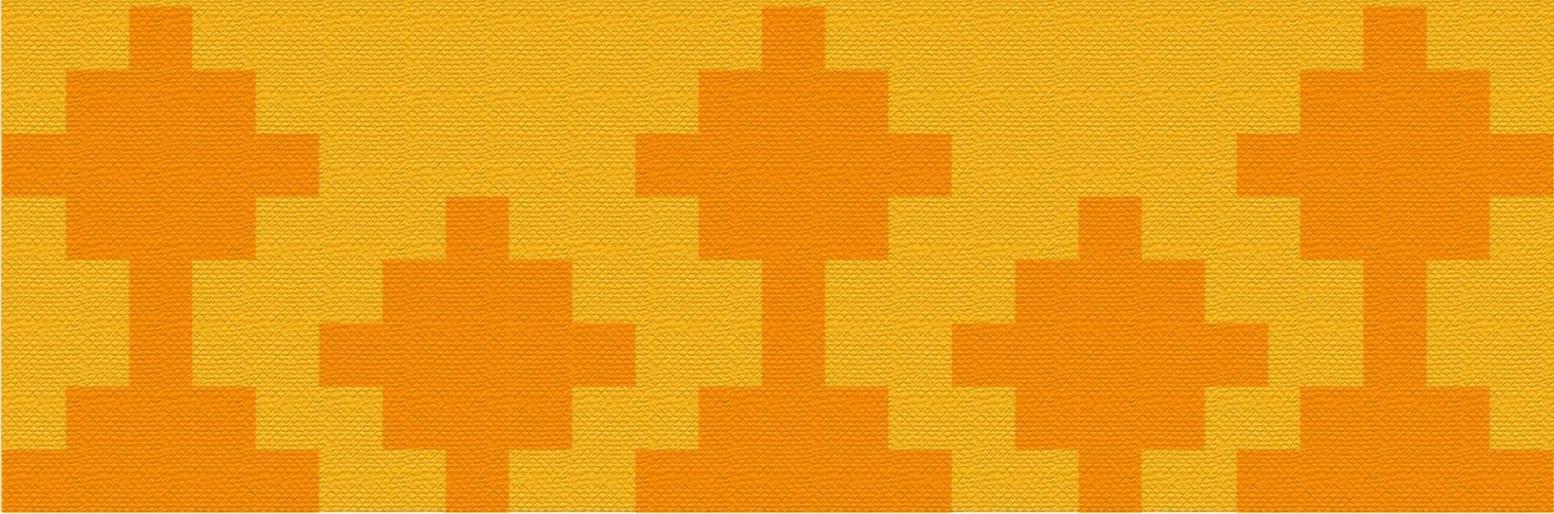




La economía del
**cambio
climático**
en Bolivia

Impactos en
los recursos hídricos



Banco Interamericano de Desarrollo

La economía del cambio climático en Bolivia
Impactos en
los recursos hídricos

Autor: Miguel Ángel Ontiveros Mollinedo

Editores: Carlos E. Ludeña y Leonardo Sánchez Aragón



NACIONES UNIDAS

CEPAL



**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Ontiveros Mollinedo, Miguel Ángel.

La economía del cambio climático en Bolivia: impactos en los recursos hídricos / Miguel Ángel Ontiveros Mollinedo; Carlos E. Ludeña, Leonardo Sánchez Aragón, editores.

p. cm. – (Monografía del BID; 186)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Water-supply—Climatic factors—Bolivia. 2. Environmental economics—Bolivia. I. Ludeña, Carlos E., editor. II. Sánchez Aragón, Leonardo, editor. III. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Cambio Climático y Sostenibilidad. IV. Título. V. Serie.

IDB-MG-186

Número de referencia de la CEPAL, Naciones Unidas: LC/L.3808

Palabras clave: Cambio Climático, Agua, Recursos Hídricos, Bolivia

Clasificación JEL: Q54, Q25, O54.

Este documento es uno de los análisis sectoriales que conforman la serie “La economía del cambio climático en Bolivia” del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en el marco del Estudio Regional de la Economía del Cambio Climático (ERECC) en América Latina y el Caribe, coordinado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y con el apoyo de UKAID del gobierno Británico.

Esta serie fue coordinada por Carlos Ludeña en colaboración con Leonardo Sánchez-Aragón (BID) y Carlos de Miguel, Karina Martínez y Mauricio Pereira (CEPAL).

El presente documento fue preparado Miguel Ángel Ontiveros Mollinedo, con los comentarios de Fernando Miralles y Sandra Valencia (BID).

Se agradece el apoyo del Ministerio de Ambiente y Agua en la realización de este estudio, en especial al Programa Nacional de Cambios Climáticos, ahora Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra.

Citar como:

Ontiveros Mollinedo, M.A. *La economía del cambio climático en Bolivia: Impactos en los Recursos Hídricos*. C.E. Ludeña y L. Sanchez-Aragon (eds), Banco Interamericano de Desarrollo, Monografía No. 186, Washington, DC.

Las opiniones expresadas en esta publicación son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

Se prohíbe el uso comercial no autorizado de los documentos del Banco, y tal podría castigarse de conformidad con las políticas del Banco y/o las legislaciones aplicables.

Copyright ©2014 Banco Interamericano de Desarrollo. Todos los derechos reservados; este documento puede reproducirse libremente para fines no comerciales.

1.	ANTECEDENTES.....	7
2.	OBJETIVOS	7
3.	ALCANCES, POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN	8
4.	BASE CONCEPTUAL Y ENFOQUE.....	9
5.	ALCANCE Y METODOLOGÍA	10
5.1	Recolección de información	11
5.2	Procesamiento de la información generada por el Modelo PRECIS	12
5.3	Estimación de la oferta hídrica superficial total	14
5.4	Estimación de la demanda hídrica	19
5.5	Estimación del índice de escasez.....	19
5.6	Escala de valoración del índice de escasez	20
5.7	Estimación del índice de vulnerabilidad del consumo de agua.....	20
5.8	Escala de valoración del índice de vulnerabilidad.....	21
6.	RESULTADOS.....	22
6.1	Caracterización de los cambios en términos de disponibilidad de agua.....	22
6.2	Descripción de los posibles escenarios futuros con base en los resultados obtenidos.....	23
6.3	Variación de los parámetros climatológicos.....	23
6.4	Variación de los parámetros hidrológicos	26
6.5	Descripción de los posibles escenarios futuros con base en el conocimiento actual de las proyecciones de oferta y demanda	28
6.6	Análisis de resultados del índice de escasez.....	28
6.7	Análisis de resultados del índice de vulnerabilidad	32
6.8	Análisis de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos en base a los resultados obtenidos	38
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE EL IMPACTO DE LAS INUNDACIONES Y SEQUÍAS.....	48
8.	REFERENCIAS	49
	ANEXO 1. ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA.....	53
	ANEXO 2. ESTIMACIÓN DE LOS ÍNDICES DE ESCASEZ	74

Resumen

La presión que ejercen la actividad agrícola y el abastecimiento de agua potable sobre los recursos hídricos en Bolivia, y los conflictos generados por el uso del agua, hacen necesario tener un indicador sobre el estado de las relaciones de oferta-demanda hídrica que sirva como herramienta de planificación y toma de decisiones. Por eso, el objetivo de este estudio es determinar la oferta de agua por subcuencas y estimar la demanda hídrica a nivel municipal bajo varios escenarios del cambio climático.

Para ello se implementaron dos metodologías: el índice de escasez y el de vulnerabilidad del consumo de agua. Ambos índices representan indicadores que caracterizan la relación porcentual de la oferta y la demanda hídrica. A fin de estimar los índices para los períodos 1961-90 y 2071-2100, se usaron las salidas del modelo PRECIS, las cuales fueron interpretadas de manera espacial sobre un mapa de cuencas a fin de establecer los parámetros climáticos y calcular la escorrentía. A nivel de cuencas la magnitud de la oferta hídrica superficial se estimó por un método indirecto del balance hídrico.

La información generada en este estudio constituye un valioso aporte para los organismos encargados de la administración hídrica a nivel nacional.

La economía del cambio climático en Bolivia

Impactos en los recursos hídricos

1. Antecedentes

El Informe Stern de Economía del Cambio Climático (2006) concluyó que, para el mundo, los beneficios de una acción decidida y temprana para enfrentar el cambio climático superan sus costos. El estudio reconoce que los impactos y los costos de la inacción en materia de cambio climático y que los costos y oportunidades que surgen de la acción para enfrentar el cambio climático no se distribuyen de forma equitativa.

Los Estudios Regionales sobre Economía del Cambio Climático (ERECC) proporcionan este análisis a escala local, permitiendo a los países y regiones identificar las implicaciones de la acción en materia de cambio climático para sus economías y para grupos socioeconómicos específicos. Aunque el cambio climático es un problema global, requiere un conjunto de respuestas a escala local y regional. Los ERECC están diseñados para proporcionar esta información, analizando los impactos probables, los costos y la capacidad de respuesta en adaptación y mitigación.

En este marco se está llevando a cabo un estudio específico para Bolivia, cuyo propósito general es hacer un análisis económico de los impactos del cambio climático en dicho país. Como primer paso, se planea obtener la validación de los datos climáticos provistos para los escenarios A2 y B2 del modelo Providing Regional Climates for Impacts Studies (PRECIS) del Hadley Center provistos por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) del Brasil. Después se caracterizarán los cambios esperados en temperatura promedio, máxima y mínima, y precipitación en los diferentes departamentos y municipios del país. Los resultados serán utilizados en los estudios sectoriales.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es determinar los cambios esperados en términos de disponibilidad de agua a nivel de municipios en Bolivia, a partir del conocimiento actual de las proyecciones de oferta y demanda de agua, representados en posibles escenarios futuros de provisión de agua potable en el país debido al cambio climático.

Asimismo, se procura reflejar la relación porcentual entre la demanda de agua de uso extractivo con disponibilidad de información y la oferta hídrica disponible en las fuentes abastecedoras, tanto en la situación actual como bajo el efecto de un posible cambio climático.

Para lograr este cometido, se hace una proyección realista de la disponibilidad de agua en el país en la situación actual y con cambio climático en los períodos de 1961-90 y 2071-2100, utilizando dos metodologías que toman en cuenta índices de escasez y vulnerabilidad basados en la interrelación de la oferta y la demanda hídrica, lo cual nos dará como resultado el grado de presión que existe sobre los recursos hídricos.

3. Alcances, posibilidades y limitaciones de los sistemas de información

Una de las mayores limitaciones en el proceso de formulación de proyectos para aprovechar los recursos hídricos en la región radica fundamentalmente en dos aspectos, que se caracterizan por su fragilidad y heterogeneidad: los sistemas de información de los recursos hídricos existentes y la estructura institucional para la gestión integrada de dichos recursos.

Si bien en el país existen bancos de datos acerca de los recursos hídricos incluidos en los denominados sistemas de procesamiento de información tanto hidrológica como meteorológica, podemos constatar que la información del agua está muy dispersa, es heterogénea e incompleta, y se encuentra en instituciones muy diversas (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, gobernaciones, municipios, universidades, organizaciones no gubernamentales, fundaciones, bibliotecas personales, etc.), lo cual dificulta el intercambio de información y conocimientos entre usuarios. La disponibilidad de productos sobre el estado del arte, y la gestión y protección ambiental de todas las cuencas no satisface las necesidades de distintos niveles de usuarios.

Tomando en cuenta este aspecto, en todo el país las instituciones responsables del aprovechamiento de los recursos hídricos ejecutan sus actividades de gestión de dichos recursos de forma aislada y fragmentada, lo cual no tiene consecuencias positivas para las diferentes regiones del país, debido a que el desarrollo de sus capacidades técnicas se produce de manera muy indistinta, tanto en términos institucionales como legales, y como consecuencia de esto se origina un total desconocimiento sobre las capacidades locales para encarar una gestión integral de los recursos hídricos, así como también se evidencia la carencia de instrumentos adecuados para tal fin.

Por consiguiente, existe una desintegración tanto de los sistemas de adquisición de datos hidrometeorológicos e hidroclimatológicos como de las redes de usuarios en las cuencas. En este ámbito predominan: la falta de coordinación interinstitucional e intercambio de información, la poca consistencia de los datos hidrológicos, el desconocimiento de los usos actuales del agua y su proyección en términos de demanda hídrica.

En el presente estudio se usará información generada por el modelo PRECIS que forma parte de la versión del modelo de circulación británico HadRM3P. El modelo puede resolver las ecuaciones en dos resoluciones espaciales, una a 50 km y otra a 25 km (que aproximadamente corresponden a 0,5° y 0,25° de latitud-longitud en regiones cercanas al Ecuador respectivamente). En cuanto a los resultados, PRECIS brinda promedios horarios, mensuales y anuales, aunque es posible configurar el sistema para guardar solamente valores diarios y/o mensuales (Andrade, 2014).

De acuerdo con Seiler (2009) y Andrade (2014), el modelo tiene sus fortalezas y limitaciones, las que se deben tomar en cuenta en la revisión. Una de las limitaciones más importantes es la baja calidad de las interpolaciones espaciales de observaciones meteorológicas a causa de la baja densidad de estaciones meteorológicas y la alta heterogeneidad de la topografía. Según el análisis de Seiler, la fuente de los errores no la constituyen los datos de las observaciones sino el mismo modelo PRECIS. Las diferencias entre variables modeladas y observadas pueden ser causadas por la representación de la topografía del modelo o por la parametrización.

De acuerdo con lo anterior, este estudio se realizará considerando la imprecisión e incertidumbre de la información producida por el modelo, y suponiendo que los datos generados por el PRECIS son enteramente confiables y que son resultado de una calibración y parametrización de sus variables. Por lo tanto, los resultados serán el reflejo de los datos de entrada.

La evaluación de la vulnerabilidad de los recursos hídricos en un ámbito nacional requiere un sistema de seguimiento hidrológico que provea información en tiempo y espacio sobre la escorrentía superficial en el territorio. De igual forma, es necesario contar con estadísticas consolidadas sobre la utilización del recurso hídrico superficial por parte de los distintos sectores productivos (Rivera et al, 2004), pero –como ya se mencionó– carecemos de estos requerimientos, aspectos que condicionarán la metodología a usar.

4. Base conceptual y enfoque

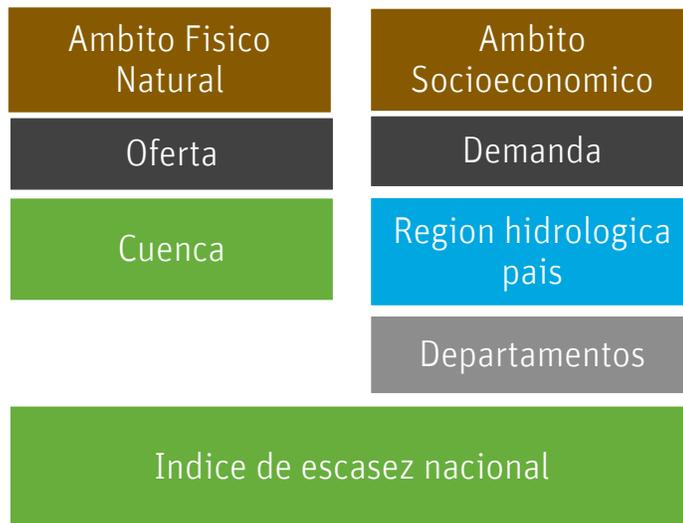
En Bolivia, los recursos hídricos constituyen un elemento frágil, y esto se debe en parte a que este recurso es escaso en casi la mitad del territorio. Una mirada rápida a periódicos nacionales en cualquier período del año nos muestra que este es un país que está azotado por sequías, granizos, inundaciones y otras manifestaciones climáticas, que en muchos casos son impredecibles y que además se ven agravadas por fenómenos como El Niño. El hecho de que la economía rural dependa de los recursos hídricos hace necesaria la aplicación de estrategias de manejo tanto a nivel local como a nivel nacional (Van Damme, 2002).

La creciente presión sobre los recursos hídricos en Bolivia y la multiplicación de conflictos debido al uso del agua, por ejemplo, en las urbes de La Paz, Sucre, Cochabamba y en casi todas las capitales de departamento, destacan la necesidad de implementar un indicador sobre el estado de las relaciones de oferta y demanda hídrica. La relación de esta oferta con la demanda de agua existente es un importante indicador de estado que refleja no solo su papel como elemento de consumo y bienestar de los seres vivos, sino también como materia prima o medio de producción de los distintos sectores socioeconómicos. Por lo tanto, este indicador deberá representar una relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades socioeconómicas y la oferta hídrica disponible en las fuentes abastecedoras.

Esta relación suele denominarse índice de escasez o índice de vulnerabilidad, y constituye un indicador para tomar decisiones sobre los recursos naturales, que son utilizados en la estimación de los factores regionales de la tasa por uso de agua y que se deben contemplar en los procesos de reglamentación del aprovechamiento del agua de las corrientes superficiales y subterráneas.

En el marco del proyecto ERECC se implementaron ambas metodologías: el Índice de Escasez como el indicador adecuado para caracterizar la relación entre la oferta y demanda, desarrollado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales (IDEAM) de Colombia y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), y el índice de vulnerabilidad del consumo de agua (Mendoza et al., 2006) propuesto por la CEPAL.

Esquema 1
Modelo conceptual del índice de escasez y vulnerabilidad



5. Alcance y metodología

Para lograr los objetivos trazados, se generará un documento dividido en nueve secciones, que contendrán toda la información elaborada, como se describe a continuación:

- **Recolección de información.** En este primer punto se describirá de un modo breve la metodología de obtención de la información prevista, así como su situación y emplazamiento.
- **Procesamiento de la información generada por el modelo PRECIS.** Se procesarán los parámetros de precipitación y temperatura con ayuda de un Sistema de Información Geográfica (ArcGis), para especializar estos parámetros y de esta manera calcular la evapotranspiración y el escurrimiento en el contexto de su distribución espacio-temporal para definir la distribución regional de la disponibilidad de agua.
- **Estimación de la oferta hídrica superficial total.** La oferta total refleja toda el agua que circula por la fuente abastecedora. El primer paso para establecer la disponibilidad hídrica es definir la oferta hídrica superficial total. A nivel de cuencas, la magnitud de la oferta hídrica superficial se obtendrá por métodos indirectos, entre ellos: las relaciones escorrentía versus parámetros morfométricos, el balance hídrico, y los modelos lluvia-escorrentía. También se estimará, en base a la oferta total, la oferta neta, que define la cantidad de agua que ofrece la fuente luego de haber tomado en cuenta el caudal ecológico (la cantidad de agua que debe quedar en ella para efectos de mantener la dinámica de aguas bajas, incluida la época de estiaje, y para proteger las fuentes frágiles).
- **Estimación de la demanda hídrica.** La demanda de agua en general representa el volumen de agua, expresado en millones de metros cúbicos, que se utiliza para las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinados, y corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales. La

demanda se calculará siguiendo la metodología propuesta por el IDEAM de Colombia, que consiste en la sumatoria de las demandas sectoriales que da como resultado una demanda de agua total y que representa el volumen de agua, expresado en millones de metros cúbicos, utilizado por las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinados.

- *La evaluación del índice de escasez.* A nivel nacional, se realizará el cálculo del índice de escasez para reflejar la relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades socioeconómicas y la oferta hídrica disponible en las fuentes abastecedoras.
- *La evaluación del índice de vulnerabilidad del consumo de agua.* Este índice refleja la relación entre el consumo total de agua anual y la disponibilidad natural. En base al índice de vulnerabilidad del consumo de agua (disponibilidad de recursos hídricos) se identificarán las áreas de alta vulnerabilidad.
- *Presentación de resultados obtenidos.* Se presentará un resumen de los resultados obtenidos, enmarcados en los siguientes temas: caracterización de los cambios esperados en términos de disponibilidad de agua a nivel de municipios y descripción de los posibles escenarios futuros de provisión de agua potable, inundaciones y sequías en Bolivia debido al cambio climático, con base en el conocimiento actual de las proyecciones de oferta y demanda.
- *Análisis de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos.* A raíz de los resultados obtenidos en los apartados anteriores, se analizarán las conclusiones desde una perspectiva global, estudiando todo el conjunto de resultados los cuales deberán ser plasmados en un documento explicativo.
- *Conclusiones y recomendaciones.*

5.1 Recolección de información

En este primer punto se recopiló información relacionada con la estimación de la disponibilidad de los recursos hídricos en la situación actual para el período 1961-90. Se analizaron un sinnúmero de documentos, de los cuales se destacan, por su importancia en el ámbito nacional, las evaluaciones de los recursos hídricos de Bolivia (Crespo y Mattos, 2000; Van Damme, 2002; Roche et al., 1992). Además, se examinaron diferentes balances hídricos, que fueron realizados en áreas específicas del país y en otros casos con información insuficiente. El común denominador de todos estos estudios es que están elaborados a escala muy local, con información desactualizada y mal procesada o con metodologías mal aplicadas. Por eso, se decidió trabajar con el documento oficial del Balance Hídrico Superficial de Bolivia como referencia para el período actual (Roche et al., 1992).

Para analizar y comparar los impactos relacionados con el cambio climático, se consultaron documentos oficiales elaborados por diferentes ministerios (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, 2000; Ministro de Planificación del Desarrollo, 2007; Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2009) sobre análisis, síntesis de impactos, resiliencia y adaptación al cambio climático, para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 2009).

La información utilizada para estimar los escenarios futuros fue obtenida del estudio “Análisis del clima futuro utilizando el Modelo Regional PRECIS”, elaborado por el Dr. Marcos Andrade en el marco del Proyecto ERECC. A

fin de estimar la disponibilidad de agua, se examinaron los parámetros climatológicos entregados, de precipitación y temperatura, generados en el modelo para los períodos 1961-90 (escenario actual) y 2071-2100 (escenario futuro) para el escenario A2 en una grilla de 50 km. Solo se obtuvieron datos para el escenario A2 (el más pesimista), porque –según el análisis de las salidas del Modelo PRECIS– los resultados del escenario B2, al compararse con los resultados del escenario A2, muestran en general que entre ambos no hay diferencias evidentes. Por eso, el enfoque abarca solo el escenario A2.

Al no existir un sistema de información que refleje la demanda hídrica de los diferentes usuarios para el cálculo de la demanda total, se tomó en cuenta solo la demanda de usos extractivos (riego y agua potable), por ser la única información existente acerca de la demanda hídrica a nivel nacional. Si es que existe información acerca de otros usos no extractivos antes mencionados, solo se trata de datos locales irrelevantes para un estudio nacional.

La información de riego fue obtenida del Inventario Nacional de Sistemas de Riego, elaborado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, la Dirección General de Suelos y Riego y el Programa Nacional de Riego (Pronar-GTZ) en el año 2000. Esta información, por constituirse en un documento de referencia oficial, fue usada para estimar la demanda de riego a nivel de provincias.

Para calcular la demanda de abastecimiento de agua potable, se contó con información elaborada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Proyecto ERECC.

La cartografía básica está constituida por los siguientes mapas:

- Mapa de cuencas a nivel 3, Ministerio del Medio Ambiente y Agua de Bolivia, Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR), Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la Secretaría General de la Comunidad Andina (2009).
- Límite Político Nacional, Ministerio de Desarrollo Sostenible (2004).
- Límites Políticos Departamentales, Ministerio de Desarrollo Sostenible (2004).
- Límites Políticos Provinciales y Municipales, Ministerio de Desarrollo Sostenible (2004).
- Topografía o Curvas de Nivel, Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH) (2009)
- Imágenes satelitales de áreas de interés, Unidad de Climatología del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi) (2009).
- Unidad de Ordenamiento Territorial (2003).
- Sistema Único Nacional de Información de la Tierra (SUNIT – INRA) (2007).
- Inundaciones 2008, SUNIT (2008).
- Riesgos y desastres naturales, Sistema Nacional de Ordenamiento Territorial (SNIOT) (2007).

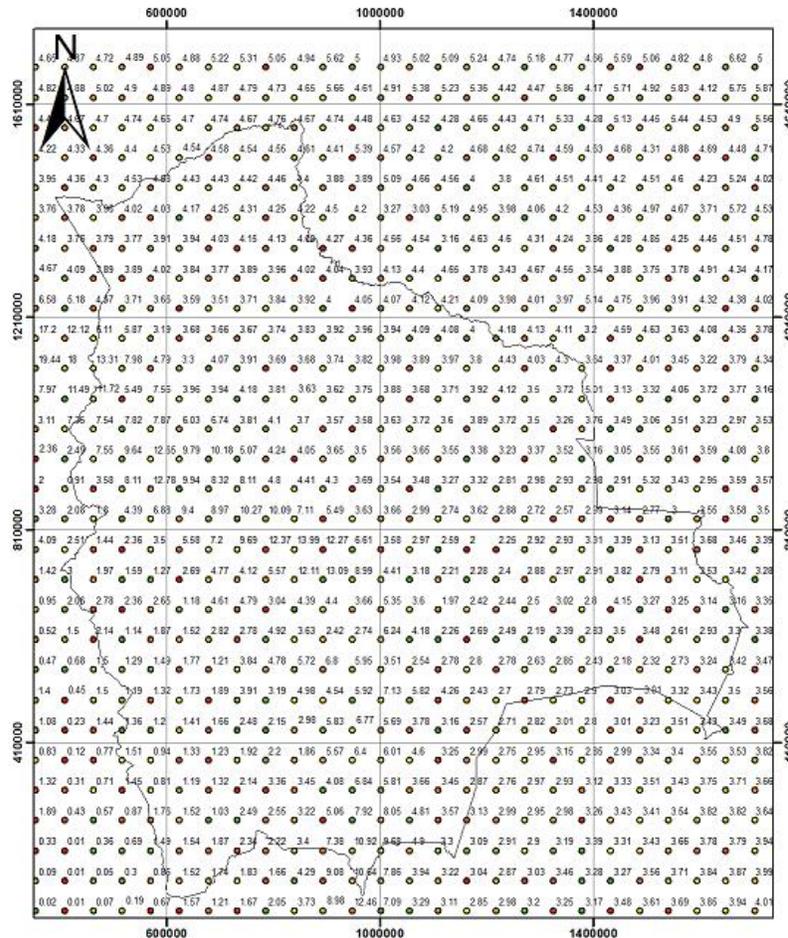
5.2 Procesamiento de la información generada por el Modelo PRECIS

Para calcular la disponibilidad de agua a través de los datos de precipitación y temperatura media generados por el PRECIS para los períodos de 1961-90 y 2071-2100, fue necesario, en primer lugar, llevar los datos del PRECIS a un mapa con ayuda de un Sistema de Información Geográfica (SIG) como es el ArcGIS 9.3.

Para hacer esto posible, se creó una matriz o red de puntos geo-referenciados con los datos de precipitación y temperatura para ambos períodos en grillas de 50 km (Figura 1). El procedimiento empleado para obtener la red de puntos fue llevado a cabo apoyándose en el mapa base; para ello, se confeccionó una cuadrícula de 50

km x 50 km, lo cual corresponde con las coordenadas geográficas con una equidistancia de 0,5°, de latitud-longitud en regiones cercanas al Ecuador. Estas medidas vienen implícitas en el modelo, el cual puede resolver las ecuaciones en dos resoluciones espaciales, una a 50 km y otra a 25 km.

Figura 1
Red de puntos geo-referenciados de datos del PRECIS



En la figura 1 se puede apreciar la ubicación geográfica de cada punto de estimación donde se presentan las coordenadas de cada punto con sus respectivos valores. La elaboración de la red de puntos fue la forma más idónea y sencilla de ponderar los datos de la precipitación y la temperatura para estimar todos los elementos contemplados en el balance hídrico (precipitación, temperatura, evapotranspiración y escorrentía entre otros), sobre la base de un mapa de cuencas. En este caso se escogió el mapa de cuencas elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua: mapa de cuencas a nivel 3. La metodología de ponderación utilizada fue la interpolación por kriging, método ampliamente usado por muchos investigadores (véase las figuras 2, 3 y 4).

Figura 2
Precipitaciones medias interpoladas, período 1961-1990 y período 2071-2100

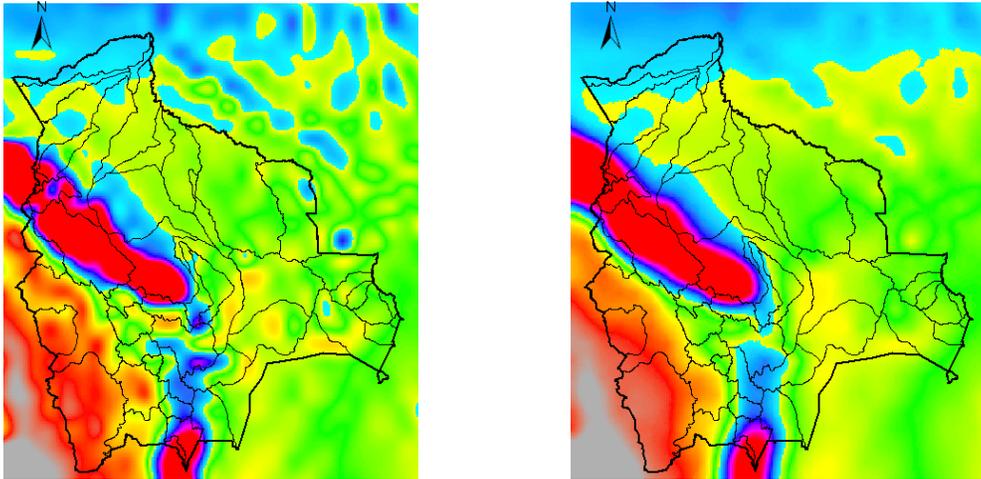
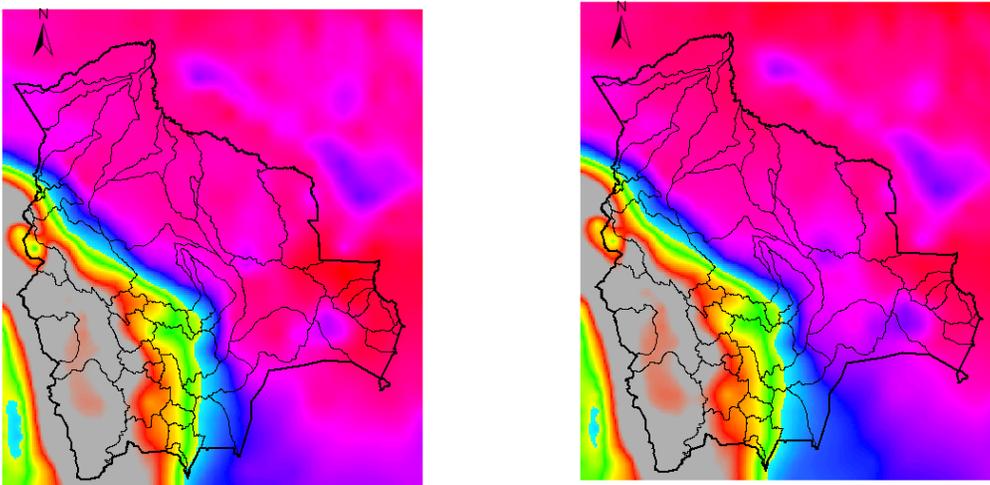


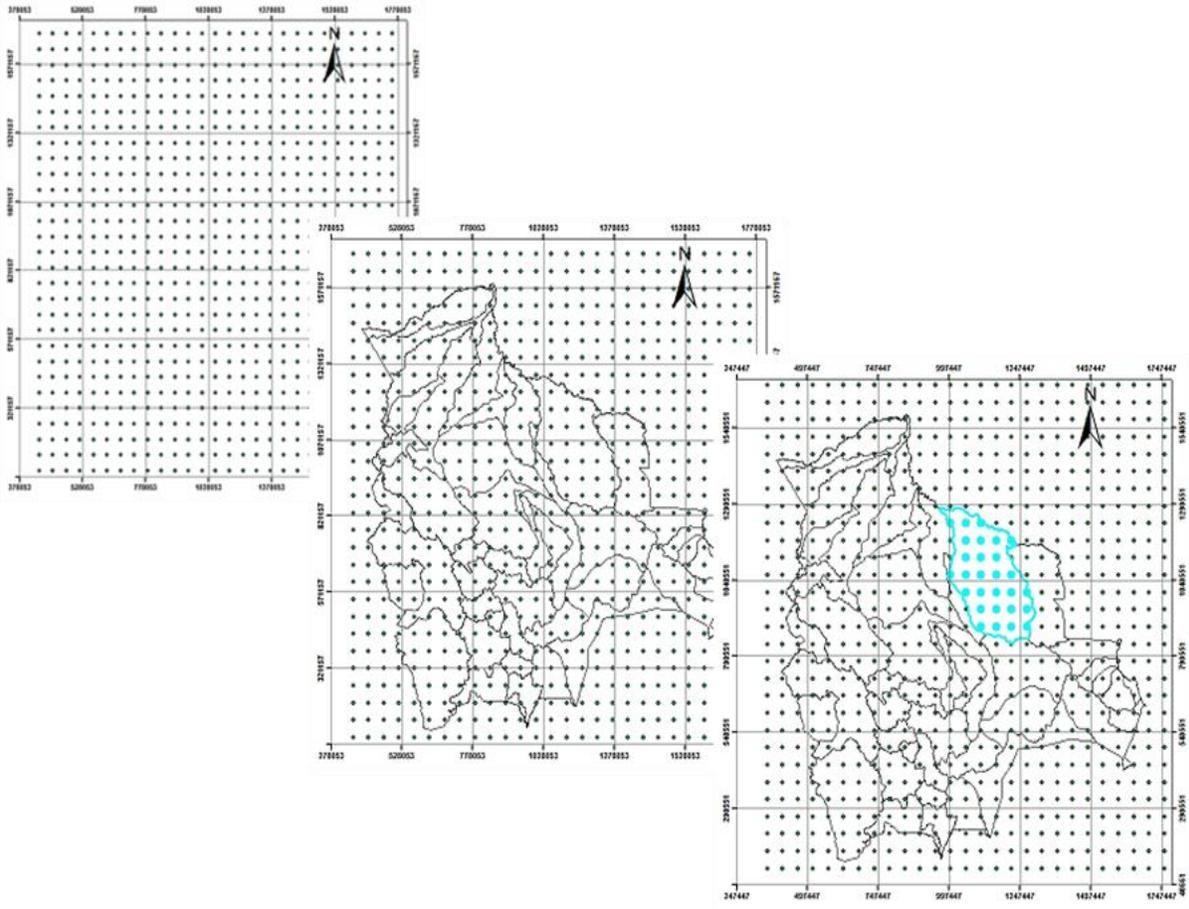
Figura 3
Temperaturas medias interpoladas, período 1961-1990 y período 2071-2100



5.3 Estimación de la oferta hídrica superficial total

Por oferta hídrica superficial total se entiende aquella porción de agua que, después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo-cobertura vegetal, escurre por los cauces mayores de los ríos alimentando masas de agua. Usualmente, a esta porción de agua que escurre a los ríos los hidrólogos la denominan escorrentía superficial, y se expresa en términos de lámina de agua, en milímetros, lo que permite una comparación rápida con la precipitación y la evapotranspiración, que también se expresan en milímetros (Rivera et al, 2004).

