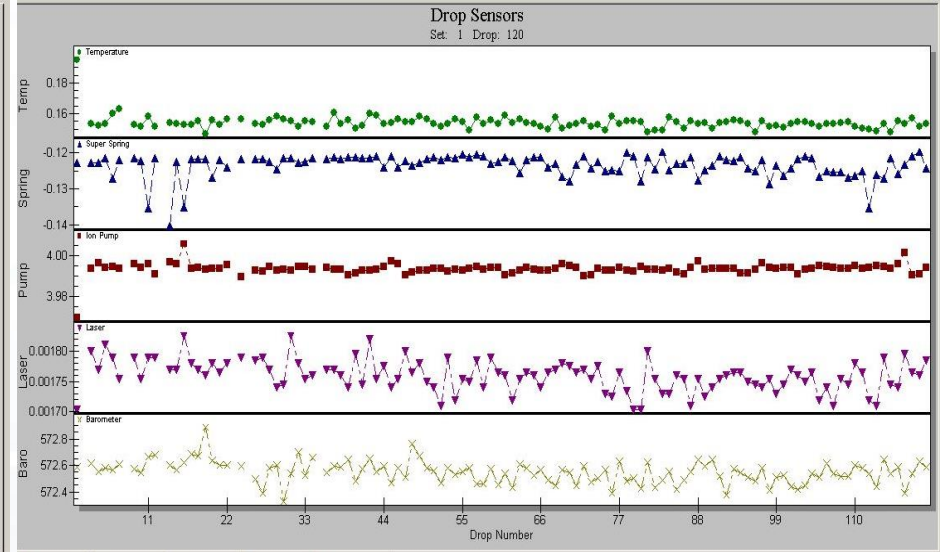
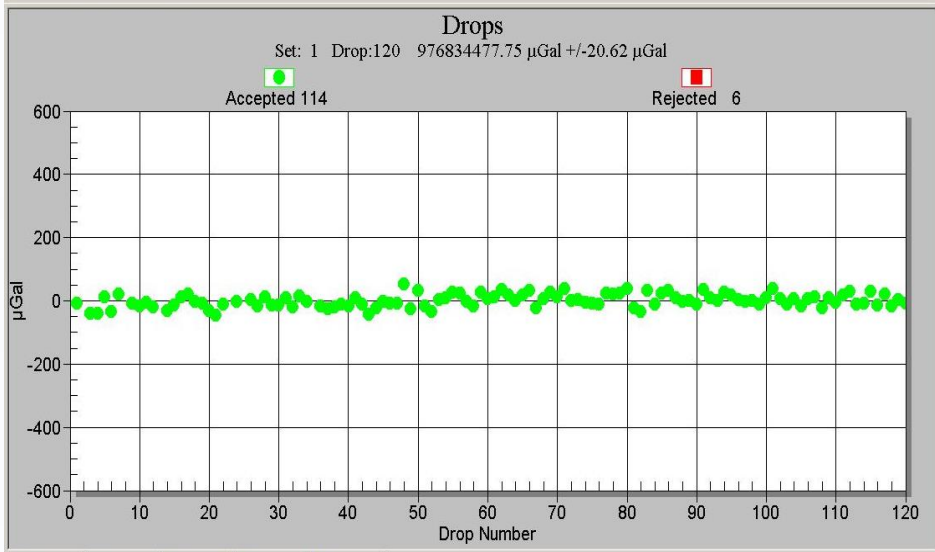


