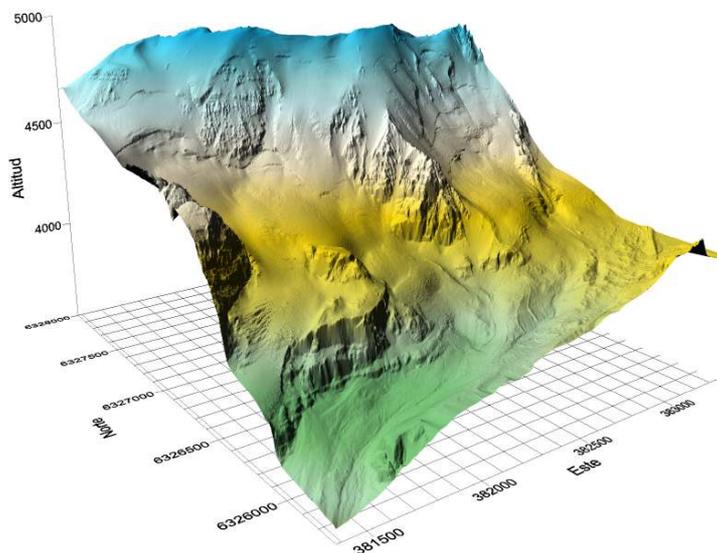


 Digimapas Chile	<h1>Proyecto</h1>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 1 de 22

**“TOPOGRAFÍA SUPERFICIAL Y BALANCE DE INVIERNO
UTILIZANDO ALTIMETRÍA AÉREA LÁSER: GLACIAR DE ALTURA
LA PALOMA, CUENCA DEL RÍO MAIPO”**



 Digimapas Chile	<h1>Proyecto</h1>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 2 de 22

I. GENERALIDADES

DIGIMAPAS CHILE LTDA. conforme al contrato celebrado con el Ministerio de Obras Públicas (MOP), mediante las bases técnicas y administrativas de la licitación requerida por la Dirección General de Aguas (DGA) con nombre “TOPOGRAFÍA SUPERFICIAL Y BALANCE DE INVIERNO UTILIZANDO ALTIMETRÍA AÉREA LÁSER: GLACIAR DE ALTURA LA PALOMA, CUENCA DEL RÍO MAIPO”, efectuó vuelos en Noviembre y Diciembre del 2008, realizando con ello un levantamiento topográfico del Glaciar “La Paloma”, mediante el Sistema LiDAR “HARRIER 56” que incorpora además dos sensores de imágenes mediante Cámaras Digitales.

El sistema LiDAR, acrónimo de Light Detection And Ranging, es un sistema de teledetección activa que emite pulsos de luz láser en la banda del espectro electromagnético, para posteriormente capturar la señal reflejada (eco) por la superficie topográfica barrida, obteniendo de esta forma las elevaciones del terreno lo más fiel a la realidad mediante el sistema ALS (Airborne Laser Scanning), El LiDAR además está compuesto por un georreceptor satelital que proporciona la posición y la altura del avión en cada momento de emisión del pulso láser, siendo este el Sistema GNSS y por último incorpora un Sistema Inercial de Navegación “INS”, el cual entrega información de los giros y trayectoria del avión en el vuelo. De esta forma se resume que el Sistema LiDAR está compuesto por tres subsistemas (ALS, GNSS e INS), los que de forma independiente registran sus propias observaciones, siendo el parámetro en común para su sincronización y pos proceso el tiempo GPS que registra cada medida.

El sistema LiDAR, está capacitado para captar dos tipos de datos: Altura e Intensidad, de los que derivarán los productos que este sistema entrega, siendo el de mayor uso el dato de altura para la confección de Modelos Digitales de Superficie “DSM” y Modelo Digital de Terreno “DTM”, consiguiendo de esta forma

 Digimapas Chile	<h1>Proyecto</h1>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 3 de 22

información del terreno que con otros métodos de levantamiento no se pueden proporcionar por la dificultad del acceso o por el elevado costo que implica.

El objetivo del presente informe es resumir las entregas realizadas por Digimapas Chile de sus productos LiDAR, Imágenes RGBA y altimetría. Además de las especificaciones y procedimientos generales empleados.

II. ANTECEDENTES GEODÉSICOS

El sistema de referencia SIRGAS, la proyección Cartográfica UTM y el Modelo Geoidal Mundial EGM96 fueron utilizados para la planificación de vuelos, levantamiento y productos del área en cuestión. Siendo estos parámetros los utilizados para los productos estándar que realiza Digimapas Chile conforme al Manual de Carreteras Vol. 2 y las especificaciones requeridas para el presente proyecto.

