

DIFERENCIAS DE POTENCIAL DE LA RED ARGENTINA DE NIVELACIÓN DE PRIMER ORDEN

Graciela Font, Juan Moirano

Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas UNLP

Reunión SIRGAS 2008
Montevideo

LA RED ARGENTINA DE NIVELACIÓN DE PRIMER ORDEN

La red es el fruto de más de un siglo de trabajo del IGM argentino.

La cooperación del IGM y la UNLP desde 2001 permitió la integración de las bases de datos gravimétrica y altimétrica de la red de nivelación de primer orden con vistas al cumplimiento de los objetivos del GT III de SIRGAS.

En la FCAG-UNLP se realizó una revisión y validación de la información gravimétrica y altimétrica con el apoyo del IGM. El trabajo se concretó en el marco del proyecto SIRGAS con el fin de constituir el aporte argentino al establecimiento de una red altimétrica continental.

Se muestra aquí un resumen de lo actuado hasta el presente.

La Red de Nivelación argentina consta de aproximadamente 16000 puntos fijos. Éstos se encuentran distribuidos a lo largo de 380 líneas que forman cerca de 150 circuitos cerrados. La red representa más de un siglo de trabajo del IGM argentino que finalizó su medición hace pocos años.



BASES DE DATOS Y ARCHIVOS UTILIZADOS

- **Latitud, longitud, gravedad y desniveles brutos (IGM - Ramos).**
- **Latitud, longitud, gravedad y cotas (IGM - Lauría).**
- **Nivelación del MOP para la Pcia. de Buenos Aires.**
- **Nivesur: Nivelación correspondiente al área patagónica. Desniveles, distancias y cotas (provisorias y ajustadas). (IGM).**
- **Nodales: Archivo conformado desde planillas originales facilitadas por el IGM.
Sirvió para verificar las cotas de los Nodales provenientes de los archivos mencionados arriba.**

GRUPO DE TRABAJO: ORIGEN GEOPOTENCIAL

PLANILLA DE GRAVEDAD Y DESNIVELES EN LINEAS DE ALTA PRECISIÓN (Ramos).

LATITUD			LONGITUD			GRAVEDAD IGSN71	DESNIVEL
Grado	Minuto	Segundo	Grado	Minuto	Segundo		
31	24	25	61	59	30	97940025	
31	25	50	61	59	45	97940193	1,918
31	27	15	62	0	0	97940369	1,386
32	20	20	62	2	40	97948618	0,28
32	20	40	62	3	50		0,878
32	21	0	62	5	5	97948768	1,145
32	22	25	62	5	40	97949323	2,908
32	37	30	62	5	55	97951830	-2,979
32	38	55	62	6	20	97951699	6,753
32	40	20	62	6	15		0,793
32	41	50	62	6	10	97951808	-0,253

BASES DE DATOS Y ARCHIVOS UTILIZADOS

- **Latitud, longitud, gravedad y desniveles brutos (IGM - Ramos).**
- **Latitud, longitud, gravedad y cotas (IGM - Lauría).**
- **Nivelación del MOP para la Pcia. de Buenos Aires.**
- **Nivesur: Nivelación correspondiente al área patagónica. Desniveles, distancias y cotas (provisorias y ajustadas). (IGM).**
- **Nodales: Archivo conformado desde planillas originales facilitadas por el IGM.
Sirvió para verificar las cotas de los Nodales provenientes de los archivos mencionados arriba.**

GRUPO DE TRABAJO: ORIGEN GEOPOTENCIAL

PLANILLA DE GRAVEDAD Y COTAS EN LINEAS DE ALTA PRECISIÓN (Lauría)