ESTACIÓN ABSOLUTA	VALOR DE GRAVEDAD (mGal)	PRECISIÓN (μGal)
VOLCÁN CHIMBORAZO	976834.455	11.01
IEE	977075.102	11.95
TEMPLETE BODEGA	977209.352	11.10
TEMPLETE TRIBUNA	977210.476	10.83
TULCAN	977237.55	13.36
IGM	977245.515	11.16
RIOBAMBA	977285.717	10.92
CUENCA	977311.802	10.76
IBARRA	977344.9	14.61
LOJA	977447.44	10.90
MACAS	977616.241	10.90
SHELL	977675.931	10.83
GUALAQUIZA	977741.55	10.99
TENA	977812.175	11.18
SANTO DOMINGO	977895.764	11.50
LAGO AGRIO	977918.598	11.00
COCA	977922.86	10.79
HUALTACO	977964.818	11.08
QUEVEDO	977980.369	11.43
MACARA	977986.424	10.79
SAN LORENZO	978011.675	11.24
ESMERALDAS	978016.445	13.24
PEDERNALES	978039.597	11.45
MONTECRISTI	978044.762	12.58
LIBERTAD	978096.249	11.10
GUAYAQUIL	978136.603	10.91





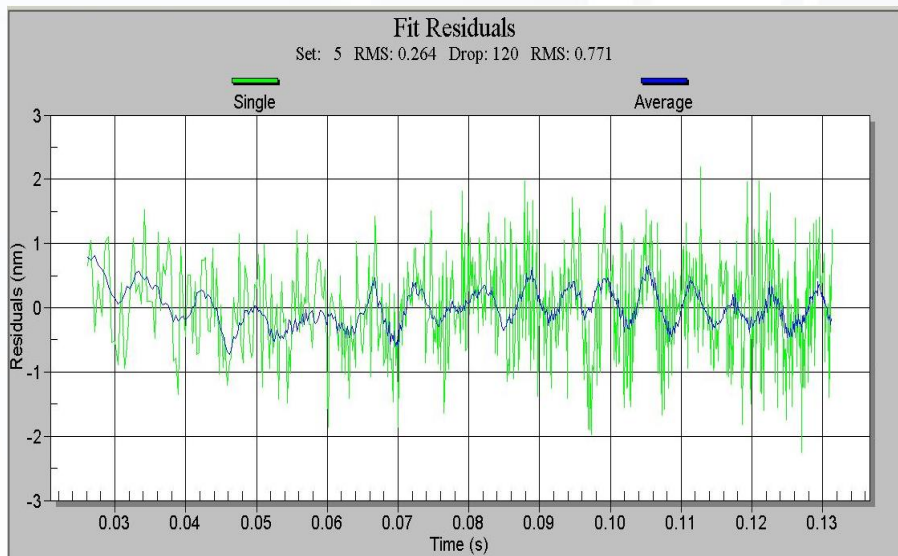
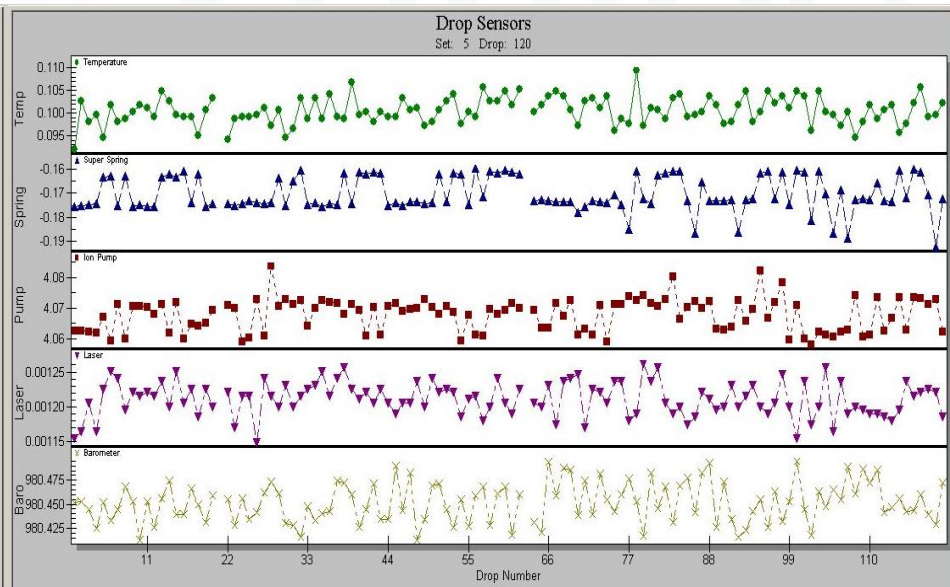
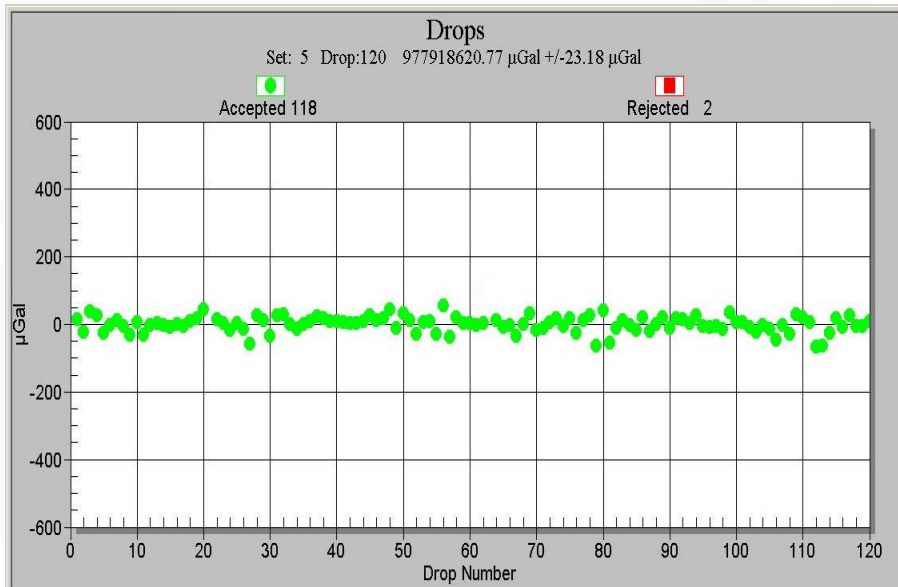
CHIMBORAZO