Figura 4
Red de puntos sobre cuencas, ponderación de los datos del PRECIS



29.03.2010

Por lo tanto, la cuantificación de la escorrentía conforma el elemento principal de cálculo para estimar la oferta hídrica. Sobre los mapas elaborados en el apartado anterior, se iniciará la cuantificación de la oferta hídrica para dominios espaciales netamente hidrológicos (cuena).

A nivel de cuencas, la magnitud de la oferta hídrica superficial suele definirse por métodos indirectos, entre los que se pueden enumerar los siguientes: relaciones escorrentía versus parámetros morfométricos, balance hídrico, modelos lluvia-escorrentía. Por las razones descritas en la tercera sección, en este estudio se calculó la oferta hídrica mediante el método de balance hídrico.

Balance hídrico

El método de balance hídrico se aplicó con la finalidad de generar valores de escurrimiento superficial a nivel anual, y así calcular la escorrentía, que conlleva a la estimación de la disponibilidad media anual de agua en todas las cuencas seleccionadas para los períodos 1961-90 y 2071-2100 (de acuerdo con el modelo PRECIS, escenario A2). En base a la red o matriz de datos de la precipitación y la temperatura, mediante técnicas cartográficas y estadísticas, se estimaron los valores requeridos para el balance hídrico.

Para calcular los datos de precipitación y temperatura media se ponderaron los datos generados por el modelo PRECIS en cada cuenca, en base al ArcGis. La evapotranspiración potencial (ETP), por su parte, se obtuvo mediante la fórmula de Turc, ampliamente usada en regiones áridas y húmedas.

$$ETR = \frac{P}{\left[0.9 + \left(\frac{P}{L(T)}\right)^2\right]^{0.5}}$$

Donde:

P = Precipitación en mm.

L(T) = Parámetro helio térmico $300+25T+0.05T^2$.

T = Temperatura media anual (°C).

Si $P^2 / (L(T))^2 \leq 0.1 \Rightarrow ETR = P$.

Para cada cuenca se aplicó el balance hídrico postulando como incógnita la escorrentía superficial. A partir de datos de precipitación y evapotranspiración, se aplicó la ecuación del balance hídrico en la forma:

$$X - Y - E \pm \xi = \frac{dW}{dt}$$

Donde:

X - Precipitación [mm].

Y - Escorrentía superficial [mm].

E - Evapotranspiración real [mm].

ξ - Término residual de convergencia [mm].

W - Volumen de los almacenamientos durante el período de cálculo del balance hídrico [mm].

Tomando en cuenta que, según las normas internacionales, el período de cálculo del balance hídrico debe contener la misma cantidad de períodos de alta y baja humedad, se asume que el término de cambio en los almacenamientos tiende a cero ($\frac{dW}{dt} \rightarrow 0$), lo que permite transformar la ecuación en la siguiente expresión:

$$X - Y - E = \pm \xi$$

Dado que el término residual de convergencia $\pm \xi$ representa la suma de los errores en la definición de las precipitaciones y la evapotranspiración real, de la última ecuación se desprende que la escorrentía superficial se define como:

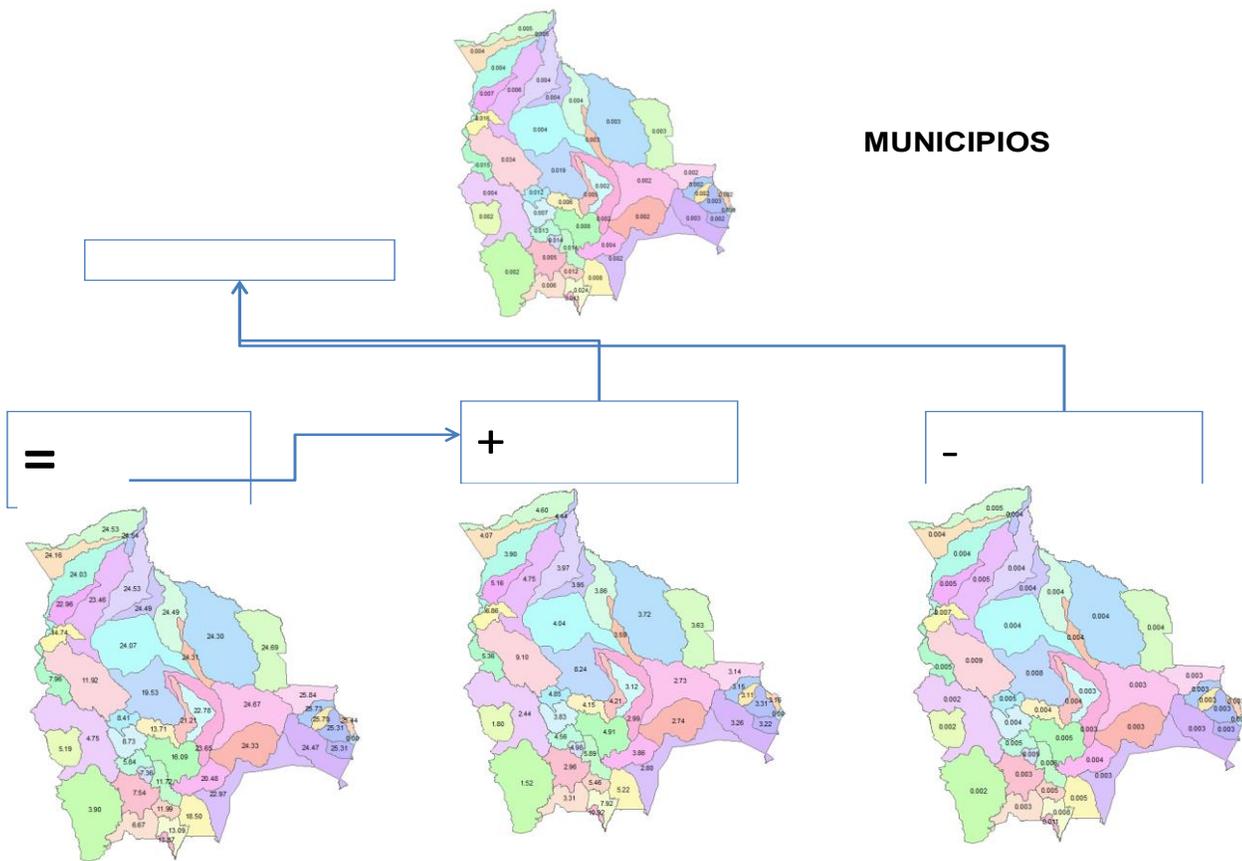
$$Y = X - E \pm \xi$$

Esto demuestra que la escorrentía superficial definida por el método del balance hídrico contiene una incertidumbre mayor o igual que la suma de los errores con que se definen las precipitaciones y la

evapotranspiración real en la cuenca. Este hecho exige que para definir la escorrentía superficial por este método se utilice la mejor información posible en cuanto a precipitaciones y evapotranspiración se refiere. Como se observa en la figura 5a, el cálculo del balance hídrico en los puntos de estimación fue posible a través de los datos de precipitación y evapotranspiración calculados en una ficha hídrica para cada cuenca. Con este cálculo se obtuvo los valores anuales de escurrimiento, los cuales –una vez ploteados e interpolados– posibilitaron el cálculo de la lámina de escorrentía para cada unidad a nivel anual, y finalmente la disponibilidad (anexo 1).

También se estimó, en base a la oferta total, la oferta neta, que define la cantidad de agua que ofrece la fuente luego de haber tomado en cuenta la cantidad de agua que debe quedar en ella para efectos de mantener la dinámica de aguas bajas (de estiaje o caudales mínimos) y para proteger las fuentes frágiles. Por la dificultad de hacer el cálculo directo, debido a la falta de información, se asumió como oferta neta el 10% de la oferta total, porcentaje utilizado por muchos investigadores.

Figura 5a
Cálculo de la escorrentía para el período 1961-1990, escenario A2



Para fines prácticos de análisis, además de ser expresada en términos de lámina de agua, en milímetros, la escorrentía también fue expresada en términos de caudal. En este caso, la escorrentía se calcula como:

Donde:

$$Y = \frac{\bar{Q} \times T}{A \times 10^3}$$

Y : Escorrentía superficial expresada en términos de lámina [mm].

\bar{Q} : Caudal modal para el período de agregación seleccionado [m³/s].

T : Cantidad de segundos en el período de agregación [s].

A : Área aferente al nodo de mediciones [km²].

En algunos casos la escorrentía superficial puede ser expresada en términos de rendimiento hídrico, y entonces es calculada como:

$$M = \frac{\bar{Q} \times 10^3}{A}$$

Donde:

M : Escorrentía superficial expresada en términos de rendimiento hídrico [lt/s.km²].

La escorrentía superficial en términos simples es el agua que no se ha infiltrado y está en directa interrelación con las características topográficas, geológicas, climáticas y de vegetación de la cuenca, e íntimamente ligada a la relación entre aguas superficiales y subterráneas de la cuenca.

La escorrentía superficial en términos de lámina refleja la cantidad de agua escurrida por la estación de aforo durante el período de agregación, distribuida uniformemente sobre el área aferente a la estación de aforo. Paralelamente, la escorrentía superficial expresada en términos de rendimiento hídrico representa la cantidad de litros de agua escurrida durante un segundo por un kilómetro cuadrado en la unidad hidrológica en análisis.

Y para los fines que perseguimos en el anexo 1, calculamos la oferta hídrica en términos de volumen en millones de metros cúbicos y hectómetros cúbicos, de acuerdo con la siguiente fórmula:

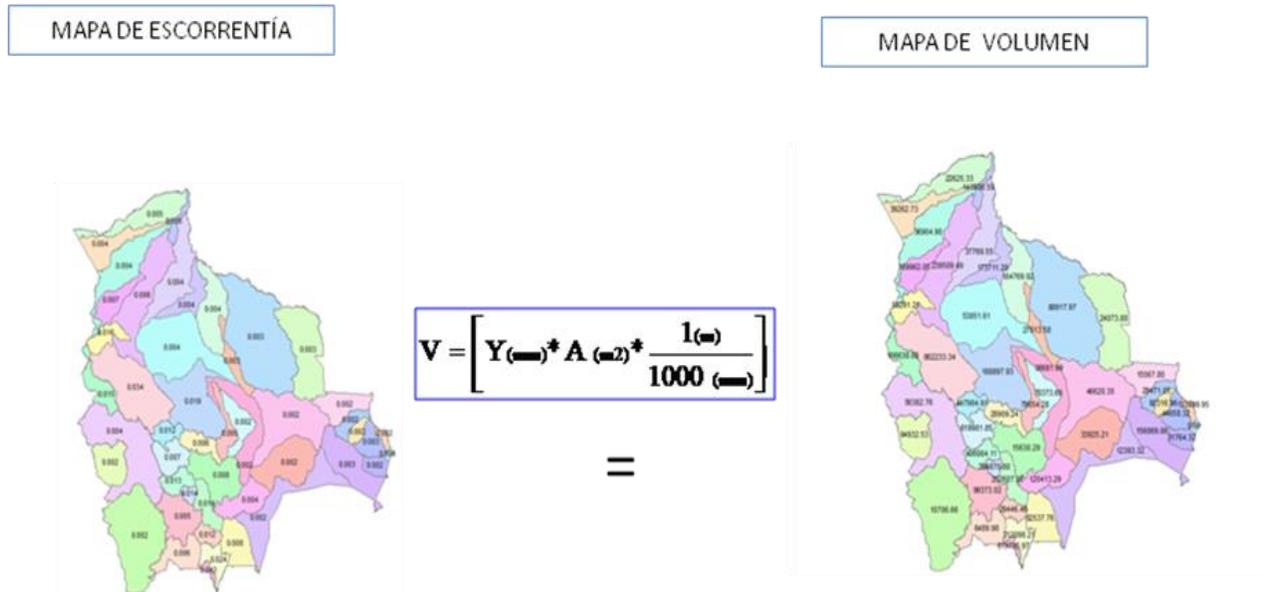
$$V = \left[Y_{(mm)} * A_{(m2)} * \frac{1_{(m)}}{1000_{(mm)}} \right]$$

Donde:

Y : Escorrentía superficial expresada en términos de lámina [mm].

A : Área aferente al nodo de mediciones [m²].

Figura 5b
Cálculo del volumen a través de la escorrentía



5.4 Estimación de la demanda hídrica

La demanda de agua en general representa el volumen de agua, expresado en millones de metros cúbicos (o hectómetros cúbicos), desagregada en términos de las unidades administrativas que definen la demanda de agua (departamentos, provincias, municipios, etc.), utilizado por las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinados, y corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales. En este contexto, para la estimación de la demanda total, en este estudio se tomó en cuenta solo la demanda de riego y agua potable, a nivel de provincias, por contar solamente con información a este nivel. No se tomaron otras demandas porque la información acerca de otros usos es insuficiente para un estudio nacional.

Según la metodología, la demanda hídrica se calcula en tres escenarios: cuando existe información medida, cuando existe información medida pero esta es insuficiente, y cuando no existe información. En este caso, el estudio se llevó a cabo en el escenario donde existe información medida, la cual fue agrupada y catalogada en unidades expresadas en hectómetros cúbicos (Hm³) en una base de datos. Los resultados obtenidos se detallan en el Anexo 2.

5.5 Estimación del índice de escasez

Una vez obtenidos los resultados de oferta y demanda, inicialmente la cuantificación de la oferta hídrica debe ser realizada para dominios espaciales netamente hidrológicos (ríos, cuencas, etc.) para después ser desagregada en términos de las unidades administrativas que definen la demanda de agua (municipios, departamentos, corredores productivos, regiones productivas, etc.), y proceder a la estimación del índice de escasez.

A nivel nacional, el cálculo de dicho índice se realizará para reflejar la relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades socioeconómicas y la oferta hídrica disponible en las fuentes abastecedoras.

La relación oferta-demanda de agua expresada en la forma del índice de escasez es un indicador adecuado para perfeccionar los procesos de gestión del recurso hídrico superficial con miras a enfrentar los retos planteados por el aumento de la población. El proceso metodológico presentado en este documento reúne la experiencia del IDEAM de Colombia sobre la problemática de la generación de indicadores para la gestión del recurso y toma una estrategia para aumentar la viabilidad de aplicación del índice de escasez aun en aquellos dominios espaciales que carecen de mediciones hidroclimáticas.

El índice de escasez presentado aquí, por la metodología usada en el cálculo de la oferta (balance hídrico superficial), concierne solo al recurso hídrico superficial, y no toma en cuenta las regiones donde prevalece el uso del recurso subterráneo; además, no se toma en cuenta la calidad del agua como factor importante de la disponibilidad de la misma.

Tomando en cuenta estas definiciones, el índice de escasez se establece como la siguiente relación:

$$I_e = \frac{D}{O_n} \times 100\%$$

Donde:

- I_e : Índice de escasez [%].
- D Demanda de agua [Hm³].
- O_n : Oferta hídrica superficial neta [Hm³].

5.6 Escala de valoración del índice de escasez

La práctica mundial en la gestión del agua ha permitido determinar los umbrales críticos de presión sobre el recurso hídrico. Según esta práctica, se distinguen cuatro categorías (alta, media, moderada y baja), las cuales se pueden apreciar en el cuadro 1. Con la ayuda de esta escala de valoración se efectuó el análisis de vulnerabilidad de los recursos hídricos. Los resultados de la estimación se detallan en el Anexo 2.

Cuadro 1
Escala de valoración del Índice de Escasez

Categoría del índice de escasez	Rango (porcentaje) de la relación D/On	Color	Tipo de presión sobre el recurso hídrico
Alta	> 40	Rojo	Fuerte-crítica
Media	20 – 40	Naranja	Alta
Moderada	10 – 20	Amarillo	Moderada
Baja	< 10	Verde	Baja

5.7 Estimación del índice de vulnerabilidad del consumo de agua

Este índice refleja la relación entre el consumo total de agua anual y la disponibilidad natural. En base al índice de vulnerabilidad del consumo de agua (disponibilidad de recursos hídricos) se identificarán las áreas de alta vulnerabilidad.

Tomando en cuenta esta definición, este índice se establece como la siguiente relación:

$$I_t = 100 \times \frac{CONA_t}{Q}$$

Donde:

I_t = Valor del índice para el año t [porcentaje]

$CONA_t$ = Consumo total de agua del año t [Hm³]

Q = Disponibilidad natural [Hm³]

5.8 Escala de valoración del índice de vulnerabilidad

Cuadro 2
Escala de valoración del Índice de Vulnerabilidad

Categoría del índice de vulnerabilidad	Rango (porcentaje) de la relación $CONA_t/Q$	Color	Tipo de vulnerabilidad sobre el recurso hídrico
Alta	> 75	Rojo	Alta
Moderada	50 – 75	Naranja	Moderada
Baja	20 – 50	Amarillo	Baja
No vulnerable	< 20	Verde	No vulnerable

Con la ayuda de esta escala de valoración, se efectuó el análisis de vulnerabilidad de los recursos hídricos. Los resultados de la estimación se detallan en el Anexo 2. Cabe destacar que las escalas de valoración de estos dos índices difieren solo en su categorización y rango. Por lo tanto, la interpretación de los mismos estará enteramente sujeta a estas escalas de valoración.

6. Resultados

Los objetivos del presente estudio fueron los siguientes:

1. Caracterizar los cambios esperados en términos de disponibilidad de agua a nivel de municipios.
2. Describir los posibles escenarios futuros de provisión de agua potable, inundaciones y sequías en Bolivia debido al cambio climático, con base en el conocimiento actual de las proyecciones de oferta y demanda.

6.1 Caracterización de los cambios en términos de disponibilidad de agua

En este contexto, se ha estimado la disponibilidad de agua a nivel de cuencas y provincias. Aunque la información de la demanda de agua potable estaba disponible a nivel municipal, la información de demanda para el riego, que es la que usa los mayores volúmenes de agua, solo estaba disponible a nivel de provincias; por lo tanto, para determinar los impactos del cambio climático en términos de los índices de escasez y vulnerabilidad, se trabajó a nivel provincial.

Como ya se ha mencionado, para determinar los índices de escasez y vulnerabilidad es necesario conocer la oferta y la demanda hídrica. Para determinar la oferta hídrica se usó una metodología ampliamente utilizada: el modelo hidrológico de balance. El balance hídrico fue calculado a nivel de cuencas seleccionadas usando el Sistema de Información Geográfica ArcGis, herramienta indispensable para realizar análisis espacial de cuencas. En cada cuenca se han calculado todos los componentes de balance hídrico con datos disponibles de precipitación y temperatura producto de las salidas del modelo PRECIS para el escenario A2, para los períodos comprendidos entre 1961-90 y 2071-2100. Teniendo en cuenta la gran variabilidad espacial de los datos y parámetros, el ajuste obtenido con el modelo hidrológico del balance para las aportaciones anuales es en general aceptable.

Todos los parámetros hidroclimáticos utilizados en el balance fueron ponderados en cada cuenca tanto para el período actual (1961-90) como para el período de cambio climático proyectado bajo el escenario A2 (2071-2100), producto de los cuales se obtuvieron mapas temáticos que nos permiten visualizar los diferentes cambios y realizar el análisis de impactos (anexos 1 y 2).

La oferta hídrica obtenida con el balance hídrico, en términos de lámina de agua en milímetros, se expresó en términos de rendimiento hídrico o caudal específico en $m^3/seg\ Km^2$, así como también en caudal medio en m^3/seg , y en términos de aportación en volumen en Hm^3 , variable indispensable para realizar la relación porcentual con la demanda en términos de índices de escasez y vulnerabilidad. Los mapas temáticos están detallados en los anexos 1 y 2.

En la valoración de la demanda hídrica total, para la demanda hídrica del riego se tomaron los datos a nivel provincial del inventario nacional de sistemas de riego, y a partir de ellos, en función del crecimiento esperado de áreas cultivadas (MAGDR-DGSR-Pronar, 2001), se calculó la demanda futura con cambio climático. De igual manera, en cuanto a la demanda de agua potable para el período 2071-2100, se estimó la demanda en función del consumo de agua doméstica y del crecimiento poblacional, cuantificado como el cambio en el número de individuos en una población usando “tiempo por unidad” para su medición. Todos estos cálculos fueron realizados por el equipo del Proyecto ERECC, y posteriormente fueron introducidos al sistema de cálculos implementados para el estudio (Anexo 2).

Para el cálculo de los índices de escasez y vulnerabilidad, la oferta que está a nivel de municipios se recalculó a nivel de provincias para poder realizar el cruce de datos con la demanda. Estos índices se estimaron para los períodos 1961-90 y 2071-2100.

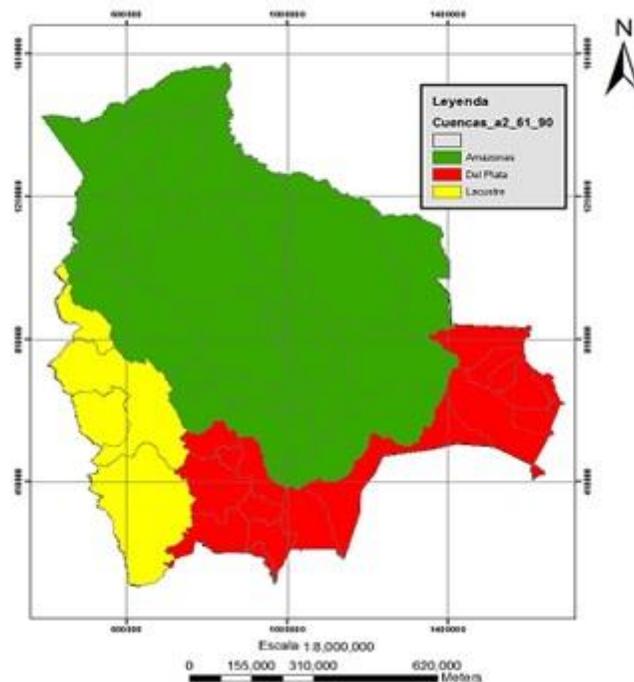
6.2 Descripción de los posibles escenarios futuros con base en los resultados obtenidos

Se han evaluado los efectos del cambio climático en cada una de las cuencas, realizando una comparación de las salidas del modelo PRECIS para el escenario A2 para cada uno de los dos períodos de simulación: la situación actual de 1961-90, y la proyección futura del período 2071-2100. Es decir: se han evaluado los efectos del cambio climático en los componentes del ciclo hidrológico. En este trabajo se presentan solamente los valores medios de temperatura y precipitación. Los detalles de cada uno de los casos se muestran en los anexos.

Los resultados obtenidos indican que, en términos de valores medios, se producirán cambios importantes en todos los componentes hidrológicos en los períodos de simulación 1961-90 y 2071-2100. El análisis de los resultados obtenidos se desarrollará en el contexto de las tres vertientes principales de Bolivia: Vertiente del Amazonas, Vertiente Lacustre y Vertiente del Plata (mapa 1), evaluando la variación de los parámetros climáticos e hidrológicos entre dos períodos: 1961-90 y 2071-2100.

Mapa 1
Macrocuencas de Bolivia

VERTIENTES DE BOLIVIA

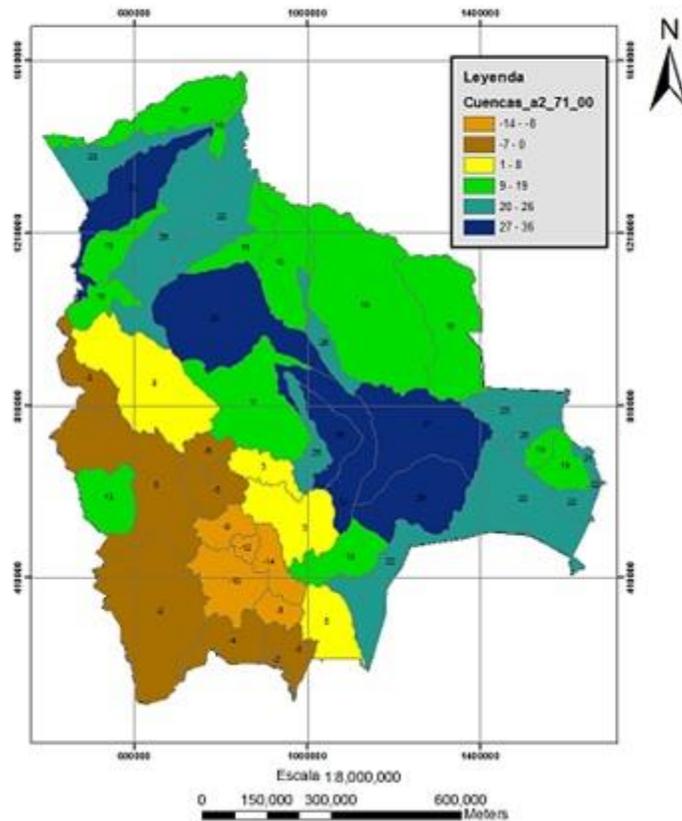


6.3 Variación de los parámetros climatológicos

Los cambios en la precipitación representan valores significativamente distintos en cada región del país, como se puede apreciar en el mapa 2a. En la mayoría de las cuencas de la Vertiente del Amazonas se nota un incremento de la precipitación del 1% al 36%; sin embargo, las cuencas de Chayanta y Rocha muestran un

comportamiento diferente de las otras cuencas, donde se observa una disminución de la precipitación del -14% al 6%. Estos datos se detallan en el cuadro A1.1 del anexo 1.

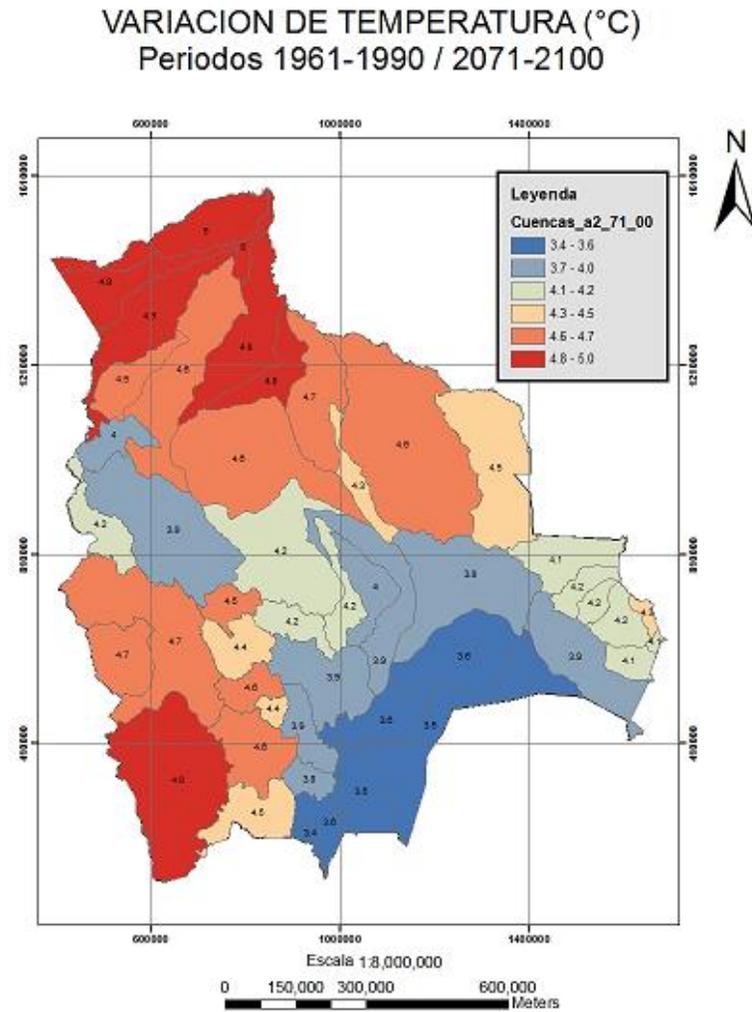
Mapa 2a
Variación porcentual de la precipitación en Bolivia
VARIACION PORCENTUAL DE LA PRECIPITACION
Periodos 1961-1990 / 2071-2100



La Vertiente Lacustre presenta un ciclo de precipitación menos intenso, con una disminución de la precipitación de entre el -14% y el 1%, con excepción de la cuenca del río Lauca, que presenta un aumento del 13%. De igual manera, algunas cuencas de la Vertiente del Plata, como Mataka, Tumusla y Alto Pilcomayo, presentan una disminución de la precipitación de entre el -2% y el -14%, mientras que en el resto de las cuencas se ve un aumento de las precipitaciones de entre el 1% y el 26%.

La temperatura sube en toda Bolivia, con incrementos más extremos en la Vertiente Lacustre (tal es el caso de la cuenca Uyuni, con un aumento de 4,8°C a 5°C) y la Vertiente del Amazonas, con un incremento de 4°C a 5°C, entre los valores promedio de los períodos estudiados. En cambio, la Vertiente del Plata (y parte de la del Amazonas) presenta incrementos de 3°C y 4°C a 4 °C (mapa 2b).

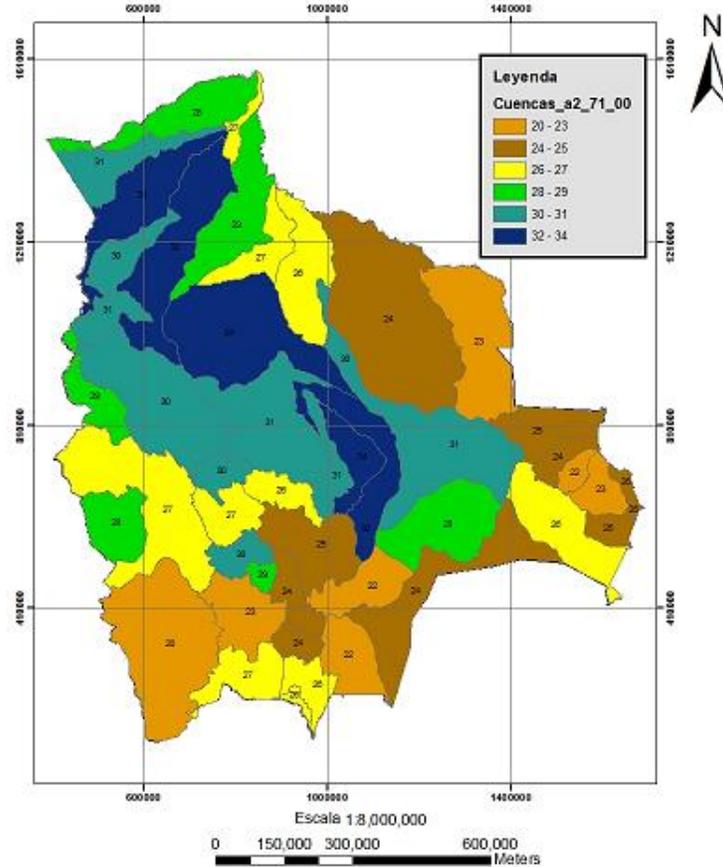
Mapa 2b
Variación de temperatura en las cuencas (en grados centígrados)



Según los datos del cuadro A1.3 del anexo 1, en la evapotranspiración, especialmente los mayores cambios se observan en las cabeceras de cuenca de la Vertiente del Amazonas, y estos fluctúan entre el 28% y el 34%. Este comportamiento es también visible en la Vertiente del Plata y en la Lacustre, donde ocurre un incremento menos extremo, del 20% al 29%.