LINEA	PUNTO	LATITUD	LONGITUD	GRAVEDAD IGSN71	COTA
1	1	-31,4305556	-61,99583333	97940193	110,008
1	2	-31,4541667	-62	97940369	111,395
1	3	-31,4722222	-61,99444444	97940594	111,023
1	4	-31,4902778	-62,00555556	97940755	111,047
1	61	-32,5722222	-62,08611111	97951764	107,911
1	62	-32,5958333	-62,09305556	97951803	107,674
1	63	-32,625	-62,09861111	97951830	104,695
1	64	-32,6486111	-62,10555556	97951699	111,449
1	65	-32,6722222	-62,10416667		112,242
1	ND133	-32,6972222	-62,10277778	97951808	112,390
1	ND151	-31,4069444	-61,99166667	97940025	108,470

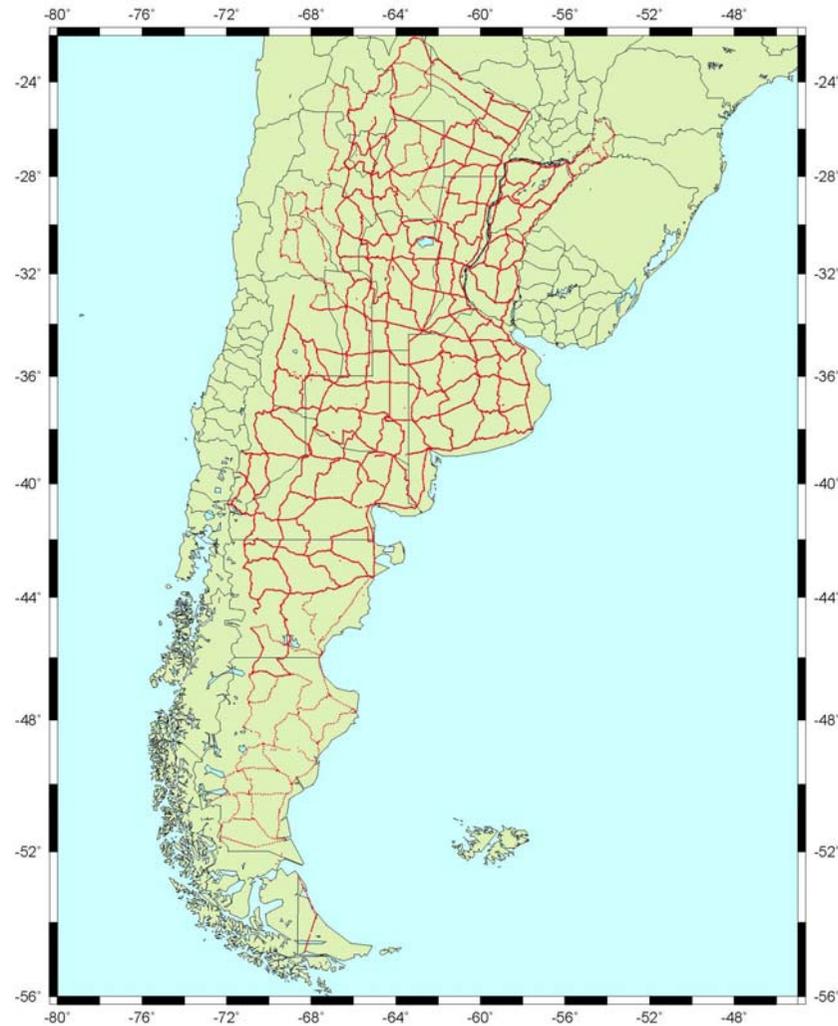
BASES DE DATOS Y ARCHIVOS UTILIZADOS

- **Latitud, longitud, gravedad y desniveles brutos (IGM - Ramos).**
- **Latitud, longitud, gravedad y cotas (IGM - Lauría).**
- **Nivelación del MOP para la Pcia. de Buenos Aires.**
- **Nivesur: Nivelación correspondiente al área patagónica. Desniveles, distancias y cotas (provisorias y ajustadas). (IGM).**
- **Nodales: Archivo conformado desde planillas originales facilitadas por el IGM.
Sirvió para verificar las cotas de los Nodales provenientes de los archivos mencionados arriba.**

