

# DGA; PUC. Estudio Regional del Altiplano de Chile.

Disponible desde: <http://www.recursoshidricosaltiplano.cl>

Fecha consulta: 05/03/2009

## Presentación

Este sitio web ha sido creado para la difusión del Estudio que actualmente desarrolla la Dirección General de Aguas (DGA) con el apoyo de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) para **caracterizar los recursos hídricos del Altiplano Andino o Puna de Chile. La labor está enmarcada principalmente en el norte grande y parte del norte chico, lo que corresponde a las Regiones Administrativas I, II, III y XV.**

La DGA, a través de su Departamento de Estudios y Planificación (DEP), estableció la necesidad de mejorar el conocimiento sobre la disponibilidad de los recursos hídricos en el Altiplano, debido a que se prevé un aumento en la demanda sobre éstos.

## Objetivos

La idea de mitigar el impacto negativo que puede ocasionar un mal uso de los recursos hídricos, motiva el proponer alternativas de desarrollo sustentable, basadas en una planificación integral de los aprovechamientos.

El Convenio establecido entre la DGA y la PUC persigue dos objetivos principales:

1. Mejorar el conocimiento referente a los procesos geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos e hidrogeoquímicos en las cuencas cerradas del Altiplano de la I, II, III y XV Región del país, para hacer un mejor uso del recurso agua tanto a nivel local como regional.
2. Mejorar y actualizar las metodologías de análisis hidrológicos, así como avanzar en la definición de criterios de sustentabilidad que maneja la DGA en las decisiones de su competencia.

Para lograr esto, el Estudio contempla inicialmente una caracterización general de la franja de interés, lo que se traducirá entre otras cosas en hacer una actualización del Balance Hídrico de Chile en la zona.

Además se contempla estudiar algunas cuencas en mayor profundidad, para integrar y generar conocimiento, que permitan trazar directrices de manejo en zonas con menos información. Un apropiado levantamiento de información, sumado a criterios acertados para la elección, definirán los sectores prioritarios a caracterizar.

## Metodologías por áreas temáticas

### Geología y Geomorfología

#### Marco Geológico Regional

La geología regional del altiplano se estructuró a partir de una síntesis, basada en la recopilación bibliográfica de los antecedentes disponibles y considerados de mayor importancia para este fin. De este modo, las referencias geológicas tectónicas y estratigráficas regionales han permitido reconstruir un Marco Geológico Regional ordenado y actualizado del Norte Grande de Chile.

El objetivo consistió en comprender la evolución geológica del Altiplano - Puna en particular y sentar las bases para el desarrollo de las siguientes etapas del Estudio en esta y las demás líneas en su relación. Las principales fuentes de consulta para la elaboración de este informe fueron:

- "The Geology of Chile", Geological Society of London, 2007.
- "Mapa Geológico del Norte Grande de Chile, Escala 1:1.000.000, del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), 2003.

La recopilación bibliográfica contempló aquellas referencias con área de interés en la zona de Estudio y que tuvieran relación con los aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos e hidrogeoquímicos. Las principales fuentes de consulta fueron:

- Biblioteca Central de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile
- Biblioteca de Geología de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile
- Trabajos publicados en [ScienceDirect](http://www.sciencedirect.com)

- Trabajos publicados en [Revista Geológica de Chile](#)

- Síntesis publicadas en Congresos Geológicos chilenos

Algunos de los trabajos encontrados son memorias o tesis de Geología e Ingeniería Civil que se han desarrollado en los temas que se mencionan más arriba.

## Hidrogeología

### Mediciones de evapotranspiración

Para las mediciones de evapotranspiración (ET) desde el agua subterránea se ha utilizado la cámara semiesférica (Hemispherical Chamber) propuesta por el USGS. El equipo consiste en una semiesfera de acrílico que se pone sobre suelo con vegetación (evapotranspiración) o raso (evaporación), dependiendo de las características específicas del lugar a monitorear.

Al interior de la semiesfera o domo se ubican, de acuerdo a un procedimiento y geometría establecidos, un par de ventiladores y un psicrómetro. Los primeros permiten que exista una mezcla de aire al interior del volumen de control, reproduciendo las condiciones de viento que existen en el exterior, mientras el segundo mide la temperatura y la humedad en el mismo durante el tiempo que dura la medición (~2 minutos por punto). Las mediciones del psicrómetro reflejan el aumento de la densidad de vapor al interior del instrumento, cuya tasa de incremento es proporcional a la evapotranspiración (Figura 1). El ajuste de una recta en la sección de pendiente constante entrega un valor puntual de evapotranspiración a la hora de la medición.