Mapa 2c
Variación porcentual de la evapotranspiración

VARIACION PORCENTUAL DE LA
EVAPOTRANSPIRACION
Periodos 1961-1990 / 2071-2100

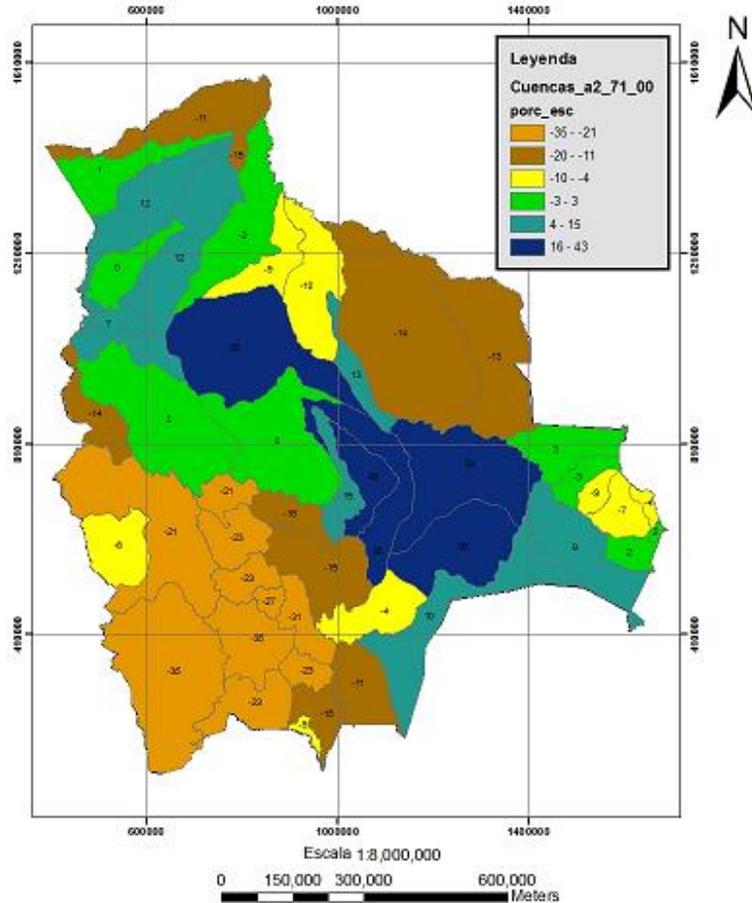


6.4 Variación de los parámetros hidrológicos

Debido a la irregular distribución de las precipitaciones pluviales, y en función de la magnitud de las cuencas receptoras, se puede indicar que la Vertiente del Amazonas tiene la mayor disponibilidad de aguas superficiales, y la Vertiente Lacustre la menor. De acuerdo con la distribución heterogénea de la escorrentía y su variación porcentual (mapa 3), la Vertiente Lacustre es la región con menor disponibilidad de agua en relación con las otras regiones hidrográficas o vertientes. Se observa el mismo comportamiento con relación al caudal, caudal específico y volumen.

Mapa 3
Variación porcentual de la escorrentía

VARIACION PORCENTUAL DE LA
ESCORRENTIA
Periodos 1961-1990 / 2071-2100



Si bien la escorrentía se manifiesta en magnitudes importantes en la zona de llanura de la Vertiente del Amazonas, en ella también se ven decrecimientos de escorrentía en la parte norte (cuena Abuna y Beni desembocadura) y noreste, en las cuencas de los ríos Blanco, Paragua e Itonamas. Así también se nota una disminución de la escorrentía en las cuencas de los ríos Rocha, Mizque, Chayanta y Parapeti en la cabecera de la Vertiente del Amazonas.

Por lo tanto, se concluye que se producirían descensos significativos en la aportación total media anual en las regiones de la Vertiente Lacustre, que superan el 30% para el escenario A2, y sería en estas regiones donde el impacto sobre los recursos hídricos se manifestaría más severamente.

En general, los impactos en los componentes hidrológicos son importantes, con reducciones del -36% al 3% en el período de simulación. Los impactos del cambio climático serán mayores en los meses de estiaje, lo cual agravará los problemas de disponibilidad hídrica en dichos meses.

6.5 Descripción de los posibles escenarios futuros con base en el conocimiento actual de las proyecciones de oferta y demanda

La relación porcentual de la oferta y la demanda fue expresada en forma de dos índices: el índice de escasez (IE) y el índice de vulnerabilidad (IV), los cuales fueron estimados con datos actuales y proyectados al futuro de la oferta hídrica y la demanda total del sector de riego y consumo de agua potable.

6.6 Análisis de resultados del índice de escasez

El análisis de la vulnerabilidad de los recursos hídricos a través del índice de escasez es posible gracias a una escala de valoración (cuadro 3), dividida en cuatro categorías y rangos de acuerdo con el tipo de presión sobre el recurso hídrico evaluado. El porcentaje de la oferta hídrica utilizada está dividido en cuatro rangos: <10%, 10-20%, 20-40% y >40%.

La discretización por colores es coherente con la escala de valoración, para facilitar la visualización de los valores en el transcurso del análisis. Estos resultados principalmente ayudarán a que los encargados de la toma de decisiones prioricen las provincias que se prevé serán afectadas más severamente por el cambio climático.

Según los resultados obtenidos en la estimación del índice de escasez presentados en el mapa 4a, y en el cuadro 3 para el período 1961-1990, de acuerdo con la escala de valoración, se deduce que en la actualidad ya existen provincias con un índice de escasez de > 40% (color rojo): tal es el caso de las provincias de Gran Chaco de Tarija, Murillo de La Paz y Nor Chichas de Potosí, donde existe una fuerte presión sobre el recurso hídrico.

Además, la provincia de Capinota del departamento de Cochabamba presenta un índice de escasez del 20% al 40% (color naranja), lo que significa que aquí se deben ejecutar medidas inmediatas para realizar un ordenamiento tanto de la oferta como de la demanda para asignar prioridades a los distintos usos y prestar particular atención a los ecosistemas acuáticos a fin de garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Asimismo, se tienen que planificar acciones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos.

En las provincias Sur Chichas del departamento de Potosí y Loayza del departamento de La Paz se observa un índice de escasez del 10% al 20% (color amarillo), lo cual representa una presión moderada sobre los recursos hídricos e indica que la disponibilidad de agua ya representa un problema de administración. Las provincias que tienen un índice de escasez < 10% (color verde) no experimentan una presión importante sobre los recursos hídricos.

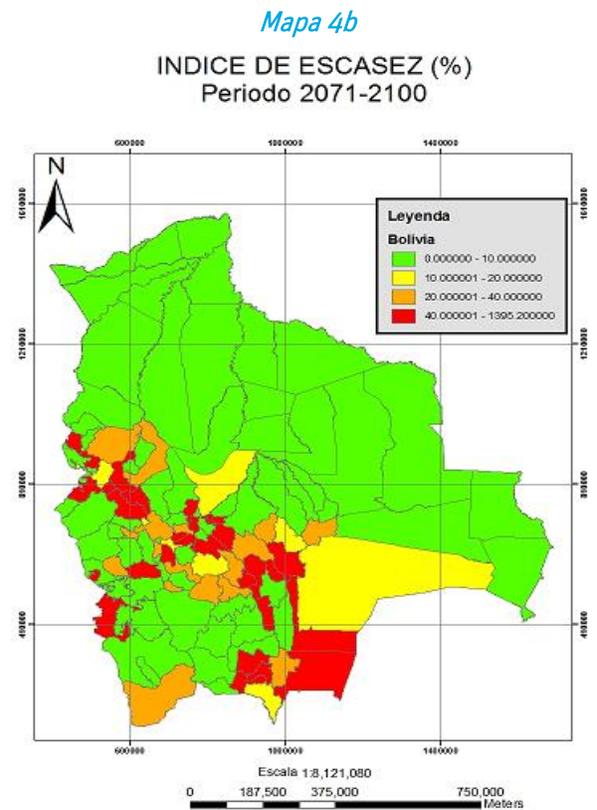
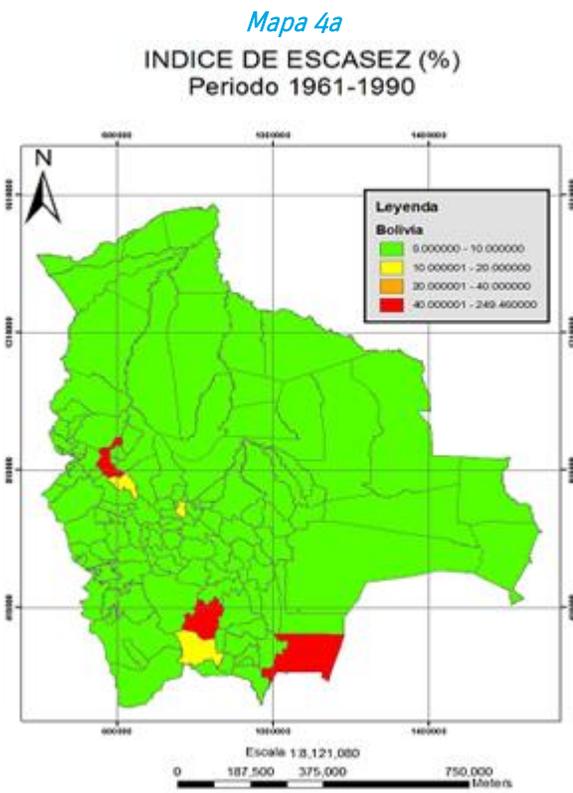
En el mapa 4b, sobre la base del cuadro 3 para el período de 2071-2100, y de acuerdo con la escala de valoración, se observa que las provincias que presentan un índice de escasez > 40% experimentan presiones importantes sobre los recursos hídricos, como es el caso de las provincias de Alonso de Ibañez, Charcas, Daniel Campos, del departamento de Potosí; Bolívar, Arani, Punata, Capinota, Mizque, Quillacollo y German Jordán del departamento de Cochabamba; Gran Chaco, Avilés, Méndez y Cercado del departamento de Tarija; Azurduy, Belisario Boeto, Luis Calvo, Yamparaez y Zudañez del departamento de Chuquisaca; Mejillones, Poopo y Sur Carangas en Oruro; Aroma, Camacho, Ingavi, Loayza, Murillo y Omasuyos en el departamento de La Paz; y Valle Grande en el departamento de Santa Cruz.

Al igual que se puntualizó en el análisis del mapa 4a, las provincias que tienen un índice de escasez del 20% y 40% para el período de 2071-2100 necesitan urgentemente una gestión integral de sus recursos hídricos: Cercado, Abaroa, Litoral y Nor Carangas del departamento de Oruro; Andrés Ibañez y Manuel M. Caballero del departamento de Santa Cruz; Arque y Campero del departamento de Cochabamba; Burnet O'Connor del

departamento de Tarija; Cornelio Saavedra, Tomás Frias y Sur Lípez del departamento de Potosí; Larecaja y Sur Yungas del departamento de La Paz y Oropesa del departamento de Chuquisaca.

En las provincias que están en el rango del 10% al 20% son: Arce del departamento de Tarija; Tomás Barron y Pantaleón Dalence del departamento de Oruro; Manco Kapac y Los Andes del departamento de La Paz; Florida y Cordillera del departamento de Santa Cruz; Chayanta del departamento de Potosí y Chapare del departamento de Cochabamba. Según la metodología, la disponibilidad de agua en estas provincias se ha convertido en un factor limitador de su desarrollo.

Si el índice de escasez es $< 10\%$, las provincias no experimentan una presión importante sobre los recursos hídricos. Tal es el caso de las provincias representadas con el color verde en el cuadro 3.



Cuadro 3
Índice de Escasez, 1961-1990 – 2071-2100

Departamento	Provincia	Índice de Escasez		
		1961-1990	2071-2100	Cambio
Oruro	Abaroa	2.17	31.88	29,71
La Paz	Abel Iturralde	0.01	0.08	0,07
Pando	Abuná	0.00	0.00	0
Potosí	Alonso de Ibáñez	0.48	268.10	267,62
Santa Cruz	Andrés Ibáñez	2.80	23.26	20,46
Santa Cruz	Ángel Sandoval	0.00	0.00	0
Potosí	Antonio Quijarro	0.22	1.03	0,81
Cochabamba	Arani	6.35	86.42	80,07
Tarija	Arce	1.20	15.51	14,31
La Paz	Aroma	8.49	113.65	105,16
Cochabamba	Arque	2.32	33.41	31,09
Oruro	Atahualpa	0.26	3.16	2,9
Tarija	Avilez	5.87	82.26	76,39
Cochabamba	Ayopaya	0.32	3.56	3,24
Chuquisaca	Azurduy	1.38	67.93	66,55
La Paz	Bautista Saavedra	0.84	9.40	8,56
Chuquisaca	Belisario Boeto	0.96	64.65	63,69
Cochabamba	Bolívar	3.57	52.61	49,04
Tarija	Burnet O'Connor	1.89	25.43	23,54
La Paz	Camacho	3.95	48.51	44,56
Cochabamba	Campero	1.51	20.38	18,87
Cochabamba	Capinota	17.47	251.53	234,06
La Paz	Caranavi	0.00	0.00	0
Oruro	Carangas	0.73	9.88	9,15
Cochabamba	Carrasco	0.49	5.61	5,12
Cochabamba	Chapare	0.09	10.89	10,8
Potosí	Charcas	0.00	1180.04	1180,04
Potosí	Chayanta	0.17	12.50	12,33
Santa Cruz	Chiquitos	0.00	0.00	0
Santa Cruz	Cordillera	1.24	14.69	13,45
Potosí	Cornelio Saavedra	1.98	21.34	19,36
Potosí	Daniel Campos	1.29	104.72	103,43
Potosí	Enrique Baldivieso	0.00	0.00	0
Cochabamba	Esteban Arce	0.14	0.93	0,79
Pando	Federico Román	0.00	0.00	0
Santa Cruz	Florida	0.67	16.99	16,32
La Paz	Franz Tamayo	0.00	0.00	0
Potosí	General Bernardino B.	0.06	7.93	7,87
Beni	General José Ballivi	0.00	0.00	0
La Paz	General José Manuel	0.00	0.00	0

Departamento	Provincia	Índice de Escasez		
		1961-1990	2071-2100	Cambio
Santa Cruz	Germán Busch	0.00	0.00	0
Cochabamba	Germán Jordán	1.87	60.97	59,1
Tarija	Gran Chaco	42.34	348.30	305,96
La Paz	Gualberto Villarroel	1.98	5.95	3,97
Santa Cruz	Guarayos	0.00	0.00	0
Chuquisaca	Hernando Siles	0.19	9.31	9,12
Santa Cruz	Ichilo	0.00	0.00	0
La Paz	Ingavi	0.68	70.85	70,17
La Paz	Inquisivi	0.25	2.80	2,55
Beni	Itenez	0.00	0.00	0
Potosí	José María Linares	0.93	4.11	3,18
Oruro	Ladislao Cabrera	0.24	1.14	0,9
La Paz	Larecaja	1.19	28.57	27,38
Oruro	Litoral	1.84	20.72	18,88
La Paz	Loayza	10.31	51.93	41,62
La Paz	Los Andes	0.66	11.85	11,19
Chuquisaca	Luis Calvo	0.16	1395.20	1395,04
Pando	Madre De Dios	0.00	0.00	0
Beni	Mamore	0.00	0.00	0
La Paz	Manco Kapac	0.68	16.48	15,8
Santa Cruz	Manuel M. Caballero	1.45	27.17	25,72
Pando	Manuripi	0.00	0.00	0
Beni	Marban	0.00	0.00	0
Oruro	Mejillones	9.76	80.43	70,67
Tarija	Méndez	1.43	89.41	87,98
Cochabamba	Mizque	3.22	42.02	38,8
Potosí	Modesto Omiste	9.33	0.00	-9,33
Beni	Moxos	0.00	0.00	0
La Paz	Muñecas	0.09	4.74	4,65
La Paz	Murillo	249.46	1322.16	1072,7
Pando	Nicolás Suárez	0.00	0.00	0
Oruro	Nor Carangas	1.67	30.23	28,56
Potosí	Nor Chichas	46.07	3.51	-42,56
Chuquisaca	Nor Cinti	9.21	6.29	-2,92
Potosí	Nor Lípez	0.66	0.32	-0,34
La Paz	Nor Yungas	0.00	0.00	0
Santa Cruz	Ñuflo De Chávez	0.00	0.00	0
Santa Cruz	Obispo Santisteban	0.00	0.00	0
La Paz	Omasuyos	6.17	269.71	263,54
Chuquisaca	Oropeza	2.59	23.63	21,04
La Paz	Pacajes	0.25	3.62	3,37
Oruro	Pantaleón Dalence	0.95	13.71	12,76
Oruro	Poopo	6.69	41.16	34,47

Departamento	Provincia	Índice de Escasez		
		1961-1990	2071-2100	Cambio
Cochabamba	Punata	3.68	131.82	128,14
Cochabamba	Quillacollo	7.87	427.31	419,44
Potosí	Rafael Bustillo	0.21	2.03	1,82
Oruro	Sajama	1.85	6.61	4,76
Oruro	San Pedro De Totora	0.44	4.07	3,63
Santa Cruz	Sara	0.00	0.00	0
Oruro	Saucari	1.57	9.15	7,58
Oruro	Sebastián Pagador	1.02	4.44	3,42
Oruro	Sur Carangas	8.15	92.67	84,52
Potosí	Sur Chichas	18.63	4.31	-14,32
Chuquisaca	Sur Cinti	0.47	1.72	1,25
Potosí	Sur Lípez	0.04	33.04	33
La Paz	Sur Yungas	0.48	23.76	23,28
Cochabamba	Tapacari	0.43	6.87	6,44
Cochabamba	Tiraque	0.05	3.24	3,19
Oruro	Tomás Barron	0.33	13.08	12,75
Potosí	Tomás Frías	1.21	21.07	19,86
Chuquisaca	Tomina	0.22	4.76	4,54
Beni	Vaca Diez	0.00	0.00	0
Santa Cruz	Valle Grande	1.89	40.72	38,83
Santa Cruz	Velasco	0.00	0.00	0
Santa Cruz	Warnes	0.00	0.00	0
Beni	Yacuma	0.00	0.00	0
Chuquisaca	Yamparaez	2.15	81.44	79,29
Chuquisaca	Zudañez	0.97	47.02	46,05
Beni	Cercado	0.00	0.00	0
Cochabamba	Cercado	0.08	2.19	2,11
Tarija	Cercado	5.94	208.52	202,58
Oruro	Cercado	0.27	34.42	34,15

Fuente. Elaboración propia.

6.7 Análisis de resultados del índice de vulnerabilidad

El índice de vulnerabilidad también tiene una escala de valoración constituida por cuatro categorías de vulnerabilidad con respecto al tipo de vulnerabilidad sobre los recursos hídricos, con rangos porcentuales. El porcentaje de la oferta hídrica utilizada está dividido en cuatro rangos: <20%, 20-50%, 50-75% y >75% (cuadro 2).

La discretización por colores concuerda con la escala de valoración, para facilitar la visualización de los valores en el transcurso del análisis.

De los resultados obtenidos en la estimación del índice de vulnerabilidad, que se presentan en el mapa 5a y el cuadro 4, de acuerdo con la escala de valoración (cuadro 2), se deduce que en la actualidad, es decir en el período 1961-90, existen provincias con un índice de vulnerabilidad de > 75% (color rojo), lo cual implica que

tiene una alta vulnerabilidad sobre sus recursos hídricos, como es el caso de la provincia Murillo del departamento de La Paz, donde se deben tomar medidas drásticas para implementar una gestión eficiente de los recursos hídricos. También en este mapa se observan dos provincias (Gran Chaco y Nor Chichas) con un índice de vulnerabilidad del 20% al 50% (color amarillo), lo cual implica una vulnerabilidad baja, pero que ya da señales de que los recursos hídricos están comenzando a sufrir una presión en las cuencas.

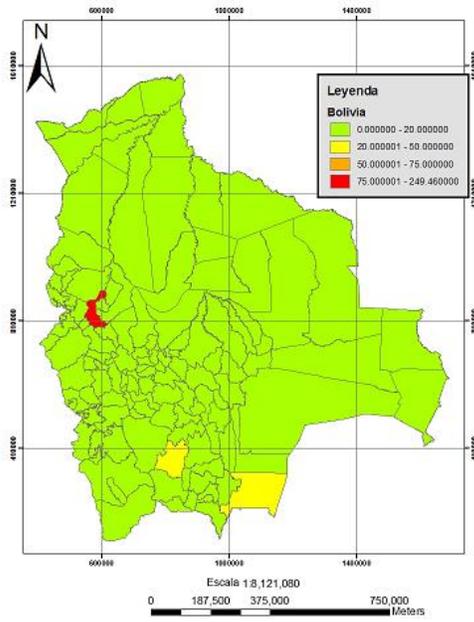
En el mapa 5b, de acuerdo con el cuadro 4, para el período de 2071-2100, y en función de la escala de valoración, se observa que las provincias que presentan un índice de escasez de > 75% experimentan presiones importantes sobre los recursos hídricos, entre ellas: Alonso de Ibañez, Charcas y Daniel Campos del departamento de Potosí; Arani, Punata, Capinota y Quillacollo del departamento de Cochabamba; Gran Chaco, Avilez, Méndez y Cercado en Tarija; Luis Calvo y Yamparaez en Chuquisaca; Mejillones y Sur Carangas en Oruro; y Aroma, Murillo y Omasuyos en La Paz.

También en este mapa se observan provincias con un índice de vulnerabilidad de entre el 50% y el 70% (color naranja), que implica que se tienen una vulnerabilidad moderada sobre los recursos hídricos, y que hay que comenzar a tomar medidas trascendentales en la administración del agua antes de que la demanda supere a la oferta. Las provincias vulnerables son: Bolívar y Germán Jordán del departamento de Cochabamba; Ingavi y Loayza del departamento de La Paz; y Azurduy y Belisario Boeto del departamento de Chuquisaca.

Con un índice de vulnerabilidad del 20% al 50 % se destacan las siguientes provincias: Abaroa, Nor Carangas, Poopo y Litoral del departamento de Oruro; Andrés Ibañez, Valle Grande y Manuel M. Caballero del departamento de Santa Cruz; Arche, Campero y Mizque del departamento de Cochabamba; Burnet O'Connor del departamento de Tarija; Camacho, Sur Yungas y Larecaja del departamento de La Paz; Cornelio Saavedra, Tomas Frías y Sur Lípez del departamento de Potosí; y Oropeza y Zudañez del departamento de Chuquisaca. Este tipo de vulnerabilidad está catalogada como baja, pero ya da señales de que los recursos hídricos están comenzando a sufrir una presión en las cuencas.

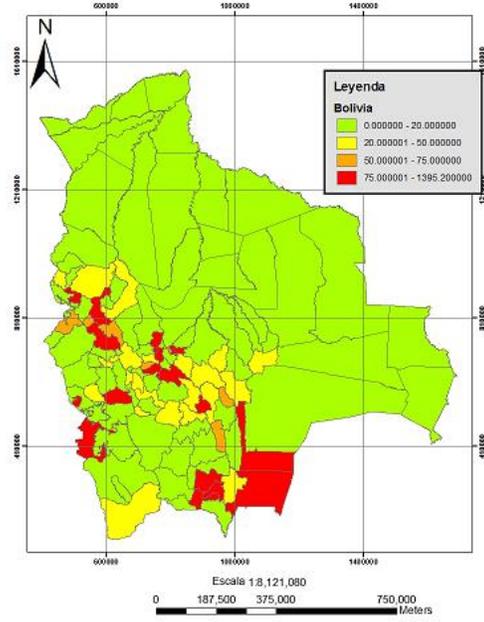
Mapa 5a

Indice de Vulnerabilidad del consumo de agua (%)
Periodo 1961-1990



Mapa 5b

Indice de Vulnerabilidad del consumo de agua (%)
Periodo 2071-2100



Cuadro 4
Índice de Vulnerabilidad por Departamento y Provincia, 1961-1990 – 2071-2100

Departamento	Provincia	Índice de Vulnerabilidad		
		1961-1990	2071-2100	Cambio
Oruro	Abaroa	2.17	31.88	29.71
La Paz	Abel Iturralde	0.01	0.08	0.07
Pando	Abuná	0.00	0.00	0
Potosí	Alonso de Ibáñez	0.48	268.10	267.62
Santa Cruz	Andrés Ibáñez	2.80	23.26	20.46
Santa Cruz	Ángel Sandoval	0.00	0.00	0
Potosí	Antonio Quijarro	0.22	1.03	0.81
Cochabamba	Arani	6.35	86.42	80.07
Tarija	Arce	1.20	15.51	14.31
La Paz	Aroma	8.49	113.65	105.16
Cochabamba	Arque	2.32	33.41	31.09
Oruro	Atahuallpa	0.26	3.16	2.9
Tarija	Avilez	5.87	82.26	76.39
Cochabamba	Ayopaya	0.32	3.56	3.24
Chuquisaca	Azurduy	1.38	67.93	66.55
La Paz	Bautista Saavedra	0.84	9.40	8.56
Chuquisaca	Belisario Boeto	0.96	64.65	63.69
Cochabamba	Bolívar	3.57	52.61	49.04
Tarija	Burnet O'Connor	1.89	25.43	23.54
La Paz	Camacho	3.95	48.51	44.56
Cochabamba	Campero	1.51	20.38	18.87
Cochabamba	Capinota	17.47	251.53	234.06
La Paz	Caranavi	0.00	0.00	0
Oruro	Carangas	0.73	9.88	9.15
Cochabamba	Carrasco	0.49	5.61	5.12
Cochabamba	Chapare	0.09	10.89	10.8
Potosí	Charcas	0.00	1180.04	1180.04
Potosí	Chayanta	0.17	12.50	12.33
Santa Cruz	Chiquitos	0.00	0.00	0
Santa Cruz	Cordillera	1.24	14.69	13.45
Potosí	Cornelio Saavedra	1.98	21.34	19.36
Potosí	Daniel Campos	1.29	104.72	103.43
Potosí	Enrique Baldivieso	0.00	0.00	0
Cochabamba	Esteban Arce	0.14	0.93	0.79
Pando	Federico Román	0.00	0.00	0
Santa Cruz	Florida	0.67	16.99	16.32
La Paz	Franz Tamayo	0.00	0.00	0
Potosí	General Bernardino B.	0.06	7.93	7.87
Beni	General José Ballivi	0.00	0.00	0

Departamento	Provincia	Índice de Vulnerabilidad		
		1961-1990	2071-2100	Cambio
La Paz	General José Manuel	0.00	0.00	0
Santa Cruz	Germán Busch	0.00	0.00	0
Cochabamba	Germán Jordán	1.87	60.97	59.1
Tarija	Gran Chaco	42.34	348.30	305.96
La Paz	Gualberto Villarroel	1.98	5.95	3.97
Santa Cruz	Guarayos	0.00	0.00	0
Chuquisaca	Hernando Siles	0.19	9.31	9.12
Santa Cruz	Ichilo	0.00	0.00	0
La Paz	Ingavi	0.68	70.85	70.17
La Paz	Inquisivi	0.25	2.80	2.55
Beni	Itenez	0.00	0.00	0
Potosí	José María Linares	0.93	4.11	3.18
Oruro	Ladislao Cabrera	0.24	1.14	0.9
La Paz	Larecaja	1.19	28.57	27.38
Oruro	Litoral	1.84	20.72	18.88
La Paz	Loayza	10.31	51.93	41.62
La Paz	Los Andes	0.66	11.85	11.19
Chuquisaca	Luis Calvo	0.16	1395.20	1395.04
Pando	Madre De Dios	0.00	0.00	0
Beni	Mamore	0.00	0.00	0
La Paz	Manco Kapac	0.68	16.48	15.8
Santa Cruz	Manuel M. Caballero	1.45	27.17	25.72
Pando	Manuripi	0.00	0.00	0
Beni	Marban	0.00	0.00	0
Oruro	Mejillones	9.76	80.43	70.67
Tarija	Méndez	1.43	89.41	87.98
Cochabamba	Mizque	3.22	42.02	38.8
Potosí	Modesto Omiste	9.33	0.00	-9.33
Beni	Moxos	0.00	0.00	0
La Paz	Muñecas	0.09	4.74	4.65
La Paz	Murillo	249.46	1322.16	1072.7
Pando	Nicolás Suárez	0.00	0.00	0
Oruro	Nor Carangas	1.67	30.23	28.56
Potosí	Nor Chichas	46.07	3.51	-42.56
Chuquisaca	Nor Cinti	9.21	6.29	-2.92
Potosí	Nor López	0.66	0.32	-0.34
La Paz	Nor Yungas	0.00	0.00	0
Santa Cruz	Ñuflo De Chávez	0.00	0.00	0
Santa Cruz	Obispo Santisteban	0.00	0.00	0
La Paz	Omasuyos	6.17	269.71	263.54
Chuquisaca	Oropeza	2.59	23.63	21.04
La Paz	Pacajes	0.25	3.62	3.37

Departamento	Provincia	Índice de Vulnerabilidad		
		1961-1990	2071-2100	Cambio
Oruro	Pantaleón Dalence	0.95	13.71	12.76
Oruro	Poopo	6.69	41.16	34.47
Cochabamba	Punata	3.68	131.82	128.14
Cochabamba	Quillacollo	7.87	427.31	419.44
Potosí	Rafael Bustillo	0.21	2.03	1.82
Oruro	Sajama	1.85	6.61	4.76
Oruro	San Pedro De Totora	0.44	4.07	3.63
Santa Cruz	Sara	0.00	0.00	0
Oruro	Saucari	1.57	9.15	7.58
Oruro	Sebastián Pagador	1.02	4.44	3.42
Oruro	Sur Carangas	8.15	92.67	84.52
Potosí	Sur Chichas	18.63	4.31	-14.32
Chuquisaca	Sur Cinti	0.47	1.72	1.25
Potosí	Sur Lípez	0.04	33.04	33
La Paz	Sur Yungas	0.48	23.76	23.28
Cochabamba	Tapacari	0.43	6.87	6.44
Cochabamba	Tiraque	0.05	3.24	3.19
Oruro	Tomás Barron	0.33	13.08	12.75
Potosí	Tomas Frías	1.21	21.07	19.86
Chuquisaca	Tomina	0.22	4.76	4.54
Beni	Vaca Diez	0.00	0.00	0
Santa Cruz	Valle Grande	1.89	40.72	38.83
Santa Cruz	Velasco	0.00	0.00	0
Santa Cruz	Warnes	0.00	0.00	0
Beni	Yacuma	0.00	0.00	0
Chuquisaca	Yamparaez	2.15	81.44	79.29
Chuquisaca	Zudañez	0.97	47.02	46.05
Beni	Cercado	0.00	0.00	0
Cochabamba	Cercado	0.08	2.19	2.11
Tarija	Cercado	5.94	208.52	202.58
Oruro	Cercado	0.27	34.42	34.15

Fuente. Elaboración propia.

Conclusiones y recomendaciones basadas en el cálculo de los índices de escasez y vulnerabilidad

A partir del análisis y descripción de los posibles escenarios futuros con base en el conocimiento actual de las proyecciones de oferta y demanda, concluimos que los resultados obtenidos en el cálculo de los índices de escasez y vulnerabilidad son coincidentes, y reflejan de manera convincente la presión sobre los recursos hídricos. Esta coincidencia se explica porque los dos índices representan una relación porcentual de la demanda y la oferta, y la única diferencia entre ellos es la escala de valoración.

En este contexto, podemos resaltar los siguientes resultados importantes:

- Los resultados de los índices de escasez y vulnerabilidad, en el período 1961-90, coinciden en que las provincias del Gran Chaco de Tarija, Murillo de La Paz y Nor Chichas de Potosí ya sufren una fuerte presión sobre los recursos hídricos.
- Los resultados de los índices de escasez y vulnerabilidad, en el período 2071-2100, coinciden en que las provincias que experimentan presiones importantes sobre los recursos hídricos son: Alonso de Ibañez, Charcas y Daniel Campos, del departamento de Potosí; Arani, Punata, Capinota y Quillacollo del departamento de Cochabamba; Gran Chaco, Avilez, Méndez y Cercado en Tarija; Azurduy, Luis Calvo y Yamparaez en el departamento de Chuquisaca; Mejillones y Sur Carangas en el departamento de Oruro; y Aroma, Murillo y Omasuyos en el departamento de La Paz.

En ambos casos, se recomienda que en las provincias identificadas como zonas de alta vulnerabilidad, sobre todo en el período “actual” de 1961-90, se tomen medidas para establecer una gestión integral de los recursos hídricos, y –entre ellas– que en lo inmediato se elabore un balance hídrico de sus cuencas, se cuantifique la demanda hídrica, se implemente una red más densa de estaciones hidrometeorológicas, se mejore la cartografía temática (suelos, uso de los suelos de cobertura vegetal, modelo digital de elevación, etc.), se elabore un plan de ordenamiento territorial, etc. Se trata de herramientas fundamentales para realizar una administración eficaz de los recursos hídricos.

6.8 Análisis de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos en base a los resultados obtenidos

A raíz de los resultados obtenidos en los apartados anteriores, se analizarán las conclusiones desde una perspectiva sectorial de los impactos de cambio climático en los recursos hídricos. El método aplicado en este estudio no toma en cuenta el efecto del retroceso de los glaciares, y por eso se hará a continuación un análisis del impacto de dicho retroceso en la disponibilidad de agua para el consumo humano. También se realizó un análisis del impacto reflejado en la temática de las inundaciones y la sequía.

Impacto del retroceso de los glaciares

Uno de los aspectos preponderantes en materia de cambio climático en la actualidad es estimar el impacto de la retracción de los glaciares y su relación con la disponibilidad de agua, factor que influye en el desarrollo y en las actividades humanas. Un efecto de los cambios en los glaciares se refiere al régimen hidrológico de las cuencas, que varía en función del cambio del volumen de masa helada en las montañas (PRAA, 2008).

La provisión de agua potable, el riego, la energía hidroeléctrica y la minería constituyen múltiples usos que compiten entre sí, y que pueden enfrentar conflictos en caso de modificarse la cantidad y estacionalidad de los caudales. En regiones de alta montaña los glaciares representan una muy importante fuente de agua superficial, en algunos casos la única durante la época de estiaje. A medida que los glaciares retroceden y

reducen su aporte al suministro de agua, la agricultura de riego enfrenta importantes restricciones y los rendimientos se ven reducidos en paralelo con la menor disponibilidad (Serrano, 2005).

Impacto del retroceso de los glaciares en Bolivia

En el contexto nacional, se han realizado numerosos estudios relacionados con el impacto del retroceso de los glaciares, esencialmente por el IRD (cooperación Francesa) y el Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH) de la UMSA, Oxfam, el Instituto Boliviano de la Montaña (BMI) y el Banco Mundial.

Estos estudios han evidenciado que en la cordillera de los Andes, esencialmente en la región del cinturón tropical, la mayoría de los glaciares está sufriendo una rápida y acelerada retracción por efecto del cambio climático, y que en las próximas décadas desaparecerán muchos glaciares. El área de influencia de este efecto cubre una región habitada por más de 30 millones de personas y cuya biodiversidad es de vital importancia para el mundo. Esto significa que los cambios en el suministro de agua tendrán efectos adversos para las comunidades, la agricultura y la integridad de los ecosistemas andinos (Vergara, 2004).