GRUPO DE TRABAJO: ORIGEN GEOPOTENCIAL

PLANILLA DE DESNIVELES EN LINEAS DE ALTA PRECISIÓN - ZONA PATAGÓNICA (NIVESUR)

PF	DESNIVELES			DISTANCIAS				COTAS		
	IDA	VUELTA	PROMEDIO	IDA	VTA	PROM	SUMA	PROVISORIA	AJUSTADA	FIJA
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
NODAL 16								599,043716	599,0437	599,0437
1	-12,128	12,1335	-12,1305	3252	3246	3249	3249	586,913191	586,7044	
PF15 N(334)	-3,42315	3,42245	-3,4228	2333	2385	2359	116529	302,330791	294,8434	294,8434
NODAL 14	-8,0008	7,99665	-7,998725	4455	4444	4450	120979	297,754866	289,9816	286,8425
dist.=	116529	m			D=	-7,49	m	Tol=	0,032	m



Reunión SIRGAS 2008
Montevideo

CIERRE DE POLIGONOS CALCULADOS DESDE MARCA INFERIOR Y MARCA SUPERIOR

POLIG. 5

Línea	Número	Latitud	Longitud	GRAVEDAD	IGM	DESNIVEL	IGM	DESNIVEL
					MARCA INF.	MARCA INF	MARCA SUP.	MARCA SUP
369	NODAL 11	-49,59861	71,44611	980,96945	229,119		229,479	
369	1	-49,60444	71,48333	980,96353	270,741	41,621	270,741	41,261
369	17	-50,28806	71,87361	981,01378	209,000	-2,254	209,000	-2,254
381	5	-50,31000	71,85361	981,01177	217,935	8,934	217,935	8,934

381	5	-50,31000	71,85361	981,01177	217,935		217,935	
381	6	-50,30000	71,82694	981,01162	211,069	-6,867	211,069	-6,867
381	15	-50,28750	70,93500	981,00981	291,593	-8,510	291,593	-8,510
381	NODAL 9	-50,29556	70,92056	981,00242	341,454	49,860	341,862	50,268

382	NODAL 9	-50,29556	70,92056	981,00242	341,454		341,862	
382	1	-50,28167	70,92056	981,00010	275,942	-65,512	275,942	-65,920
382	2	-50,25917	70,91056	981,01500	191,602	-84,341	191,602	-84,341
382	10			980,92756	630,116	45,227	630,116	45,227
368	20	-49,59111	71,40528	980,96844	223,604	0,182	223,604	0,182
382	NODAL 11	-49,59861	71,44611	980,96945	229,119	5,515	229,479	5,875

Reunión SIRGAS 2008
Montevideo

-0,070

-0,070

BASES DE DATOS Y ARCHIVOS UTILIZADOS

- **Latitud, longitud, gravedad y desniveles brutos (IGM - Ramos).**
- **Latitud, longitud, gravedad y cotas (IGM - Lauría).**
- **Nivelación del MOP para la Pcia. de Buenos Aires.**
- **Nivesur: Nivelación correspondiente al área patagónica. Desniveles, distancias y cotas (provisorias y ajustadas). (IGM).**
- **Nodales: Archivo conformado desde planillas originales facilitadas por el IGM.
Sirvió para verificar las cotas de los Nodales provenientes de los archivos mencionados arriba.**

ARCHIVO NODALES

	IGM			Otro IGM	LAURIA			MOP	NIVE-SUR	IGM
	Ch. ext.	Ch. int.	Dif.		Ch. ext.	Ch. int.	Dif.			
Nodal 9				341,454	341,860	341,452	0,408		341,862	341,454
Nodal 10				9,640					10,033	9,640
Nodal 11				229,119	229,477	229,117	0,360		229,479	229,119
Nodal 14				286,843					no tiene	286,843
Nodal 30				430,485	430,864	430,485			430,865	430,485
Nodal 36	232,895	232,575	0,320	232,575	232,895	232,575	0,320			
Nodal 53	destruid			7,404		7,404 ??				
Nodal 68	108,868	108,458	0,410	108,458	108,868	108,458	0,410	108,856		
Nodal 70	80,591	80,221	0,370	80,221	80,591	80,221	0,370	80,594		
Nodal 71	12,813	12,413	0,400	12,413	12,813	12,413	0,400	12,427		

Reunión SIRGAS 2008
Montevideo

En el área patagónica, los extremos de las líneas de primer orden corresponden a nodales ó puntos fijos.

