

Taller Subregional sobre Nieve y Hielo  
para la definición de un  
Proyecto de Cooperación con el Canadá

Mendoza - Argentina

9 - 12 de agosto 89

Microsystem - MOP\_DGA



PLA

GLA-1511



Comité Nacional para el Programa  
Hidrologico Internacional



Centro Regional Andino - Instituto Nacional de Ciencia  
y Técnica Hídrica -Belgrano 210 -(5500)-Mendoza-Argentina  
Te: (061) 24-1993/8

Taller Subregional sobre Nieve y Hielo  
para la definición de un  
Proyecto de Cooperación con el Canadá

Mendoza - Argentina

9 - 12 de agosto 89

GLA-1511  
c. 1

1.- Generalidades

Los países andinos constituyen una amplia región, cuyo conjunto conforma un mosaico de diversas realidades. Sin embargo, un denominador común desde el punto de vista físico, les confiere una identidad propia: la Cordillera de los Andes.

El uso racional de los recursos naturales, y en particular del agua en este marco geográfico, permitirá satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias.

Para ello, es imprescindible incrementar el nivel de conocimiento de la dinámica del ciclo hidrológico en ella, a fin de obtener una mejor comprensión de su funcionamiento.

Así también, los conocimientos compartidos mediante una ágil cooperación a nivel nacional y regional, asegurarán un mejor entendimiento mutuo y acelerará el equitativo uso de los recursos comunes.

2.- Antecedentes y objetivos

Teniendo en mente los aspectos señalados, se realizó en Mendoza (Argentina) del 27 al 29 de octubre de 1982, una primera Reunión Regional sobre Hidrología y Nivología cuyas recomendaciones fueron aprobadas en la II Reunión de los Comités Nacionales de América del Sur para el PHI realizada en Brasilia, del 26 al 29 de julio de 1983 (Ver Anexo).

En dicha reunión, se recomendó, entre otros aspectos, la realización de una reunión técnica y un curso sobre el tema, cuya organización quedaba a cargo de los CONAPHI de Argentina y Chile.

Entre el 3 y el 8 de diciembre de 1984 se realizaron las "Jornadas de hidrología de nieves y hielos en América del Sur", patrocinadas por la UNESCO, en la ciudad de Santiago de Chile, respondiendo a la responsabilidad asumida en Brasilia, habiéndose obtenido nuevas recomendaciones que ponen énfasis en el incremento del intercambio regional de información y comunicación. (Ver Anexo).

Posteriormente se realizó entre el 29 y el 31 de octubre de 1985 una reunión binacional en Pilmaiquén-Chile, en la que se logró un intercambio entre profesionales argentinos y chilenos, siguiendo los lineamientos anteriores.

El Curso programado para 1986 no pudo ser aún realizado por problemas económico-financieros, no obstante lo cual, constituye una prioridad entre las actividades a ser desarrolladas a nivel regional.

Centro Regional Andino - Instituto Nacional de Ciencia  
y Técnica Hídrica - Belgrano 210 - (5500) - Mendoza - Argentina  
Te: (061) 24-1993/8

Taller Subregional sobre Nieve y Hielo  
para la definición de un  
Proyecto de Cooperación con el Canadá

Mendoza - Argentina

9 - 12 de agosto 89

Canadá, conciente de la importancia de estos temas, ha comprendido y aceptado evaluar la posible financiación del Curso en cuestión y así mismo la puesta en marcha de diversas actividades, para lo cual espera de los países andinos una propuesta conjunta, motivo por el cual se realiza el presente Taller.

El objetivo general es por tanto, definir un documento de proyecto entre los países andinos en el que se incluyen propuestas en materia de capacitación e investigación vinculada a la hidrología de nieves y hielos en América del Sur.

Los objetivos específicos son:

- a) Revisar el contenido del "Curso sobre hidrología andina" preparados por los CONAPHI de Argentina y Chile (ver Anexo) tanto en sus aspectos académicos como logísticos, estimándose un presupuesto tentativo para su realización.
- b) Conformar Grupos de Trabajos entre los países andinos, dentro del marco de los PHI en temas afines.
- c) Enumerar líneas posibles de investigación conjunta entre los países andinos y el Canadá.
- d) Compatibilizar otras propuestas en función de los documentos presentados al Taller.