La Organización Internacional Oxfam declaró que el impacto ambiental expone a Bolivia a cinco alteraciones en las tres regiones del país, fundamentalmente a una menor disponibilidad de agua y a la disminución de la seguridad alimentaria.

A partir de un estudio de poblaciones de las regiones de los valles, llanos y altiplano de Bolivia, la Oxfam concluyó que el cambio climático causará la disminución de la seguridad alimentaria, una menor disponibilidad de agua debido a la desaparición de los glaciares, desastres naturales, el incremento en la incidencia de enfermedades transmitidas por mosquitos y un mayor número de incendios.

Los estudios y mediciones sobre los glaciares bolivianos realizados por el IRD y la UMSA desde los años noventa muestran que se ha producido un incremento en la temperatura de algo más de 0,5°C y se ha agudizado la aparición de los eventos de El Niño, lo que explica la rápida desaparición de los nevados en los Andes a partir de los años ochenta (Ramírez et al., 2006). Los reportes del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) pronostican mayores incrementos de temperatura en los años que vienen, e indican que los sectores más afectados del Hemisferio Sur serán los que se encuentran en altitudes mayores a los 5000 metros, en otras palabras: la Cordillera de los Ande. (Ramírez y Mc Dowell, 2009).

De acuerdo con estas mismas investigaciones, tomando como caso de estudio el glaciar de Chacaltaya en La Paz, se ha constatado que este ha acelerado su proceso de derretimiento tres veces en los últimos 20 años. Hoy en día el glaciar de Chacaltaya prácticamente ha desaparecido y su pérdida es irremediable e irreversible, lo que hace temer que en los próximos años muchos de los nevados correrán la misma suerte. Este estudio de caso ha sido presentado de forma alarmante a la comunidad mundial por medios de comunicación internacionales, como CNN, ABC, BBC y National Geographic, que alertan sobre los peligros que corren los países en desarrollo que utilizan los recursos hídricos glaciares para consumo humano, generación de energía eléctrica, riego y otros.

En estos estudios se afirma que los recursos hídricos provenientes de los glaciares en Bolivia se emplean principalmente para el abastecimiento de agua potable y la generación de electricidad. Dos de las principales ciudades de Bolivia, La Paz y El Alto, así como también las llanuras del altiplano, dependen de los glaciares andinos para una parte importante de su agua potable. El Alto y parte de la ciudad de La Paz se abastecen de agua potable a partir de tres sistemas principales: Tuni-Condoriri, Milluni y Tilata (Malter, 2010). Este último

está constituido por una batería de 30 pozos que utilizan recursos hídricos subterráneos. Estas ciudades dependen de la escorrentía de los glaciares para su abastecimiento hídrico, que presumiblemente representa entre el 15% y el 30% del agua de la cuenca hidrográfica (CMNUCC, 2009).

De seguir este proceso, se considera que estos glaciares se agotarían: el Condoriri en el año 2045 y el Tuni en el año 2025 (Ramírez et al., 2006). Asimismo, estudios recientes, en una primera aproximación, evidencian que el 80% de los glaciares de Bolivia estaría en proceso de retracción.

De acuerdo con todo lo antes expuesto, estas tendencias tienen por lo tanto consecuencias dramáticas para el uso de los recursos hídricos. Efectivamente, las ciudades de La Paz y El Alto aumentan su consumo (crecimiento anual del 5% para El Alto), y esta tendencia continuará con el crecimiento de la población, por lo cual los recursos, que son limitados, tienden a reducirse (CMNUCC, 2009)

En este contexto, el acelerado cambio en el suministro de agua pondrá en riesgo a las ciudades de La Paz y El Alto, así como también el abastecimiento de alimentos, y en última instancia producirá un aumento en el costo del agua, lo cual puede incidir en la capacidad de estas ciudades para mantener el dinamismo de sus economías locales.

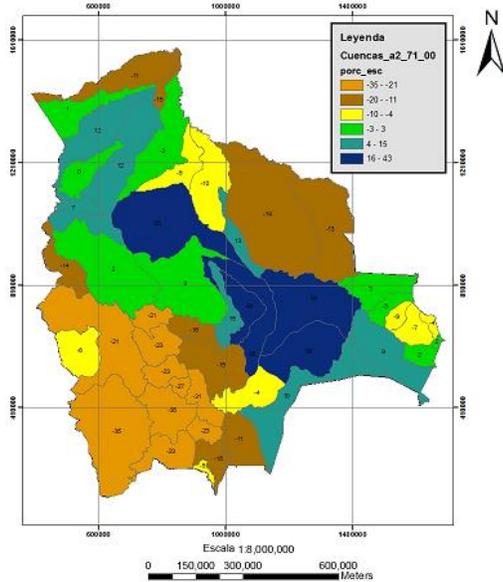
Resultados obtenidos sobre el impacto del retroceso glaciar en Bolivia

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, se analizó la zona de los glaciares desde dos perspectivas: por cuenca y por provincias. Sobre la base de los mapas de variación porcentual de la escorrentía y la precipitación por cuencas (mapa 6a y mapa 6b), se prevé que la disponibilidad hídrica (mm) en la cuenca de Alto Beni, bajo escenarios de cambio climático, se incrementará en un 2% y las precipitaciones en un 8%.

A partir de los resultados de los índices de escasez, confeccionados a nivel de provincias, y el mapa de variación porcentual de la oferta hídrica en Hm^3 (mapa 6c), se deduce que en las provincias Murillo y los Andes, donde se encuentran los glaciares que abastecen a las ciudades de La Paz y El Alto, la oferta hídrica se incrementará en aproximadamente un 43% y se reducirá en un 36%, respectivamente, pero de acuerdo con las proyecciones del mapa de índices de escasez (Anexo 2), en la región los recursos hídricos estarán sujetos a una gran presión, a causa del desmesurado crecimiento de la demanda hídrica, por lo que las aseveraciones efectuadas en los estudios anteriores son correctas. Esto implica a grandes rasgos que el principal problema de la región no es la disponibilidad hídrica sino el crecimiento de la demanda. Debemos considerar también que el inevitable aumento en la demanda de agua provocará conflictos entre los diferentes usuarios y sectores.

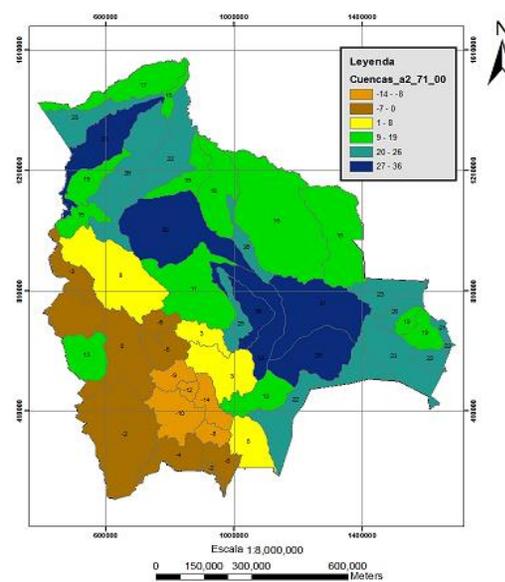
Mapa 6a

VARIACION PORCENTUAL DE LA ESCORRENTIA
Periodos 1961-1990 / 2071-2100



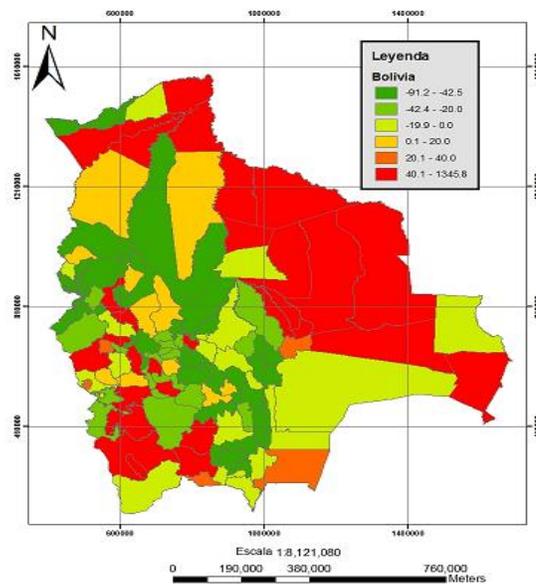
Mapa 6b

VARIACION PORCENTUAL DE LA PRECIPITACION
Periodos 1961-1990 / 2071-2100



Mapa 6c

Variación porcentual de la oferta hídrica (Hm3)
Periodo 1961-1990 / 2071-2100



Por lo tanto, como medida de adaptación al cambio climático es necesario evaluar políticas efectivas para la asignación del agua entre los diferentes usuarios, poniendo en discusión consideraciones económicas y sociales, para lo cual debemos plantear la adaptación en términos de una Gestión Integral de Recursos hídricos (GIRH), es decir: implementar soluciones técnicas, como el manejo integral de las cuencas en cuestión, fomentar un fortalecimiento institucional local, y desarrollar políticas y normas de uso eficiente del recurso del agua.

Conclusiones y recomendaciones a partir del retroceso de los glaciares de Bolivia

- A pesar de que existen excelentes estudios sobre el retroceso de los glaciares tropicales de Bolivia, todavía no se ha llevado a cabo ninguna investigación seria sobre los impactos socioeconómicos que conlleva el fenómeno.
- Si se toma en cuenta la escasa población e infraestructura en las regiones de los glaciares, es muy probable que los impactos del retroceso de los mismos sean sentidos solamente a nivel local, porque los impactos y sus efectos se producirán a baja escala.
- Todavía no está definido el porcentaje de agua glaciar en relación con la disponibilidad total de agua de la cuenca glaciar, que podría ser mucho menor que lo estipulado en los estudios mencionados.
- Se deben elaborar estudios básicos de balance hídrico que incluyan las aguas subterráneas y elaborar sistemas de información ambiental (demanda por usuarios) para después proyectarlos al futuro bajo escenarios de cambio climático.
- Hay que considerar que la demanda de agua potable depende de la correcta operación de las plantas de abastecimiento de agua. Se debe tomar en cuenta el agua no contabilizada producto de fugas físicas y conexiones ilegales, que afecta directamente a la oferta hídrica.
- Determinar si en los ríos de régimen de deshielo la estacionalidad de los caudales actuales coincide con la de la demanda.

Impacto del cambio climático en las inundaciones y sequías

El crecimiento global de la población, la urbanización y la destrucción de los ecosistemas naturales han incrementado seriamente la preocupación por el estudio del impacto de las actividades humanas en los regímenes hidroclimáticos, dada su repercusión en el cambio climático global, en el funcionamiento de los ecosistemas y en la salud humana.

En la actualidad, las investigaciones científicas están enfocándose en procesos de alto riesgo, como las inundaciones y las sequías, que podrían impactar la calidad de vida de determinadas regiones de Bolivia, en particular si estas regiones continúan realizando sus proyectos económicos de rápido crecimiento sin una correcta planificación.

De acuerdo con informes vertidos por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), el cambio climático podría incrementar las lluvias intensas, causantes de inundaciones que podrían llevar a daños significativos de infraestructura. Sobre la base de los escenarios regionales, se espera una reducción de los períodos de lluvia, con una probabilidad creciente de fuertes lluvias en períodos de tiempo cortos. En este sentido, Bolivia aún carece de sistemas para estudiar los patrones de lluvias, así como de sistemas de alerta temprana, lo que incrementa la vulnerabilidad de la población, en especial de los asentamientos humanos no planificados (WWF, 2010).

Asimismo, muchas cuencas del país no cuentan con sistemas de manejo integrado de recursos acuáticos en marcha, ni contemplan actividades tendientes a la protección de cuencas. Esto se traduce en la degradación de suelos, la declinación de la recarga de acuíferos y la reducción de la disponibilidad de agua, lo que, en su conjunto, reduce la productividad económica y los ingresos de la población.

El WWF sugiere que el cambio climático podría exacerbar la escasez de agua en los valles áridos y semiáridos, así como también reducir la disponibilidad de agua en el Altiplano. Muchas áreas productivas y urbanas se ubican en la región árida o semiárida, con rudimentarios sistemas de agua suministrados por pozos o ríos.

Estos sistemas de abastecimiento son vulnerables a la disponibilidad de agua, ya que carecen de reservas que permitirían contar con agua aun en época seca (WWF, 2010).

Según el Informe mundial sobre Desarrollo Humano del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el cambio climático causará la desertificación del Altiplano en Bolivia e inundaciones en la Amazonía. El documento destaca que “Bolivia es un país especialmente vulnerable al cambio climático”. Asimismo, el cambio climático tiene por efecto agudizar la frecuencia y el impacto los desastres naturales, como los que se observan en la actualidad en el departamento de Beni, que es la región más afectada por las inundaciones.

Por su parte, Oxfam afirma que Bolivia está expuesta a una variedad de desastres “naturales”. Estos incluyen la sequía en la zona del Chaco, inundaciones en los departamentos situados en la zona amazónica, y feroces granizadas en el Altiplano. Según Germanwatch, una ONG que efectúa el monitoreo de los desastres, en 2007 Bolivia ingresó por primera vez a la lista de los 10 países del mundo más afectados por desastres. Durante 2007 y 2008 el país enfrentó las peores emergencias de los últimos 25 años.

Resultados obtenidos sobre el impacto de las inundaciones y sequías en Bolivia

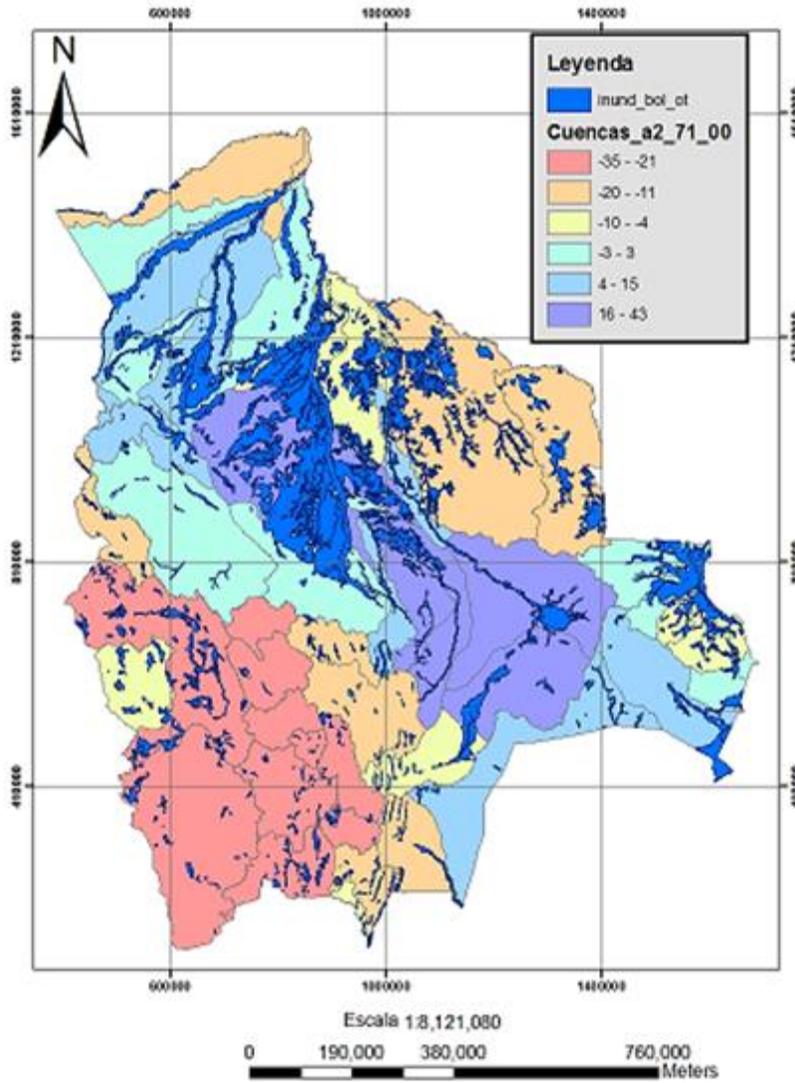
De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, se analizó el impacto del cambio climático en las zonas de amenaza por inundaciones y sequías relacionando los mapas de variación porcentual de precipitación y escorrentía por cuencas con los mapas de riesgo de inundaciones y sequías, extraídos del Sistema Nacional de Información de ordenamiento territorial (SNIOT, 2003), además de considerar los mapas elaborados por Oxfam sobre amenazas de inundación y sequías meteorológicas.

Al comparar el mapa de riesgo de inundaciones con los mapas de variación porcentual de la escorrentía y la precipitación por cuencas (mapa 7a), se deduce que las zonas de inundación coinciden con las cuencas en las que se prevén incrementos de escorrentía y precipitación, por lo tanto, bajo escenarios de cambio climático, principalmente en la Amazonía, las inundaciones ocasionarán un impacto negativo mayor en las poblaciones ubicadas en esta región.

Con respecto a los impactos del cambio climático en la sequía, si se analiza el mapa de riesgo de sequías junto con los mapas de variación porcentual de la escorrentía y la precipitación por cuencas (mapa 7c), se deduce que las zonas con riesgo de sequías coinciden con las cuencas en las que se prevé una disminución en los valores de la escorrentía y la precipitación, por lo que esencialmente en los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, Chuquisaca, Santa Cruz y Tarija, bajo escenarios de cambio climático, la sequía ocasionará un impacto negativo mayor en las poblaciones ubicadas en estas regiones. Estos resultados concuerdan casi en su totalidad con los estudios realizados por las otras instituciones mencionadas.

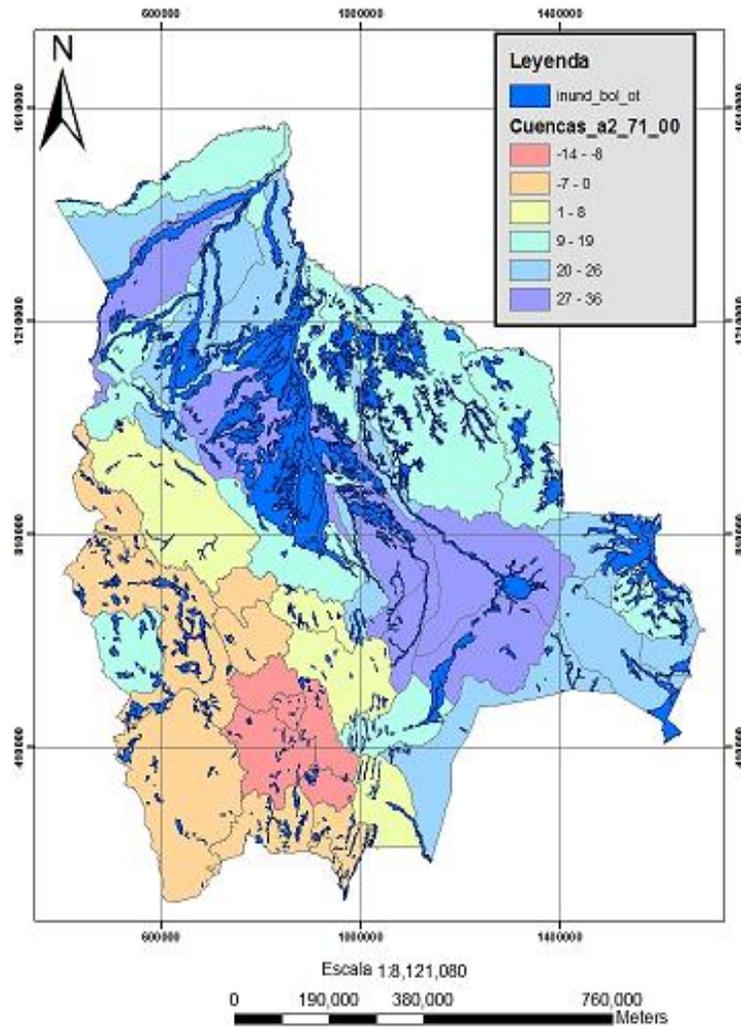
Mapa 7a

Areas de inundacion Vs.Variacion porcentual de la escorrentia
Periodo 1961-1990 / 2071-2100



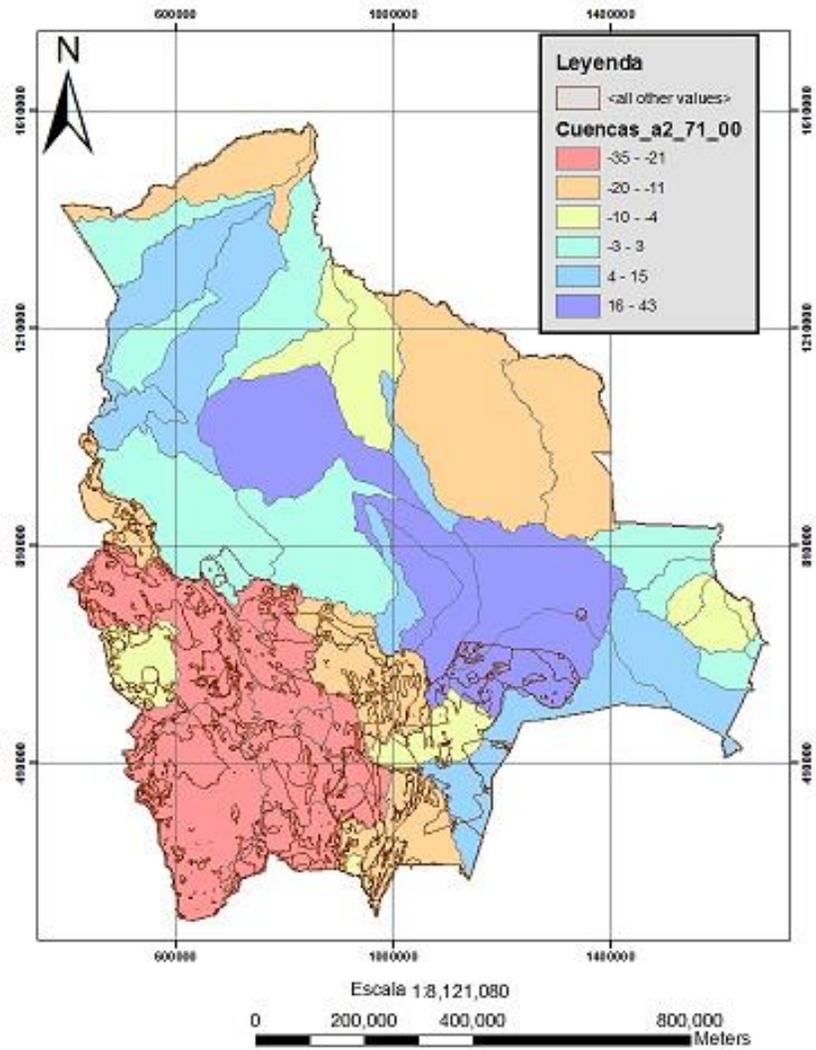
Mapa 7b

Areas de inundacion Vs. Variacion porcentual de la precipitacion
Periodo 1961-1990 / 2071-2100



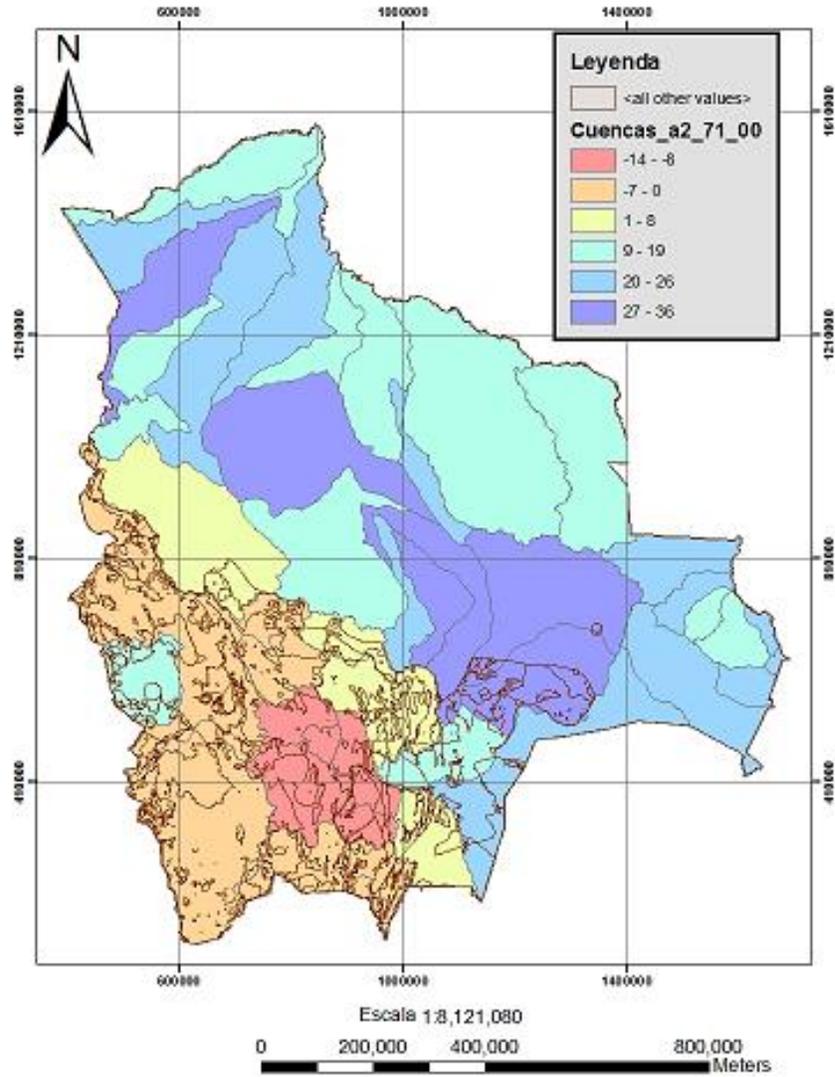
Mapa 7c

Areas con riesgo de sequia Vs. Variacion porcentual de la
escorrentia
Periodo 1961-1990 / 2071-2100



Mapa 7d

Areas con riesgo de sequia Vs. Variacion porcentual de la precipitacion
Periodo 1961-1990 / 2071-2100



7. Conclusiones y recomendaciones sobre el impacto de las inundaciones y sequías

Como bien se sabe, las inundaciones causan al Estado boliviano grandes pérdidas económicas y en vidas humanas. Está claro que, en algunos casos, estas se pueden evitar de forma definitiva con la construcción de obras hidráulicas aguas arriba, pero las condiciones económicas del Estado boliviano no permiten que se ejecuten estos proyectos, sino que limitan las acciones a tareas de defensa civil y socorro de las poblaciones afectadas.

La práctica ha demostrado que todavía no se cuenta con estudios detallados sobre los desastres naturales, como inundaciones y sequías, y la mayor parte de ellos, al igual que el presente trabajo, están elaborados en una escala regional, que solo nos proporciona un conocimiento general del comportamiento espacio-temporal de los parámetros hidroclimáticos, fundamentales para el análisis de riesgos. Por lo tanto, para mejorar la información actual hay que tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Los estudios más detallados y localizados deberán contar con información hidroclimáticas de una red de monitoreo más densa.
- Se deben realizar estudios geomorfológicos y de hidráulica fluvial para conocer la dinámica fluvial y estimar capacidades de los cauces, la estabilidad, las trayectorias y tendencias futuras, la delimitación de zonas inundables para eventos extraordinarios y a la incidencia de obras civiles existentes y proyectadas.
- Habrá que definir las magnitudes de los eventos extremos que pueden generar inundaciones. Esto implica realizar estudios geológicos, geotécnicos, socioeconómicos, ambientales e hidrológicos para delimitar las cuencas vertientes; analizar el uso de la tierra y las corrientes naturales que afectan la zona que se va a proteger; cuantificar clima, lluvias y caudales líquidos y sólidos. Determinar las causas de las inundaciones. Pueden ser desbordamientos, encharcamientos, deficiencias de drenaje, avalanchas, obstrucciones o sedimentación.
- La sequía no debe ser vista como un simple fenómeno natural. Su impacto en la sociedad proviene de la interrelación entre el evento natural y la demanda en el suministro de agua.
- Se deben efectuar estudios económicos para cuantificar los perjuicios que han causado inundaciones anteriores y para estimar los perjuicios futuros, con niveles de riesgo determinados, sobre las actividades agropecuarias, industriales y habitacionales de la zona.
- Se debe mejorar la gestión de riesgos.
- Es necesario impulsar la elaboración de planes de ordenamiento territorial a nivel de municipios, como parte de la gestión de riesgos.
- A nivel de cuencas se debe implementar un manejo integral de las mismas como medida de prevención y mitigación en el contexto de la gestión de riesgos.

8. Referencias

- Andrade, M.F. 2014. *La economía del cambio climático en Bolivia: Validación de Modelos Climáticos*. C.E. Ludeña y L. Sanchez-Aragon (eds), Banco Interamericano de Desarrollo, Monografía No. 184, Washington, DC.
- . 2008. "Mitos y verdades acerca del cambio climático en Bolivia". *Revista Boliviana de Física*, 14:42-49.
- Alurralde, J.C., R. Herbas y P. Van Damme. 2005. *Estado de situación de la gestión del agua en Bolivia*. La Paz, Bolivia: Centro de Apoyo a la Gestión Sustentable del Agua y el Medio Ambiente "Agua Sustentable", Samtac-Bolivia, Global Water Partnership.
- Arana Prado, I., M. García Cárdenas y M. Aparicio Effen. 2007. *El cambio climático en Bolivia (análisis, síntesis de impactos y adaptación)*. La Paz, Bolivia: Programa Nacional de cambios climáticos, Viceministerio de Planificación Territorial y Medio Ambiente, Ministerio de Planificación del Desarrollo de Bolivia.
- BID y CEPAL. 2014. *La Economía del Cambio Climático en el Estado Plurinacional de Bolivia*. C.E. Ludeña, L. Sanchez-Aragon, C. de Miguel, K. Martínez, y M. Pereira (eds). Banco Interamericano de Desarrollo, Monografía No. 220 y Naciones Unidas LC/W.627.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). 2000. Primera Comunicación Nacional de Bolivia ante la CMNUCC. La Paz: Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos, Programa Nacional de Cambios Climáticos.
- . 2009. Segunda Comunicación Nacional de Bolivia ante la CMNUCC. La Paz, Bolivia: Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos, Programa Nacional de Cambios Climáticos.
- Chow, V. T., D. R. Maidment y L. W. Mays. 1994. *Hidrología aplicada*. Bogotá: McGraw-Hill.
- Crespo, A. y R. Mattos. 2000. *Informe nacional sobre la gestión del agua en Bolivia*. Documento sin pie editorial, disponible en http://www.cap-net-esp.org/water_management_tool/document/30/bolivia.pdf.
- Costa Posada C., H. G. Rivera, E. Domínguez y R. Vanegas. 2005. "El índice de escasez: un indicador para la gestión del recurso hídrico". *Revista de Ingeniería de la Universidad de Los Andes*, Nro. 22 (noviembre).
- Harris, P. P., C. Huntingford y P. M. Cox. 2008. "Amazon Basin Climate under Global Warming: The Role of the Seasurface Temperature." *Phil. Trans. R. Soc. B*, 363: 1753-1759. (doi:10.1098/rstb.2007.0037).
- Haan T. C. 2002. "Statistical Methods in Hydrology. Iowa: Iowa State Press.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2005. Bolivia: proyecciones de población urbana y rural por departamentos, sexo y grupos de edad, 2000-2030. La Paz, Bolivia: Instituto Nacional de Estadísticas.
- INE y PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2005. *Bolivia: atlas estadístico de municipios 2005*. La Paz, Bolivia: INE/PNUD.
- Kristensen K. J. y S. E. Jensen. s/f. "A Model for Estimating Actual Evapotranspiration." *Nordic Hydrology*, Vol. 6:70-88.

- La Prensa. 2007. "EPSAS estima que se requieren 38 millones de dólares para paliar la necesidad / 262 mil personas de El Alto siguen sin agua ni alcantarilla". Diario del 3 de febrero 2007. Disponible en www.laprensa.com.bo.
- Malter, S. 2010. *Modelación hidráulica para las ciudades de La Paz y El Alto*. La Paz, Bolivia: Proapac/GTZ y Empresa Pública Social del Agua y Saneamiento EPSAS.
- MAGDR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural), DGSR (Dirección General de Suelos y Riego) y Pronar (Programa Nacional de Riego) GTZ. 2001. "Inventario nacional de sistemas de riego", pp. 285. La Paz, Bolivia: MAGDR, DGSR y Pronar-GTZ.
- Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Viceministerio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal, Programa Nacional de Cambios Climáticos. 2002. *Diagnóstico de redes de observación sistemática para el cambio climático en Bolivia*. La Paz, Bolivia: Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Viceministerio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal, Programa Nacional de Cambios Climáticos.
- Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Viceministerio de Planificación y Ordenamiento Territorial, Dirección General de Ordenamiento Territorial, Unidad de Ordenamiento Territorial. 2003: Sistema Nacional de Información de Ordenamiento Territorial (SNIOT).
- Ministro de Planificación del Desarrollo, Viceministro de Planificación Territorial y Ambiental. 2007 *Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático*. La Paz, Bolivia: Ministro de Planificación del Desarrollo.
- Mendoza-Salgado, R. A., C. H. Lechuga-Deveze y A. Ortega-Rubio. 2006. "Influence of Rainfall on a Subtropical Arid Zone Coastal System." *Journal of Arid Environments*, 66:247-256.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 1994. *Guía de prácticas hidrometeorológicas, adquisición y proceso de datos, análisis, predicción y otras aplicaciones*. Ginebra: OMM.
- . 1996. Evaluación general de los recursos de agua dulce del mundo. Nueva York: OMM.
- Ozorio de Almeida, A. L. y J. S. Campari . 2009. *Sustainable Settlement in the Amazon*. Nueva York: Oxford University Press.
- Oxfam International. s/f. Bolivia: cambio climático, pobreza y adaptación. La Paz, Bolivia: Oxfam.
- PNCC. 2007. El cambio climático en Bolivia: análisis, síntesis de impactos y adaptación. La Paz, Bolivia: PNCC.
- PRAA (Proyecto Regional Andino de Adaptación al Cambio Climático-Bolivia). 2008. Programa Nacional de Cambios Climáticos. La Paz, Bolivia: Ministerio de Planificación Territorial y Ambiental.
- Ramírez, E., R. Ramallo, C. Olmos y A. Román. 2006. Impacto del cambio climático sobre la disponibilidad de recursos hídricos. La Paz, Bolivia: Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH-UMSA) e Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD).