Polígono 1

Línea	Número	Latitud	Longit.	GRAVEDAD	IGM	DESNIVEL	Distancia	Dist.acum.	Año
				(gales)		chapa sup.			
374	14	-51,63417	-69,57556	981,18323	17,581				
374	13			981,16831	12,465	-5,117	3930,000	3930,000	

-5,117

374	13			981,16831	12,465				
372	1	-51,61556	-69,67889	981,16653	72,257	59,790	3890,000		
372	ND 6	-51,02917	-70,77611	981,08420	193,052	-11,918	2583,000	118110,000	

180,544 114180,000

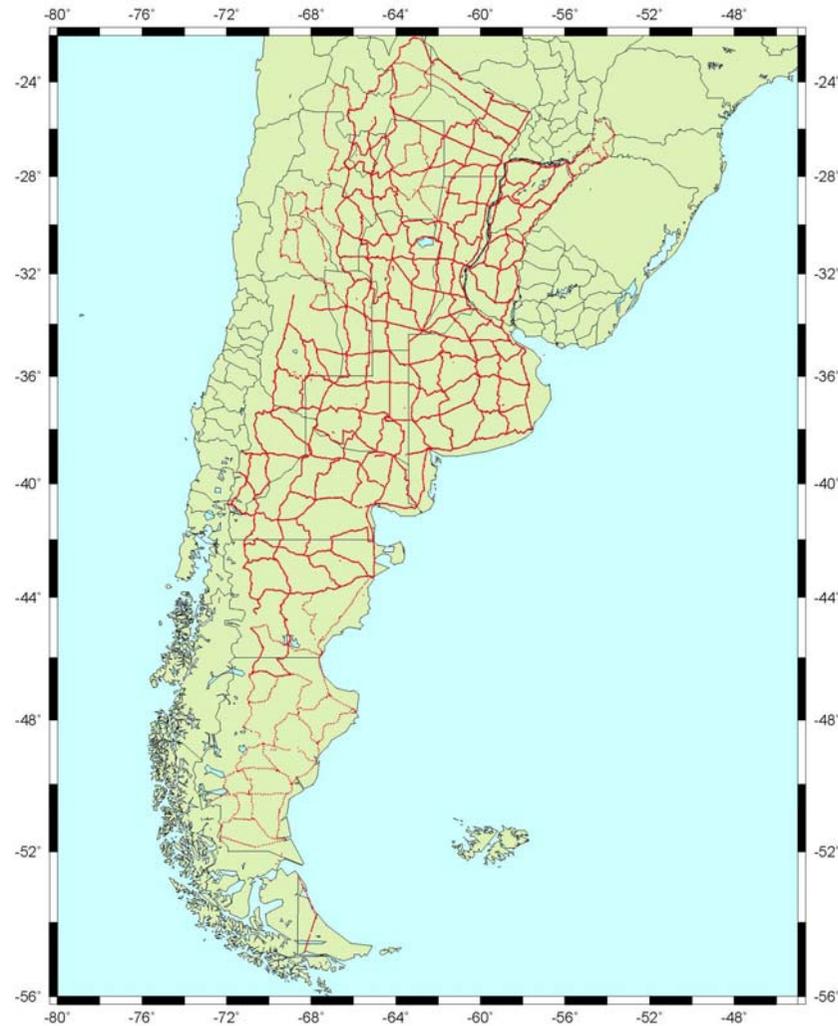
372	ND 6	-51,02917	-70,77611	981,08420	193,052				
375	4	-51,52000	-72,28000	981,14395	277,365	25,512	9720,000		
375	3	-51,56000	-72,28000	981,16722	186,714	-90,655	7736,000	297508,000	