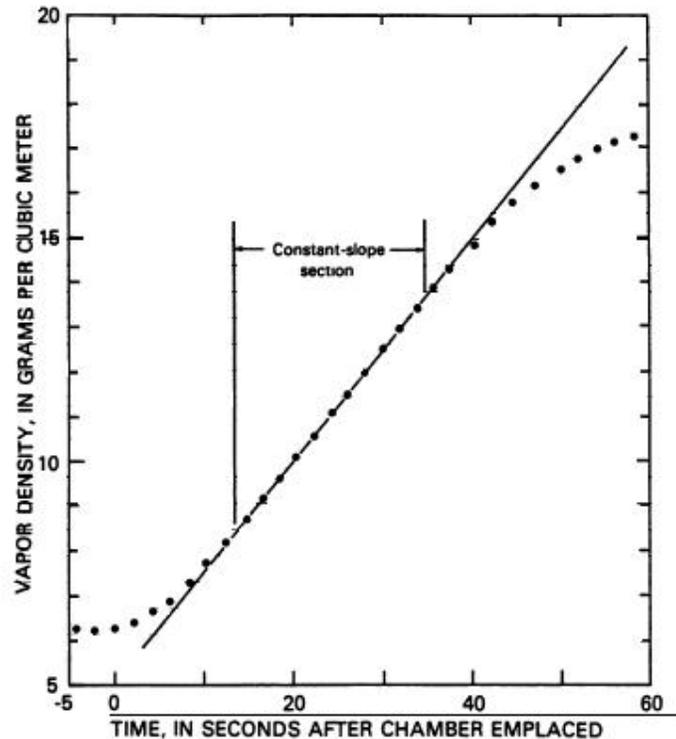
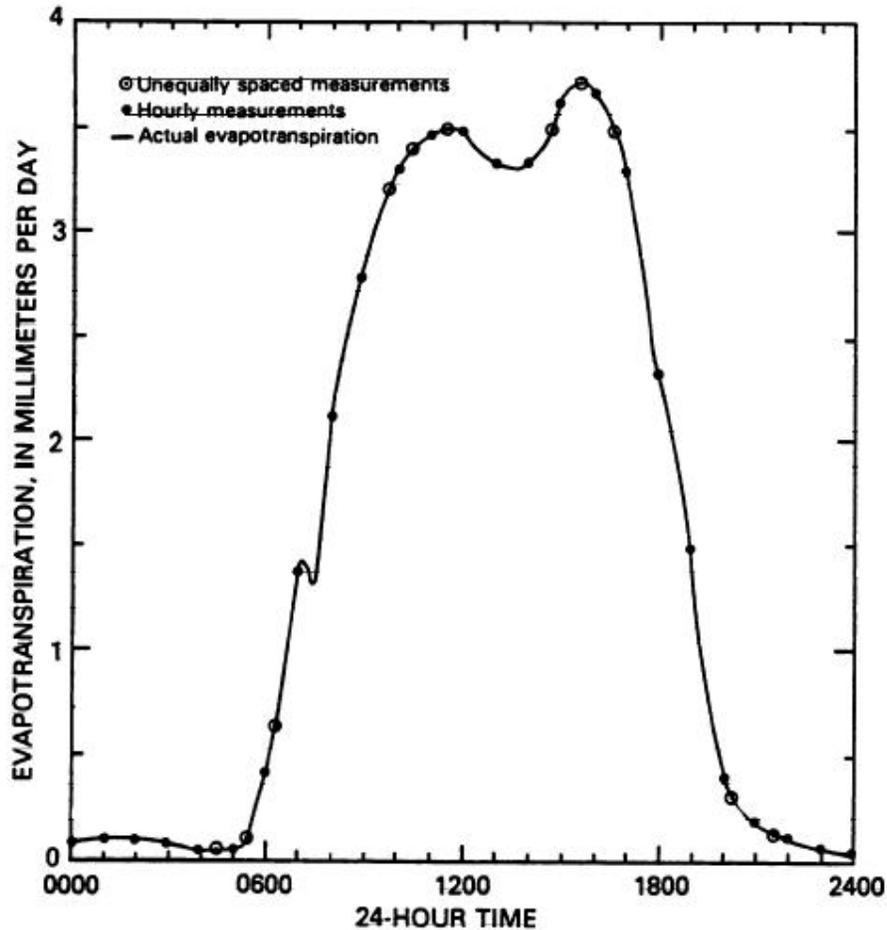


Figura 1: Típica serie de tiempo de la densidad de vapor medida con el psicrómetro al interior del domo

Las controles se efectúan en un lugar fijo, desde el amanecer hasta la puesta de sol, en intervalos que pueden ser de 1 hora o menos, de manera que con la tasa de evapotranspiración en cada medición se pueda construir una curva ET versus tiempo (Figura 2). Cada punto seleccionado es representativo de una textura de suelo y de una profundidad de la napa en ésta.