Elipsoide: GRS-80
 Datum: SIRGAS (WGS84)
 Huso UTM: 19 SUR
 Modelo Geoidal: EGM96

 Digimapas Chile	<h1>Proyecto</h1>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 4 de 22

III. COBERTURAS DE VUELO

El objetivo para el éxito de cada proyecto es obtener una cobertura completa de las áreas levantadas, siendo este proyecto un caso especial, por tratarse de un Glaciar, lo que involucró accesos dificultosos y condiciones meteorológicas extremas. Con este fin se realizaron 2 vuelos:

Cámara

Fecha: 29 Noviembre 2008 (12:00 horas)

30 Noviembre 2008 (09:08 horas)

Láser

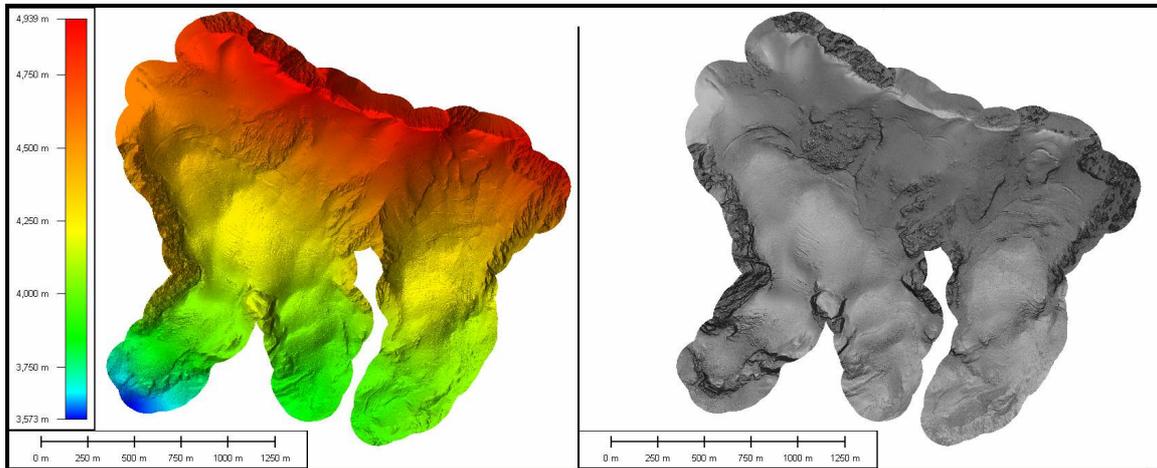
Fecha: 30 Noviembre 2008 (09:08 horas)

05 Diciembre 2008 (08:30 horas)

Las observaciones del Sistemas Laser (ALS) en primera instancia son controladas para conocer la cobertura registrada mediante un archivo ascii, generado sólo con la navegación en tiempo real, con una precisión de 5 metros y menor densidad de puntos que el producto final, este archivo será conocido como coverage. Mediante esta herramienta se tiene la visualización y control completo de cada vuelo realizado y por lo tanto el primer control de calidad del proceso. Respecto al coverage, aquí se pudieron detectar sectores que producto de humedad, nubes u otros factores desfavorables no permitieron obtener cobertura total del área levantada y solamente en estas áreas debidamente identificadas y evaluadas, se procedió a realizar un revuelo más preciso. En la Figura N° 1 se observa la cobertura del polígono solicitado.

 Digimapas Chile	<h1>Proyecto</h1>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 5 de 22

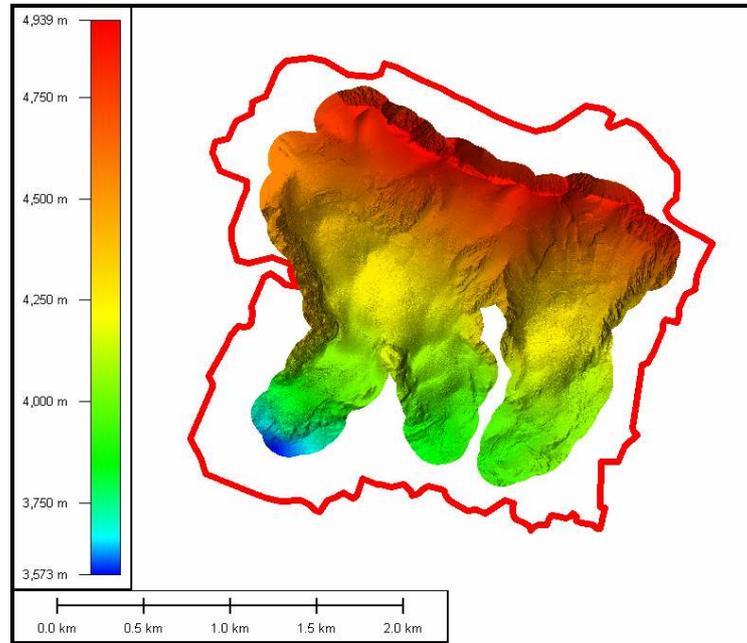
Figura N° 1: Cobertura Láser.



Referencia: Digimapas Chile.