-56,052 4024,000

375	3	-51,56000	-72,28000	981,16722	186,714				
376	18	-51,58000	-72,19000	981,16855	176,075	-10,640	3440,000		
374	14	-51,63417	-69,57556	981,18323	17,581	-3,512	3450,000	517158,000	

-60,128 81527,000

Reunión SIRGAS 2008-0,013
Montevideo



Reunión SIRGAS 2008
Montevideo

En el resto del país, la base de datos carece de distancias, años y desviación estándar de la gravedad

POLIG. 11

Línea	Número	Latitud	Longitud	GRAVEDAD	IGM	DESNIVEL	DIST.	AÑO
						chapa sup.		
218	38	-46,62000	-69,60944	980,64259	380,929			
218	37	-46,61361	-69,64750	980,63857	391,603	10,674		
218	16	-46,43694	-70,33667	980,60226	517,349	21,491		
218	15				535,745	18,396		
218	10	-46,45389	-70,52528	980,60747	574,126	-2,606		
218	9	-46,46333	-70,55917	980,59736	603,994	29,868		
248	72	-46,54000	-70,93000	980,62469	492,752	11,395		

111,823

248	72	-46,53139	-70,81500	980,60272	492,752			
248	73	-46,55833	-70,86639	980,59540	507,079	14,326		
331	ND 20	-47,44000	-70,93000	980,65336	613,887	24,043		

229,435

365	ND 20	-47,44000	-70,93000	980,65336	613,887			
365	22	-46,69972	-69,60056	980,68475	253,973	-30,783		
365	23	-48,60056	-69,59444	980,65900	327,535	73,563		
218	38	-48,61333	-69,61139	980,64263	380,929	53,394		

Reunión SIRGAS 2008
Montevideo

-232,947
0,017

LÍNEAS SIN GRAVEDAD (NECESIDAD DE INTERPOLACIÓN)

Línea	Número	Latitud	Longitud	GRAVEDAD	IGM	DESNIVEL chapa sup.	Distancia	Año
93	ND 162	-30,31222	-61,24139	979,32743	73,239			
93	1	-30,28833	-61,22806		73,684	0,445		
93	12	-30,03667	-61,24056		66,299	-0,376		
93	13	-30,01806	-61,25500		64,956	-1,344		
93	17	-30,00083	-61,15944		65,293	-0,595		
93	18	-29,99917	-61,13583	979,31511	64,732	-0,561		
93	19	-29,98750	-61,11583		68,419	3,686		
93	20	-29,96583	-61,11750	979,31241	63,758	-4,662		
93	21	-29,94528	-61,11944	979,30964	62,261	-1,497		
93	22	-29,92333	-61,12139		57,787	-4,475		
93	23	-29,90306	-61,12306	979,30576	56,129	-1,658		
93	52	-29,62444	-60,64278		54,053	-1,145		
93	53	-29,61833	-60,61472	979,28427	54,316	0,263		
93	54	-29,61278	-60,58972	979,28457	52,041	-2,276		
93	55	-29,61111	-60,56500		49,980	-2,062		
93	86	-29,23917	-60,17667	979,25317	57,814	0,423		
93	87	-29,21722	-60,17417		56,441	-1,374		
93	88	-29,19833	-60,17194		54,618	-1,823		

GRAVEDAD COMPLETADA MEDIANTE INTERPOLACIÓN.

A COMPARAR CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR LA UNR,
ESPECIALMENTE EN AREAS CON POCA INFORMACIÓN
(NOROESTE ARGENTINO).

