

ANEXO II.i

---

**Informes técnicos n. 2**  
**Validación planimétrica y altimétrica**



**Servicios de Cartografía Básica**

**Desarrollo y Confección del Mapa Base del Acuífero Guaraní**

**LPI/01/04 – 1/2023.1**

**Informe técnico nº 2**

**Validación planimétrica y altimétrica**

**9 de mayo de 2006**

## Introducción

El presente informe presenta los resultados de la validación planimétrica y altimétrica en complemento a la validación realizada en abril 2006. Dichos resultados fueron presentados en el informe de validación de la primera entrega en mayo de 2005.

El análisis fue realizado en dos etapas: la primera consiste en la validación del modelo de elevación SRTM, realizada a partir de los puntos geodésicos oficiales de los países. La segunda etapa consiste en la validación de la planimetría a partir de datos cartográficos independientes.

## Metodología:

### 1) Validación del modelo de terreno.

Una componente fundamental de la metodología de TecSult reside en la utilización del modelo de elevación del "Shuttle Radar Topographic Mission" (SRTM), con el fin de generar un modelo de terreno uniforme sobre los 3.000.000 de km<sup>2</sup> de la zona del estudio. Dado que los puntos geodésicos de las redes nacionales de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay fueron integrados en la geodatabase pgdb\_topografia.mdb 1/250.000, un análisis comparativo entre los puntos geodésicos oficiales y los puntos SRTM correspondientes fueron realizados.

### Fuentes de datos:

Argentina: Archivo EXCEL de los puntos de la red nacional POSGAR recibido de la parte de la Subsecretaría de Recursos Hídricos del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

Brasil: Descarga de los puntos geodésicos a partir de sitio WEB del Instituto Brasileiro de Geografía e Estadística (IBGE)  
<http://mapas.ibge.gov.br/website/geodesia2/viewer.htm>

Paraguay: Archivo EXCEL de las estaciones GPS, puntos de 1o orden, medidos en el marco del Proyecto de Racionalización del Uso de la Tierra (convenio GOB-BIRF N° 3445-PA) de diciembre 1992. El mismo fue recibido por parte de la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos de la Secretaría del Ambiente.

Uruguay: Puntos geodésicos incluidos en la base de datos (Shape files) ClearingHouse Nacional de Datos Geográficos (2005). Los mismos fueron recibidos

por parte de la Dirección Nacional de Hidrografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Los cuadros siguientes presenten los datos geodésicos originales que fueron integrados a la geodatabase pgdb\_topografia.mdb.

**Muestras de las fuentes de datos geodésicos originales**

**Extracto del archivo EXCEL recibido: Argentina**

Códigos Empleados			Nombre Del Punto	T	Ni de Monografía o Identificación	Latitud			Longitud			Altura Elipsoidal <sup>1</sup>	Monografía Proyecto- Estado
Comp.	Posgar	CAP				I	□	□	I	□	□		
YAV2	VYAV		Yavi	S	Punto Ni52	-22	7	40,6615	-65	27	56,8291	3502,219	SAGA-No. disponible
YAV1	VCAP	YAVI	Yavi	A	YAVI	-22	8	16,5235	-65	29	21,2334	3590,617	CAP
YAVI	YAVI		Extremo. N. Bas. Yavi	E	3-I-464/539 (ALC)	-22	9	13,5366	-65	29	26,9554	3601,791	IGM Inchauspe
LMAS	LMAS		Las Lomas	*	4-I-466	-22	14	35,6969	-65	42	11,6246	11,6246	POSGAR

<sup>1</sup> Valor utilizado por el análisis estadístico.

Cod.	Tipo de marca	Proyecto
A	Bulón	Andes Centrales
S	Bulón	SAGA
*	Punto Astronómico	Red Geodésica Nacional
t	PT.asociado a P.Astronómico	Red Geodésica Nacional
E	Extremo de base	Red Geodésica Nacional
T	Punto Trigonométrico	Red Geodésica Nacional
P	Punto Trigonométrico nuevo	Posgar (específico)
Z	Pilar de Acimut	Red Geodésica Nacional
F	Punto Fijo (Altimétrico)	Red Geodésica Nacional
N	Nodal (Altimétrico)	Red Geodésica Nacional
M	Mareógrafo	Red Servicio de Hidrografía Naval
X	No especificado	Varios

Extracto del archivo EXCEL descargado del [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br): Brasil

IDENTIFICAÇÃO				
ESTAÇÃO	NOME	TIPO	MUNICÍPIO	UF
92602	92602	GPS	Colinas do Sul	GO
92603	92603	GPS	Colinas do Sul	GO
92606	92606	GPS	Colinas do Sul	GO
92607	92607	GPS	Colinas do Sul	GO
92608	92608	GPS	Colinas do Sul	GO
92609	92609	GPS	Minapu	GO
92620	92620	GPS	Uruapu	GO
92621	92621	GPS	Colinas do Sul	GO
92622	92622	GPS	Colinas do Sul	GO
92666	92666	GPS	Niquelândia	GO
93636	93636	GPS	Uruapu	GO
91126	91126	GPS	Brasília	DF