<!--[if !vml]-->



<!--[endif]-->

Figura 2: Típica serie de tiempo de evapotranspiración durante 1 día

Una vez construida la curva ET v/s t mostrada en la Figura 2, se puede estimar la ET diaria a través de una integración.

Referencia: Stannard, D. I. (1988), Use of a hemispherical chamber for measurement of evapotranspiration, U.S. Geol. Surv. Open File Rep., 88-452, 18 pp.

## Hidrografía

### Trazado de cuencas hidrográficas

Las cuencas hidrográficas del altiplano chileno, se han definido a partir del límite occidental establecido por el Instituto Geográfico Militar (IGM, Niemeyer & Cereceda, 1984).

Usando Modelos de Elevación Digital (DEM) se trazó la red de drenaje y la delimitación de las cuencas. Las correcciones se hicieron a partir de las referencias 1 a 3 citadas, además de imágenes satelitales (Landsat) y coberturas digitales (SIG) provistas por la Dirección General de Aguas (DGA) y otras del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental de la UC.

Los DEM fueron trabajados con *Watershed Modeling System (WMS)* y *Global Mapper*, utilizando líneas de isocota para determinar conexión entre cuencas (Figura 1). También se utilizaron transectos para evaluar potenciales conexiones (Figura 2). En la sección [Resultados](#) puede apreciarse la delineación final.

Figura 1: Cuencas de Salar de Aguas Calientes 2, Salar de Loyoques y Laguna Lejía, entre otros. La línea de agua representa la isocota de 4.340 msnm.

Figura 2: Transecto entre cuencas de Salar de Aguas Calientes 2 y Salar de Loyoques (en esa dirección, SO - NE).

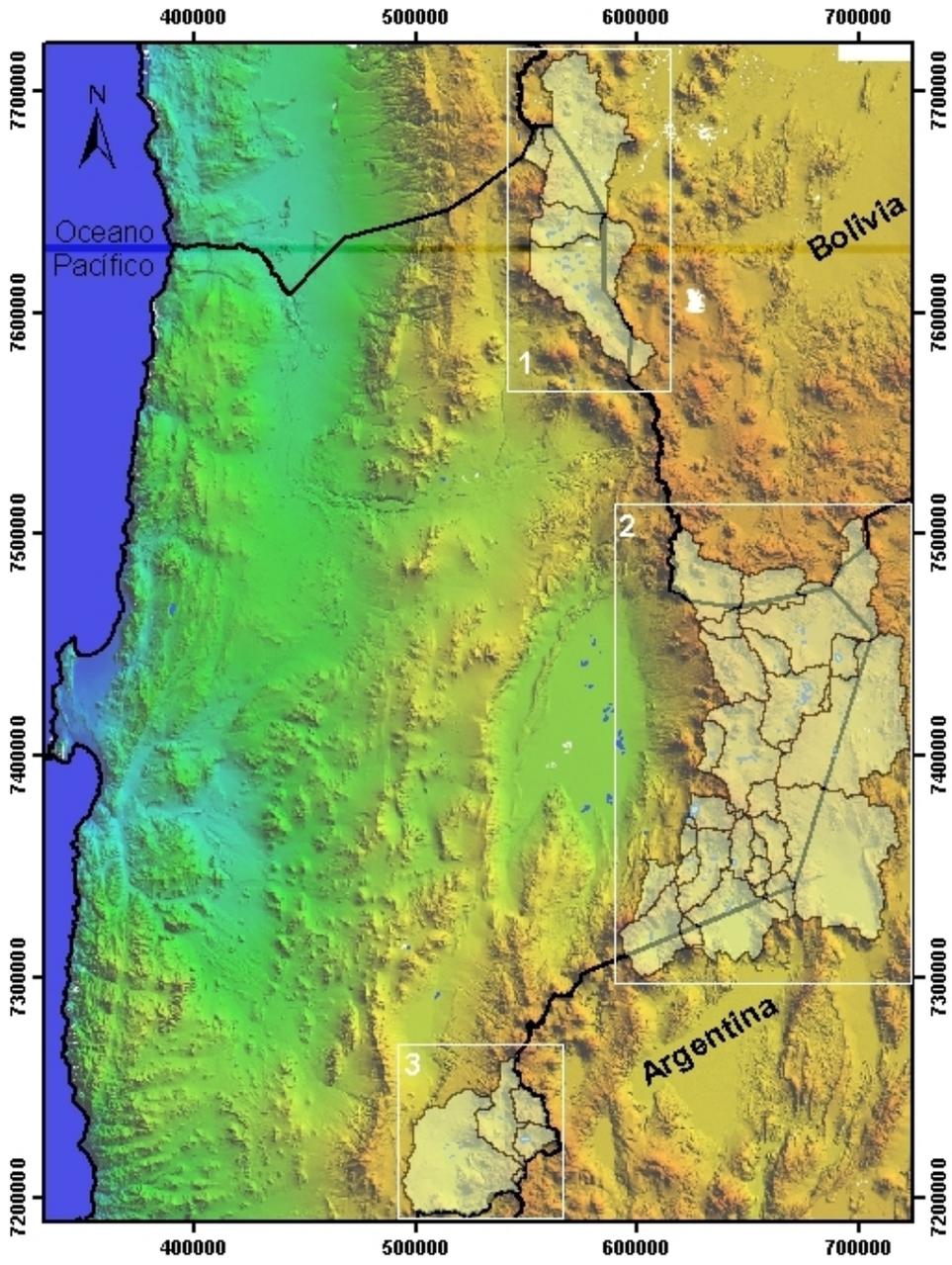
### **Trazado de cuencas hidrográficas**