LINEA	PUNTO	LATITUD	LONGIT.	GRAV.	COTA	DESN.	DISTAN.	AÑO	GRAV.	DIF.POT.
241	ND 46	-41,66667	-66,08472	980,17410	445,748					
241	46	-41,67500	-66,06111	980,17630	442,834	-2,914			9,801752	-28,5525
241	45	-41,68611	-66,02500	980,17993	437,635	-5,199			9,801781	-50,9497
241	44	-41,69167	-65,98611	980,17750	447,182	9,547			9,801787	93,5777
241	42	-41,71111	-65,91667	980,17790	455,069	-20,863			9,801747	-204,4840
241	41	-41,71111	-65,87778	980,17412	482,775	27,706			9,801760	271,5676
241	40	-41,69722	-65,84167	980,18430	441,199	-41,576			9,801792	-407,5095
241	37	-41,67222	-65,73889	980,19170	414,972	24,405			9,801928	239,2259
241	16	-41,84444	-65,30000	980,25780	197,938	-16,714			9,802547	-163,8398

Reunión SIRGAS 2008
Montevideo

LÍNEAS SIN COORDENADAS Y CON GRAVEDAD.

Línea	Número	Latitud	Longitud	g IGSN71 (gales)	IGM (ND ch.sup.)	DESNIVEL	DISTANCIA	AÑO
						chapa sup.		
285	ND 216			978,93628	165,216			
285	1			978,93687	163,548	-1,287		
285	2			978,93813	162,335	-1,213		
285	3			978,94677	158,481	-3,854		
285	4			978,95621	155,510	-2,971		
285	5			978,96175	153,127	-2,383		
285	6			978,96754	153,146	0,019		
285	7			978,97155	149,348	-3,798		
285	8			978,97472	146,712	-2,635		
285	9			978,97894	142,476	-4,236		
285	10			978,97978	138,250	-4,226		
285	11			978,97923	135,406	-2,843		
285	12			978,98301	131,773	-3,633		
285	13			978,98405	130,872	-0,901		
285	ND 215	-25,72083	-61,11250	978,98539	129,269	-1,603		

Reunión SIRGAS 2008
Montevideo

POCAS LÍNEAS SIN COORDENADAS NI GRAVEDAD

Línea	Número	Latitud	Longitud	g IGSN71 (gales)	IGM (ND ch.sup.)	Des.obs. chapa sup.	Distancia	Año
318	ND221	-24,25278	-61,24444	978,87995	156,392			
318	1				155,426	-0,966		
318	2			978,88194	155,196	-0,230		
318	3				154,871	-0,325		
318	4			978,88384	155,480	0,608		
318	10			978,89404	153,387	-2,618		
318	11				156,635	3,248		
318	12			978,89869	155,347	-1,287		
318	13				155,078	-0,269		
318	14			978,90451	153,018	-2,061		
318	15				155,430	2,412		
318	16			978,90759	154,041	-1,389		
318	19			978,91247	152,134	-2,623		
318	20				152,569	0,435		
318	21			978,91500	153,301	0,732		

POLÍGONOS SIN POSIBILIDAD DE CIERRE

Polígono 93

LÍNEA	NUMERO	LATITUD	LONGITUD	g IGSN71	IGM	DESNIVEL	DISTANCIA	AÑO
349	ND 145	-31,53333	-68,53333	979,16641	643,068			
349	1	-31,54056	-68,57889	979,15919	671,052	27,985		
349	15	-31,26250	-69,38639	978,94408	1332,511	36,353		
349	16	-31,29389	-69,39917	978,93965	1345,676	13,165		
349	ND 153	-31,32222	-69,42222	978,93786	1362,125	16,449		

719,068

358	ND 153	-31,32222	-69,42222	978,93786	1362,125			
358	1			978,92524	1405,670	43,546		
358	8			978,85659	1872,412	125,512		
358	9			978,90378	1874,297	1,885		
358	10			978,87738	1920,813	46,516		
358	11			978,87982	2066,842	146,029		
358	12			978,85920	2203,534	136,691		

841,409

Falta Línea N(92)