Centro Regional Andino - Instituto Nacional de Ciencia  
y Técnica Hídrica -Belgrano 210 -(5500)-Mendoza-Argentina  
Te: (061) 24-1993/8



Taller Subregional sobre Nieve y Hielo  
para la definición de un  
Proyecto de Cooperación con el Canadá

Mendoza - Argentina

9 - 12 de agosto 89

PROGRAMA

Día	Hora	Actividad
Miércoles 9/8	8:30	Traslado del Hotel San Martín al CRA
	9:00	Discusión de aspectos académicos del Curso Programa/Carga horaria/Profesores/Alumnos posi- bles/Actividades conexas/Etc.
	12:30	Traslado para el almuerzo
	14:30	Traslado al CRA
	15:00	Discusión aspectos logísticos del Curso
	18:00	Definición y redacción de los temas tratados
		Mesa redonda entre asistentes al encuentro (Optativa)
Jueves 10/8	8:30	Traslado del Hotel San Martín al CRA
	9:00	Conformación de Grupos de Trabajo Regionales en temas afines
	11:00	Presentación de posibles líneas de investi- gación comunes a presentar al Canadá
	12:30	Traslado para el almuerzo
	14:30	Traslado al CRA
	15:00	Discusión temas tratados en la mañana y temas conexos presentados
18:00	Definición y redacción de los temas tratados Mesa redonda entre asistentes al encuentro	
Viernes 11/8	8:00	Salida para realizar un viaje hasta Las Cuevas (si el tiempo lo permite) a fin de visitar re- des de observación de CRA-INCYTH y A yEE. con los alumnos del V Curso Internacional de Hi- drología General organizado por el CONAPHI-Arg.
	19:00	(Tentativo)Regreso
Sábado 12/8	8:30	Traslado del Hotel San Martín al CRA
	9:00	Discusión final del documento. Aprobación y cierre

Centro Regional Andino - Instituto Nacional de Ciencia  
y Técnica Hídrica - Belgrano 210 - (5500) - Mendoza - Argentina  
Te: (061) 24-1993/8



CONAPHI ARGENTINO - CONAPHI CHILENO - ORCYT

I CURSO REGIONAL DE HIDROLOGIA DE NIEVES Y HIELOS

DESARROLLO DE MATERIAS

INTRODUCCION, OBJETIVOS Y DESARROLLO DEL CURSO

I. Marco físico-ambiental de las regiones montañosas

---

1. Características fisiográficas de las regiones montañosas
2. Sistemas de circulación atmosférica y su relación con la orografía
3. Características climáticas de la zona de montaña
4. Precipitaciones en montaña: nival, pluvial o mixta

II. Propiedades de la nieve y el hielo. Procesos físicos e hidrológicos relacionados

---

1. Propiedades físicas de la nieve
2. Procesos de acumulación y evolución del manto nival
3. Balance de energía
4. Glaciares:
  - 4.1. Tipos de glaciares
  - 4.2. Teoría de los glaciares
  - 4.3. Hidráulica de glaciares. Rotura de diques glaciarios
5. Escorrentía superficial y subsuperficial en campos de nieve y hielo

### III. Sistemas de medición y adquisición de datos

---

1. Nieve; densidad, equivalente en agua, etc. Aptitud de los lugares de observación. Métodos de medición
2. Precipitación mixta: instrumental empleado. Defensas y protectores de viento
3. Otros parámetros meteorológicos: instrumental y sensores empleados. Calibración y contraste
4. Caudal: instrumental y equipamiento empleado. Métodos en uso
5. Unidades de adquisición automática de datos: almacenamiento local y teletransmisión a distancia
6. Uso de sensores remotos y sistemas de información geográfica
7. Técnicas especiales
  - 7.1. Micrometeorología
  - 7.2. Uso de isótopos

### IV. Análisis hidrológico

---

1. Evaluación
  - 1.1. Régimen hidrológico
    - Métodos estadísticos
    - Métodos de balance
    - Otros métodos
  - 1.2. Crecidas
    - Métodos estadísticos
    - Métodos hidrometeorológicos
2. Modelos de Simulación
  - 2.1. Introducción a la modelación de procesos navales
  - 2.2. Modelos determinísticos
    - Continuos
    - Discontinuos
  - 2.3. Modelos estocásticos
3. Pronósticos de caudales
  - 3.1. Métodos estadísticos
  - 3.2. Métodos de simulación