DADOS ALTIMÉTRICOS						
DATA_MEDIÇÃO O_ALTITUDE	FONTE_CLASSE_ALTITUDE_ORTO	DATA_CÁLCULO ALTITUDE	ALTITUDE_ORTOMÉTRICA (m) <sup>1</sup>	ALT_GEOMÉTRIC A_SAD69(m)	ALTITUDE_GEOMÉTRICA_ SIRGAS(m)	SIGMA_ALT_GEOMÉT RICA_SIRGAS(m)
4/14/1989	NIVELAMENTO GEOMÉTRICO/AJUSTADA-AP	12/1/1992	535.59	534.1	520.12	0.036
4/14/1989	NIVELAMENTO GEOMÉTRICO/AJUSTADA-AP	12/1/1992	495.2867	493.77	479.79	0.033
4/15/1996	GPS GEODÉSICO	11/16/2004	344.24	344.14	329.93	0.042
4/15/1996	GPS GEODÉSICO	11/16/2004	341.01	341.15	327.05	0.036
4/15/1996	GPS GEODÉSICO	11/16/2004	429.89	430.25	416.17	0.023
4/15/1996	GPS GEODÉSICO	11/16/2004	455.33	455.67	441.58	0.032
6/26/1969	NIVELAMENTO GEOMÉTRICO/AJUSTADA-AP	12/1/1992	527.837	528.2	515.36	0.015
8/15/1996	GPS GEODÉSICO	11/16/2004	435.21	435.57	421.5	0.015
6/6/1997	NIVELAMENTO GEOMÉTRICO/AJUSTADA-FP	12/1/1998	702.6616	701.98	687.82	0.015
4/15/1997	GPS GEODÉSICO	11/16/2004	481.4	481.85	467.96	0.057
1/15/2004	GPS GEODÉSICO	11/16/2004	546.05	547.69	534.79	0.004

<sup>1</sup> Valor utilizado por el análisis estadístico.

Extracto del archivo EXCEL recibido: Paraguay

**GPS STATIONS ESTABLISHED IN PARAGUAY IN SUPPORT OF THE  
WORLD BANK LAND USE RATIONALIZATION PROJECT \*  
JULY – DECEMBER 1992**

STATION NUMBER	STATION NAME	FINAL COORDINATES		h (m) <sup>1</sup>	ELEVATION		AZIMUTH
		φ	λ		WGS-84	FINAL TO AZ MK	
100050	GPS PA-1 RM1 1992 IAGS	25 16 43,394 S	057 36 49,075 W	97.83	80.4800		
100051	RADIO 1992 DSGM	25 24 16,984 S	057 27 44,559 W	162.15	145.1100		326 10 52
	RADIO AZ MK 1992 DSGM	25 24 11,760 S	057 27 48,412 W	164.74	147.7000		
	RADIO MR1 1992 DSGM	25 24 16,277 S	057 27 44,540 W	161.92	144.8800		
	RADIO MR2 1992 DSGM	25 24 17,401 S	057 27 43,982 W	162.30	145.2600		
	RADIO PICTURE POINT 1	25 24 16,512 S	057 27 42,247 W	165.27	148.2300		
	RADIO PICTURE POINT 2	25 24 17,490 S	057 27 41,806 W	165.22	148.1800		
	S1-5 1963 IAGS	**	**	163.33	146.2900		

<sup>1</sup> Valor utilizado por el análisis estadístico.

Extracto del archivo SHAPE recibido : Uruguay

NOMBRE	COTA <sup>1</sup>	PAIS	DEPARTAMENTO
III - 3004 - 183.2	183.200000000000	URUGUAY	CERRO LARGO
III - 3005 - 164.5	164.500000000000	URUGUAY	CERRO LARGO
III - 3021 - 174.4	174.400000000000	URUGUAY	CERRO LARGO
I - TRES ISLAS -139.0	139.000000000000	URUGUAY	CERRO LARGO
III - 8571 - 155.8	155.800000000000	URUGUAY	TACUAREMBO
II - LA CABALLADA - 63.8	63.800000000000	URUGUAY	COLONIA
II - KFCC 229 - 81.5	81.500000000000	URUGUAY	COLONIA

<sup>1</sup> Valor utilizado por el análisis estadístico

**.Análisis de los resultados:**

El cuadro siguiente presenta un archivo EXCEL simplificado que sirve al análisis estadístico para establecer la precisión altimétrica del modelo de terreno producido por Tecslut. Este archivo fue extraído de la geodatabase pgdb\_topografia.mdb. La columna cota geodésica corresponde a los datos geodésicos originales. Los puntos X, Y corresponden a las coordenadas UTM comunes entre la cota geodésica y el punto Z del SRTM. La cota geodésica esta considerada como la elevación verdadera del terreno. La diferencia es establecida entre el punto geodésico y el punto SRTM correspondiente. Pues el promedio, el valor mediano, la desviación estándar, los valores mínima y máxima, y el porcentaje de los valores superior a la precisión requerida de 25 m.