TOTAL DE POLIGONOS: 154

Cierres menores a 5 cm	87
-------------------------------	-----------

Cierres entre 5 cm y 10 cm	23
-----------------------------------	-----------

Cierres entre 10 cm y 20 cm	20
------------------------------------	-----------

Cierres entre 20 cm y 50 cm	10
------------------------------------	-----------

Cierres entre 50 y 1 m	2
-------------------------------	----------

Cierres más de 1 m	4
---------------------------	----------

Sin cierre por falta de líneas:	8
--	----------

**CIRCUITOS DE NIVELACIÓN
IDENTIFICADOS SEGÚN LA
MAGNITUD DE SUS CIERRES:**

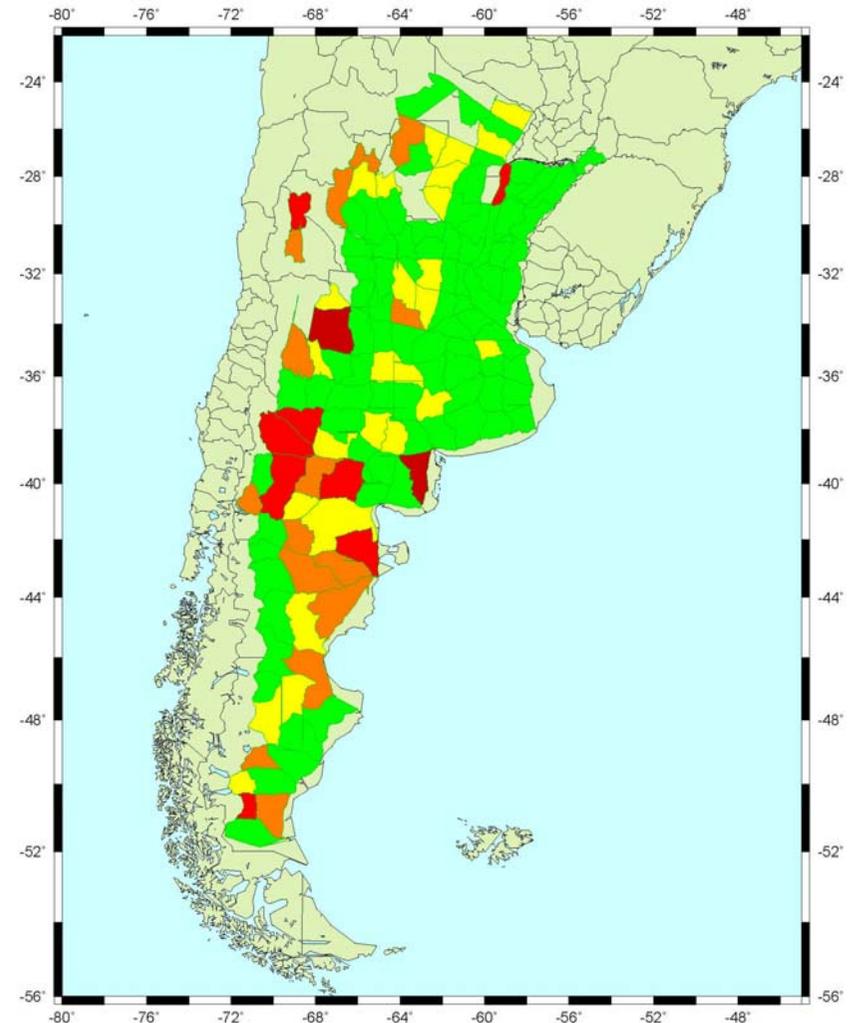
VERDE: MENOS QUE 5 cm

AMARILLO: ENTRE 5 Y 10 cm

NARANJA: ENTRE 10 Y 20 cm

**ROJO CLARO: ENTRE 20 Y
30 cm**

**ROJO OSCURO: MÁS QUE
30 cm**



RED DE GRAVEDAD MEDIDA SOBRE LAS LÍNEAS DE NIVELACIÓN

**SÓLO EXISTE UN PUÑADO DE
LÍNEAS DE NIVELACIÓN QUE
CARECEN COMPLETAMENTE
DE MEDICIONES DE GRAVEDAD.**

**TODA LA BASE DE DATOS SE
ENCUENTRA EN EL SISTEMA
IGSN71**

**LAS ANTIGUAS MEDICIONES
(POTSDAM) FUERON CONVER-
TIDAS AL SISTEMA IGSN71**



**DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS
FIJOS SIN GRAVEDAD ME-
DIDA HASTA EL PRESENTE.**

**LA GRAN MAYORÍA SE EN-
CUENTRA SOBRE LÍNEAS QUE
TIENEN GRAVEDAD MEDIDA
EN OTROS PUNTOS FIJOS,
MUCHAS VECES CONTIGUOS.**