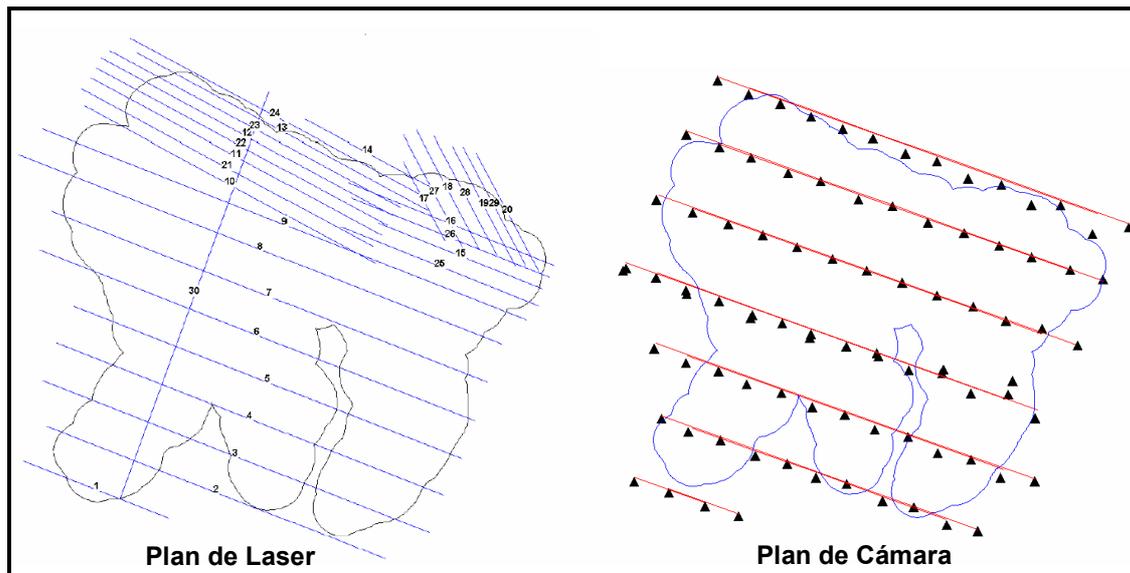
En cada proyecto que realiza Digimapas Chile, conforme a su plan de aseguramiento de los productos solicitados, considera en la etapa de planificación y levantamiento un área de seguridad a la solicitada, es decir, en caso de necesitar mayor información existe una cobertura adicional al polígono cotizado, Esta área es levantada durante los mismos vuelos mencionados anteriormente y en la Figura N°2 la línea con color rojo indica el límite de la información obtenida.

Figura N°2: Información disponible cobertura láser.



Referencia: Digimapas Chile.

Figura N°3: Esquema de Líneas de Vuelos.



Referencia: Digimapas Chile.

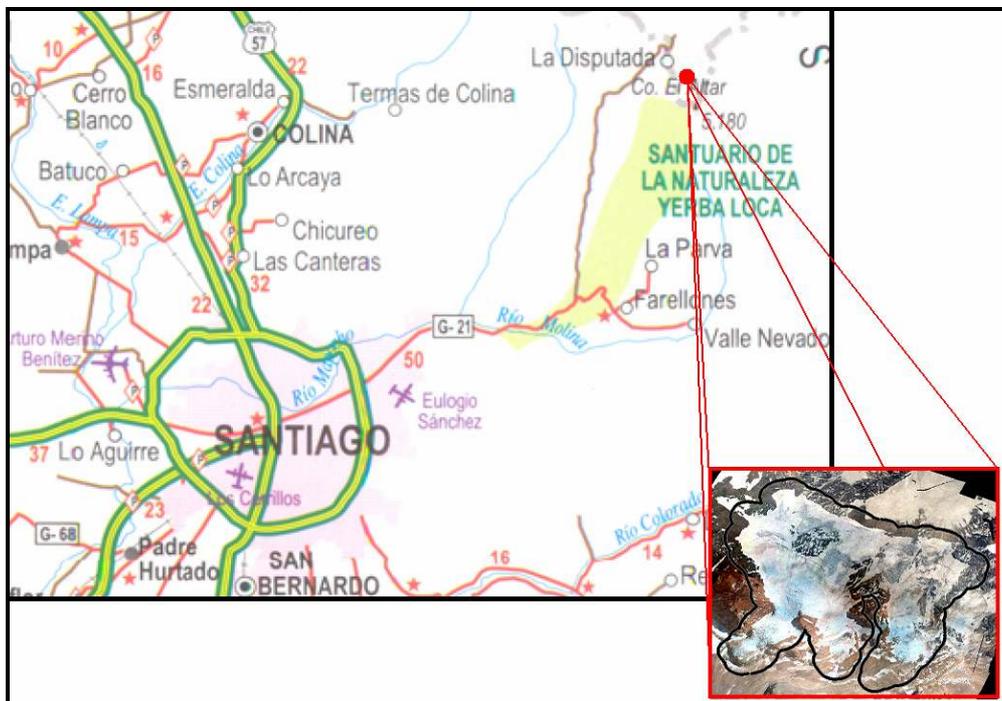
	<h1>Proyecto</h1>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 7 de 22