Las cuencas hidrográficas delineadas se presentan en las siguientes imágenes, separadas por Región administrativa. La mayoría de éstas corresponden a cuencas endorreicas cuya mayor parte se encuentra en territorio chileno, sin embargo, algunas corresponden a subcuencas de una cuenca endorreica mayor, formada en 2 o más países.

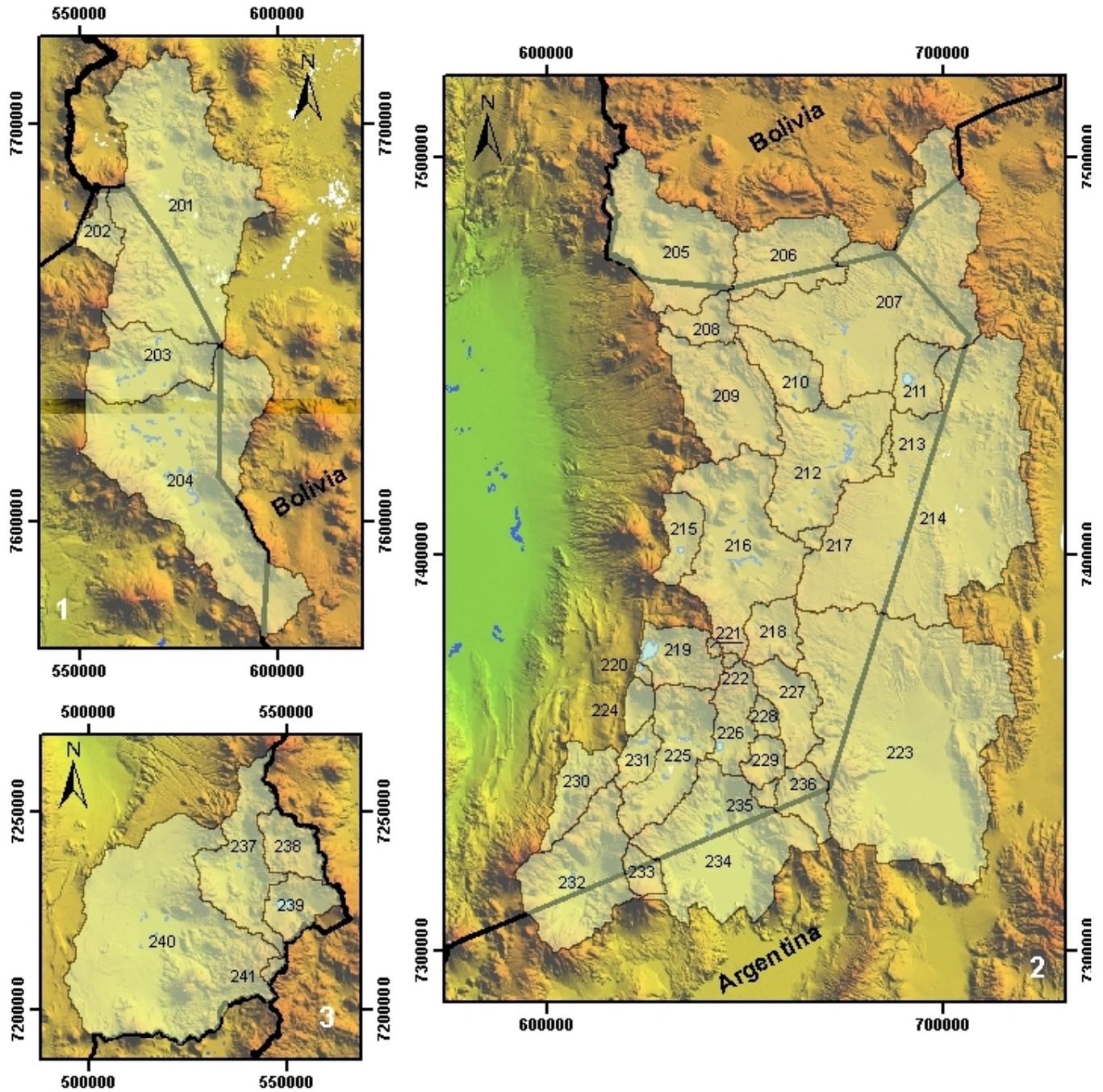
En total se trazaron 87 cuencas entre las 4 Regiones en que está presente el Altiplano - Puna en Chile, con tamaños que varían desde casi 13 km<sup>2</sup> (sub Aguas Calientes 2) a unos 3.600 km<sup>2</sup> (Pedernales).