Setup											
Position:	-1.4753333	-78.8457778	4856	550.67	-3.086	0					
System:	A10	032	70.5	Acquisition:	10	120	6	1			
Drop											
15:35:58	976834469.47	0.00	0.67	1	a						
Tide:	140.72	Load:	-1.96	Polar:	0.46						
Baro:	6.58	Transfer:	217.56	Other:	-0.00						
Temp (0):	0.19	Ion (2):	3.97	Pres (4):	572.59						
Spring (1):	-0.12	Laser (3):	0.00	Seis Z(7):	0.00						
Set											
15:37:01	976834477.75	10.89	20.62	1	95						
Tide:	140.52	Load:	-2.00	Polar:	0.46						
Baro:	6.56	Transfer:	217.56	Other:	-0.00						
Project											
15:50:28	20117	10									
Gravity:	976834454.04										
Set Scatter:	31.77										
Uncertainty:	14.69										
Tide:	136.90										
Load:	-2.51										
Polar:	0.46										
Baro:	6.54										
Transfer:	217.56										
Other:	-0.00										
Accept %:	97										



LAGO AGRIO



Setup										
Position:	0.0928611	-76.8661111	303	977.38	-3.086	0				
System:	A10	032	70.5	Acquisition:	10	120	6	1		
Drop										
22:46:12	977918635.57	0.00	0.78	1	a					
Tide:	-108.09	Load:	-1.56	Polar:	-0.03					
Baro:	0.92	Transfer:	217.56	Other:	-0.00					
Temp (0):	0.09	Ion (2):	4.06	Pres (4):	980.45					
Spring (1):	-0.18	Laser (3):	0.00	Seis Z(7):	0.00					
Set										
22:47:12	977918620.77	10.92	23.18	5	98					
Tide:	-108.13	Load:	-1.51	Polar:	-0.03					
Baro:	0.92	Transfer:	217.56	Other:	-0.00					
Project										
22:48:41	20317	10								
Gravity:	977918574.89									
Set Scatter:	7.94									
Uncertainty:	11.00									
Tide:	-107.81									
Load:	-1.44									
Polar:	-0.03									
Baro:	0.93									
Transfer:	217.56									
Other:	-0.00									
Accept %:	95									