- Ramírez, E., T. Berger y C. Ramallo. 2006: *Poster: Impact of the Climate Change on the Water Resources Availability in the Bolivian Cordillera, A Case Study: The Zongo and Tuní Catchment*. Mendoza, Argentina: CONCORD, Climate Change - Organizing the Science for the American Cordillera.
- Ramírez, E., B. Francou, C. Olmos, A. Román, C. Ramallo, P. Garreta, T. Berger, F. Ledezma, A. Soruco y R. Fuertes. 2007. *Deshielo de la cuenca del Tuní-Condoriri y su impacto sobre los recursos hídricos de las ciudades de La Paz y El Alto*. La Paz, Bolivia : Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH), Institut de Recherche pour le Développement (IRD), GRANT, GREATICE, ULB, IAI.
- Ramirez, E. y C. Olmos. 2007. *Deshielo de la cuenca de Tuní-Condoriri y su impacto sobre los recursos hídricos de las ciudades de La Paz y El Alto*. La Paz, Bolivia: Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH-UMSA) e Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD).
- Ramirez, E. y J. Z. McDowell. 2009. *Glaciares y cambio climático*. La Paz, Bolivia: Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH-UMSA) (Agua Sustentable). Disponible en <http://www.mail-archive.com/aymaralist@yahoogroups.com/msg04710.html>.
- Rivera, H. G., E. Domínguez, R. Vanegas y R. M. Martínez. 2004. “Metodología para el cálculo del índice de escasez de agua superficial”. Documento elaborado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales (IDEAM). Bogotá: IDEAM.
- Rivera H. G. 2001. “Lineamientos ingenieriles para la administración pública del agua con énfasis en la predicción de la oferta mensual hídrica bajo escenario no estacionario”. Montevideo, Uruguay: Biblioteca Virtual del PHI-UNESCO. Disponible en <http://www.unesco.org.uy/phi/bibli.htm>.
- Rivera M. E., Y. Umanets y A. Florezl. 2006. “Prevención en tiempo real del desabastecimiento de agua en los sistemas de riego para la agricultura ante la variabilidad hidrológica, aplicando la teoría de procesos estocásticos”. Parte 1. *Revista Ambiental: Agua, Suelo y Aire*. Pamplona, Colombia: Universidad de Pamplona.
- Roche, M.A., Unesco (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), ORSTOM. (Office de la Recherche Scientifique et Technique d’Outre-Mer). 1992. *Balance Hídrico Superficial de Bolivia*. La Paz, Bolivia: Publicación PHICAB.
- Román, A. 2006. *Impacto del cambio climático en los glaciares: intervención de la teledetección*. Centro de levantamientos aeroespaciales y aplicaciones SIG para el desarrollo sostenible de los Recursos Naturales (CLAS). Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón.
- Samper J. C., J. R. Carrera J.R.. 1990. *Geo estadística, aplicaciones a la hidrología subterránea*. Barcelona: Centro internacional de métodos numéricos en hidrología, Gráficas Torres.
- Seiler C. 2009. Implementación y validación de un modelo climático regional para Bolivia. La Paz, Bolivia: Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN-Bolivia).
- Serrano, E. 2005. “Glaciares, *permafrost* y cambio climático”. Valladolid: AME-INM, Universidad de Valladolid, Departamento de Geografía. Disponible en: www.ame-web.org/AulaMoran/Serrano.pdf.

- Unesco (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) e Instituto de Hidrología de España. 1981. *Modelos de cálculo del balance hídrico*. Madrid: Editorial del Centro de Estudios Oceanográficos de España.
- URSS COMITÉ IHD. s/f. "World Water Balance and Water Resources of the Earth." *Studies and Reports in Hydrology, Nro. 25*. París: Unesco.
- Van Damme, P. 2002. *Disponibilidad, uso y calidad de los recursos hídricos en Bolivia*. Johannesburgo, Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible.
- Vergara, W. 2004. *Responding to Climate Change: Proposed Action Plan for the World Bank in Latin America*. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza). 2010. *Cambio climático y "La Hora del Planeta", Cambio climático y agua en Bolivia*. La Paz, Bolivia: WWF. Disponible en http://bolivia.panda.org/nuestro_trabajo/cambio_climatico_hora_planeta/cambio_climatico_bolivia/impacts.

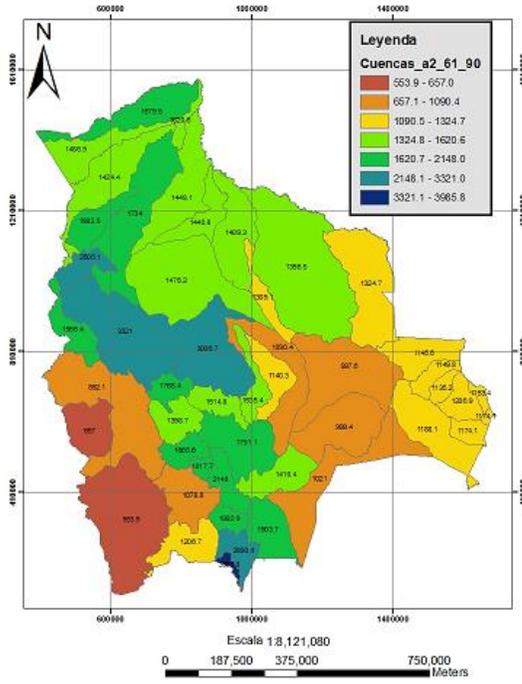
ANEXO 1. Estimación de la Oferta Hídrica

Cuadro A1.1
Precipitación Media por Cuenca, 1961-1990 y 2071-2100 (mm)

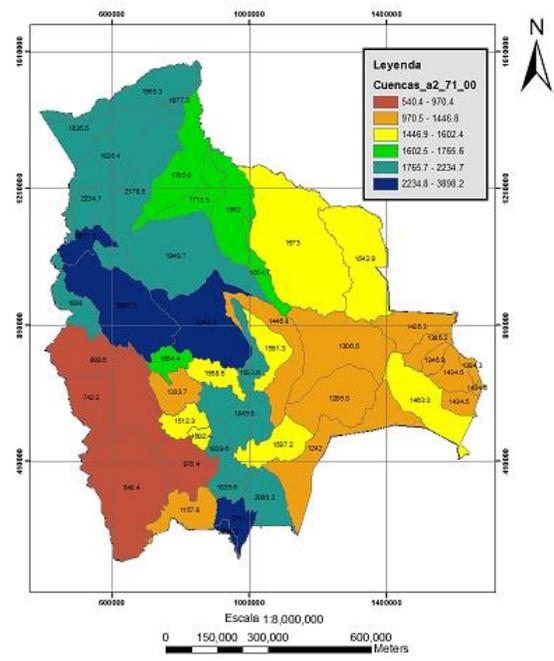
FID	Macrocuena	Cuenca	Precipitación media (mm)			Cambio (%)
			1961-1990	2071-2100	Cambio	
0	Amazonas	Beni Desembocadura	1620.60	1877.32	256.72	16
1	Amazonas	Acre Abuná	1679.52	1965.26	285.74	17
2	Amazonas	Yata	1448.05	1765.6	317.55	22
3	Amazonas	Orthon	1486.92	1835.49	348.57	23
4	Amazonas	Madre de Dios	1424.41	1826.37	401.96	28
5	Amazonas	Beni Medio	1733.99	2178.81	444.82	26
6	Amazonas	Mamore Desembocadura	1440.84	1715.5	274.66	19
7	Amazonas	Itonamas	1409.31	1661.97	252.66	18
8	Amazonas	Madidi	1882.49	2234.71	352.22	19
9	Amazonas	Blanco	1356.50	1573.02	216.52	16
10	Amazonas	Paraguá	1324.69	1542.91	218.22	16
11	Amazonas	Mamore Medio	1476.22	1949.71	473.49	32
12	Amazonas	San Pablo	1309.13	1654.67	345.54	26
13	Amazonas	Tuichi	2505.12	2871.33	366.21	15
14	Amazonas	Alto Beni	3321.01	3586.25	265.24	8
15	Lacustre	Titicaca	1956.40	1898	-58.40	-3
16	Amazonas	Ichilo Secure	3006.69	3349.33	342.64	11
17	Amazonas	Río Grande Desembocadura	1090.44	1446.77	356.33	33
18	Amazonas	Yapacani	1535.43	1923.55	388.12	25
19	Amazonas	San Julián	997.59	1306.47	308.88	31
20	Amazonas	Pirai	1140.26	1551.25	410.99	36
21	Del Plata	Mercedes	1145.58	1405.25	259.67	23
22	Lacustre	Poopo	892.14	889.64	-2.50	0
23	Del Plata	Las Conchas	1149.75	1385.18	235.43	20
24	Del Plata	Correreca S. Fernando	1135.15	1346.85	211.70	19
25	Del Plata	Santo Corazón	1206.93	1434.45	227.52	19
26	Amazonas	Rocha	1768.43	1664.4	-104.03	-6
27	Del Plata	Tucavaca Otuquis	1188.08	1463.29	275.21	23
28	Del Plata	Gaiba Pando	1153.40	1394.3	240.90	21
29	Amazonas	Mizque	1514.75	1558.55	43.80	3
30	Amazonas	Bañados	999.44	1285.8	286.36	29
31	Amazonas	Chayanta	1398.68	1333.71	-64.97	-5
32	Lacustre	Lauca	657.00	742.17	85.17	13
33	Del Plata	San Miguel	1021.00	1242	221.00	22
34	Del Plata	Mandioré	1174.08	1434.45	260.37	22
35	Amazonas	Zudañez	1791.06	1849.82	58.76	3
36	Del Plata	Cáceres	1174.08	1434.45	260.37	22
37	Del Plata	Alto Pilcomayo	1665.62	1512.32	-153.30	-9
38	Amazonas	Parapetí	1410.36	1597.24	186.88	13
39	Del Plata	Turuchipa	2148.03	1839.6	-308.43	-14
40	Lacustre	Uyuni	553.89	540.38	-13.51	-2
41	Del Plata	Mataca	1817.70	1602.35	-215.35	-12
42	Del Plata	Tumusla	1078.84	970.38	-108.46	-10
43	Del Plata	Pilcomayo Chaco	1903.74	2000.2	96.46	5

FID	Macrocuena	Cuenca	Precipitación media (mm)			
			1961-1990	2071-2100	Cambio	Cambio (%)
44	Del Plata	Pilaya	1992.90	1839.6	-153.30	-8
45	Del Plata	San Juan del Oro	1206.69	1157.78	-48.91	-4
46	Del Plata	Grande de Tarija	2890.80	2741.15	-149.65	-5
47	Del Plata	Bermejo	3985.80	3898.2	-87.60	-2

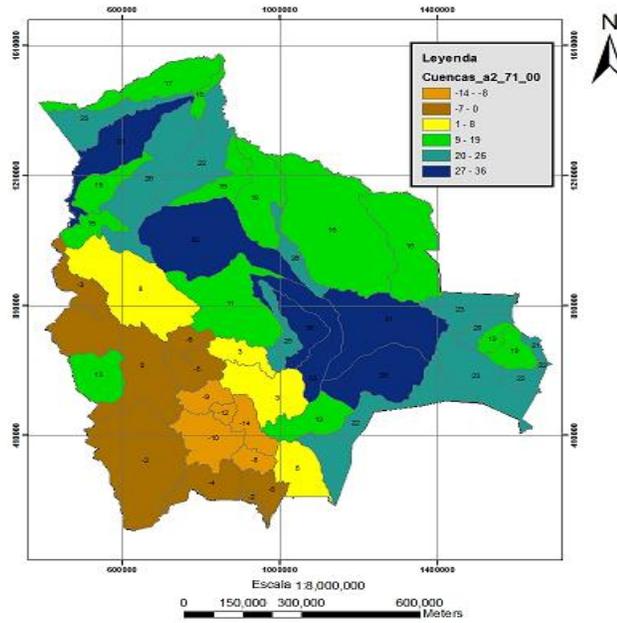
Mapa A1.1
PRECIPITACION MEDIA (mm)
 Periodo 1961-1990



Mapa A1.2
PRECIPITACION MEDIA (mm)
 Periodo 2071-2100



Mapa A1.3
VARIACION PORCENTUAL DE LA PRECIPITACION
 Periodos 1961-1990 / 2071-2100



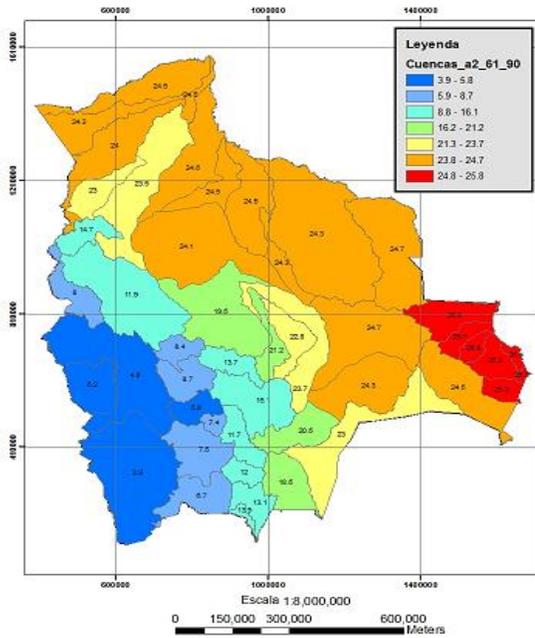
Cuadro A1.2
Temperatura Media por cuenca, 1961-1990 y 2071-2100 (°C)

FID	Macrocuena	Cuenca	Temperatura media (° C)		
			1961-1990	2071-2100	Cambio
0	Amazonas	Beni Desembocadura	24.54	29.54	5.00
1	Amazonas	Acre Abuná	24.53	29.54	5.01
2	Amazonas	Yata	24.53	29.35	4.82
3	Amazonas	Orthon	24.16	29.09	4.93
4	Amazonas	Madre de Dios	24.03	28.89	4.86
5	Amazonas	Beni Medio	23.46	28.07	4.61
6	Amazonas	Mamore Desembocadura	24.49	29.30	4.81
7	Amazonas	Itonamas	24.49	29.16	4.67
8	Amazonas	Madidi	22.96	27.49	4.53
9	Amazonas	Blanco	24.30	28.87	4.57
10	Amazonas	Paraguá	24.69	29.16	4.47
11	Amazonas	Mamore Medio	24.07	28.63	4.56
12	Amazonas	San Pablo	24.31	28.63	4.32
13	Amazonas	Tuichi	14.74	18.77	4.03
14	Amazonas	Alto Beni	11.92	15.85	3.93
15	Lacustre	Titicaca	7.96	12.16	4.20
16	Amazonas	Ichilo Secure	19.53	23.71	4.18
17	Amazonas	Río Grande Desembocadura	23.65	27.58	3.93
18	Amazonas	Yapacani	21.21	25.44	4.23
19	Amazonas	San Julián	24.67	28.46	3.79
20	Amazonas	Pirai	22.78	26.78	4.00
21	Del Plata	Mercedes	25.84	29.96	4.12
22	Lacustre	Poopo	4.75	9.42	4.67
23	Del Plata	Las Conchas	25.73	29.89	4.16
24	Del Plata	Correreca S. Fernando	25.79	29.95	4.16
25	Del Plata	Santo Corazón	25.31	29.50	4.19
26	Amazonas	Rocha	8.41	12.92	4.51
27	Del Plata	Tucavaca Otuquis	24.47	28.38	3.91
28	Del Plata	Gaiba Pando	25.44	29.76	4.32
29	Amazonas	Mizque	13.71	17.86	4.15
30	Amazonas	Bañados	24.33	27.89	3.56
31	Amazonas	Chayanta	8.73	13.11	4.38
32	Lacustre	Lauca	5.19	9.84	4.65
33	Del Plata	San Miguel	22.97	26.46	3.49
34	Del Plata	Mandioré	25.31	29.45	4.14
35	Amazonas	Zudañez	16.09	19.99	3.90
36	Del Plata	Cáceres	25.31	29.45	4.14
37	Del Plata	Alto Pilcomayo	5.84	10.40	4.56
38	Amazonas	Parapetí	20.48	24.07	3.59
39	Del Plata	Turuchipa	11.72	15.58	3.86
40	Lacustre	Uyuni	3.90	8.67	4.77
41	Del Plata	Mataca	7.36	11.74	4.38
42	Del Plata	Tumusla	7.54	12.14	4.60
43	Del Plata	Pilcomayo Chaco	18.50	21.98	3.48
44	Del Plata	Pilaya	11.99	15.82	3.84

FID	Macrocuena	Cuenca	Temperatura media (° C)		
			1961-1990	2071-2100	Cambio
45	Del Plata	San Juan del Oro	6.67	11.15	4.48
46	Del Plata	Grande de Tarija	13.09	16.69	3.60
47	Del Plata	Bermejo	13.87	17.29	3.42

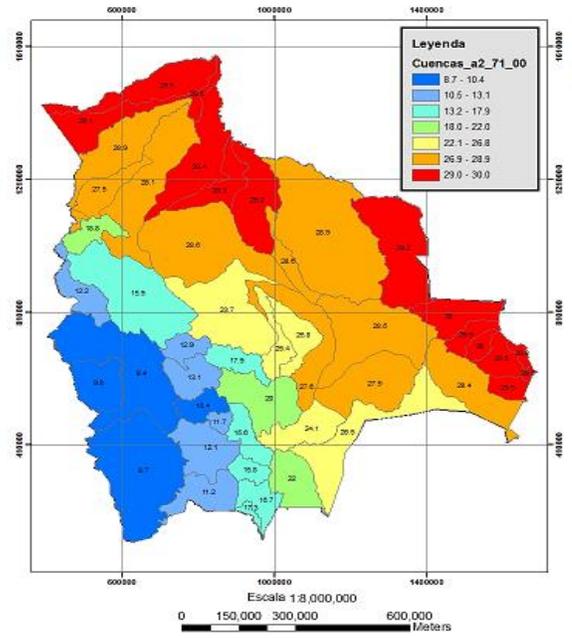
Mapa A1.4

TEMPERATURA MEDIA (°C)
Periodo 1961-1990



Mapa A1.5

TEMPERATURA MEDIA (°C)
Periodo 2071-2100



Mapa A1.6

VARIACION DE TEMPERATURA (°C)
Periodos 1961-1990 / 2071-2100

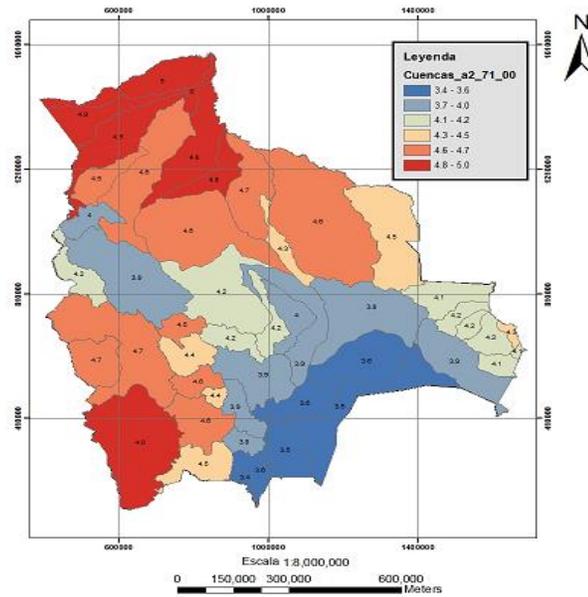


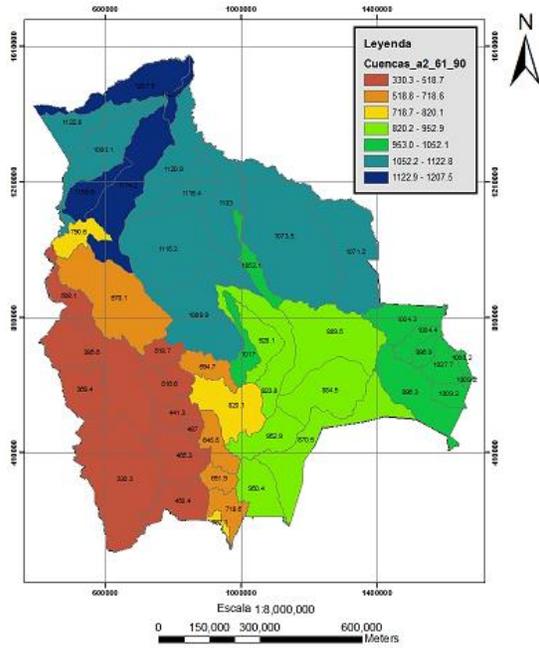
Tabla A1.3
Evapotranspiración Media por Cuenca, 1961-1990 y 2071-2100 (mm)

FID	Macrocuena	Cuenca	Evapotranspiración media (mm)			
			1961-1990	2071-2100	Cambio	Cambio (%)
0	Amazonas	Beni Desembocadura	1187.69	1507.72	320.03	27
1	Amazonas	Acre Abuná	1207.53	1547.25	339.72	28
2	Amazonas	Yata	1120.86	1446.18	325.32	29
3	Amazonas	Orthon	1122.76	1469.17	346.41	31
4	Amazonas	Madre de Dios	1093.12	1456.50	363.38	33
5	Amazonas	Beni Medio	1174.15	1552.69	378.54	32
6	Amazonas	Mamore Desembocadura	1116.41	1419.13	302.72	27
7	Amazonas	Itonamas	1103.01	1386.75	283.74	26
8	Amazonas	Madidi	1185.94	1535.85	349.91	30
9	Amazonas	Blanco	1073.45	1329.54	256.09	24
10	Amazonas	Paraguá	1071.17	1321.76	250.59	23
11	Amazonas	Mamore Medio	1115.18	1498.24	383.06	34
12	Amazonas	San Pablo	1052.14	1364.13	311.99	30
13	Amazonas	Tuichi	790.61	1033.75	243.14	31
14	Amazonas	Alto Beni	670.06	870.97	200.91	30
15	Lacustre	Titicaca	508.06	655.59	147.53	29
16	Amazonas	Ichilo Secure	1089.91	1426.08	336.17	31
17	Amazonas	Río Grande Desembocadura	923.82	1221.04	297.22	32
18	Amazonas	Yapacani	1017.00	1328.61	311.62	31
19	Amazonas	San Julián	889.46	1161.79	272.33	31
20	Amazonas	Piraí	928.09	1247.68	319.60	34
21	Del Plata	Mercedes	1004.29	1259.58	255.30	25
22	Lacustre	Poopo	386.61	491.71	105.10	27
23	Del Plata	Las Conchas	1004.43	1244.91	240.49	24
24	Del Plata	Correreca S. Fernando	996.88	1220.86	223.98	22
25	Del Plata	Santo Corazón	1027.69	1266.94	239.25	23
26	Amazonas	Rocha	518.67	674.64	155.97	30
27	Del Plata	Tucavaca Otuquis	996.30	1253.75	257.45	26
28	Del Plata	Gaiba Pando	1000.18	1247.85	247.67	25
29	Amazonas	Mizque	694.73	873.49	178.76	26
30	Amazonas	Bañados	884.52	1135.89	251.37	28
31	Amazonas	Chayanta	516.56	655.25	138.69	27
32	Lacustre	Lauca	369.42	472.80	103.38	28
33	Del Plata	San Miguel	870.47	1075.80	205.33	24
34	Del Plata	Mandioré	1009.18	1265.67	256.49	25
35	Amazonas	Zudañez	820.13	1021.34	201.22	25
36	Del Plata	Cáceres	1009.18	1265.67	256.49	25
37	Del Plata	Alto Pilcomayo	441.32	574.79	133.47	30
38	Amazonas	Parapetí	952.92	1159.52	206.61	22
39	Del Plata	Turuchipa	645.54	800.28	154.74	24
40	Lacustre	Uyuni	330.25	395.38	65.13	20
41	Del Plata	Mataca	487.36	626.32	138.96	29

FID	Macrocuena	Cuenca	Evapotranspiración media (mm)			
			1961-1990	2071-2100	Cambio	Cambio (%)
42	Del Plata	Tumusla	465.29	573.70	108.41	23
43	Del Plata	Pilcomayo Chaco	950.39	1154.92	204.53	22
44	Del Plata	Pilaya	651.85	811.47	159.62	24
45	Del Plata	San Juan del Oro	450.39	572.37	121.98	27
46	Del Plata	Grande de Tarija	718.55	902.22	183.67	26
47	Del Plata	Bermejo	767.05	963.09	196.04	26

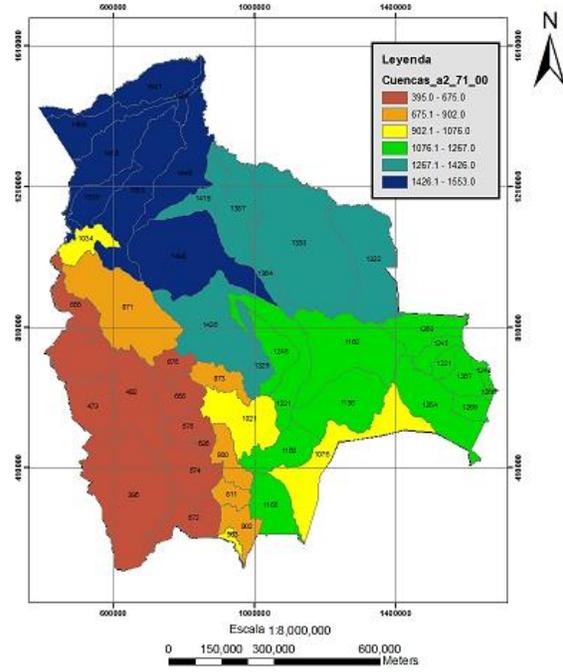
Mapa A1.7

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA (mm)
Periodo 1961-1990



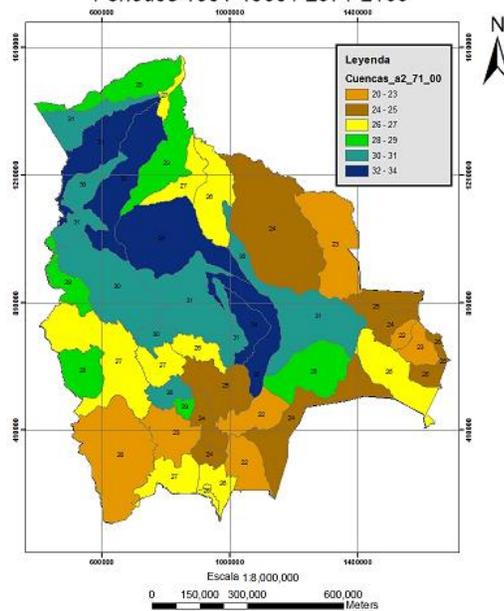
Mapa A1.8

EVAPOTRANSPIRACION MEDIA (°C)
Periodo 2071-2100



Mapa A1.9

VARIACION PORCENTUAL DE LA
EVAPOTRANSPIRACION
Periodos 1961-1990 / 2071-2100



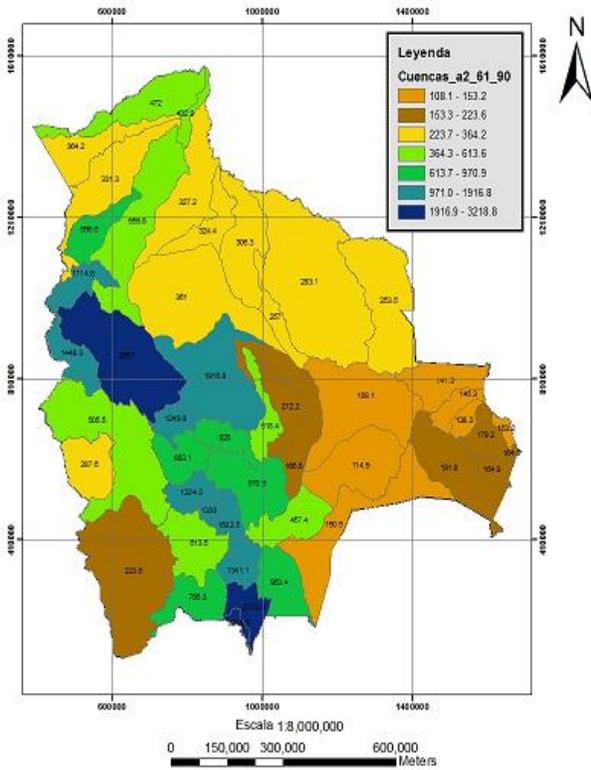
Cuadro A1.4
Escorrentía Media por Cuenca, 1961-1990 y 2071-2100 (mm)

FID	Macrocuenca	Cuenca	Escorrentía media (mm)			Cambio (%)
			1961-1990	2071-2100	Cambio	
0	Amazonas	Beni Desembocadura	432.91	369.60	-63.31	-15
1	Amazonas	Acre Abuná	471.99	418.01	-53.98	-11
2	Amazonas	Yata	327.19	319.42	-7.77	-2
3	Amazonas	Orthon	364.16	366.32	2.16	1
4	Amazonas	Madre de Dios	331.29	369.87	38.58	12
5	Amazonas	Beni Medio	559.84	626.12	66.28	12
6	Amazonas	Mamore Desembocadura	324.43	296.37	-28.06	-9
7	Amazonas	Itonamas	306.30	275.22	-31.08	-10
8	Amazonas	Madidi	696.55	698.86	2.31	0
9	Amazonas	Blanco	283.05	243.48	-39.57	-14
10	Amazonas	Paraguá	253.52	221.15	-32.37	-13
11	Amazonas	Mamore Medio	361.04	451.47	90.43	25
12	Amazonas	San Pablo	256.99	290.54	33.55	13
13	Amazonas	Tuichi	1714.51	1837.58	123.07	7
14	Amazonas	Alto Beni	2650.95	2715.28	64.33	2
15	Lacustre	Titicaca	1448.34	1242.41	-205.93	-14
16	Amazonas	Ichilo Secure	1916.78	1923.25	6.47	0
17	Amazonas	Río Grande Desembocadura	166.62	225.73	59.11	35
18	Amazonas	Yapacani	518.43	594.94	76.50	15
19	Amazonas	San Julián	108.13	144.68	36.55	34
20	Amazonas	Pirai	212.17	303.57	91.39	43
21	Del Plata	Mercedes	141.29	145.67	4.37	3
22	Lacustre	Poopo	505.53	397.93	-107.60	-21
23	Del Plata	Las Conchas	145.32	140.27	-5.06	-3
24	Del Plata	Correreca S. Fernando	138.27	125.99	-12.28	-9
25	Del Plata	Santo Corazón	179.24	167.51	-11.73	-7
26	Amazonas	Rocha	1249.76	989.76	-260.00	-21
27	Del Plata	Tucavaca Otuquis	191.78	209.54	17.76	9
28	Del Plata	Gaiba Pando	153.22	146.45	-6.77	-4
29	Amazonas	Mizque	820.02	685.06	-134.96	-16
30	Amazonas	Bañados	114.92	149.91	34.99	30
31	Amazonas	Chayanta	882.12	678.46	-203.66	-23
32	Lacustre	Lauca	287.58	269.37	-18.21	-6
33	Del Plata	San Miguel	150.53	166.20	15.67	10
34	Del Plata	Mandioré	164.90	168.78	3.88	2
35	Amazonas	Zudañez	970.93	828.48	-142.46	-15
36	Del Plata	Cáceres	164.90	168.78	3.88	2
37	Del Plata	Alto Pilcomayo	1224.30	937.53	-286.77	-23
38	Amazonas	Parapetí	457.44	437.72	-19.73	-4
39	Del Plata	Turuchipa	1502.49	1039.32	-463.17	-31
40	Lacustre	Uyuni	223.64	145.00	-78.64	-35
41	Del Plata	Mataca	1330.34	976.03	-354.31	-27
42	Del Plata	Tumusla	613.55	396.68	-216.87	-35

FID	Macrocuena	Cuenca	Escorrentía media (mm)			
			1961-1990	2071-2100	Cambio	Cambio (%)
43	Del Plata	Pilcomayo Chaco	953.35	845.28	-108.07	-11
44	Del Plata	Pilaya	1341.05	1028.13	-312.92	-23
45	Del Plata	San Juan del Oro	756.30	585.41	-170.89	-23
46	Del Plata	Grande de Tarija	2172.25	1838.93	-333.32	-15
47	Del Plata	Bermejo	3218.75	2935.11	-283.64	-9