IV. RESULTADOS GEODESICOS

4.1 Introducción

La reciente creación de la Unidad de Glaciología y Nieves (UGN) de la Dirección General de Aguas (DGA), ha encargado a Digimapas Chile Ltda. (DMCL) el estudio del GLACIAR DE ALTURA LA PALOMA, emplazado en la cuenca del río Maipo, en la Región Metropolitana, teniendo una superficie de aproximadamente 364 hectáreas incluido el buffer requerido. Este levantamiento tiene el fin entregar a la DGA la información topográfica del glaciar, para dar inicio al proyecto de inventariar los glaciares de Chile con todas sus características, recabando antecedentes relevantes a estudios de todo índole científico y administrativo.

Figura N°4: Ubicación proyecto.



Referencia: Digimapas Chile & Red-Vial_MOP.

 Digimapas Chile	<h2>Proyecto</h2>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 8 de 22

El proyecto en sus primeras etapas abordó la planificación de terreno, en sus dos campos de acción (líneas de vuelo y apoyo terrestre), todo conforme a lo solicitado por la DGA y soluciones que DMCL planteó de acuerdo a su experiencia. Factor determinante en este proyecto en particular, fue la seguridad de las dos áreas involucradas en la captura de la información en terreno, demostrando que la tecnología del sistema LiDAR permite capturar la información del sector, pese al difícil acceso, enfrentando la campaña geodésica de terreno de manera segura, responsable y sin registro de incidentes de ninguna índole durante toda esta campaña.

Teniendo antecedentes y reconociendo el área previamente, se planificaron los sitios de construcción de las bases de apoyo, considerando factores técnicos, de seguridad, conservación y ambientales. Definidas las bases y luego a su medición se comenzó con el cálculo de coordenadas de las bases que sirvieron de apoyo a los vuelos, con el fin de iniciar los procesos de datos crudos observados por el sistema LiDAR Harrier 56.

 Digimapas Chile	<h1>Proyecto</h1>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 9 de 22

4.2 Pos Procesamiento Geodésico

4.2.1 Resumen

La construcción de los vértices base se encuentran a 2,7km aproximadamente del polígono levantado, desde donde se tiene visión al glaciar en cuestión. La definición de los vértices estuvo condicionada a escoger lugares que fueran técnica y operacionalmente adecuados en esta y futuras mediciones que quieran ser realizadas en la zona, DMCL utilizó en esta oportunidad como vértice dos referencias físicas en terreno ya existentes, producto de ser referencias robustas, perdurables en el tiempo y de fácil identificación. Los vértices base se vincularon con la Red Geodésica Nacional que rige el Instituto Geográfico Militar (IGM) a través de su vértice “BMOR”, ubicado en el sector de San José de Maipo, camino a Baños Morales y la estación activa “SANT” perteneciente a Red Geodésica SIRGAS.

Con los resultados finales correspondientes a un Sistema de Transporte de Coordenadas (STC) de Orden Primario para las coordenadas de los vértices bases, conforme el Manual de Carreteras Vol.2 (MCV2), los productos asociados de esta Red podrán contar también con precisiones de orden primario.

4.2.2 Recepción de los antecedentes

Para las mediciones de terreno, realizadas entre los días 29 y 30 de noviembre se utilizaron tres geo-receptores satelitales geodésicos de doble frecuencia modelo Topcon HiPer+. El personal encargado de realizar las observaciones en terreno tiene la misión de revisar cada una de las observaciones realizadas, de esta forma los antecedentes de medición GNSS atinentes a la red básica de apoyo del proyecto “Glaciar de Altura La Paloma”, fueron recepcionados en la central de DMCL.

 Digimapas Chile	<h1>Proyecto</h1>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 10 de 22

Con la información de terreno, más los datos de la estación activa “SANT” obtenidos de los sitios oficiales en Internet, se comenzó el procesamiento mediante el software especializado Topcon Tools, Versión. 6.11.01., de la misma compañía de fabricación de los geo-receptores utilizados.

Figura N°5: Ubicación Vértices base.



Referencia: Digimapas Chile & Google Earth.

 Digimapas Chile	<h1>Proyecto</h1>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 11 de 22

4.2.3 PosProceso observaciones geodésicas.

En un proyecto general se reúne toda la información revisada de las observaciones GPS y se procesa de forma independiente el vértice base “HMYL” (Hito Minero inscrito bajo el nombre de “Yerba Loca”), esta monumentación encontrada en la zona fue utilizada por su gran robustez y duración en el tiempo, además de cumplir con las condiciones técnicas para su uso. De este modo el vértice “HMYL” queda ligado a la Red SIRGAS bajo los vértices base “SANT” y “BMOR”.