TALLER SUBREGIONAL SOBRE NIEVES Y HIELOS PARA LA DEFINICION DE UN

PROYECTO DE COOPERACION CON EL CANADA

NOMINA DE ASISTENTES

ARGENTINA

Ing. Mario C. FUSCHINI MEJÍA  
Presidente CONAPHI  
Avda. 9 de Julio 1925 - Piso 15  
(1332) Buenos Aires  
Tel: (01) 37-7807  
Télex 22577 DNTT AR  
FAX: (01) 331-9967

Ing. José Marcelo GAVIÑO NOVILLO  
Coordinador Técnico CONAPHI  
Avda. 9 de Julio 1925 - Piso 15  
(1332) Buenos Aires  
Tel: (01) 37-7807  
Télex 22577 DNTT AR  
FAX: (01) 331-9967

Dr. Juan Carlos RUSCIO  
Jefe Nivología  
Agua y Energía Eléctrica S.E.  
Leandro N. Alem 1134 - Piso 5  
(1001) Buenos Aires  
Tel: (01) 311-2819

Dr. Arturo E. CORTE  
IANIGLA-CONICET  
Casilla Correo 330  
(5500) Mendoza  
Tel: (061) 241029-243212  
Télex 55438 CYTME AR

Ing. Hugo MARTÍNEZ  
IANIGLA-CONICET  
Casilla Correo 330  
(5500) Mendoza  
Tel: (061) 241029-243212  
Télex 55438 CYTME AR

Dr. Juan Carlos LEIVA  
IANIGLA-CONICET  
Casilla Correo 330  
(5500) Mendoza  
Tel: (061) 241029-243212  
Télex 55438 CYTME AR

Ing. Pedro Carlos FERNÁNDEZ  
Director  
Centro Regional Andino-INCYTH  
Casilla Correo 6  
(5500) Mendoza  
Tel: (061) 24-1791/24-1993/24-1998  
Télex 55110 INCRA AR

Ing. Jorge Adolfo MAZA  
Vicedirector  
Centro Regional Andino-INCYTH  
Casilla Correo 6  
(5500) Mendoza  
Tel: (061) 24-1791/24-1993/24-1998  
Télex 55110 INCRA AR

Ing. Pedro CIELLI  
Laboratorio de Hidráulica "Guillermo Cespedes"  
Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Plata  
Calle 47 n°200  
La Plata - Buenos Aires  
Tel: (021) 32637/34870

Dr. Jorge Oscar RABASSA  
Centro Austral de Investigaciones Científicas - CONICET  
Casilla de Correo 92 (9410)  
Ushuaia - Tierra del Fuego  
Tel: (0901) 22310/12/14  
Télex: 88602-CADIC-AR

BOLIVIA

Ing. Freddy CAMACHO V.  
Instituto de Hidráulica e Hidrología - UMSA  
Casilla 699  
La Paz - Bolivia  
Tel: (5912) 794657/5724/5725  
Télex: 3438 - UMSA - BV

CHILE

Ing. Humberto PEÑA TORREALBA  
Dirección General de Aguas - Depto. Hidrología  
Morandé 59  
Santiago  
Tel: (562) 724506 - Anexo 428  
Télex: 240777-SETOP-CL  
Directo 6962939

Ing. Francisco VERNI MARZAN  
ENDESA - División Estudios Hidrológicos  
Santa Rosa 76  
Santiago  
Tel: (562) 2226070 - Anexo 3143  
Télex 240491 NDESA-CL  
340291 ENDESA-CK

PERU

Ing. César PORTOCARRERO REODRIGUEZ  
Enc. Unidad Glaciología e Hidrología  
HIDRANDINA  
Jiron 28 de Julio 857  
Tel: (44) 721601/721611/721651 (Oficial)  
(44) 722210 (Particular)  
Huaraz-Perú

INFORME

DE: Ing. Marcelo GAVIÑO NOVILLO

A: Ing. Mario FUSCHINI MEJIA

ASUNTO: Curso de Hidrología Andina

FECHA: 16-3-88

---

Adjunto al presente acompaño la propuesta para la Currícula y cronograma del Curso de Hidrología Andina a realizar conjuntamente entre el CONAPHI chileno, ROSTLAC y nuestro Comité, tentativamente en el primer semestre de 1990 (probablemente abril).