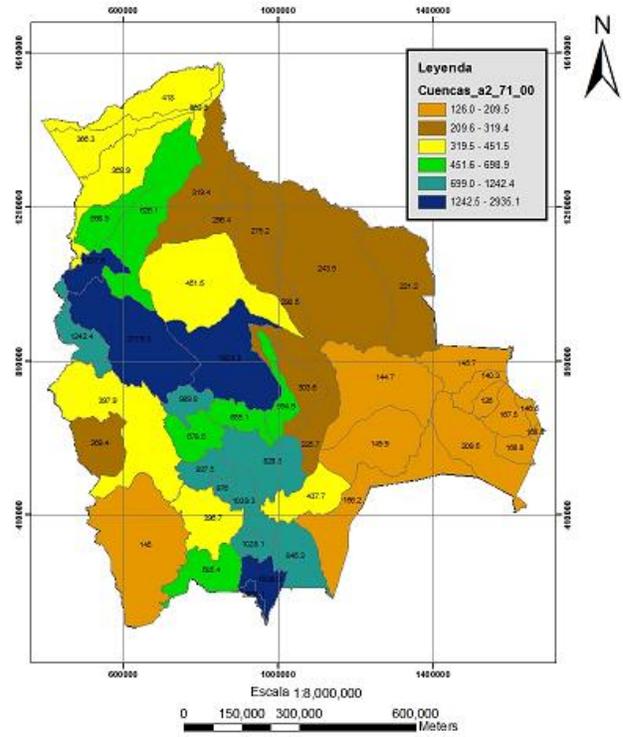
Mapa A1.10

ESCORRENTIA MEDIA (mm)
Periodo 1961-1990



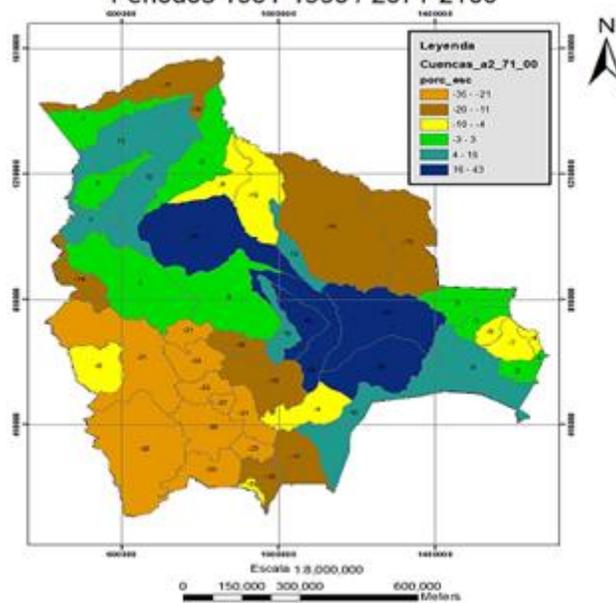
Mapa A1.11

ESCORRENTIA MEDIA (mm)
Periodo 2071-2100



Mapa A1.12

VARIACION PORCENTUAL DE LA
ESCORRENTIA
Periodos 1961-1990 / 2071-2100



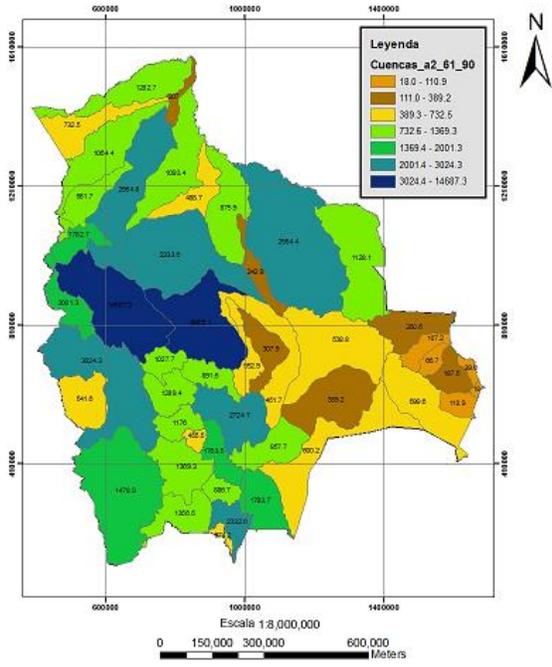
Cuadro A1.5
Caudal Medio por Cuenca, 1961-1990 y 2071-2100 (m3/seg)

FI D	Macrocuena	Cuenca	Caudal medio (m3/seg)			
			1961-1990	2071-2100	Cambio	Cambio (%)
0	Amazonas	Beni Desembocadura	207.02	176.74	-30.28	-14.6
1	Amazonas	Acre Abuná	1282.70	1136.01	-146.69	-11.4
2	Amazonas	Yata	1093.37	1067.41	-25.96	-2.4
3	Amazonas	Orthon	732.53	736.87	4.34	0.6
4	Amazonas	Madre de Dios	1064.38	1188.34	123.96	11.6
5	Amazonas	Beni Medio	2564.81	2868.47	303.66	11.8
6	Amazonas	Mamore Desembocadura	488.68	446.42	-42.27	-8.6
7	Amazonas	Itonamas	875.93	787.04	-88.89	-10.1
8	Amazonas	Madidi	981.71	984.96	3.25	0.3
9	Amazonas	Blanco	2554.37	2197.29	-357.08	-14.0
10	Amazonas	Paraguá	1128.08	984.07	-144.02	-12.8
11	Amazonas	Mamore Medio	2233.58	2793.05	559.47	25.0
12	Amazonas	San Pablo	242.94	274.65	31.72	13.1
13	Amazonas	Tuichi	1782.73	1910.70	127.97	7.2
14	Amazonas	Alto Beni	14687.26	15043.67	356.41	2.4
15	Lacustre	Titicaca	2001.33	1716.77	-284.56	-14.2
16	Amazonas	Ichilo Secure	9065.08	9095.67	30.60	0.3
17	Amazonas	Río Grande Desembocadura	451.74	612.00	160.27	35.5
18	Amazonas	Yapacani	552.87	634.45	81.59	14.8
19	Amazonas	San Julián	538.82	720.96	182.14	33.8
20	Amazonas	Pirai	307.91	440.55	132.63	43.1
21	Del Plata	Mercedes	260.58	268.65	8.07	3.1
22	Lacustre	Poopo	3024.31	2380.62	-643.69	-21.3
23	Del Plata	Las Conchas	107.24	103.50	-3.73	-3.5
24	Del Plata	Correreca S. Fernando	66.70	60.78	-5.92	-8.9
25	Del Plata	Santo Corazón	187.46	175.20	-12.26	-6.5
26	Amazonas	Rocha	1027.70	813.89	-213.80	-20.8
27	Del Plata	Tucavaca Otuquis	599.62	655.14	55.52	9.3
28	Del Plata	Gaiba Pando	39.64	37.89	-1.75	-4.4
29	Amazonas	Mizque	891.60	744.86	-146.74	-16.5
30	Amazonas	Bañados	389.15	507.65	118.50	30.5
31	Amazonas	Chayanta	1289.42	991.72	-297.70	-23.1
32	Lacustre	Lauca	541.62	507.32	-34.30	-6.3
33	Del Plata	San Miguel	600.23	662.72	62.49	10.4
34	Del Plata	Mandioré	17.95	18.37	0.42	2.4
35	Amazonas	Zudañez	2724.66	2324.90	-399.76	-14.7
36	Del Plata	Cáceres	110.86	113.47	2.61	2.4
37	Del Plata	Alto Pilcomayo	1175.95	900.50	-275.44	-23.4
38	Amazonas	Parapetí	857.66	820.67	-36.98	-4.3

FI D	Macrocuena	Cuenca	Caudal medio (m3/seg)			Cambio (%)
			1961-1990	2071-2100	Cambio	
39	Del Plata	Turuchipa	1763.45	1219.84	-543.61	-30.8
40	Lacustre	Uyuni	1478.92	958.87	-520.05	-35.2
41	Del Plata	Mataca	455.47	334.16	-121.31	-26.6
42	Del Plata	Tumusla	1369.26	885.28	-483.99	-35.3
43	Del Plata	Pilcomayo Chaco	1793.69	1590.36	-203.34	-11.3
44	Del Plata	Pilaya	886.65	679.76	-206.89	-23.3
45	Del Plata	San Juan del Oro	1356.52	1050.01	-306.51	-22.6
46	Del Plata	Grande de Tarija	2332.63	1974.70	-357.93	-15.3
47	Del Plata	Bermejo	674.19	614.78	-59.41	-8.8

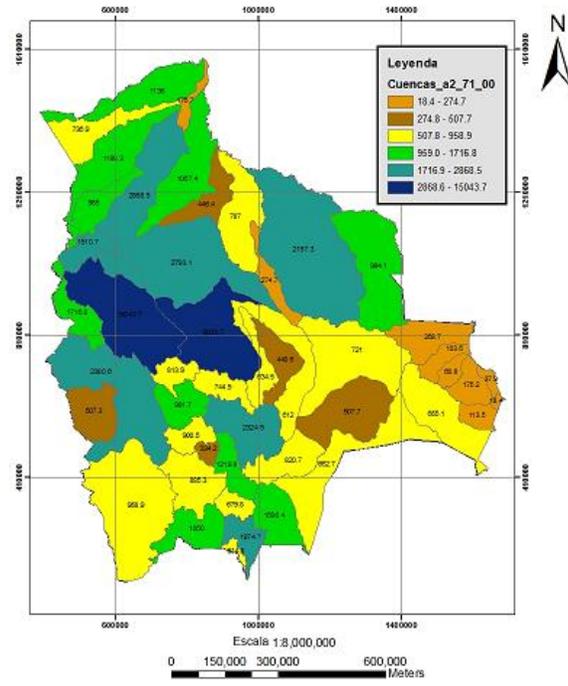
Mapa A1.13

CAUDAL MEDIO (m3/s)
Periodo 1961-1990



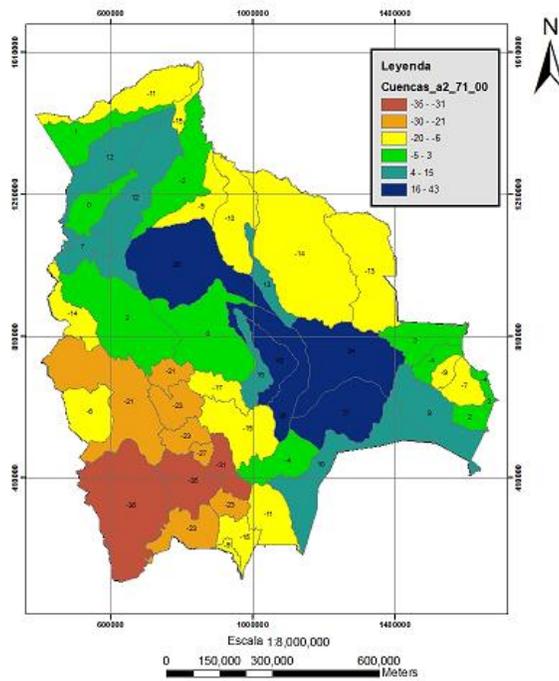
Mapa A1.14

CAUDAL MEDIO (m3/s)
Periodo 2071-2100



Mapa A1.15

VARIACION PORCENTUAL DEL CAUDAL
Periodos 1961-1990 / 2071-2100



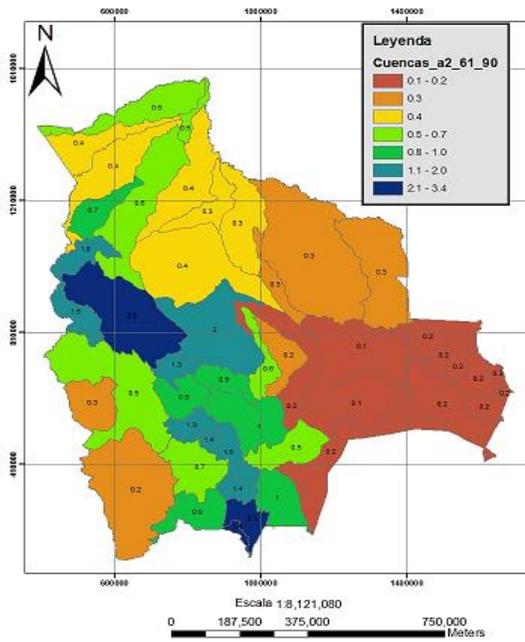
Cuadro A1.6
*Caudal Específico por Cuenca, 1961-1990 y 2071-2100 (m3/seg*Km2)*

FID	Macrocuena	Cuenca	Caudal (m3/seg*Km2)			
			1961-1990	2071-2100	Cambio	Cambio (%)
0	Amazonas	Beni Desembocadura	0.46	0.39	-0.07	-14.6
1	Amazonas	Acre Abuná	0.50	0.44	-0.06	-11.4
2	Amazonas	Yata	0.35	0.34	-0.01	-2.4
3	Amazonas	Orthon	0.38	0.39	0.00	0.6
4	Amazonas	Madre de Dios	0.35	0.39	0.04	11.6
5	Amazonas	Beni Medio	0.59	0.66	0.07	11.8
6	Amazonas	Mamore Desembocadura	0.34	0.31	-0.03	-8.6
7	Amazonas	Itonamas	0.32	0.29	-0.03	-10.1
8	Amazonas	Madidi	0.74	0.74	0.00	0.3
9	Amazonas	Blanco	0.30	0.26	-0.04	-14.0
10	Amazonas	Paraguá	0.27	0.23	-0.03	-12.8
11	Amazonas	Mamore Medio	0.38	0.48	0.10	25.0
12	Amazonas	San Pablo	0.27	0.31	0.04	13.1
13	Amazonas	Tuichi	1.81	1.94	0.13	7.2
14	Amazonas	Alto Beni	2.80	2.87	0.07	2.4
15	Lacustre	Titicaca	1.53	1.31	-0.22	-14.2
16	Amazonas	Ichilo Secure	2.03	2.03	0.01	0.3
17	Amazonas	Río Grande Desembocadura	0.18	0.24	0.06	35.5
18	Amazonas	Yapacani	0.55	0.63	0.08	14.8
19	Amazonas	San Julián	0.11	0.15	0.04	33.8
20	Amazonas	Pirai	0.22	0.32	0.10	43.1
21	Del Plata	Mercedes	0.15	0.15	0.00	3.1
22	Lacustre	Poopo	0.53	0.42	-0.11	-21.3
23	Del Plata	Las Conchas	0.15	0.15	-0.01	-3.5
24	Del Plata	Correreca S. Fernando	0.15	0.13	-0.01	-8.9
25	Del Plata	Santo Corazón	0.19	0.18	-0.01	-6.5
26	Amazonas	Rocha	1.32	1.05	-0.27	-20.8
27	Del Plata	Tucavaca Otuquis	0.20	0.22	0.02	9.3
28	Del Plata	Gaiba Pando	0.16	0.15	-0.01	-4.4
29	Amazonas	Mizque	0.87	0.72	-0.14	-16.5
30	Amazonas	Bañados	0.12	0.16	0.04	30.5
31	Amazonas	Chayanta	0.93	0.72	-0.22	-23.1
32	Lacustre	Lauca	0.30	0.28	-0.02	-6.3
33	Del Plata	San Miguel	0.16	0.18	0.02	10.4
34	Del Plata	Mandioré	0.17	0.18	0.00	2.4
35	Amazonas	Zudañez	1.03	0.88	-0.15	-14.7
36	Del Plata	Cáceres	0.17	0.18	0.00	2.4
37	Del Plata	Alto Pilcomayo	1.29	0.99	-0.30	-23.4
38	Amazonas	Parapetí	0.48	0.46	-0.02	-4.3

FID	Macrocuena	Cuenca	Caudal (m3/seg*Km2)			
			1961-1990	2071-2100	Cambio	Cambio (%)
39	Del Plata	Turuchipa	1.59	1.10	-0.49	-30.8
40	Lacustre	Uyuni	0.24	0.15	-0.08	-35.2
41	Del Plata	Mataca	1.41	1.03	-0.38	-26.8
42	Del Plata	Tumusla	0.65	0.42	-0.23	-35.3
43	Del Plata	Pilcomayo Chaco	1.01	0.89	-0.11	-11.3
44	Del Plata	Pilaya	1.42	1.09	-0.33	-23.3
45	Del Plata	San Juan del Oro	0.80	0.62	-0.18	-22.6
46	Del Plata	Grande de Tarija	2.30	1.94	-0.35	-15.3
47	Del Plata	Bermejo	3.40	3.10	-0.30	-8.8

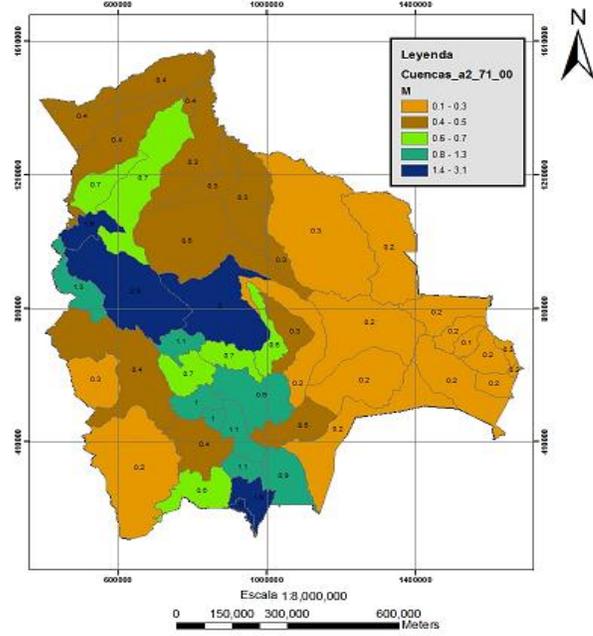
Mapa A1.16

CAUDAL ESPECIFICO (m3/seg*Km2)
Periodo 1961-1990



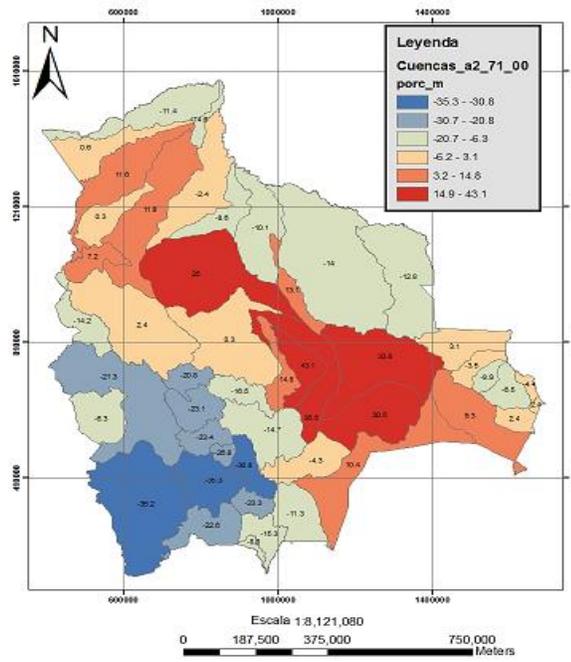
Mapa A1.17

CAUDAL ESPECIFICO MEDIO (L/skm2)
Periodo 2071-2100



Mapa A1.18

VARIACION PORCENTUAL DEL CAUDAL ESPECIFICO
Periodo 1961-1990 / 2071-2100

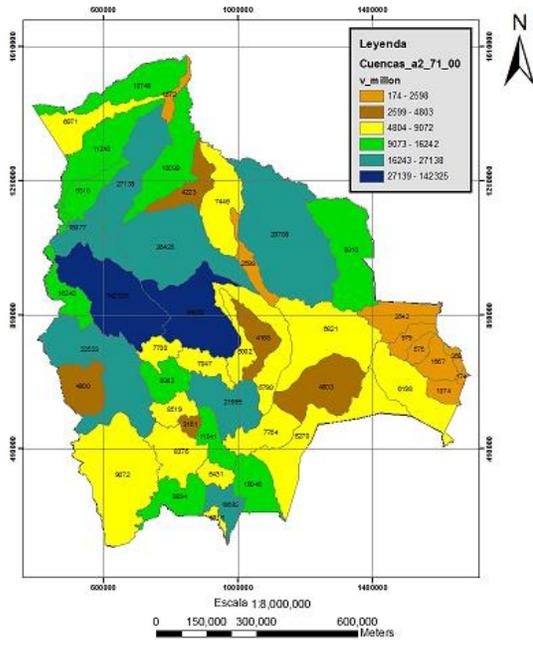


Cuadro A1.7
Volumen por Cuenca, 1961-1990 y 2071-2100 (Hm3)

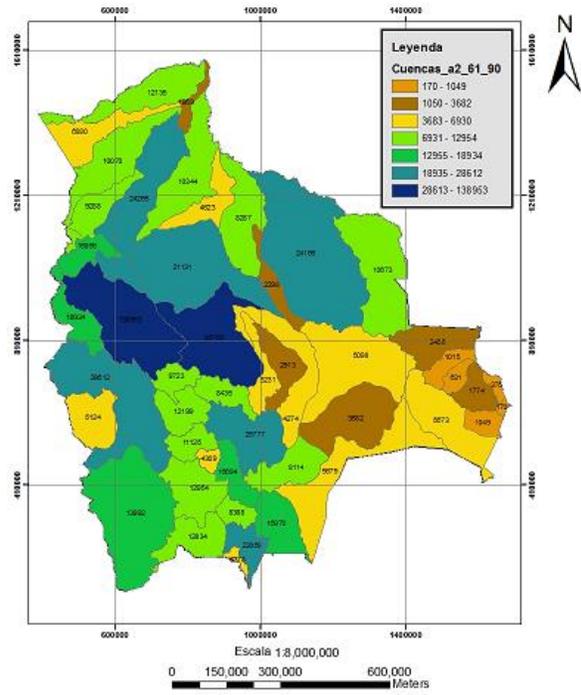
FID	Macrocuena	Cuenca	Volumen (Hm3)			
			1961-1990	2071-2100	Cambio	Cambio (%)
0	Amazonas	Beni Desembocadura	1959	1672	-286.4	-14.6
1	Amazonas	Acre Abuná	12135	10748	-1387.8	-11.4
2	Amazonas	Yata	10344	10099	-245.6	-2.4
3	Amazonas	Orthon	6930	6971	41.0	0.6
4	Amazonas	Madre de Dios	10070	11243	1172.7	11.6
5	Amazonas	Beni Medio	24265	27138	2872.9	11.8
6	Amazonas	Mamore Desembocadura	4623	4223	-399.9	-8.6
7	Amazonas	Itonamas	8287	7446	-840.9	-10.1
8	Amazonas	Madidi	9288	9318	30.7	0.3
9	Amazonas	Blanco	24166	20788	-3378.3	-14.0
10	Amazonas	Paraguá	10673	9310	-1362.5	-12.8
11	Amazonas	Mamore Medio	21131	26425	5293.1	25.0
12	Amazonas	San Pablo	2298	2598	300.1	13.1
13	Amazonas	Tuichi	16866	18077	1210.7	7.2
14	Amazonas	Alto Beni	138953	142325	3372.0	2.4
15	Lacustre	Titicaca	18934	16242	-2692.1	-14.2
16	Amazonas	Ichilo Secure	85763	86052	289.5	0.3
17	Amazonas	Río Grande Desembocadura	4274	5790	1516.2	35.5
18	Amazonas	Yapacani	5231	6002	771.9	14.8
19	Amazonas	San Julián	5098	6821	1723.2	33.8
20	Amazonas	Pirai	2913	4168	1254.8	43.1
21	Del Plata	Mercedes	2465	2542	76.3	3.1
22	Lacustre	Poopo	28612	22523	-6089.8	-21.3
23	Del Plata	Las Conchas	1015	979	-35.3	-3.5
24	Del Plata	Correreca S. Fernando	631	575	-56.0	-8.9
25	Del Plata	Santo Corazón	1774	1657	-116.0	-6.5
26	Amazonas	Rocha	9723	7700	-2022.8	-20.8
27	Del Plata	Tucavaca Otuquis	5673	6198	525.3	9.3
28	Del Plata	Gaiba Pando	375	358	-16.6	-4.4
29	Amazonas	Mizque	8435	7047	-1388.3	-16.5
30	Amazonas	Bañados	3682	4803	1121.1	30.5
31	Amazonas	Chayanta	12199	9382	-2816.5	-23.1
32	Lacustre	Lauca	5124	4800	-324.6	-6.3
33	Del Plata	San Miguel	5679	6270	591.2	10.4
34	Del Plata	Mandioré	170	174	4.0	2.4
35	Amazonas	Zudañez	25777	21995	-3782.1	-14.7
36	Del Plata	Cáceres	1049	1074	24.7	2.4
37	Del Plata	Alto Pilcomayo	11125	8519	-2605.9	-23.4
38	Amazonas	Parapetí	8114	7764	-349.9	-4.3

FID	Macrocuena	Cuenca	Volumen (Hm3)			
			1961-1990	2071-2100	Cambio	Cambio (%)
39	Del Plata	Turuchipa	16684	11541	-5143.0	-30.8
40	Lacustre	Uyuni	13992	9072	-4920.1	-35.2
41	Del Plata	Mataca	4309	3161	-1147.5	-26.6
42	Del Plata	Tumusla	12954	8375	-4578.9	-35.3
43	Del Plata	Pilcomayo Chaco	16970	15046	-1923.7	-11.3
44	Del Plata	Pilaya	8388	6431	-1957.3	-23.3
45	Del Plata	San Juan del Oro	12834	9934	-2899.9	-22.6
46	Del Plata	Grande de Tarija	22069	18682	-3386.3	-15.3
47	Del Plata	Bermejo	6378	5816	-562.1	-8.8

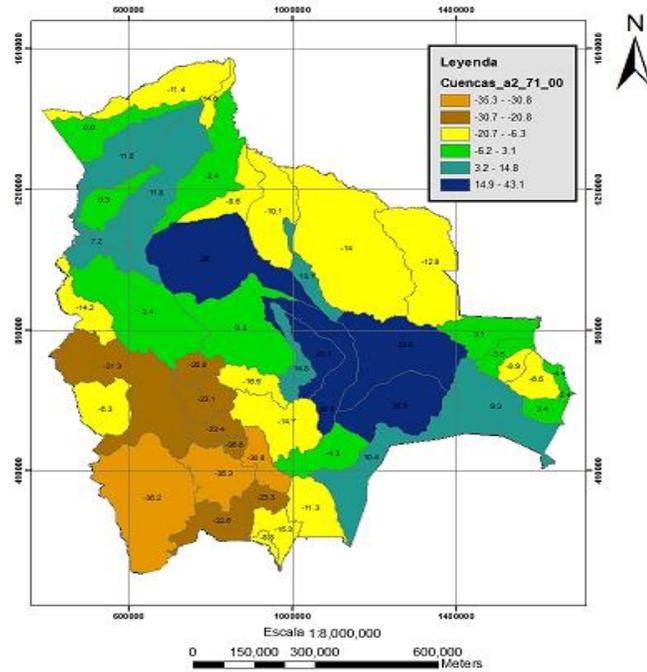
Mapa A1.19
VOLUMEN MEDIO (hm³)
Periodo 2071-2100



Mapa A1.20
VOLUMEN MEDIO (Hm³)
Periodo 1961-1990



Mapa A1.21
VARIACION PORCENTUAL DEL VOLUMEN
Periodos 1961-1990 / 2071-2100



ANEXO 2. Estimación de los índices de escasez

Cuadro A2.1

Oferta Hídrica Total por Departamento y Provincia, 1961-1990 y 2071-2100

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		(MMC)	(Hm3)	(MMC)	(Hm3)
Oruro	Abaroa	2396068087.00	2396.07	1861256111.00	1861.26
La Paz	Abel Iturralde	22909038726.00	22909.03	24396000000.00	24395.69
Pando	Abuná	4739224131.00	4739.22	4202909274.00	4202.91
Potosí	Alonso de Ibáñez	1374101847.00	1374.10	1067815736.00	1067.82
Santa Cruz	Andrés Ibáñez	933278938.60	933.27	1281452262.00	1281.45
Santa Cruz	Ángel Sandoval	4020216661.00	4020.21	3908015257.00	3908.02
Potosí	Antonio Quijarro	7312643526.00	7312.64	2520810349.00	2520.81
Cochabamba	Arani	692123775.10	692.12	580309918.00	580.31
Tarija	Arce	12260502672.00	12260.50	10791000000.00	10791.47
La Paz	Aroma	3253820367.00	3253.82	2772942538.00	2772.94
Cochabamba	Arque	1315497891.00	1315.49	1041227112.00	1041.23
Oruro	Atahuallpa	1120997313.00	1120.99	1041875845.00	1041.88
Tarija	Avilez	3106973200.00	3106.97	2528956930.00	2528.96
Cochabamba	Ayopaya	23137593949.00	23137.59	23685000000.00	23685.08
Chuquisaca	Azurduy	3600919638.00	3600.91	2701939761.00	2701.94
La Paz	Bautista Saavedra	7320469549.00	7320.46	7497630935.00	7497.63
Chuquisaca	Belisario Boeto	1654341881.00	1654.34	1411625103.00	1411.63
Cochabamba	Bolívar	657919329.20	657.91	509656839.00	509.66
Tarija	Burnet O'Connor	7557423722.00	7557.42	6414796856.00	6414.80
La Paz	Camacho	3155408513.00	3155.40	2930195320.00	2930.20
Cochabamba	Campero	5220013103.00	5220.01	4409439648.00	4409.44
Cochabamba	Capinota	1216047822.00	1216.04	963002664.00	963.00
La Paz	Caranavi	8067508199.00	8067.50	8263280583.00	8263.28
Oruro	Carangas	1625806198.00	1625.80	1375803853.00	1375.80
Cochabamba	Carrasco	21100386152.00	21100.38	20843000000.00	20842.62
Cochabamba	Chapare	28860938202.00	28860.93	2839874468.00	2839.87
Potosí	Charcas	4925198071.00	4925.19	581876245.00	581.88
Potosí	Chayanta	59122368529.00	59122.36	8988306461.00	8988.31
Santa Cruz	Chiquitos	2474062965.00	2474.06	11835000000.00	11834.78
Santa Cruz	Cordillera	8607342554.00	8607.34	8257032741.00	8257.03
Potosí	Cornelio Saavedra	2538786258.00	2538.78	2687440050.00	2687.44
Potosí	Daniel Campos	684962443.00	684.96	416472159.00	416.47
Potosí	Enrique Baldivieso	201273408.90	201.27	332878715.00	332.88
Cochabamba	Esteban Arce	13914138806.00	13914.13	23392000000.00	23391.94
Pando	Federico Román	2081097369.00	2081.09	2998312505.00	2998.31
Santa Cruz	Florida	44485881742.00	44485.88	20013000000.00	20013.41
La Paz	Franz Tamayo	27358459838.00	27358.45	4360755246.00	4360.76
Potosí	General Bernardino B.	8112407146.00	8112.40	1269962238.00	1269.96

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		(MMC)	(Hm3)	(MMC)	(Hm3)
Beni	General José Ballivi	52059528351.00	52059.52	18088000000.00	18087.52
La Paz	General José Manuel	2751580028.00	2751.58	1581397862.00	1581.40
Santa Cruz	Germán Busch	872738646.30	872.73	1963196591.00	1963.20
Cochabamba	Germán Jordán	3875084749.00	3875.08	1357222264.00	1357.22
Tarija	Gran Chaco	1600219217.00	1600.21	2218091166.00	2218.09
La Paz	Gualberto Villarroel	2648575843.00	2648.57	10076000000.00	10076.30
Santa Cruz	Guarayos	9833733696.00	9833.73	25347000000.00	25347.35
Chuquisaca	Hernando Siles	21703188031.00	21703.18	10301000000.00	10300.65
Santa Cruz	Ichilo	5249267422.00	5249.26	3716036161.00	3716.04
La Paz	Ingavi	3326528565.00	3326.52	366625332.00	366.63
La Paz	Inquisivi	26480069936.00	26480.06	27302000000.00	27302.04
Beni	Itenez	1540020015.00	1540.02	7594823850.00	7594.82
Potosí	José María Linares	7929510659.00	7929.51	4394266306.00	4394.27
Oruro	Ladislao Cabrera	2076927492.00	2076.92	5059017004.00	5059.02
La Paz	Larecaja	8678702426.00	8678.70	4121635512.00	4121.64
Oruro	Litoral	17369836.94	17.36	17548621.00	175.49
La Paz	Loayza	1407141733.00	1407.14	3186094806.00	3186.09
La Paz	Los Andes	9863650517.00	9863.65	6277034394.00	6277.03
Chuquisaca	Luis Calvo	7126564527.00	7126.56	6661051459.00	6661.05
Pando	Madre De Dios	1744070172.00	1744.07	7551293754.00	7551.29
Beni	Mamore	1808950673.00	1808.95	5720952760.00	5720.95
La Paz	Manco Kapac	1009271051.00	1009.27	472782660.00	472.78
Santa Cruz	Manuel M. Caballero	12034242163.00	12034.24	7339315164.00	7339.32
Pando	Manuripi	2949891106.00	2949.89	17002000000.00	17002.04
Beni	Marban	13941620277.00	13941.62	13476000000.00	13476.26
Oruro	Mejillones	215456117.50	215.45	298130791.00	298.13
Tarija	Méndez	17747327352.00	17747.32	3243989896.00	3243.99
Cochabamba	Mizque	6379323145.00	6379.32	5567034365.00	5567.03
Potosí	Modesto Omiste	409729318.00	409.72	556994584.00	556.99
Beni	Moxos	7290989223.00	7290.98	2926052918.00	2926.05
La Paz	Muñecas	52228263343.00	52228.26	11688000000.00	11688.30
La Paz	Murillo	71991065.36	71.99	15488676.90	154.89
Pando	Nicolás Suárez	6909779301.00	6909.77	2923597629.00	2923.60
Oruro	Nor Carangas	2084794039.00	2084.79	1315707599.00	1315.71
Potosí	Nor Chichas	1306927017.00	1306.92	2161648575.00	2161.65
Chuquisaca	Nor Cinti	3579243988.00	3579.24	2882563309.00	2882.56
Potosí	Nor Lipéz	2472345039.00	2472.34	4385315632.00	4385.32
La Paz	Nor Yungas	1630559878.00	1630.55	244760819.00	244.76
Santa Cruz	Ñuflo De Chávez	710764479.30	710.76	2975993335.00	2975.99
Santa Cruz	Obispo Santisteban	234558742.50	234.55	1103982983.00	1103.98
La Paz	Omasuyos	6923994552.00	6923.99	1805413318.00	1805.41
Chuquisaca	Oropeza	8128568597.00	8128.56	2396746901.00	2396.75