NOMBRE	COTA GEODESICA	PAIS	PUNTO_X	PUNTO_Y	PUNTO_Z_SRTM	Diferencia (SRTM- GEODESICO)	Diferencia (ABSOLUE)
CAPILLA-CUE PICTURE POINT 2	400.530000000	PARAGUAY	490774.490000	7172169.76000	384	<b>-16.5300</b>	<b>16.5300</b>
MORAL 1992 DSGM	114.590000000	PARAGUAY	487429.720000	7152193.55000	101	<b>-13.5900</b>	<b>13.5900</b>
GUYRATI 1992 DSGM	87.470000000	PARAGUAY	443061.760000	7170476.54000	74	<b>-13.4700</b>	<b>13.4700</b>
GUYRATI AZ MK 1992 DSGM	79.250000000	PARAGUAY	443351.710000	7171145.58000	69	<b>-10.2500</b>	<b>10.2500</b>
Posadas (Aeropuerto)	134.929000000	ARGENTINA	601996.120000	6969902.89000	125	<b>-9.9290</b>	<b>9.9290</b>
Santa Ana Ñu	86.798000000	ARGENTINA	498356.490000	6946434.60000	73	<b>-13.7980</b>	<b>13.7980</b>
Santa Ana (Corrientes)	86.798000000	ARGENTINA	498356.490000	6946434.60000	73	<b>-13.7980</b>	<b>13.7980</b>
Extr.NE.Base Viale	112.447000000	ARGENTINA	227560.800000	6471160.61000	97	<b>-15.4470</b>	<b>15.4470</b>
II - 597 ITAPEB= - 151.7	151.700000000	URUGUAY	469235.350000	6521679.46000	150	<b>-1.7000</b>	<b>1.7000</b>
III - 3021 - 174.4	174.400000000	URUGUAY	706437.310000	6391703.68000	165	<b>-9.4000</b>	<b>9.4000</b>
I - TRES ISLAS -139.0	139.000000000	URUGUAY	706556.110000	6410259.30000	135	<b>-4.0000</b>	<b>4.0000</b>
II - KFCC 229 - 81.5	81.500000000	URUGUAY	430815.170000	6198074.53000	78	<b>-3.5000</b>	<b>3.5000</b>
92602	268.779998089	BRASIL	768754.180497	6470107.22624	268	<b>-0.7800</b>	<b>0.7800</b>
92603	155.380019204	BRASIL	722563.682018	6571120.25870	147	<b>-8.3800</b>	<b>8.3800</b>
92606	284.770015094	BRASIL	767668.905080	6869579.51804	266	<b>-18.7700</b>	<b>18.7700</b>
92607	136.810005834	BRASIL	619975.446669	6766433.39461	130	<b>-6.8100</b>	<b>6.8100</b>

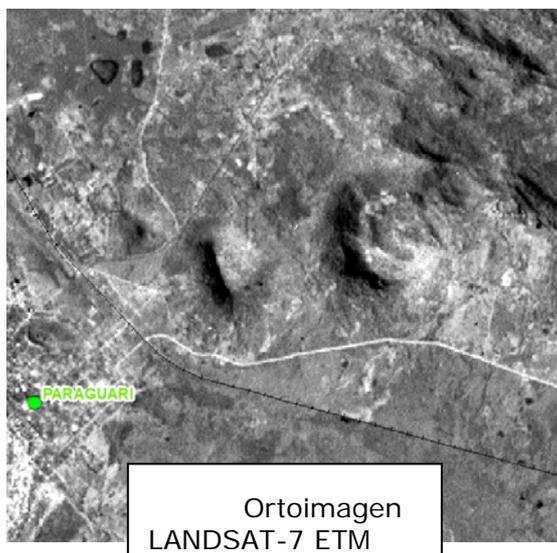
Los cuadros presentados a continuación, representan el análisis por zona UTM. Se observa que los resultados están dentro del margen de error definida en el pliego, es decir, no más de 10% de los puntos superior a 25 m, a la excepción de la zona UTM 20. Eso puede ser explicado por el pequeño tamaño de la muestra o 17 puntos. Sin embargo el informe de validación presentado en mayo 2005, demuestra que la precisión se encuentra dentro la norma establecida por el pliego.