Esta propuesta surge de tener en cuenta los siguientes antecedentes:

- . Conclusiones recogidas durante la realización de las Jornadas de Nieves y Hielos en América del Sur, 1 a 10 de diciembre de 1984 en Santiago de Chile.
- . Consultas internas con especialistas de las siguientes instituciones argentinas:
  - IANIGLA (Mza.)
  - HIDRONOR (Nqn)
  - A. y E.E. (Bs.As.)
  - S.M.N. (Bs.As.)
  - CRA-INCYTH
- . Consultas externas
  - a) Dr. M. Quick (Canadá)- Epistolario
  - b) Reunión en Pilmayquén-Chile de miembros de ambos Comités-Personal
  - c) Reunión con el Ing. Andrés Benítez y el Ing. H. Peña-Santiago de Chile Personal.

De acuerdo al análisis de toda esta información que compatibiliza las posiciones de ambos Comités Organizadores, considero que la propuesta sea aprobada por el CONAPHI Argentino con objeto de inmediatamente girar las actuaciones a ROSTLAC, CONAPHI Chileno y potenciales profesores (internos y externos) con el objeto de saber si sigue siendo de su interés el dictado de los temas respectivos.

Curso de Hidrología Andina

DESARROLLO DE MATERIAS

- ~~Introducción~~ *objetivos y desarrollo del curso.*  
I ~~Características físicas~~ *MAPAS FÍSICO-ambiental de las regiones montañosas*  
1.- Características <sup>psicográficas</sup> de las regiones montañosas  
2.- Sistemas de circulación atmosféricas y su relación con la orografía  
3.- Características climáticas de la zona de montaña  
4.- Precipitaciones en montaña: nival, pluvial o mixta

II. Propiedades de la nieve y el hielo. Procesos físicos e hidrológicos relacionados

- 1.- Propiedades físicas de la nieve  
2.- Procesos de acumulación <sup>de nieve</sup> de mantos ~~de nieve~~ *nival*  
3. ~~Evolución del manto nival~~  
3.- Balance de energía  
4.- Glaciares:  
    4.1 -Tipos de glaciares  
    4.2 -Teoría de los glaciares  
    4.3 -Hidráulica de glaciares *Ruñeros de Glaciares*  
5.- Escorrentía en campos de nieve y hielo *superficial, subsuperficial*

III. Sistemas de medición y adquisición de datos

- 1.- Nieve: densidad, equivalente en agua, etc. Aptitud de los lugares de observación. Métodos de medición.  
2.- Precipitación mixta: instrumental empleado. Defensas y protectores del viento.  
3.- Otros parámetros meteorológicos: instrumental de sensores empleados. Calibración y contraste.  
4.- Caudal: instrumental y equipamiento empleado. Métodos en uso.

5.- Unidades de adquisición automática de datos: almacenamiento local y teletransmisión a distancia.

6.- Técnicas especiales:

7.1 - Micrometeorología

7.2 - <sup>vs. de</sup> Sensores remotos

7.3 - Uso de isótopos

→ sistemas de información geográfica.

#### IV. ~~Geología Andina~~ Análisis hidrológico

1. Evaluación.

1.1. ~~Recursos hídricos~~ Régimen hidrológico

~~1.1.1.~~ Métodos de balance

~~1.1.2.~~ Métodos estadísticos

~~1.1.3.~~ Métodos complementarios

→ otros métodos.