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		(MMC)	(Hm3)	(MMC)	(Hm3)
La Paz	Pacajes	3432036858.00	3432.03	2659928522.00	2659.93
Oruro	Pantaleón Dalence	834463669.00	834.46	656803031.00	656.80
Oruro	Poopo	373723907.50	373.72	693089184.00	693.09
Cochabamba	Punata	3701551218.00	3701.55	1178592911.00	1178.59
Cochabamba	Quillacollo	3489734233.00	3489.73	732485840.00	732.49
Potosí	Rafael Bustillo	4108010455.00	4108.01	4773563771.00	4773.56
Oruro	Sajama	1015333047.00	1015.33	3243908546.00	3243.91
Oruro	San Pedro De Totora	673671847.90	673.67	834657147.00	834.66
Santa Cruz	Sara	1443602272.00	1443.60	20872000000.00	20872.20
Oruro	Saucari	572936335.90	572.93	1121732573.00	1121.73
Oruro	Sebastián Pagador	1930726015.00	1930.72	5050439125.00	5050.44
Oruro	Sur Carangas	24973482.65	24.97	25053031.10	25.05
Potosí	Sur Chichas	1347345364.00	1347.34	4321710632.00	4321.71
Chuquisaca	Sur Cinti	16974756742.00	16974.75	7482742524.00	7482.74
Potosí	Sur Lipez	3063333999.00	3063.33	2557579711.00	2557.58
La Paz	Sur Yungas	2491041983.00	2491.04	575315913.00	575.32
Cochabamba	Tapacari	5712918713.00	5712.91	4097762085.00	4097.76
Cochabamba	Tiraque	62135815075.00	62135.81	10471000000.00	10470.66
Oruro	Tomás Barron	6252548096.00	6252.54	1789446044.00	1789.45
Potosí	Tomás Frías	13207981534.00	13207.98	8636522105.00	8636.52
Chuquisaca	Tomina	33591019101.00	33591.01	10130000000.00	10130.13
Beni	Vaca Diez	1934662125.00	1934.66	5076838308.00	5076.84
Santa Cruz	Valle Grande	6130864691.00	6130.86	3247746315.00	3247.75
Santa Cruz	Velasco	97123762.40	97.12	467531891.00	467.53
Santa Cruz	Warnes	321050649.80	321.05	3543494686.00	3543.49
Beni	Yacuma	2131909196.00	2131.90	2554475695.00	2554.48
Chuquisaca	Yamparaez	3916594723.00	3916.59	4616177833.00	4616.18
Chuquisaca	Zudañez	16597351692.00	16597.35	1810077280.00	1810.08
Beni	Cercado	4524358488.00	4524.35	31421000000.00	31421.22
Cochabamba	Cercado	10915679567.00	10915.67	4753199896.00	4753.20
Tarija	Cercado	4623515603.00	4623.51	1502166078.00	1502.17
Oruro	Cercado	57938110138.00	57938.11	5099926514.00	5099.93
	Lago Poopó	4471485734.00	4471.48	3271553475.00	3271.55
	Lago Titicaca	4626844304.00	4626.84	2000620713.00	2000.62
	Lago Uru Uru	2977355096.00	2977.35	1745492315.00	1745.49
	Salar de Coipasa	4956277713.00	4956.27	2947331981.00	2947.33
	Salar de Uyuni	727863566.70	727.86	1905288010.00	1905.29

Cuadro A2.2
Oferta Hídrica Neta por Departamento y Provincia, 1961-1990 y 2071-2100

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		MMC	Hm3	MMC	Hm3
Oruro	Abaroa	2156461278.00	2156.46	1675130500.00	1675.13
La Paz	Abel Iturralde	20618134854.00	20618.13	21956000000.00	21956.12
Pando	Abuná	4265301718.00	4265.30	3782618346.00	3782.62
Potosí	Alonso de Ibáñez	1236691663.00	1236.69	961034163.00	961.03
Santa Cruz	Andrés Ibáñez	839951044.70	839.95	1153307036.00	1153.31
Santa Cruz	Ángel Sandoval	3618194995.00	3618.19	3517213731.00	3517.21
Potosí	Antonio Quijarro	6581379173.00	6581.38	4490060903.00	4490.06
Cochabamba	Arani	622911397.60	622.91	522278926.00	522.28
Tarija	Arce	11034452405.00	11034.45	9712319961.00	9712.32
La Paz	Aroma	2928438331.00	2928.44	2495648284.00	2495.65
Cochabamba	Arque	1183948102.00	1183.95	937104401.00	937.10
Oruro	Atahuallpa	1008897581.00	1008.90	937688260.00	937.69
Tarija	Avilez	2796275880.00	2796.28	2276061237.00	2276.06
Cochabamba	Ayopaya	20823834554.00	20823.83	21317000000.00	21316.57
Chuquisaca	Azurduy	3240827675.00	3240.83	2431745785.00	2431.75
La Paz	Bautista Saavedra	6588422594.00	6588.42	6747867841.00	6747.87
Chuquisaca	Belisario Boeto	1488907693.00	1488.91	1270462593.00	1270.46
Cochabamba	Bolívar	592127396.30	592.13	458691155.00	458.69
Tarija	Burnet O'Connor	6801681350.00	6801.68	5773317170.00	5773.32
La Paz	Camacho	2839867662.00	2839.87	2637175788.00	2637.18
Cochabamba	Campero	4698011793.00	4698.01	3968495683.00	3968.50
Cochabamba	Capinota	1094443040.00	1094.44	866702398.00	866.70
La Paz	Caranavi	7260757379.00	7260.76	7436952525.00	7436.95
Oruro	Carangas	1463225578.00	1463.23	1238223468.00	1238.22
Cochabamba	Carrasco	18990347537.00	18990.35	18758000000.00	18758.36
Cochabamba	Chapare	25974844382.00	25974.84	2555887021.00	2555.89
Potosí	Charcas	4432678264.00	4432.68	523688621.00	523.69
Potosí	Chayanta	53210131676.00	53210.13	8089475815.00	8089.48
Santa Cruz	Chiquitos	2226656668.00	2226.66	10651000000.00	10651.31
Santa Cruz	Cordillera	7746608299.00	7746.61	7431329467.00	7431.33
Potosí	Cornelio Saavedra	2284907632.00	2284.91	2418696045.00	2418.70
Potosí	Daniel Campos	616466198.70	616.47	374824943.00	374.82
Potosí	Enrique Baldivieso	181146068.00	181.15	299590843.00	299.59
Cochabamba	Esteban Arce	12522724925.00	12522.72	21053000000.00	21052.75
Pando	Federico Román	1872987632.00	1872.99	2698481254.00	2698.48
Santa Cruz	Florida	40037293568.00	40037.29	18012000000.00	18012.07
La Paz	Franz Tamayo	24622613854.00	24622.61	3924679721.00	3924.68
Potosí	General Bernardino B.	7301166431.00	7301.17	1142966014.00	1142.97
Beni	General José Ballivi	46853575516.00	46853.58	16279000000.00	16278.77
La Paz	General José Manuel	2476422025.00	2476.42	1423258076.00	1423.26

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		MMC	Hm3	MMC	Hm3
Santa Cruz	Germán Busch	785464781.70	785.46	1766876932.00	1766.88
Cochabamba	Germán Jordán	3487576274.00	3487.58	1221500037.00	1221.50
Tarija	Gran Chaco	1440197295.00	1440.20	1996282049.00	1996.28
La Paz	Gualberto Villarroel	2383718259.00	2383.72	9068672761.00	9068.67
Santa Cruz	Guarayos	8850360327.00	8850.36	22813000000.00	22812.61
Chuquisaca	Hernando Siles	19532869228.00	19532.87	9270582028.00	9270.58
Santa Cruz	Ichilo	4724340680.00	4724.34	3344432545.00	3344.43
La Paz	Ingavi	2993875708.00	2993.88	329962799.00	329.96
La Paz	Inquisivi	23832062942.00	23832.06	24572000000.00	24571.84
Beni	Itenez	1386018013.00	1386.02	6835341465.00	6835.34
Potosí	José María Linares	7136559593.00	7136.56	3954839676.00	3954.84
Oruro	Ladislao Cabrera	1869234743.00	1869.23	4553115303.00	4553.12
La Paz	Larecaja	7810832184.00	7810.83	3709471960.00	3709.47
Oruro	Litoral	15632853.25	15.63	15793758.90	15.79
La Paz	Loayza	1266427560.00	1266.43	2867485325.00	2867.49
La Paz	Los Andes	8877285465.00	8877.29	5649330954.00	5649.33
Chuquisaca	Luis Calvo	6413908074.00	6413.91	5994946313.00	5994.95
Pando	Madre De Dios	1569663155.00	1569.66	6796164379.00	6796.16
Beni	Mamore	1628055606.00	1628.06	5148857484.00	5148.86
La Paz	Manco Kapac	908343946.10	908.34	425504394.00	425.50
Santa Cruz	Manuel M. Caballero	10830817947.00	10830.82	6605383647.00	6605.38
Pando	Manuripi	2654901996.00	2654.90	15302000000.00	15301.83
Beni	Marban	12547458249.00	12547.46	12129000000.00	12128.63
Oruro	Mejillones	193910505.70	193.91	268317712.00	268.32
Tarija	Méndez	15972594617.00	15972.59	2919590906.00	2919.59
Cochabamba	Mizque	5741390831.00	5741.39	5010330928.00	5010.33
Potosí	Modesto Omiste	368756386.20	368.76	501295125.00	501.30
Beni	Moxos	6561890300.00	6561.89	2633447626.00	2633.45
La Paz	Muñecas	47005437009.00	47005.44	10519000000.00	10519.47
La Paz	Murillo	64791958.83	64.79	13939809.20	139.40
Pando	Nicolás Suárez	6218801371.00	6218.80	2631237866.00	2631.24
Oruro	Nor Carangas	1876314635.00	1876.31	1184136839.00	1184.14
Potosí	Nor Chichas	1176234315.00	1176.23	1945483718.00	1945.48
Chuquisaca	Nor Cinti	3221319589.00	3221.32	2594306978.00	2594.31
Potosí	Nor Lipez	2225110535.00	2225.11	3946784069.00	3946.78
La Paz	Nor Yungas	1467503890.00	1467.50	220284737.00	220.28
Santa Cruz	Ñuflo De Chávez	639688031.40	639.69	2678394001.00	2678.39
Santa Cruz	Obispo Santisteban	211102868.30	211.10	993584684.00	993.58
La Paz	Omasuyos	6231595097.00	6231.60	1624871986.00	1624.87
Chuquisaca	Oropeza	7315711737.00	7315.71	2157072211.00	2157.07
La Paz	Pacajes	3088833172.00	3088.83	2393935670.00	2393.94
Oruro	Pantaleón Dalence	751017302.10	751.02	591122728.00	591.12

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		MMC	Hm3	MMC	Hm3
Oruro	Poopo	336351516.70	336.35	623780265.00	623.78
Cochabamba	Punata	3331396097.00	3331.40	1060733620.00	1060.73
Cochabamba	Quillacollo	3140760810.00	3140.76	659237256.00	659.24
Potosí	Rafael Bustillo	3697209410.00	3697.21	4296207394.00	4296.21
Oruro	Sajama	913799742.60	913.80	2919517691.00	2919.52
Oruro	San Pedro De Totora	606304663.10	606.30	751191432.00	751.19
Santa Cruz	Sara	1299242045.00	1299.24	18785000000.00	18784.98
Oruro	Saucari	515642702.30	515.64	1009559316.00	1009.56
Oruro	Sebastián Pagador	1737653413.00	1737.65	4545395213.00	4545.40
Oruro	Sur Carangas	22476134.39	22.48	22547728.00	22.55
Potosí	Sur Chichas	1212610828.00	1212.61	3889539569.00	3889.54
Chuquisaca	Sur Cinti	15277281068.00	15277.28	6734468272.00	6734.47
Potosí	Sur Lipez	2757000599.00	2757.00	2301821740.00	2301.82
La Paz	Sur Yungas	2241937785.00	2241.94	517784322.00	517.78
Cochabamba	Tapacari	5141626841.00	5141.63	3687985877.00	3687.99
Cochabamba	Tiraque	55922233567.00	55922.23	9423593788.00	9423.59
Oruro	Tomás Barron	5627293287.00	5627.29	1610501440.00	1610.50
Potosí	Tomás Frías	11887183381.00	11887.18	7772869895.00	7772.87
Chuquisaca	Tomina	30231917191.00	30231.92	9117120583.00	9117.12
Beni	Vaca Diez	1741195912.00	1741.20	4569154477.00	4569.15
Santa Cruz	Valle Grande	5517778222.00	5517.78	2922971683.00	2922.97
Santa Cruz	Velasco	87411386.16	87.41	420778702.00	420.78
Santa Cruz	Warnes	288945584.80	288.95	3189145218.00	3189.15
Beni	Yacuma	1918718276.00	1918.72	2299028125.00	2299.03
Chuquisaca	Yamparaez	3524935250.00	3524.94	4154560050.00	4154.56
Chuquisaca	Zudañez	14937616523.00	14937.62	1629069552.00	1629.07
Beni	Cercado	4071922639.00	4071.92	28279000000.00	28279.10
Cochabamba	Cercado	9824111611.00	9824.11	4277879907.00	4277.88
Tarija	Cercado	4161164043.00	4161.16	1351949470.00	1351.95
Oruro	Cercado	52144299125.00	52144.30	4589933863.00	4589.93
	Lago Poopó	4024337160.00	4024.34	2944398128.00	2944.40
	Lago Titicaca	4164159873.00	4164.16	1800558642.00	1800.56
	Lago Uru Uru	2679619586.00	2679.62	1570943083.00	1570.94
	Salar de Coipasa	4460649942.00	4460.65	2652598783.00	2652.60
	Salar de Uyuni	655077210.00	655.08	1714759209.00	1714.76

Cuadro A2.3

Demanda de Riego por Departamento y Provincia, 1961-1990 y 2071-2100

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		(MMC)	(Hm3)	(MMC)	(Hm3)
Oruro	Abaroa	46824022	46.82	533965750.10	533.97
La Paz	Abel Iturralde	1576800	1.58	17981308.68	17.98
Pando	Abuná	0	0	0	0
Potosí	Alonso de Ibáñez	5991840	5.99	2576505758.00	2576.51
Santa Cruz	Andrés Ibáñez	23494320	23.49	267921499.40	267.92
Santa Cruz	Ángel Sandoval	0	0	0	0
Potosí	Antonio Quijarro	14241658	14.24	46283888.55	46.28
Cochabamba	Arani	39577680	39.58	451330847.90	451.33
Tarija	Arce	132053846	132.05	1505898639.00	1505.90
La Paz	Aroma	248724432	248.72	2836371631.00	2836.37
Cochabamba	Arque	27452088	27.45	313054584.20	313.05
Oruro	Atahuallpa	2597936	2.60	29626004.18	29.63
Tarija	Avilez	164189030	164.19	1872357710.00	1872.36
Cochabamba	Ayopaya	66477888	66.48	758091974.00	758.09
Chuquisaca	Azurduy	44686512	44.69	1651942829.00	1651.94
La Paz	Bautista Saavedra	55597968	55.60	634020944.10	634.02
Chuquisaca	Belisario Boeto	14317344	14.32	821386180.60	821.39
Cochabamba	Bolívar	21160656	21.16	241309162.50	241.31
Tarija	Burnet O'Connor	128761488	128.76	1468353667.00	1468.35
La Paz	Camacho	112173552	112.17	1279190300.00	1279.19
Cochabamba	Campero	70924464	70.92	808799264.50	808.80
Cochabamba	Capinota	191171232	191.17	2180053865.00	2180.05
La Paz	Caranavi	0	0	0	0
Oruro	Carangas	10728232	10.73	122341228.00	122.34
Cochabamba	Carrasco	92211264	92.21	1051546932.00	1051.55
Cochabamba	Chapare	24408864	24.41	278350658.40	278.35
Potosí	Charcas	0	0	6179708280.00	6179.71
Potosí	Chayanta	88695000	88.70	1011448613.00	1011.45
Santa Cruz	Chiquitos	0	0	0	0
Santa Cruz	Cordillera	95711760	95.71	1091465437.00	1091.47
Potosí	Cornelio Saavedra	45251006	45.25	516027596.60	516.03
Potosí	Daniel Campos	7950226	7.95	392531968.50	392.53
Potosí	Enrique Baldivieso	0	0	0	0
Cochabamba	Esteban Arce	17187120	17.19	195996264.60	196.00
Pando	Federico Román	0	0	0	0
Santa Cruz	Florida	268362000	268.36	3060311999.00	3060.31
La Paz	Franz Tamayo	0	0	0	0
Potosí	General Bernardino B.	4058683	4.06	90661758.37	90.66
Beni	General José Ballivi	0	0	0	0
La Paz	General José Manuel	0	0	0	0

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		(MMC)	(Hm3)	(MMC)	(Hm3)
Santa Cruz	Germán Busch	0	0	0	0
Cochabamba	Germán Jordán	65311056	65.31	744785805.60	744.79
Tarija	Gran Chaco	609717024	609.72	6953012441.00	6953.01
La Paz	Gualberto Villarroel	47304000	47.30	539439260.50	539.44
Santa Cruz	Guarayos	0	0	0	0
Chuquisaca	Hernando Siles	38032416	38.03	863102816.70	863.10
Santa Cruz	Ichilo	0	0	0	0
La Paz	Ingavi	20498400	20.50	233757012.90	233.76
La Paz	Inquisivi	60233760	60.23	686885991.60	686.89
Beni	Itenez	0	0	0	0
Potosí	José María Linares	66686026	66.69	162407180.00	162.41
Oruro	Ladislao Cabrera	4555060	4.56	51944404.52	51.94
La Paz	Larecaja	92936592	92.94	1059818334.00	1059.82
Oruro	Litoral	286978	0.29	3272598.18	3.27
La Paz	Loayza	130590576	130.59	1489211985.00	1489.21
La Paz	Los Andes	58688496	58.69	669264309.10	669.26
Chuquisaca	Luis Calvo	10186128	10.19	83641255020.00	83641.26
Pando	Madre De Dios	0	0	0	0
Beni	Mamore	0	0	0	0
La Paz	Manco Kapac	6149520	6.15	70127103.86	70.13
Santa Cruz	Manuel M. Caballero	157396176	157.40	1794894233.00	1794.89
Pando	Manuripi	0	0	0	0
Beni	Marban	0	0	0	0
Oruro	Mejillones	18924754	18.92	215811666.80	215.81
Tarija	Méndez	228900902	228.90	2610310619.00	2610.31
Cochabamba	Mizque	184611744	184.61	2105251620.00	2105.25
Potosí	Modesto Omiste	34421544.00	34.42	0	0
Beni	Moxos	0	0	0	0
La Paz	Muñecas	43708896	43.71	498441876.70	498.44
La Paz	Murillo	161590464	161.59	1842724514.00	1842.72
Pando	Nicolás Suárez	0	0.00	0	0
Oruro	Nor Carangas	31386204	31.39	357917949.30	357.92
Potosí	Nor Chichas	541905163	541.91	68328972.99	68.33
Chuquisaca	Nor Cinti	296690688	296.69	163270282.80	163.27
Potosí	Nor Lipez	14705237	14.71	12586916.08	12.59
La Paz	Nor Yungas	0	0	0	0
Santa Cruz	Ñufflo De Chávez	0	0	0	0
Santa Cruz	Obispo Santisteban	0	0	0	0
La Paz	Omasuyos	384297696	384.30	4382404552.00	4382.40
Chuquisaca	Oropeza	189594432	189.59	509590288.00	509.59
La Paz	Pacajes	7600176	7.60	86669907.85	86.67
Oruro	Pantaleón Dalence	7107584	7.11	81052547.01	81.05

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		(MMC)	(Hm3)	(MMC)	(Hm3)
Oruro	Poopo	22514497	22.51	256747914.10	256.75
Cochabamba	Punata	122611968	122.61	1398226563.00	1398.23
Cochabamba	Quillacollo	247021488	247.02	2816951818.00	2816.95
Potosí	Rafael Bustillo	7631712	7.63	87029534.02	87.03
Oruro	Sajama	16928525	16.93	193047330.00	193.05
Oruro	San Pedro De Totora	2680560	2.68	30568224.76	30.57
Santa Cruz	Sara	0	0	0	0
Oruro	Saucari	8100022	8.10	92369982.70	92.37
Oruro	Sebastián Pagador	17708410	17.71	201940885.30	201.94
Oruro	Sur Carangas	1832242	1.83	20894280.69	20.89
Potosí	Sur Chichas	225936518	225.94	167693684.80	167.69
Chuquisaca	Sur Cinti	72028224	72.03	116159254.10	116.16
Potosí	Sur Lipez	1103760	1.10	760465506.80	760.47
La Paz	Sur Yungas	10785312	10.79	122992151.40	122.99
Cochabamba	Tapacari	22232880	22.23	253536452.40	253.54
Cochabamba	Tiraque	26742528	26.74	304962995.20	304.96
Oruro	Tomás Barron	18473789	18.47	210669012.50	210.67
Potosí	Tomás Frías	143646480	143.65	1638097221.00	1638.10
Chuquisaca	Tomina	67171680	67.17	433709165.40	433.71
Beni	Vaca Diez	0	0	0.00	0.00
Santa Cruz	Valle Grande	104383440	104.38	1190354424.00	1190.35
Santa Cruz	Velasco	0	0	0	0
Santa Cruz	Warnes	0	0	0	0
Beni	Yacuma	0	0	0	0
Chuquisaca	Yamparaez	75686400	75.69	3383363042.00	3383.36
Chuquisaca	Zudañez	144860616	144.86	766003749.80	766.00
Beni	Cercado	0	0	0	0.00
Cochabamba	Cercado	8199360	8.20	93502805.15	93.50
Tarija	Cercado	247210704	247.21	2819109575.00	2819.11
Oruro	Cercado	138522511	138.52	1579665160.00	1579.67
	Lago Poopó	0	0	0	0
	Lago Titicaca	0	0	0	0
	Lago Uru Uru	0	0	0	0
	Salar de Coipasa	0	0	0	0
	Salar de Uyuni	0	0	0	0

Cuadro A2.4
Demanda de Agua Potable por Departamento y Provincia, 1961-1990 y 2071-2100

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		(MMC)	(Hm3)	(MMC)	(Hm3)
Oruro	Abaroa	240.27	0.000240268	457.09	0.00045709
La Paz	Abel Iturralde	157.00	0.000157004	1434.85	0.00143485
Pando	Abuná	43.81	4.38126E-05	400.40	0.0004004
Potosí	Alonso de Ibáñez	105.54	0.000105538	964.50	0.0009645
Santa Cruz	Andrés Ibáñez	34282.70	0.034282699	313306.79	0.31330679
Santa Cruz	Ángel Sandoval	153.40	0.000153404	1401.94	0.00140194
Potosí	Antonio Quijarro	354.51	0.000354514	3239.88	0.00323988
Cochabamba	Arani	113.15	0.000113149	1034.06	0.00103406
Tarija	Arce	616.40	0.000616403	5633.26	0.00563326
La Paz	Aroma	993.47	0.000993467	9079.21	0.00907921
Cochabamba	Arque	39.30	3.93022E-05	359.18	0.00035918
Oruro	Atahuallpa	50.02	5.00162E-05	2195.79	0.00219579
Tarija	Avilez	145.46	0.000145462	1329.36	0.00132936
Cochabamba	Ayopaya	137.72	0.000137723	1258.64	0.00125864
Chuquisaca	Azurduy	128.38	0.000128379	1173.25	0.00117325
La Paz	Bautista Saavedra	91.72	9.17225E-05	838.24	0.00083824
Chuquisaca	Belisario Boeto	93.19	9.31947E-05	851.70	0.0008517
Cochabamba	Bolívar	18.29	1.82895E-05	167.15	0.00016715
Tarija	Burnet O'Connor	187.29	0.00018729	1711.63	0.00171163
La Paz	Camacho	549.98	0.000549984	5026.26	0.00502626
Cochabamba	Campero	158.55	0.000158546	1448.94	0.00144894
Cochabamba	Capinota	134.51	0.000134512	1229.29	0.00122929
La Paz	Caranavi	826.58	0.000826577	7554.02	0.00755402
Oruro	Carangas	77.49	7.74887E-05	708.16	0.00070816
Cochabamba	Carrasco	539.19	0.00053919	4927.62	0.00492762
Cochabamba	Chapare	1760.55	0.001760548	16089.51	0.01608951
Potosí	Charcas	127.56	0.00012756	1165.76	0.00116576
Potosí	Chayanta	321.19	0.000321187	2935.30	0.0029353
Santa Cruz	Chiquitos	794.32	0.000794315	7259.18	0.00725918
Santa Cruz	Cordillera	1422.36	0.001422356	12998.80	0.0129988
Potosí	Cornelio Saavedra	281.39	0.000281386	2571.56	0.00257156
Potosí	Daniel Campos	32.92	3.29241E-05	300.89	0.00030089
Potosí	Enrique Baldivieso	8.12	8.12481E-06	74.25	7.4252E-05
Cochabamba	Esteban Arce	158.54	0.000158538	1448.87	0.00144887
Pando	Federico Román	36.76	3.67649E-05	335.99	0.00033599
Santa Cruz	Florida	330.95	0.000330948	3024.51	0.00302451
La Paz	Franz Tamayo	175.62	0.000175619	1604.97	0.00160497
Potosí	General Bernardino B.	37.96	3.79555E-05	346.87	0.00034687
Beni	General José Ballivi	901.09	0.000901092	8235.01	0.00823501
La Paz	General José Manuel	78.67	7.8666E-05	718.92	0.00071892

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		(MMC)	(Hm3)	(MMC)	(Hm3)
Santa Cruz	Germán Busch	642.26	0.000642261	5869.57	0.00586957
Cochabamba	Germán Jordán	244.77	0.000244774	2236.97	0.00223697
Tarija	Gran Chaco	1438.93	0.00143893	13150.26	0.01315026
La Paz	Gualberto Villarroel	176.21	0.000176212	1610.39	0.00161039
Santa Cruz	Guarayos	261.22	0.000261222	2387.29	0.00238729
Chuquisaca	Hernando Siles	334.09	0.000334091	3053.23	0.00305323
Santa Cruz	Ichilo	857.92	0.000857924	7840.50	0.0078405
La Paz	Ingavi	1235.58	0.001235582	11291.88	0.01129188
La Paz	Inquisivi	611.78	0.000611783	5591.04	0.00559104
Beni	Itenez	207.04	0.000207042	1892.14	0.00189214
Potosí	José María Linares	283.71	0.000283714	2592.84	0.00259284
Oruro	Ladislao Cabrera	89.68	8.96754E-05	819.54	0.00081954
La Paz	Larecaja	848.42	0.000848419	7753.63	0.00775363
Oruro	Litoral	38.40	3.83983E-05	350.92	0.00035092
La Paz	Loayza	427.37	0.000427368	3905.68	0.00390568
La Paz	Los Andes	705.42	0.000705416	6446.74	0.00644674
Chuquisaca	Luis Calvo	205.66	0.000205658	1879.49	0.00187949
Pando	Madre De Dios	142.75	0.000142746	1304.54	0.00130454
Beni	Mamore	153.51	0.000153507	1402.89	0.00140289
La Paz	Manco Kapac	287.36	0.000287356	2626.12	0.00262612
Santa Cruz	Manuel M. Caballero	223.24	0.000223242	2040.19	0.00204019
Pando	Manuripi	132.42	0.000132418	1210.16	0.00121016
Beni	Marban	159.14	0.000159145	1454.41	0.00145441
Oruro	Mejillones	7.71	7.71138E-06	70.47	7.0474E-05
Tarija	Méndez	287.53	0.000287527	2627.69	0.00262769
Cochabamba	Mizque	112.79	0.000112788	1030.76	0.00103076
Potosí	Modesto Omiste	473.75	0.000473753	4329.59	0.00432959
Beni	Moxos	249.37	0.000249365	2278.93	0.00227893
La Paz	Muñecas	193.89	0.000193887	1771.92	0.00177192
La Paz	Murillo	37775.41	0.037775408	345226.38	0.34522638
Pando	Nicolás Suárez	678.19	0.000678191	6197.93	0.00619793
Oruro	Nor Carangas	43.04	4.30358E-05	393.30	0.0003933
Potosí	Nor Chichas	210.17	0.000210173	1920.76	0.00192076
Chuquisaca	Nor Cinti	494.13	0.000494127	4515.78	0.00451578
Potosí	Nor Lipez	68.28	6.8276E-05	623.97	0.00062397
La Paz	Nor Yungas	349.29	0.000349287	3192.10	0.0031921
Santa Cruz	Ñuflo De Chávez	920.36	0.000920362	8411.11	0.00841111
Santa Cruz	Obispo Santisteban	2517.91	0.002517906	23010.94	0.02301094
La Paz	Omasuyos	979.75	0.000979753	8953.89	0.00895389
Chuquisaca	Oropeza	4497.81	0.004497813	41105.15	0.04110515
La Paz	Pacajes	547.95	0.000547953	5007.70	0.0050077
Oruro	Pantaleón Dalence	272.70	0.000272696	2492.15	0.00249215

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		(MMC)	(Hm3)	(MMC)	(Hm3)
Oruro	Poopo	158.34	0.000158339	1447.05	0.00144705
Cochabamba	Punata	387.10	0.000387103	3537.70	0.0035377
Cochabamba	Quillacollo	2696.82	0.002696822	24646.04	0.02464604
Potosí	Rafael Bustillo	650.24	0.000650236	5942.45	0.00594245
Oruro	Sajama	72.86	7.28558E-05	665.82	0.00066582
Oruro	San Pedro De Totora	31.87	3.18749E-05	291.30	0.0002913
Santa Cruz	Sara	545.10	0.000545097	4981.60	0.0049816
Oruro	Saucari	70.39	7.03864E-05	643.26	0.00064326
Oruro	Sebastián Pagador	79.80	7.98027E-05	729.31	0.00072931
Oruro	Sur Carangas	45.49	4.54914E-05	415.74	0.00041574
Potosí	Sur Chichas	568.25	0.000568248	5193.17	0.00519317
Chuquisaca	Sur Cinti	200.26	0.000200256	1830.13	0.00183013
Potosí	Sur Lipez	21.63	2.16324E-05	197.70	0.0001977
La Paz	Sur Yungas	929.28	0.000929284	8492.65	0.00849265
Cochabamba	Tapacari	49.90	4.99049E-05	456.08	0.00045608
Cochabamba	Tiraque	164.51	0.000164508	1503.42	0.00150342
Oruro	Tomás Barron	51.30	5.12987E-05	468.82	0.00046882
Potosí	Tomás Fías	2559.24	0.002559242	23388.71	0.02338871
Chuquisaca	Tomina	241.06	0.000241062	2203.04	0.00220304
Beni	Vaca Diez	1685.57	0.00168557	15404.29	0.01540429
Santa Cruz	Valle Grande	346.13	0.000346129	3163.24	0.00316324
Santa Cruz	Velasco	577.86	0.000577864	5281.05	0.00528105
Santa Cruz	Warnes	788.81	0.000788813	7208.90	0.0072089
Beni	Yacuma	347.76	0.00034776	3178.15	0.00317815
Chuquisaca	Yamparuez	179.86	0.000179856	1643.69	0.00164369
Chuquisaca	Zudañez	191.84	0.000191838	1753.19	0.00175319
Beni	Cercado	1466.18	0.00146618	13399.30	0.0133993
Cochabamba	Cercado	9033.14	0.009033139	82553.12	0.08255312
Tarija	Cercado	2181.44	0.002181439	19935.99	0.01993599
Oruro	Cercado	3893.30	0.003893296	35580.51	0.03558051
	Lago Poopó	0	0	0	0
	Lago Titicaca	0	0	0	0
	Lago Uru Uru	0	0	0	0
	Salar de Coipasa	0	0	0	0
	Salar de Uyuni	0	0	0	0

Cuadro A2.5
Demanda hídrica total por Departamento y Provincia, 1961-1990 y 2071-2100

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		(MMC)	(Hm3)	(MMC)	(Hm3)
Oruro	Abaroa	46824262.35	46.82	533966207.00	533.97
La Paz	Abel Iturralde	1576957.00	1.58	17982743.50	17.98
Pando	Abuná	43.81	0.00	400.40	0.00
Potosí	Alonso de Ibáñez	5991945.54	5.99	2576506723.00	2576.51
Santa Cruz	Andrés Ibáñez	23528602.70	23.53	268234806.00	268.23
Santa Cruz	Ángel Sandoval	153.40	0.00	1401.94	0.00
Potosí	Antonio Quijarro	14242012.11	14.24	46287128.40	46.29
Cochabamba	Arani	39577793.15	39.58	451331882.00	451.33
Tarija	Arce	132054462.80	132.05	1505904273.00	1505.90
La Paz	Aroma	248725425.50	248.73	2836380711.00	2836.38
Cochabamba	Arque	27452127.30	27.45	313054943.00	313.05
Oruro	Atahuallpa	2597985.70	2.60	29628200.00	29.63
Tarija	Avilez	164189175.90	164.19	1872359040.00	1872.36
Cochabamba	Ayopaya	66478025.72	66.48	758093233.00	758.09
Chuquisaca	Azurduy	44686640.38	44.69	1651944002.00	1651.94
La Paz	Bautista Saavedra	55598059.72	55.60	634021782.00	634.02
Chuquisaca	Belisario Boeto	14317437.19	14.32	821387032.00	821.39
Cochabamba	Bolívar	21160674.29	21.16	241309330.00	241.31
Tarija	Burnet O'Connor	128761675.30	128.76	1468355379.00	1468.36
La Paz	Camacho	112174102.00	112.17	1279195326.00	1279.20
Cochabamba	Campero	70924622.55	70.92	808800713.00	808.80
Cochabamba	Capinota	191171366.50	191.17	2180055094.00	2180.06
La Paz	Caranavi	826.58	0.00	7554.02	0.01
Oruro	Carangas	10728309.33	10.73	122341936.00	122.34
Cochabamba	Carrasco	92211803.19	92.21	1051551859.00	1051.55
Cochabamba	Chapare	24410624.55	24.41	278366748.00	278.37
Potosí	Charcas	127.56	0.00	6179709446.00	6179.71
Potosí	Chayanta	88695321.19	88.70	1011451549.00	1011.45
Santa Cruz	Chiquitos	794.32	0.00	7259.18	0.01
Santa Cruz	Cordillera	95713182.36	95.71	1091478436.00	1091.48
Potosí	Cornelio Saavedra	45251287.79	45.25	516030168.00	516.03
Potosí	Daniel Campos	7950258.52	7.95	392532269.00	392.53
Potosí	Enrique Baldivieso	8.12	0.00	74.25	0.00
Cochabamba	Esteban Arce	17187278.54	17.19	195997713.00	196.00
Pando	Federico Román	36.76	0.00	335.99	0.00
Santa Cruz	Florida	268362330.90	268.36	3060315024.00	3060.32
La Paz	Franz Tamayo	175.62	0.00	1604.97	0.00
Potosí	General Bernardino B.	4058721.16	4.06	90662105.20	90.66
Beni	General José Ballivi	901.09	0.00	8235.01	0.01
La Paz	General José Manuel	78.67	0.00	718.92	0.00