La generación de una base cercana al proyecto requiere ligar solo un vértice (HMYL) de esta base a los vértices SIRGAS (SANT y BMOR), debido a la longitud de los vectores que se forman en esta figura, no compatibles con la longitud del vector base en la zona y que provocan una inserción de residuos no representativo a las observaciones.

Obtenida la posición del vértice base “HMYL”, se procede a dar coordenadas a 2 vértices más dentro de la zona “LAPA” y “T2L” de manera independiente cada uno.

Tanto la construcción de los monolitos de la Red como los tiempos e independencia de medición de los vectores están conformes a lo establecido en el Manual de Carreteras Vol. 2.

Se revisaron los vectores buscando consistencia y plausibilidad. Por ejemplo líneas de muy poca duración de observación simultánea se eliminan, o en algunos casos se inhabilita temporalmente los datos de algún satélite para así llegar a un resultado óptimo, debido al ruido o falta de información de una señal.

Mediante el mismo software de pos-procesamiento se realizó el ajuste de la Red por mínimos cuadrados en forma iterativa, permitiendo indicar coordenadas ajustadas finales para cada una de las estaciones consideradas, como también sus estimaciones de precisión, las mediciones (Líneas Bases) ajustadas, sus residuos y precisiones.

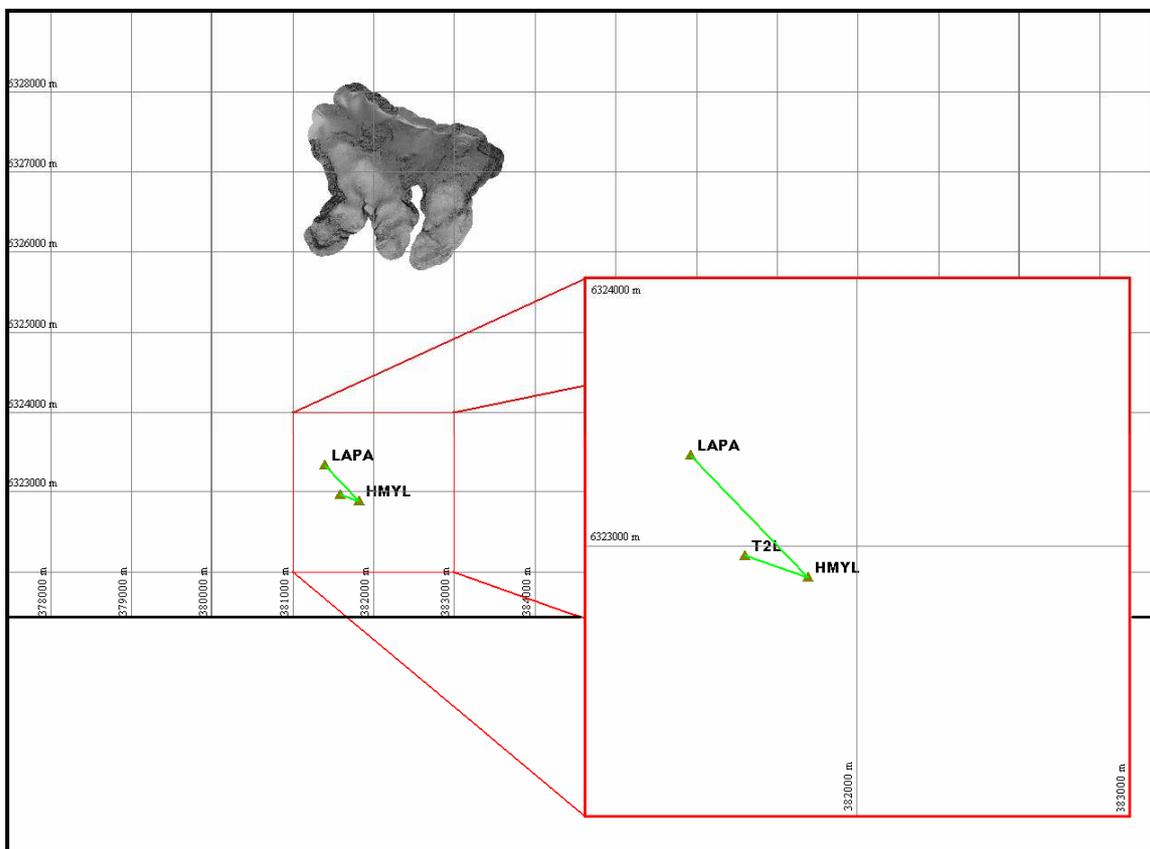
Figura N°6: Esquema de Vinculación a la Red SIRGAS.



Referencia: Digimapas Chile.

	<h1>Proyecto</h1>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 13 de 22

Figura N°7: Bases de Apoyo.



Referencia: Digimapas Chile.