Ministerio de Defensa Nacional



Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas



Ejército Ecuatoriano



Instituto Geográfico Militar

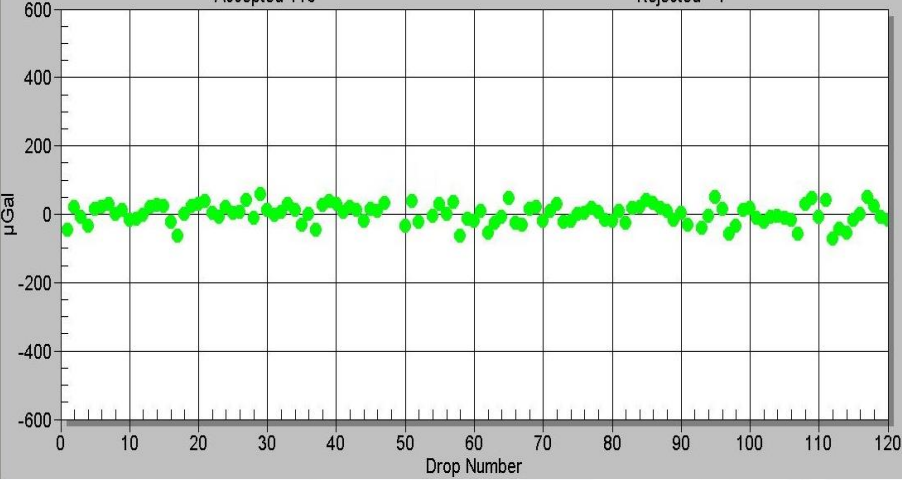
MACARÁ

Drops

Set: 1 Drop:120 977986484.56 μGal +/-28.12 μGal

Accepted 116

Rejected 4

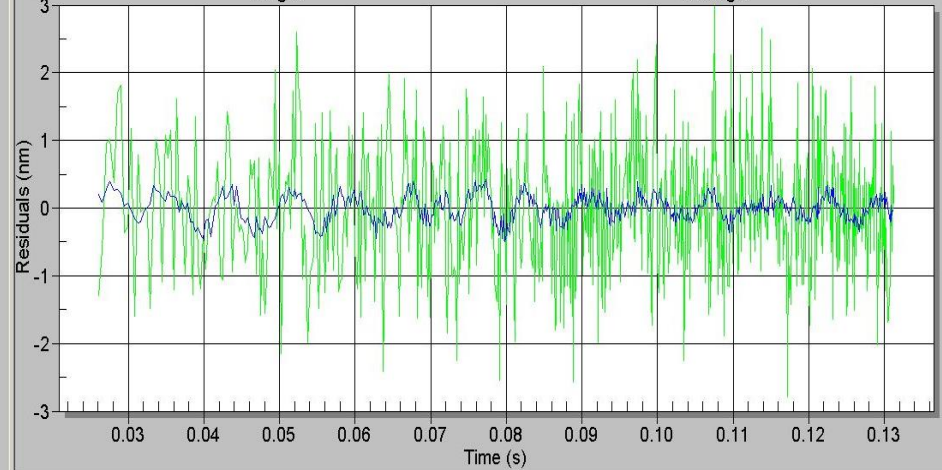


Fit Residuals

Set: 1 RMS: 0.178 Drop: 120 RMS: 0.966

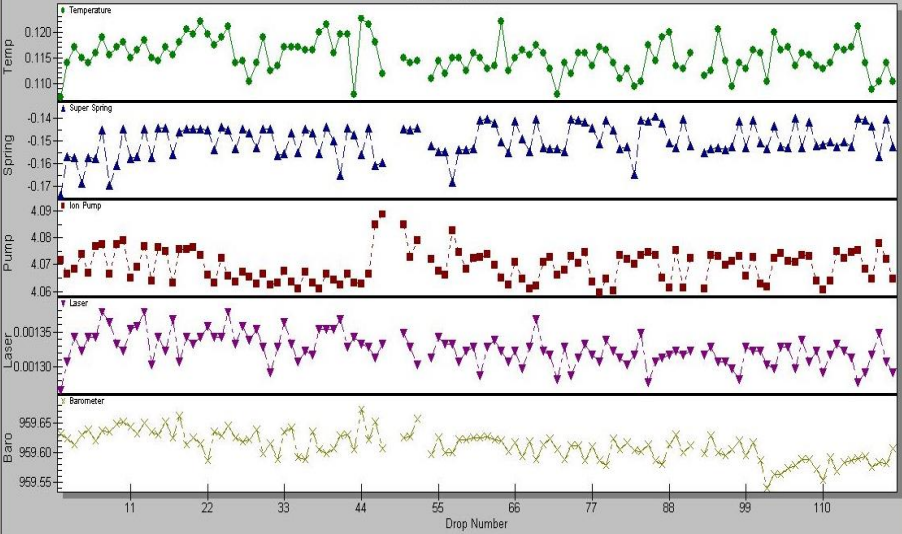
Single

Average



Drop Sensors

Set: 1 Drop: 120



Setup

Position:	<input type="text" value="4.3733888"/>	<input type="text" value="-79.9393333"/>	<input type="text" value="475"/>	<input type="text" value="957.47"/>	<input type="text" value="-3.086"/>	<input type="text" value="0"/>		
System:	<input type="text" value="A10"/>	<input type="text" value="032"/>	<input type="text" value="70.5"/>	Acquisition:	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="120"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="1"/>

Drop

17:41:53	977986436.95	0.00	0.96	1	a
Tide:	<input type="text" value="-29.38"/>	Load:	<input type="text" value="1.45"/>	Polar:	<input type="text" value="1.35"/>
Baro:	<input type="text" value="0.65"/>	Transfer:	<input type="text" value="217.56"/>	Other:	<input type="text" value="-0.00"/>
Temp (0):	<input type="text" value="0.11"/>	Ion (2):	<input type="text" value="4.07"/>	Pres (4):	<input type="text" value="959.63"/>
Spring (1):	<input type="text" value="-0.17"/>	Laser (3):	<input type="text" value="0.00"/>	Seis Z(7):	<input type="text" value="0.00"/>