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		(MMC)	(Hm3)	(MMC)	(Hm3)
Santa Cruz	Germán Busch	642.26	0.00	5869.57	0.01
Cochabamba	Germán Jordán	65311300.77	65.31	744788043.00	744.79
Tarija	Gran Chaco	609718462.90	609.72	6953025591.00	6953.03
La Paz	Gualberto Villarroel	47304176.21	47.30	539440871.00	539.44
Santa Cruz	Guarayos	261.22	0.00	2387.29	0.00
Chuquisaca	Hernando Siles	38032750.09	38.03	863105870.00	863.11
Santa Cruz	Ichilo	857.92	0.00	7840.50	0.01
La Paz	Ingavi	20499635.58	20.50	233768305.00	233.77
La Paz	Inquisivi	60234371.78	60.23	686891583.00	686.89
Beni	Itenez	207.04	0.00	1892.14	0.00
Potosí	José María Linares	66686309.31	66.69	162409773.00	162.41
Oruro	Ladislao Cabrera	4555149.52	4.56	51945224.10	51.95
La Paz	Larecaja	92937440.42	92.94	1059826087.00	1059.83
Oruro	Litoral	287016.00	0.29	3272949.10	3.27
La Paz	Loayza	130591003.40	130.59	1489215891.00	1489.22
La Paz	Los Andes	58689201.42	58.69	669270756.00	669.27
Chuquisaca	Luis Calvo	10186333.66	10.19	83641000000.00	83641.26
Pando	Madre De Dios	142.75	0.00	1304.54	0.00
Beni	Mamore	153.51	0.00	1402.89	0.00
La Paz	Manco Kapac	6149807.36	6.15	70129730.00	70.13
Santa Cruz	Manuel M. Caballero	157396399.20	157.40	1794896273.00	1794.90
Pando	Manuripi	132.42	0.00	1210.16	0.00
Beni	Marban	159.14	0.00	1454.41	0.00
Oruro	Mejillones	18924761.31	18.92	215811737.00	215.81
Tarija	Méndez	228901189.90	228.90	2610313246.00	2610.31
Cochabamba	Mizque	184611856.80	184.61	2105252651.00	2105.25
Potosí	Modesto Omiste	34422017.75	34.42	4329.59	0.00
Beni	Moxos	249.37	0.00	2278.93	0.00
La Paz	Muñecas	43709089.89	43.71	498443649.00	498.44
La Paz	Murillo	161628239.40	161.63	1843069740.00	1843.07
Pando	Nicolás Suárez	678.19	0.00	6197.93	0.01
Oruro	Nor Carangas	31386247.04	31.39	357918343.00	357.92
Potosí	Nor Chichas	541905373.40	541.91	68330893.70	68.33
Chuquisaca	Nor Cinti	296691182.10	296.69	163274799.00	163.27
Potosí	Nor Lipez	14705305.08	14.71	12587540.00	12.59
La Paz	Nor Yungas	349.29	0.00	3192.10	0.00
Santa Cruz	Ñufflo De Chávez	920.36	0.00	8411.11	0.01
Santa Cruz	Obispo Santisteban	2517.91	0.00	23010.94	0.02
La Paz	Omasuyos	384298675.80	384.30	4382413506.00	4382.41
Chuquisaca	Oropeza	189598929.80	189.60	509631393.00	509.63
La Paz	Pacajes	7600723.95	7.60	86674915.50	86.67
Oruro	Pantaleón Dalence	7107856.38	7.11	81055039.20	81.06

Departamento	Provincia	1961-1990		2071-2100	
		(MMC)	(Hm3)	(MMC)	(Hm3)
Oruro	Poopo	22514654.82	22.51	256749361.00	256.75
Cochabamba	Punata	122612355.10	122.61	1398230101.00	1398.23
Cochabamba	Quillacollo	247024184.80	247.02	2816976464.00	2816.98
Potosí	Rafael Bustillo	7632362.24	7.63	87035476.50	87.04
Oruro	Sajama	16928597.66	16.93	193047996.00	193.05
Oruro	San Pedro De Totora	2680591.88	2.68	30568516.10	30.57
Santa Cruz	Sara	545.10	0.00	4981.60	0.00
Oruro	Saucari	8100091.99	8.10	92370626.00	92.37
Oruro	Sebastián Pagador	17708489.88	17.71	201941615.00	201.94
Oruro	Sur Carangas	1832287.09	1.83	20894696.40	20.89
Potosí	Sur Chichas	225937086.60	225.94	167698878.00	167.70
Chuquisaca	Sur Cinti	72028424.26	72.03	116161084.00	116.16
Potosí	Sur Lipez	1103781.63	1.10	760465704.00	760.47
La Paz	Sur Yungas	10786241.28	10.79	123000644.00	123.00
Cochabamba	Tapacari	22232929.90	22.23	253536908.00	253.54
Cochabamba	Tiraque	26742692.51	26.74	304964499.00	304.96
Oruro	Tomás Barron	18473840.10	18.47	210669481.00	210.67
Potosí	Tomás Frías	143649039.20	143.65	1638120610.00	1638.12
Chuquisaca	Tomina	67171921.06	67.17	433711368.00	433.71
Beni	Vaca Diez	1685.57	0.00	15404.29	0.02
Santa Cruz	Valle Grande	104383786.10	104.38	1190357587.00	1190.36
Santa Cruz	Velasco	577.86	0.00	5281.05	0.01
Santa Cruz	Warnes	788.81	0.00	7208.90	0.01
Beni	Yacuma	347.76	0.00	3178.15	0.00
Chuquisaca	Yamparaez	75686579.86	75.69	3383364685.00	3383.36
Chuquisaca	Zudañez	144860807.80	144.86	766005503.00	766.01
Beni	Cercado	1466.18	0.00	13399.30	0.01
Cochabamba	Cercado	8208393.14	8.21	93585358.30	93.59
Tarija	Cercado	247212885.40	247.21	2819129511.00	2819.13
Oruro	Cercado	138526404.00	138.53	1579700741.00	1579.70
	Lago Poopó	0.00	0.00	0.00	0.00
	Lago Titicaca	0.00	0.00	0.00	0.00
	Lago Uru	0.00	0.00	0.00	0.00
	Salar de Coipasa	0.00	0.00	0.00	0.00
	Salar de Uyuni	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro A2.6
Índice de Escasez e Índice de Vulnerabilidad, 1961-1990 y 2071-2100 (Hm3)

Departamento	Provincia	Índice de Escasez (Hm3)		Índice de Vulnerabilidad (Hm3)	
		1961-1990	2071-2100	1961-1990	2071-2100
Oruro	Abaroa	2.17	31.88	2.17	31.88
La Paz	Abel Iturralde	0.01	0.08	0.01	0.08
Pando	Abuná	0.00	0.00	0.00	0.00
Potosí	Alonso de Ibáñez	0.48	268.10	0.48	268.10
Santa Cruz	Andrés Ibáñez	2.80	23.26	2.80	23.26
Santa Cruz	Ángel Sandoval	0.00	0.00	0.00	0.00
Potosí	Antonio Quijarro	0.22	1.03	0.22	1.03
Cochabamba	Arani	6.35	86.42	6.35	86.42
Tarija	Arce	1.20	15.51	1.20	15.51
La Paz	Aroma	8.49	113.65	8.49	113.65
Cochabamba	Arque	2.32	33.41	2.32	33.41
Oruro	Atahualpa	0.26	3.16	0.26	3.16
Tarija	Avilez	5.87	82.26	5.87	82.26
Cochabamba	Ayopaya	0.32	3.56	0.32	3.56
Chuquisaca	Azurduy	1.38	67.93	1.38	67.93
La Paz	Bautista Saavedra	0.84	9.40	0.84	9.40
Chuquisaca	Belisario Boeto	0.96	64.65	0.96	64.65
Cochabamba	Bolívar	3.57	52.61	3.57	52.61
Tarija	Burnet O'Connor	1.89	25.43	1.89	25.43
La Paz	Camacho	3.95	48.51	3.95	48.51
Cochabamba	Campero	1.51	20.38	1.51	20.38
Cochabamba	Capinota	17.47	251.53	17.47	251.53
La Paz	Caranavi	0.00	0.00	0.00	0.00
Oruro	Carangas	0.73	9.88	0.73	9.88
Cochabamba	Carrasco	0.49	5.61	0.49	5.61
Cochabamba	Chapare	0.09	10.89	0.09	10.89
Potosí	Charcas	0.00	1180.04	0.00	1180.04
Potosí	Chayanta	0.17	12.50	0.17	12.50
Santa Cruz	Chiquitos	0.00	0.00	0.00	0.00
Santa Cruz	Cordillera	1.24	14.69	1.24	14.69
Potosí	Cornelio Saavedra	1.98	21.34	1.98	21.34
Potosí	Daniel Campos	1.29	104.72	1.29	104.72
Potosí	Enrique Baldivieso	0.00	0.00	0.00	0.00
Cochabamba	Esteban Arce	0.14	0.93	0.14	0.93
Pando	Federico Román	0.00	0.00	0.00	0.00
Santa Cruz	Florida	0.67	16.99	0.67	16.99
La Paz	Franz Tamayo	0.00	0.00	0.00	0.00
Potosí	General Bernardino B.	0.06	7.93	0.06	7.93
Beni	General José Ballivi	0.00	0.00	0.00	0.00
La Paz	General José Manuel	0.00	0.00	0.00	0.00
Santa Cruz	Germán Busch	0.00	0.00	0.00	0.00
Cochabamba	Germán Jordán	1.87	60.97	1.87	60.97
Tarija	Gran Chaco	42.34	348.30	42.34	348.30
La Paz	Gualberto Villarroel	1.98	5.95	1.98	5.95
Santa Cruz	Guarayos	0.00	0.00	0.00	0.00
Chuquisaca	Hernando Siles	0.19	9.31	0.19	9.31
Santa Cruz	Ichilo	0.00	0.00	0.00	0.00
La Paz	Ingavi	0.68	70.85	0.68	70.85
La Paz	Inquisivi	0.25	2.80	0.25	2.80
Beni	Itenez	0.00	0.00	0.00	0.00
Potosí	José María Linares	0.93	4.11	0.93	4.11
Oruro	Ladislao Cabrera	0.24	1.14	0.24	1.14

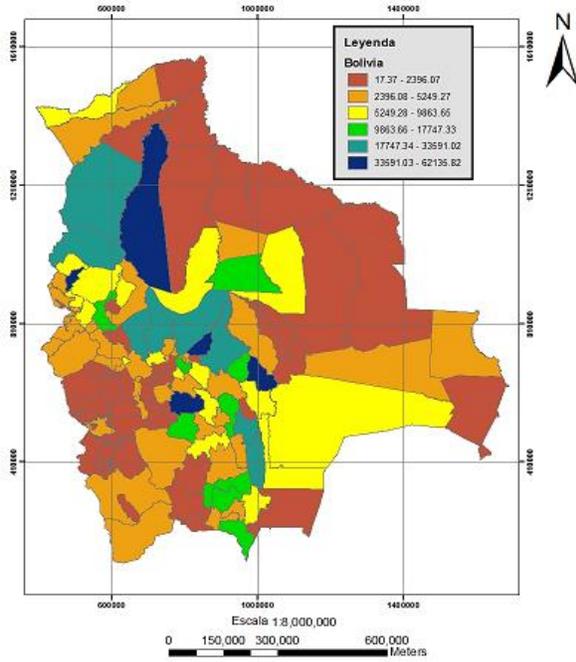
Departamento	Provincia	Índice de Escasez (Hm3)		Índice de Vulnerabilidad (Hm3)	
		1961-1990	2071-2100	1961-1990	2071-2100
La Paz	Larecaja	1.19	28.57	1.19	28.57
Oruro	Litoral	1.84	20.72	1.84	20.72
La Paz	Loayza	10.31	51.93	10.31	51.93
La Paz	Los Andes	0.66	11.85	0.66	11.85
Chuquisaca	Luis Calvo	0.16	1395.20	0.16	1395.20
Pando	Madre De Dios	0.00	0.00	0.00	0.00
Beni	Mamore	0.00	0.00	0.00	0.00
La Paz	Manco Kapac	0.68	16.48	0.68	16.48
Santa Cruz	Manuel M. Caballero	1.45	27.17	1.45	27.17
Pando	Manuripi	0.00	0.00	0.00	0.00
Beni	Marban	0.00	0.00	0.00	0.00
Oruro	Mejillones	9.76	80.43	9.76	80.43
Tarija	Méndez	1.43	89.41	1.43	89.41
Cochabamba	Mizque	3.22	42.02	3.22	42.02
Potosí	Modesto Omiste	9.33	0.00	9.33	0.00
Beni	Moxos	0.00	0.00	0.00	0.00
La Paz	Muñecas	0.09	4.74	0.09	4.74
La Paz	Murillo	249.46	1322.16	249.46	1322.16
Pando	Nicolás Suárez	0.00	0.00	0.00	0.00
Oruro	Nor Carangas	1.67	30.23	1.67	30.23
Potosí	Nor Chichas	46.07	3.51	46.07	3.51
Chuquisaca	Nor Cinti	9.21	6.29	9.21	6.29
Potosí	Nor Lipez	0.66	0.32	0.66	0.32
La Paz	Nor Yungas	0.00	0.00	0.00	0.00
Santa Cruz	Ñuflo De Chávez	0.00	0.00	0.00	0.00
Santa Cruz	Obispo Santisteban	0.00	0.00	0.00	0.00
La Paz	Omasuyos	6.17	269.71	6.17	269.71
Chuquisaca	Oropeza	2.59	23.63	2.59	23.63
La Paz	Pacajes	0.25	3.62	0.25	3.62
Oruro	Pantaleón Dalence	0.95	13.71	0.95	13.71
Oruro	Poopo	6.69	41.16	6.69	41.16
Cochabamba	Punata	3.68	131.82	3.68	131.82
Cochabamba	Quillacollo	7.87	427.31	7.87	427.31
Potosí	Rafael Bustillo	0.21	2.03	0.21	2.03
Oruro	Sajama	1.85	6.61	1.85	6.61
Oruro	San Pedro De Totora	0.44	4.07	0.44	4.07
Santa Cruz	Sara	0.00	0.00	0.00	0.00
Oruro	Saucari	1.57	9.15	1.57	9.15
Oruro	Sebastián Pagador	1.02	4.44	1.02	4.44
Oruro	Sur Carangas	8.15	92.67	8.15	92.67
Potosí	Sur Chichas	18.63	4.31	18.63	4.31
Chuquisaca	Sur Cinti	0.47	1.72	0.47	1.72
Potosí	Sur Lipez	0.04	33.04	0.04	33.04
La Paz	Sur Yungas	0.48	23.76	0.48	23.76
Cochabamba	Tapacari	0.43	6.87	0.43	6.87
Cochabamba	Tiraque	0.05	3.24	0.05	3.24
Oruro	Tomás Barron	0.33	13.08	0.33	13.08
Potosí	Tomás Frías	1.21	21.07	1.21	21.07
Chuquisaca	Tomina	0.22	4.76	0.22	4.76
Beni	Vaca Diez	0.00	0.00	0.00	0.00
Santa Cruz	Valle Grande	1.89	40.72	1.89	40.72
Santa Cruz	Velasco	0.00	0.00	0.00	0.00
Santa Cruz	Warnes	0.00	0.00	0.00	0.00
Beni	Yacuma	0.00	0.00	0.00	0.00
Chuquisaca	Yamparaez	2.15	81.44	2.15	81.44

Departamento	Provincia	Índice de Escasez (Hm3)		Índice de Vulnerabilidad (Hm3)	
		1961-1990	2071-2100	1961-1990	2071-2100
Chuquisaca	Zudañez	0.97	47.02	0.97	47.02
Beni	Cercado	0.00	0.00	0.00	0.00
Cochabamba	Cercado	0.08	2.19	0.08	2.19
Tarija	Cercado	5.94	208.52	5.94	208.52
Oruro	Cercado	0.27	34.42	0.27	34.42

Mapas temáticos de la oferta hídrica

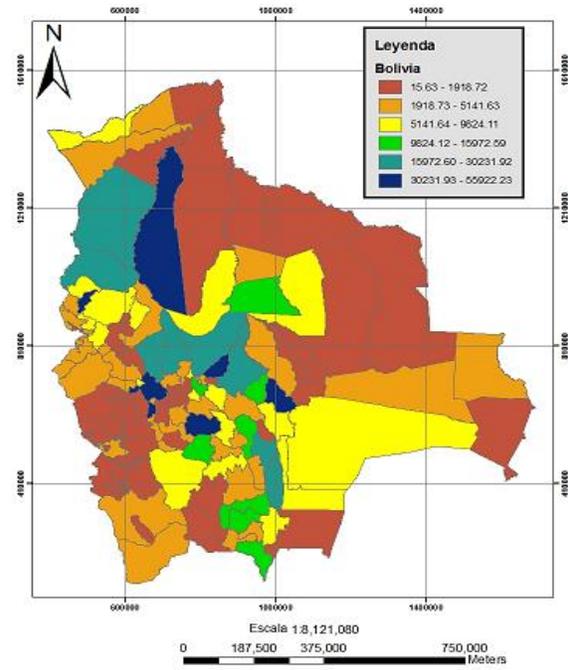
Mapa A2.1

OFERTA HIDRICA (Hm3)
Periodo 1961-1990



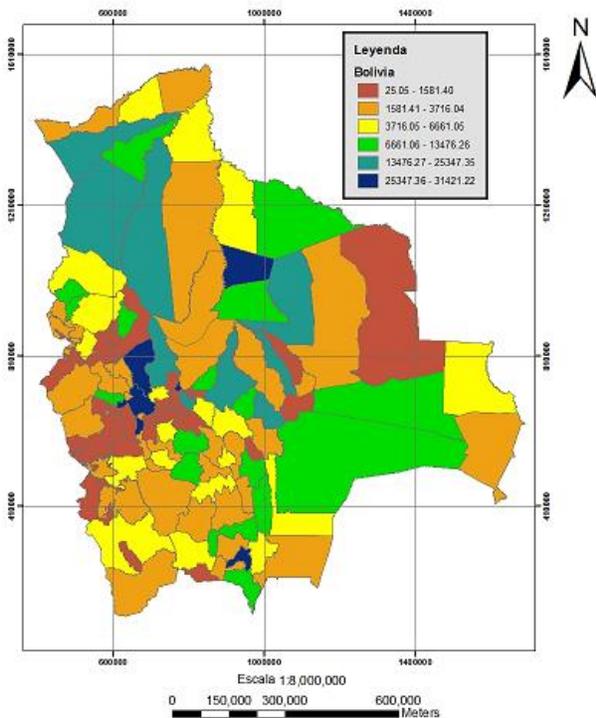
Mapa A2.2

OFERTA HIDRICA NETA (Hm3)
Periodo 1961-1990



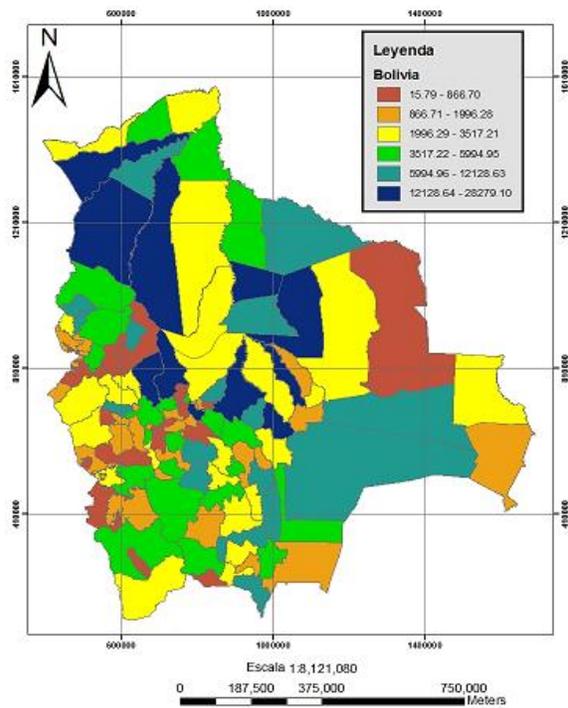
Mapa A2.3

OFERTA HIDRICA (Hm3)
Periodo 2071-2100



Mapa A2.4

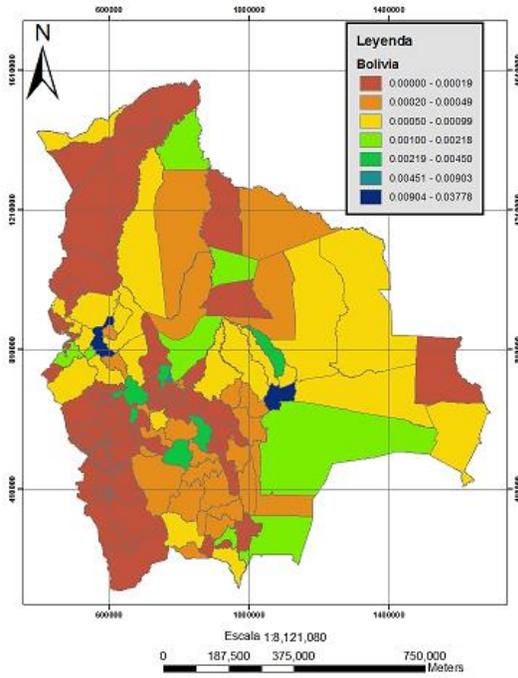
OFERTA HIDRICA NETA (Hm3)
Periodo 2071-2100



Mapas temáticos de la demanda hídrica

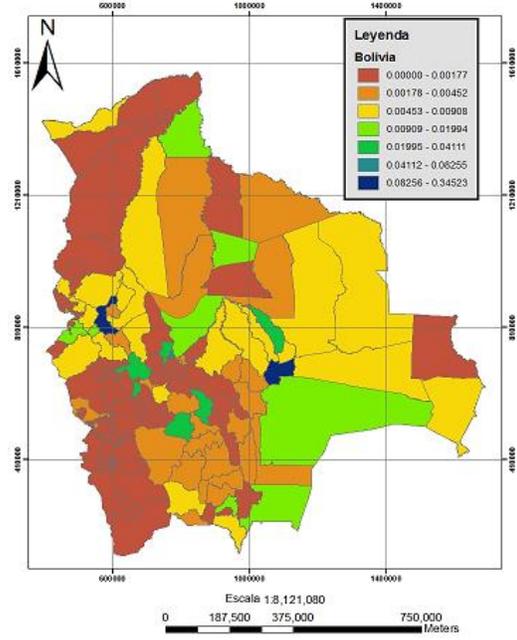
Mapa A2.5

DEMANDA DE AGUA POTABLE (Hm3)
Periodo 1961-1990



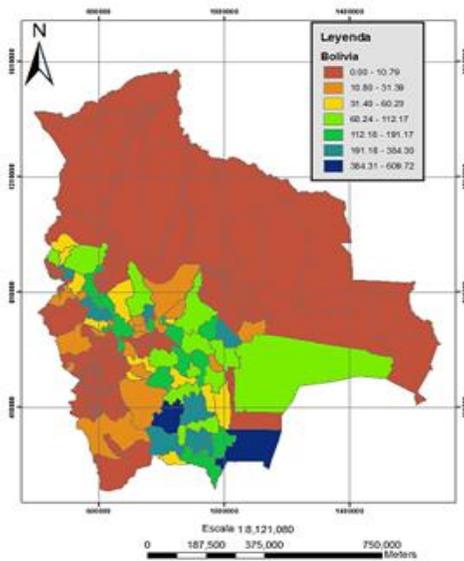
Mapa A2.6

DEMANDA DE AGUA POTABLE (Hm3)
Periodo 2071-2100



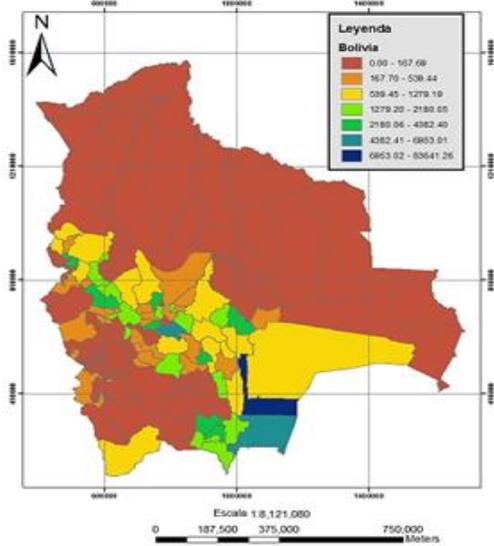
Mapa A2.7

DEMANDA DE RIEGO (Hm3)
Periodo 1961-1990



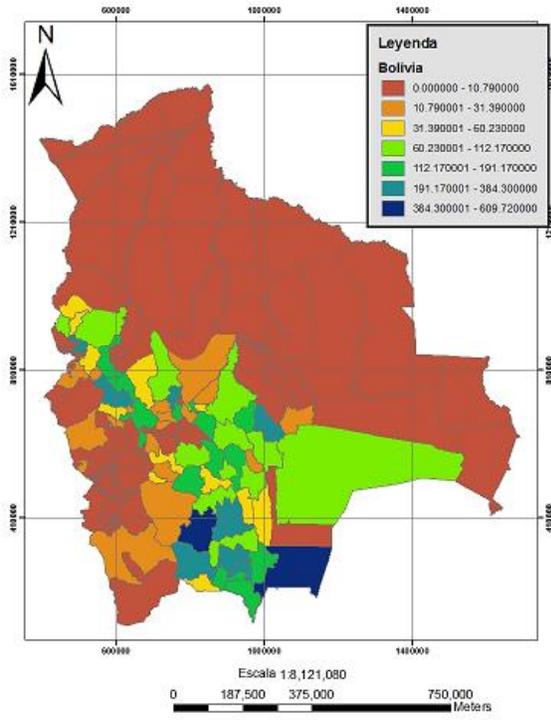
Mapa A2.8

DEMANDA DE RIEGO (Hm3)
Periodo 2071-2100



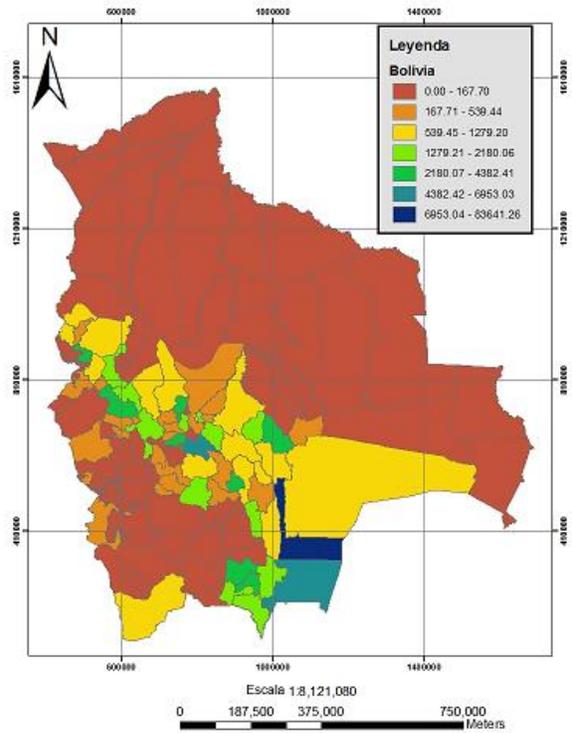
Mapa A2.9

DEMANDA TOTAL (Hm3)
Periodo 1961-1990



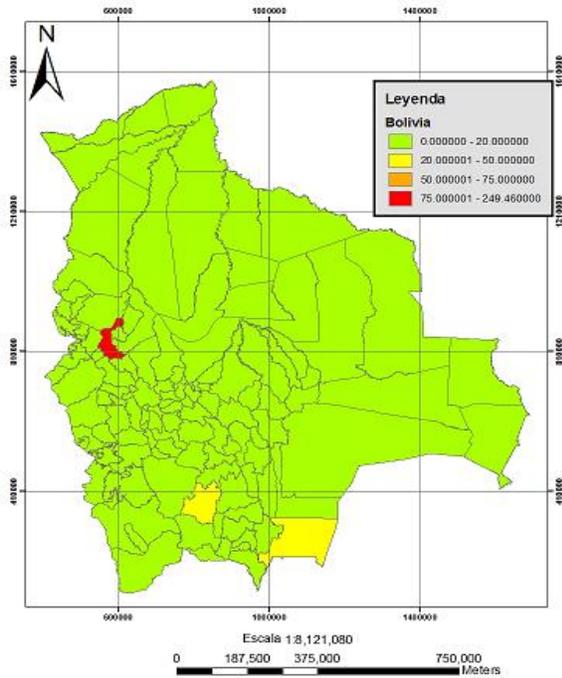
Mapa A2.10

DEMANDA TOTAL (Hm3)
Periodo 2071-2100



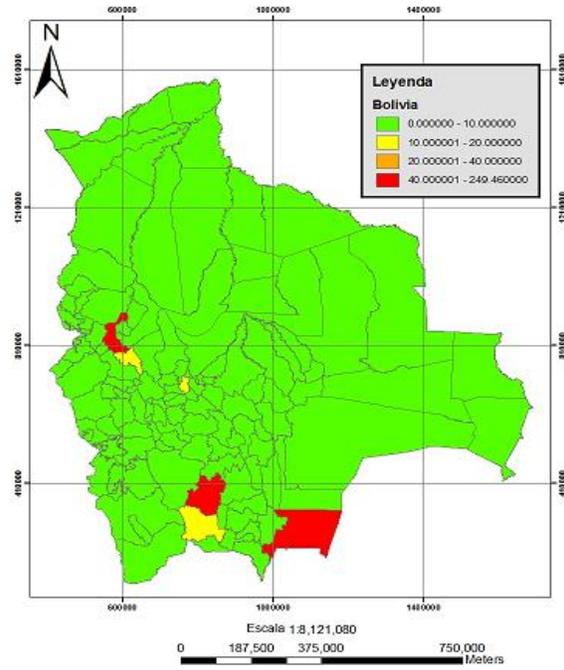
Mapas temáticos de los índices de escasez y vulnerabilidad
 Mapa A2.11

Indice de Vulnerabilidad del consumo de agua (%)
 Periodo 1961-1990



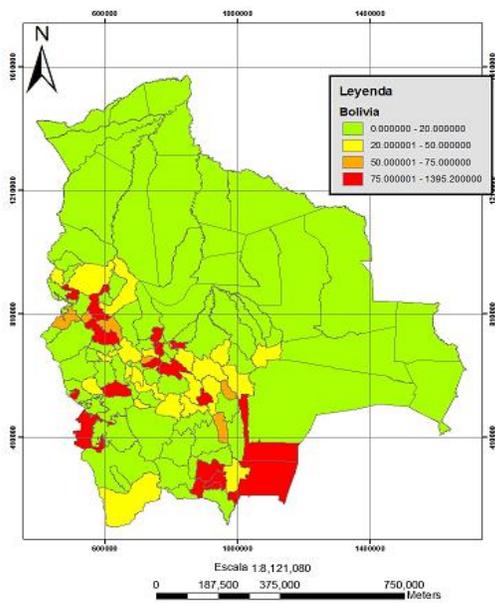
Mapa A2.12

INDICE DE ESCASEZ (%)
 Periodo 1961-1990



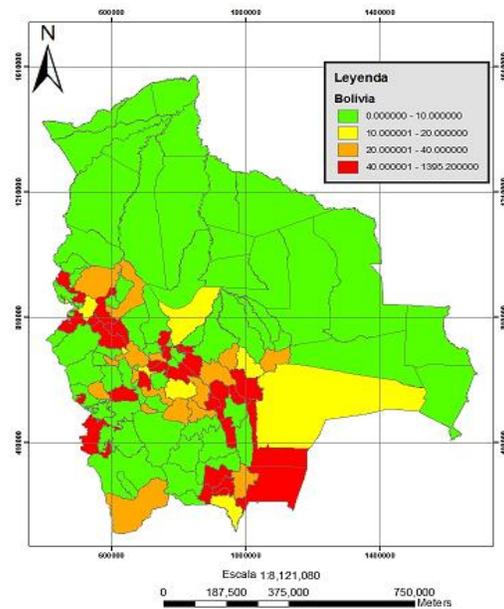
Mapa A2.13

Indice de Vulnerabilidad del consumo de agua (%)
 Periodo 2071-2100



Mapa A2.14

INDICE DE ESCASEZ (%)
 Periodo 2071-2100





www.iadb.org/cambioclimatico

Síguenos en twitter @BIDcambioclima