<b>UTM20</b>			
<b>Síntesis</b>	<b>Numero de puntos</b>	<b>17</b>	
	<b>Promedio</b>	<b>21.7382</b>	
	<b>Desviación</b>	<b>4.3304</b>	
	<b>Mediano</b>	<b>20.2540</b>	
	<b>Min</b>	<b>15.8640</b>	
	<b>Max</b>	<b>30.6190</b>	
	<b>+ 25 m</b>	<b>4</b>	<b>23.52%</b>
<b>UTM21</b>			
<b>Síntesis</b>	<b>Numero de puntos</b>	<b>2269</b>	
	<b>Promedio</b>	<b>7.2999</b>	
	<b>Desviación</b>	<b>8.4311</b>	
	<b>Mediano</b>	<b>5.3200</b>	
	<b>Min</b>	<b>0.0000</b>	
	<b>Max</b>	<b>143.7700</b>	
	<b>+ 25 m</b>	<b>49</b>	<b>2.15%</b>
<b>UTM22</b>			
<b>Síntesis</b>	<b>Numero de puntos</b>	<b>287</b>	
	<b>Promedio</b>	<b>8.7030</b>	
	<b>Desviación</b>	<b>9.9729</b>	
	<b>Mediano</b>	<b>5.3400</b>	
	<b>Min</b>	<b>0.0100</b>	
	<b>Max</b>	<b>61.2400</b>	
	<b>+ 25 m</b>	<b>20</b>	<b>6.97%</b>
<b>UTM23</b>			
<b>Síntesis</b>	<b>Numero de puntos</b>	<b>112</b>	
	<b>Promedio</b>	<b>9.9199</b>	
	<b>Desviación</b>	<b>13.2688</b>	
	<b>Mediano</b>	<b>4.9300</b>	
	<b>Min</b>	<b>0.1200</b>	
	<b>Max</b>	<b>73.7200</b>	
	<b>+ 25 m</b>	<b>10</b>	<b>8.93%</b>

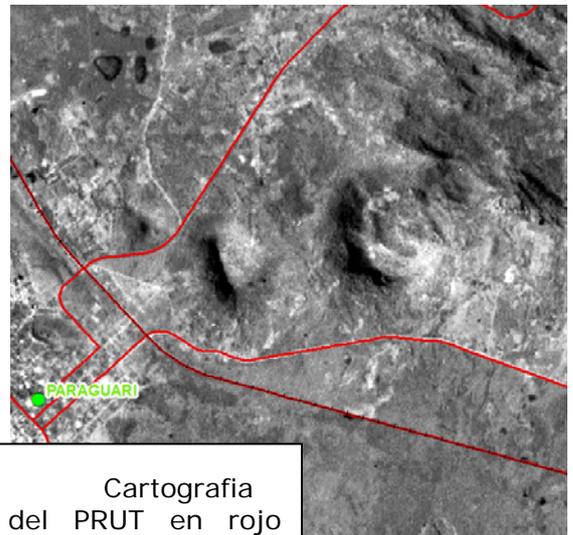
### Validación planimétrica:

Además, se realizó una validación planimétrica a partir de los datos cartográficos del proyecto de Racionalización del Uso de la Tierra (PRUT) en Paraguay (convenio GOB-BIRF N° 3445-PA) de diciembre 1992. En este proyecto, fueron tomadas fotografías aéreas a escala 1/75.000. A partir de esas fotos, una restitución planimétrica fue realizada. Considerando que dicha restitución planimétrica fue realizada según los estándares fotogramétricos, la precisión de los datos cartográficos (ej. carreteras) es de 10 metros. Se eligió una zona de colinas cerca el municipio de Paraguari para validar. La metodología consiste en superponer las carreteras restituidas a partir de las fotos 1/75.000 sobre las ortoimágenes satelitales Landsat 7 ETM. Las ortoimágenes sirven en el proyecto como base cartográfica para la actualización planimétrica de los mapas 1/250.000. La comparación reveló que existe una muy buena superposición entre la cartografía PRUT y las ortoimágenes Landsat 7 ETM. Eso significa que las ortoimágenes y por lo tanto los elementos planimétricos extraídos a partir de ellas están bien ubicados, con la precisión requerida de 125 m, 90% del tiempo.

El informe de validación de mayo 2005 demuestra también que los resultados cumplen con la norma establecida.



Ortoimagen  
LANDSAT-7 ETM



Cartografía  
del PRUT en rojo  
sobre la ortoimagen

### Conclusión

Los resultados de los análisis de la precisión, tanto altimétrica como planimétrica demuestran que la cartografía base 1/250.000 respeta los criterios establecidos en el pliego, es decir 25 m en altimetría y 125 m en planimetría 90% del tiempo.