**UNA CANTIDAD IMPORTANTE
DE PUNTOS SIN GRAVEDAD
SE ENCUENTRAN EN ÁREAS
DE ESCASA ALTURA, ESTO ES
BIEN POR DEBAJO DE LOS
100 M SOBRE EL NIVEL DEL
MAR.**



LÍNEAS SIN GRAVEDAD (NECESIDAD DE INTERPOLACIÓN)

Línea	Número	Latitud	Longitud	GRAVEDAD	IGM	DESNIVEL chapa sup.	Distancia	Año
93	ND 162	-30,31222	-61,24139	979,32743	73,239			
93	1	-30,28833	-61,22806		73,684	0,445		
93	12	-30,03667	-61,24056		66,299	-0,376		
93	13	-30,01806	-61,25500		64,956	-1,344		
93	17	-30,00083	-61,15944		65,293	-0,595		
93	18	-29,99917	-61,13583	979,31511	64,732	-0,561		
93	19	-29,98750	-61,11583		68,419	3,686		
93	20	-29,96583	-61,11750	979,31241	63,758	-4,662		
93	21	-29,94528	-61,11944	979,30964	62,261	-1,497		
93	22	-29,92333	-61,12139		57,787	-4,475		
93	23	-29,90306	-61,12306	979,30576	56,129	-1,658		
93	52	-29,62444	-60,64278		54,053	-1,145		
93	53	-29,61833	-60,61472	979,28427	54,316	0,263		
93	54	-29,61278	-60,58972	979,28457	52,041	-2,276		
93	55	-29,61111	-60,56500		49,980	-2,062		
93	86	-29,23917	-60,17667	979,25317	57,814	0,423		
93	87	-29,21722	-60,17417		56,441	-1,374		
93	88	-29,19833	-60,17194		54,618	-1,823		

**DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS
FIJOS SIN GRAVEDAD ME-
DIDA HASTA EL PRESENTE.**

**LA GRAN MAYORÍA SE EN-
CUENTRA SOBRE LÍNEAS QUE
TIENEN GRAVEDAD MEDIDA
EN OTROS PUNTOS FIJOS,
MUCHAS VECES CONTIGUOS.**

**UNA CANTIDAD IMPORTANTE
DE PUNTOS SIN GRAVEDAD
SE ENCUENTRAN EN ÁREAS
DE ESCASA ALTURA, ESTO ES
BIEN POR DEBAJO DE LOS
100 M SOBRE EL NIVEL DEL
MAR.**



CONCLUSIONES

- **Puede considerarse cumplido el tratamiento de la información correspondiente al 85% de los polígonos que cubren el territorio argentino.**
- **Para el 15% restante se requiere:**
 - a) recalcular desde la información de base los polígonos: 3 - 20 - 30 - 31 - 33 - 37- 38 - 124 - 125 - 127- 134 - 135 - 144 -150 y 151.**
 - b) confrontar con la UNR los resultados de los valores de gravedad interpolados especialmente en las zonas limítrofes del país o en aquellas de escaso relevamiento.**

La información faltante de gravedad no será un impedimento para que haya una contribución argentina a la red continental de nivelación propuesta en el seno del GTIII del proyecto SIRGAS.

CONCLUSIONES (continuación)

- c) Completar en la base de datos las distancias entre estaciones correspondientes a todos los polígonos, excepto los de la Patagonia.**

- d) Los datos se encuentran en el formato convenido y preparados para el cálculo inmediato de las diferencias de potencial.**