4.2.4 Puntos de Referencia IGM-SIRGAS y resultados finales.

Para la georreferenciación de los vértices base en cuestión, con la red de vértices geodésicos materializada por el Instituto Geográfico Militar (organismo oficial responsable de la definición y materialización de la red geodésica nacional), se utilizaron como vértice de apoyo la estación “BMOR” y la estación activa “SANT”.

 Digimapas Chile	<h1>Proyecto</h1>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 14 de 22

Las coordenadas oficiales de dichos vértices en datum SIRGAS (WGS84), elipsoide GRS-80 y época 2002.0 son:

Tabla 4.1: Coordenadas Geodésicas SIRGAS.

Vértices	WGS84 Latitud	WGS84 Longitud	WGS84 Altura Elip. (m)
SANT	33°09'01.04028S	70°40'06.79860W	723.057
IGM_BMOR	33°49'47.57010S	70°05'42.79470W	1752.115
HMYL	33°13'35.45868S	70°16'05.81485W	3311.731
LAPA	33°13'20.66929S	70°16'22.26405W	3282.914
T2L	33°13'32.72076S	70°16'14.75404W	3231.425

Tabla 4.2: Coordenadas planas UTM, huso 19 Sur.

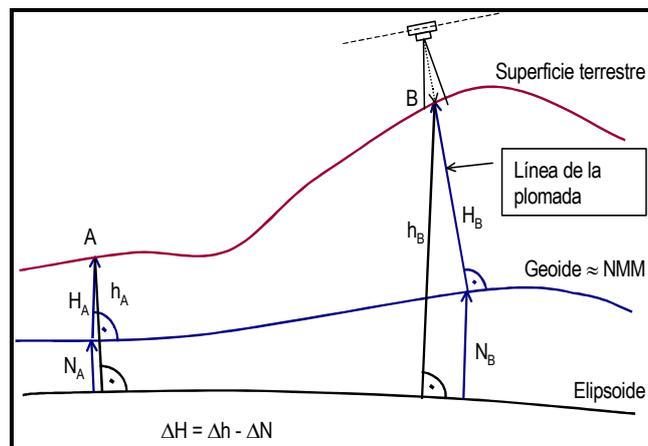
Vértices	Norte (m)	Este (m)	Altura Ort. EGM96 (m)	Std Dev Norte (m)	Std Dev Este (m)	Std Dev Vertical (m)
SANT	6330812.530	344386.412	695.62	0	0	0
IGM_BMOR	6256166.970	398655.196	1721.04	0	0	0
HMYL	6322884.205	381822.173	3281.63	0.006	0.007	0.025
LAPA	6323334.523	381390.842	3252.83	0.001	0.001	0.002
T2L	6322965.719	381589.758	3201.34	0.003	0.003	0.007

Las reducciones de alturas Elipsoidales a Ortométricas se realizaron mediante el modelo gravitacional de la Tierra EGM96 (Earth Gravitational Model). Este modelo es adoptado conforme al Manual de Carreteras Vol. 2 (MCV2), capítulo 2.313.502. (Diciembre 2001) y por tratarse del modelo que mejor representa el geoide de nuestro país. La utilización del modelo EGM96 tiene como objetivo compatibilizar las observaciones de altura Elipsoidales que registran los sistemas de posicionamiento satelital (GNSS) con las alturas Ortométricas utilizadas antes que existieran estos sistemas, para ello se debe recurrir a valores de “ondulación geoidal” (N) que relacione el geoide a la superficie elipsoidica;

 Digimapas Chile	<h1>Proyecto</h1>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 15 de 22

debido a que estas dos superficies rigurosamente no son paralelas, el valor de N varía punto a punto y debe ser conocido en cada estación o transporte de coordenada GPS. Tomando como ejemplo la figura siguiente, la diferencia de nivel respecto al geode entre los puntos A y B está dada por:

Figura N°8: Superficies de Referencia.



Referencia: MCV2, Cap. 2.302.6.

Donde:

$\Delta H = H_B - H_A$ siendo:

$H_A = h_A - N_A$ y

$H_B = h_B - N_B$; resulta

$\Delta H = (h_B - N_B) - (h_A - N_A) = h_B - h_A - (N_B - N_A)$

$\Delta H = \Delta h - \Delta N$

$$H_B = H_A + \Delta h - \Delta N$$

H_A : altura de A respecto al geode

Δh : desnivel entre A y B respecto al elipsoide (obtenido con GPS)

ΔN : Diferencia de ondulación geoidal entre A y B (obtenido de modelo geoidal)

 Digimapas Chile	<h1>Proyecto</h1>	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 16 de 22

Si bien este modelo es recomendado tanto por el IGM como el MOP, hay que tener en cuenta que pueden existir discrepancias mayores a la tolerancia exigida, siendo estas situaciones estudiadas y tratadas cuando son proyectos de ingeniería o requeridas con anterioridad dicha corrección.