Project

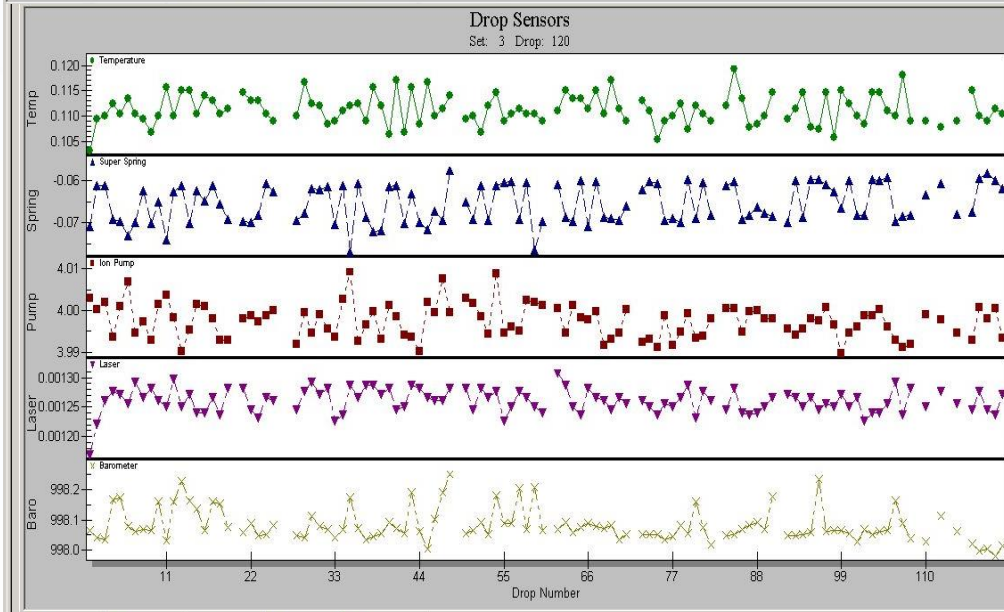
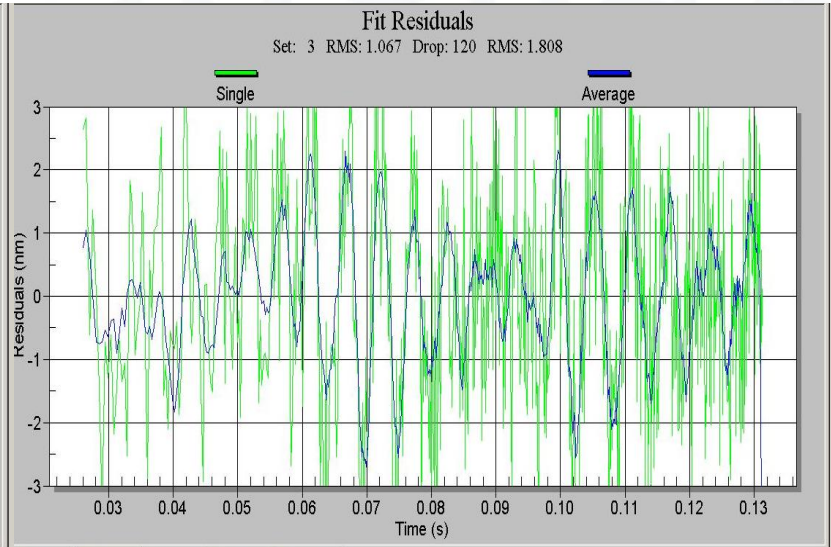
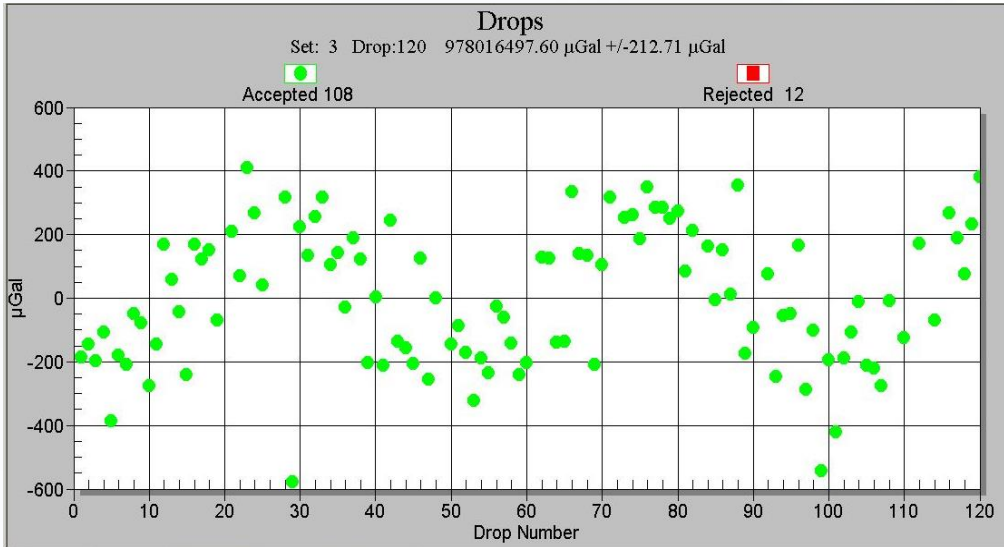
17:56:22	19717	10
Gravity:	<input type="text" value="977986442.70"/>	
Set Scatter:	<input type="text" value="4.01"/>	
Uncertainty:	<input type="text" value="10.79"/>	
Tide:	<input type="text" value="-26.04"/>	
Load:	<input type="text" value="1.99"/>	
Polar:	<input type="text" value="1.35"/>	
Baro:	<input type="text" value="0.57"/>	
Transfer:	<input type="text" value="217.56"/>	
Other:	<input type="text" value="-0.00"/>	
Accept %:	<input type="text" value="97"/>	