Algunas de las cuencas delineadas no tenían un nombre asignado en las fuentes de información utilizada para su trazado, ni en el resto de la bibliografía revisada. En estos casos se utilizó un nombre que hace referencia a un rasgo topográfico distintivo o quebrada o río más importante. Cuando ninguno de estos casos se daba se optó por llamar a la cuenca con el nombre de la hoya hidrográfica en la que aparecía antes de este Estudio, anteponiéndole el prefijo "sub".

# Región II



El detalle de los sectores encuadrados en la imagen anterior se presenta en la siguiente imagen. Las 3 figuras puestas están a una misma escala (1:1.500.000), lo que permite comparar visualmente sus tamaños.



Id	Nombre	Altura media (msnm)	Perímetro (km)	Área (km <sup>2</sup> )
201	Ollagüe - Laguari	4.075	318	1.957
202	Salar de Alconcha	4.384	74	130
203	Salar de Carcote	4.038	139	483
204	Salar de Ascotán	4.260	330	1.791
205	Laguna Verde (Bolivia)	4.728	190	834

206	Laguna Blanca	4.707	161	479
207	Salar de Tara	4.648	378	1.814
208	Pampa La Bola y Pampa El Vallecito	4.858	86	161
209	Salar de Pujsa	4.778	167	633
210	Salar de Aguas Calientes 1	4.556	99	263
211	Laguna Helada	4.460	87	210
212	Salar de Loyoques o Quisquiro	4.430	196	749
213	Sub Salar de Jama (Lag. Guachalajte, de Mucar y de Pampa Cien)	4.369	47	34
214	Salar de Jama (Lag. Guachalajte, de Mucar y de Pampa Cien)	4.362	374	2.547
215	Laguna Lejía	4.611	90	197
216	Salar de Aguas Calientes 2	4.562	234	975
217	Cerro Coquema	4.606	28	29
218	Puntas Negras	4.644	90	201
219	Laguna Miscanti	4.692	99	268
220	Laguna Miñiques	4.420	23	18
221	Sub Miscanti (Alt: Esquina Amarilla)	5.325	20	15
222	Sub Aguas Calientes 2	5.300	20	13
223	Salar del Rincón (Pampa de Lari)	4.156	364	2.763
224	Pampa Varela	4.322	48	85
225	Salar de Aguas Calientes 3 o Salar de Talar	4.312	154	501
226	Laguna Tuyajto	4.596	110	249
227	Salar del Laco	4.518	121	271
228	Pampa Colorada	4.472	43	58
229	Pampa Las Tecas	4.567	59	109
230	Pampa de Tunco	4.219	117	253
231	Salar de Capur	4.166	65	122
232	Salar de Pular	4.342	170	728
233	Laguna Aracar	4.475	52	96
234	Salar de Incahuasi	3.909	230	1.067
235	Sub Laguna Jече	4.594	35	33
236	Laguna Jече	4.530	83	182
237	Salar de Aguas Calientes 4	4.223	209	536
238	Sub Aguas Calientes 4 (Alt: Pedregal)	4.645	86	204
239	Laguna de la Azufrera	4.596	87	213
240	Salar de Pajonales	3.909	299	1.977
241	Sub Salar de Pajonales	5.092	30	25