4.2.5 Análisis y Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos y sus precisiones, luego del proceso de ajuste de coordenadas de la Red-GPS en cuestión, se aprecia claramente que este STC (Sistema de Transporte de Coordenadas) cumple con las precisiones de orden primario que señala el Manual de Carreteras, Volumen 2, del año 2001.

La redundancia de observaciones para los vectores de la Red-GPS, fueron determinantes para la consistencia e independencia de estos, proporcionando un ajuste de coordenadas con información confiable.

En resumen se considera que debido a la abundancia de información recolectada en terreno y a la calidad de las mediciones, se descarta con ello los errores sistemáticos o de correlación en cada una de las observaciones, logrando los resultados confiables ya analizados.

Los resultados corresponden a una red geodésica de apoyo de alta precisión y para cualquier comparación que se realice con la información producto de este informe, se deben considerar el origen coordinado utilizado y las precisiones asociadas a ellos.

 Digimapas Chile	Proyecto	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 17 de 22

V. PRODUCTOS ENTREGADOS

Productos Láser:

a.-Digital Terrain Model (DTM):

Formato ASCII GRID
Resolución 1 x 1 m

b.- Intensity model:

Formato Tif con extensión TFW
Resolución 1 x 1 m

Productos imágenes:

a.-True Ortho RGB images (tVIS)

Formato TIF con extensión TFW
Resolución 0.25 x 0.25 m

Productos Altimetría:

a.- Curvas de Nivel

Formato: Autocad DWG
Espaciamiento: 2 metros

 Digimapas Chile	Proyecto	 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Ministerio de Obras Públicas
Dpto. Navegación & GNSS	Fecha: Santiago, 30-01-2009	Página: 18 de 22

ANEXOS

CERTIFICADO SIRGAS



CERTIFICADO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS PLANAS Y ALTURA

Fecha, 3 de Diciembre de 2008
O/T N° 2744 - 8

Solicitadas por : **DIGIMAPAS CHILE Ltda.**

Datum : SIRGAS (WGS84)
Elipsoide : GRS-80
Unidad : N, E y Altura en metros.
Altura : Elipsoidal

Nombre de la Estación	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas		Altura	Zona
	Latitud	Longitud	Norte	Este		
BAÑOS MORALES (BMOR)	33° 49' 47",5701	70° 5' 42",7947	6.256.166,970	398.655,196	1.752,115	19

NOTA : Las coordenadas entregadas en este certificado están referidas a la época : 2002.0