Set

17:42:53	977986484.56	11.03	28.12	1	96
Tide:	<input type="text" value="-29.18"/>	Load:	<input type="text" value="1.49"/>	Polar:	<input type="text" value="1.35"/>
Baro:	<input type="text" value="0.64"/>	Transfer:	<input type="text" value="217.56"/>	Other:	<input type="text" value="-0.00"/>



ESMERALDAS



Position:	0.9415556	-79.69675	125	998.32	-3.086	0		
System:	A10	032	70.5	Acquisition:	20	120	6	1

Drop	03:21:56	978016311.48	0.00	1.80	1	a
Tide:	-10.71	Load:	9.90	Polar:	-0.30	
Baro:	-0.08	Transfer:	217.56	Other:	-0.00	
Temp (0):	0.10	Ion (2):	4.00	Pres (4):	998.06	
Spring (1):	-0.07	Laser (3):	0.00	Seis Z(7):	0.00	

Project	03:30:24	19317	10
Gravity:	978016483.66		
Set Scatter:	24.37		
Uncertainty:	13.24		
Tide:	-3.63		
Load:	10.20		
Polar:	-0.30		
Baro:	-0.04		
Transfer:	217.56		
Other:	-0.00		
Accept %:	88		

Set	03:22:54	978016497.60	23.12	212.71	3	90
Tide:	-9.91	Load:	9.94	Polar:	-0.30	
Baro:	-0.07	Transfer:	217.56	Other:	-0.00	



COMPARACIÓN RESULTADOS ESTACIONES DE GRAVEDAD ABSOLUTA 2008 - 2017

ESTACIÓN	2008 (NGA)	2017	DIFERENCIA
IGM	977245.637	977245.515	0.122
QUEVEDO	977980.217	977980.369	-0.152



COMPARACIÓN RESULTADOS ESTACIONES DE GRAVEDAD ABSOLUTA - REGFE

ESTACIÓN	REGFE	REGA-EC	DIFERENCIA
IGM	977245.610	977245.515	0.095
SHELL	977675.920	977675.931	-0.011
TENA	977812.170	977812.175	-0.005
LAGO AGRIO	977918.600	977918.598	0.002



Ministerio
de Defensa
Nacional



Comando Conjunto
de las Fuerzas
Armadas

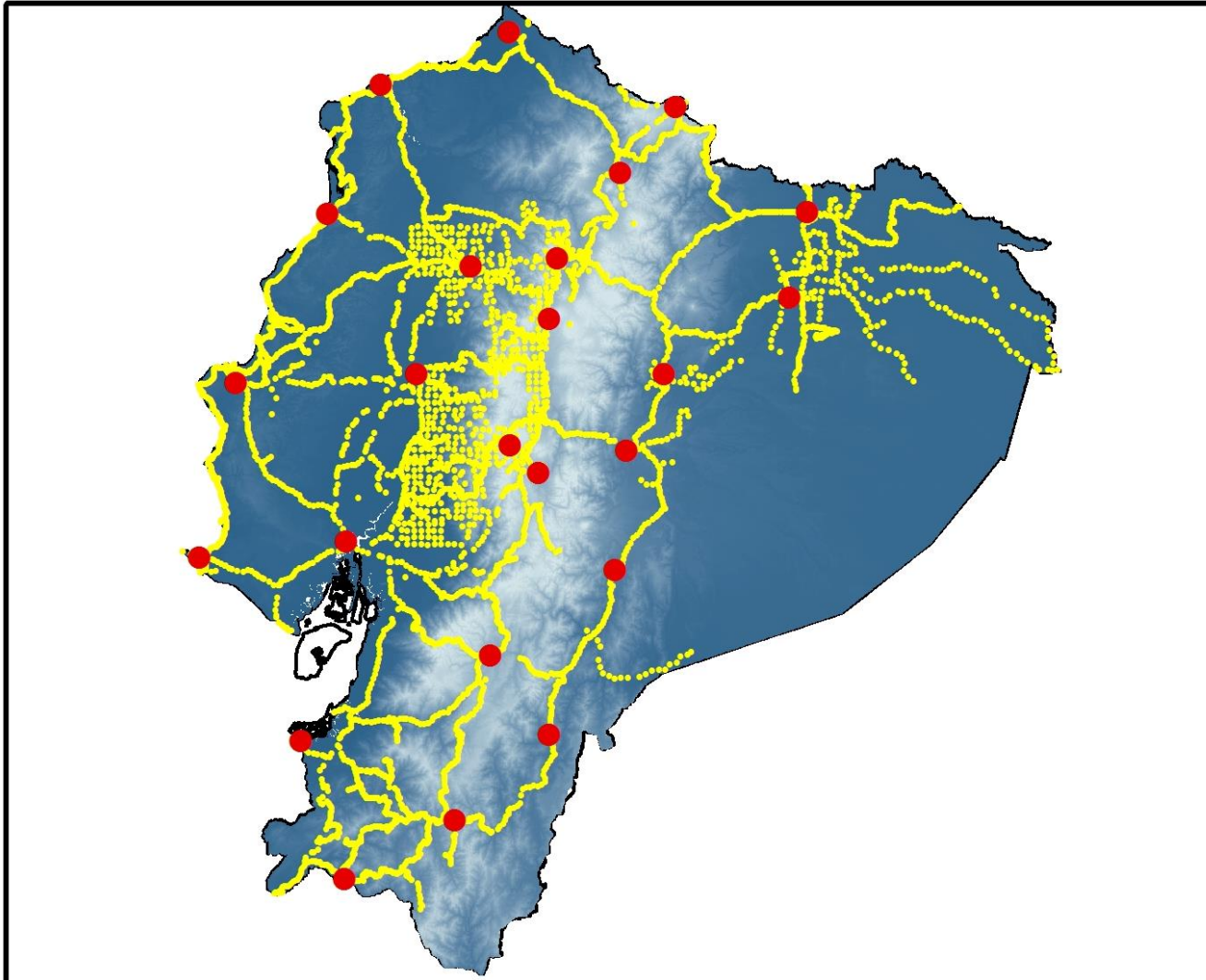


Ejército
Ecuatoriano



Instituto
Geográfico
Militar

INFORMACIÓN GRAVIMÉTRICA EN EL ECUADOR





CONCLUSIONES

- Determinación de 27 estaciones de gravedad absoluta en el Ecuador
- Unificación de los Sistemas Verticales de Referencia en América del Sur
- Establecer una referencia absoluta en términos de aceleración de gravedad para el Ecuador y América del Sur.
- Contribuir con el cálculo mas exacto de alturas geoidales en Ecuador y América del Sur.
- Permitir el cálculo de altitudes físicas en Ecuador y América del Sur; para integrar la referencia altimétrica del continente.
- Ecuador contribuya a la Red Global de Estaciones de Gravedad Absoluta, promovida por el Grupo de Trabajo JWG 2.1.1 “Establishment of a Global Absolute Gravity Reference System” de la IAG, que reemplace a la Red IGSN71.



Ministerio
de Defensa
Nacional



Comando Conjunto
de las Fuerzas
Armadas



Ejército
Ecuatoriano



Instituto
Geográfico
Militar

GRACIAS!!!

*Fredy Flores – Instituto Geográfico Militar Ecuador
fredy.flores@mail.igm.gob.ec*