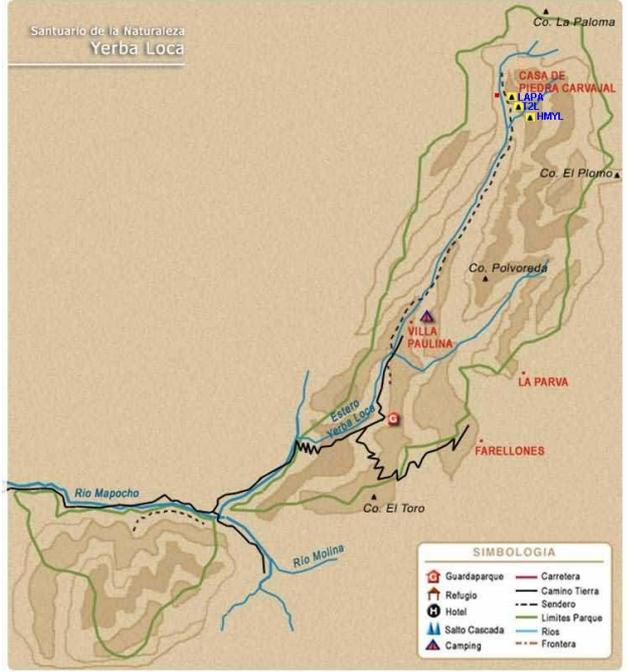


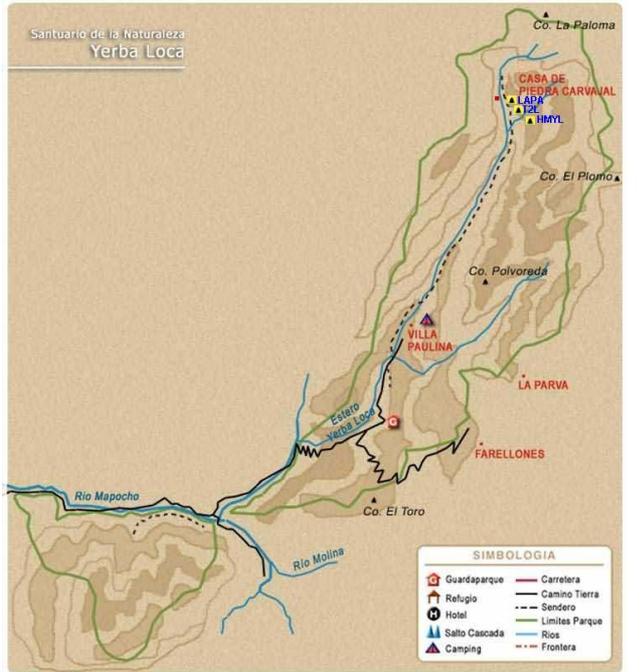
IVONNE GATICA PLACENCIA
Calculista

CHILE AL SERVICIO DE TODOS

MONOGRAFIAS DE VERTICES DMCL

VERTICE <p style="text-align: center;">LAPA</p>		LOCACION <p style="text-align: center;">Santuario de la Naturaleza Yerba Loca</p>
LATITUD <p style="text-align: center;">33°13'20.66929" S</p>		
LONGITUD <p style="text-align: center;">70°16'22.26405" W</p>		
ALTURA ELIPSOIDAL <p style="text-align: center;">3282.914m</p>		
DATUM WGS84 PROYECCION UTM 19 Sur		
NORTE <p style="text-align: center;">6323334.523 m</p>	ESTE <p style="text-align: center;">381390.842 m</p>	
DESCRIPCION <p>El Vértice LAPA, corresponde a un monolito de hormigón de 0.3x0.3x0.6 m con fierro Ø 12 mm central sobresaliente 0.10 m del suelo.</p>		MONOGRAFIA
ITINERARIO <p>En Helicóptero es la manera mas directa y rápida de acceder, de otra forma:</p> <p>Saliendo de Santiago hacia el Oriente (Avda. Kennedy y Avda. Las Condes), tome el Camino a Farelloes. El camino está totalmente pavimentado. En la curva N° 15 (Km. 25) está la entrada al santuario, desde este punto hasta el sector Villa Paulina son 4 kilómetros por camino ripiado en medianas condiciones.</p> <p>Casa de Piedra Carvajal: A seis horas de caminata hacia el interior de Villa Paulina, se encuentra este refugio de arrieros, usado frecuentemente por los andinistas que se dirigen al glaciar.</p> <p>Glaciar La Paloma y El Altar: A 17 Km. desde Villa Paulina, se llega a un valle donde están estos glaciares colgantes, los más cercanos a la ciudad de Santiago.</p>		

VERTICE T2L		LOCACION Santuario de la Naturaleza Yerba Loca
LATITUD 33°13'32.72076" S		
LONGITUD 70°16'14.75404" W		
ALTURA ELIPSOIDAL 3231.425 m		
DATUM WGS84 PROYECCION UTM 19 Sur		
NORTE 6322965.719 m	ESTE 381589.758 m	
DESCRIPCION El Vértice T2L, corresponde a un pilar de hormigón de 1m de alto por 0.40m de diámetro. Con fierro Ø 12 mm central sobresaliente 0.02 m.		MONOGRAFIA
ITINERARIO En Helicóptero es la manera mas directa y rápida de acceder, de otra forma: Saliendo de Santiago hacia el Oriente (Avda. Kennedy y Avda. Las Condes), tome el Camino a Farellones. El camino está totalmente pavimentado. En la curva N° 15 (Km. 25) está la entrada al santuario, desde este punto hasta el sector Villa Paulina son 4 kilómetros por camino ripiado en medianas condiciones. Casa de Piedra Carvajal: A seis horas de caminata hacia el interior de Villa Paulina, se encuentra este refugio de arrieros, usado frecuentemente por los andinistas que se dirigen al glaciar. Glaciar La Paloma y El Altar: A 17 Km. desde Villa Paulina, se llega a un valle donde están estos glaciares colgantes, los más cercanos a la ciudad de Santiago.		

VERTICE HMYL		LOCACION Santuario de la Naturaleza Yerba Loca
LATITUD 33°13'35.45868" S		
LONGITUD 70°16'05.81485" W		
ALTURA ELIPSOIDAL 3311.731 m		
DATUM WGS84 PROYECCION UTM 19 Sur		
NORTE 6322884.205 m	ESTE 381822.173 m	
DESCRIPCION El Vértice HMYL, corresponde a un hito minero, bajo el nombre de HM Yerba Loca 1-104.		MONOGRAFIA 
ITINERARIO En Helicóptero es la manera mas directa y rápida de acceder, de otra forma: Saliendo de Santiago hacia el Oriente (Avda. Kennedy y Avda. Las Condes), tome el Camino a Farellones. El camino está totalmente pavimentado. En la curva N° 15 (Km. 25) está la entrada al santuario, desde este punto hasta el sector Villa Paulina son 4 kilómetros por camino ripiado en medianas condiciones. Casa de Piedra Carvajal: A seis horas de caminata hacia el interior de Villa Paulina, se encuentra este refugio de arrieros, usado frecuentemente por los andinistas que se dirigen al glaciar. Glaciar La Paloma y El Altar: A 17 Km. desde Villa Paulina, se llega a un valle donde están estos glaciares colgantes, los más cercanos a la ciudad de Santiago.		