1.2. Crecidas

~~1.2.1.~~ Métodos hidrometeorológicos

~~1.2.2.~~ Métodos estadísticos

2. Modelos de simulación

~~2.1.~~ Modelos ~~continuos~~ determinísticos

~~2.2.~~ Modelos discontinuos estocásticos

3. Pronósticos de caudales

3.1. Métodos de simulación

3.2. Métodos estadísticos.

CURSO DE HIDROLOGIA ANDINA	SEDE	MENDOZA - ARG.	HGS 1
	BLOQUE	I - II - III	
HORARIO DE CLASES	MES		1986
	SEMANA	1	

DIA	HORAS	CLASE		
		MATERIA	TIPO	PROFESOR
Lunes	8 <sup>30</sup> - 10 <sup>00</sup>	I. 1	T	<del>HOFFMAN</del> DAVIEL COBOS
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	I. 4	T	"
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	I. 3	T	"
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>45</sup>	I. 2	T	<del>Sto. who</del>
Martes	8 <sup>30</sup> - 10 <sup>45</sup>	<del>I. 3</del> I. 3	T	" HOFFMAN (F. NORTE)
	10 <sup>30</sup> - 12 <sup>15</sup>	<del>I. 3</del> I. 3	T	"
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	<del>I. 4</del>	T	<del>Leiva</del>
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>45</sup>	<del>I. 4</del>	T	"
Miércoles	8 <sup>00</sup> - 10 <sup>00</sup>	II. 5 1	T	"
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	II. 5 1-2	T	Corde
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	II. 6 2	T	"
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>00</sup>	II. 4 3	P	Chile <del>Leiva</del>
Jueves	8 <sup>00</sup> - 10 <sup>00</sup>	II. 5 3	P	Corde
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	II. 6 3	P	"
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	<del>III. 4 4</del>	T-P	<del>Rugges</del>
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>00</sup>	<del>III. 1 4</del>	T-P	Leiva
Viernes	8 <sup>00</sup> - 10 <sup>00</sup>	<del>III. 4 4</del>	T-P	"
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	<del>III. 2 4</del>	T	<del>Leiva</del>
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	<del>III. 3 5</del>	T-P	Chile
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>00</sup>	<del>III. 3 5</del>	T-P	"
Sábado	8 <sup>00</sup> - 11 <sup>00</sup>	I y II	Mesa redonda y discusión	CONF. (1) x MESA Redonda

CURSO DE HIDROLOGIA ANDINA	SEDE	MENDOZA - ARG.	HGS 2
	BLOQUE	III - IV <sub>a</sub>	
HORARIO DE CLASES	MES		1986
	SEMANA	2	

DIA	HORAS	CLASE		
		MATERIA	TIPO	PROFESOR
Lunes 20	8 <sup>00</sup> - 10 <sup>00</sup>	III. 4	T-P	Penha - Ruscio
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	III. 4I	T-P	"
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	III. 25 <del>II</del>	T-P	Ag. ZULUAGA - HIDROLOGIA FERNANDEZ
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>00</sup>	III. 3 <del>II</del>	T-P	"
Martes 21	8 <sup>00</sup> - 10 <sup>00</sup>	III. 4	REP	"
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	III. 5	T	Peña Ruscio FERNANDEZ
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	III. 5	T	" Ruscio - FERNANDEZ
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>00</sup>	III. 6	P	Rosy - Zuloaga CRA
Miércoles 22	8 <sup>00</sup> - 10 <sup>00</sup>	III. 6. <del>II</del>	T	Rosy - Zuloaga BENITEZ CRA
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	III. 6. <del>II</del>	T	Rosy - Zuloaga CRA
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	III. 7. <del>II</del>	T	Peña - STONTHAS Devoto
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>00</sup>	III. 7. <del>II</del>	T	Peña - STONTHAS
Jueves 23	8 <sup>00</sup> - 10 <sup>00</sup>	IV. 2. 1.3	T	Benitez
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	IV. 2. 1.3	T	"
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	IV. 2. 2.1	T	Peña
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>00</sup>	IV. 2. 2.1	T	"
Viernes 24	8 <sup>00</sup> - 10 <sup>00</sup>	IV. 2. 2.1	T-P	"
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	IV. 2. 2.2	T	Devoto
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	IV. 2. 2.2	T	"
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>00</sup>	IV. 2. 2.2	T-P	"
Sábado 25	8 <sup>00</sup> - 11 <sup>00</sup>	III	Mesa redonda y discusión	(2) Conf.

CASA PEÑA

III

IV

CURSO DE HIDROLOGIA ANDINA	SEDE	MENDOZA - ARG.	HGS 3
	BLOQUE	IV	
HORARIO DE CLASES	MES		1986
	SEMANA	3	

DIA	HORAS	CLASE		
		MATERIA	TIPO	PROFESOR
Lunos	8 <sup>00</sup> - 10 <sup>00</sup>	IV. <del>a</del> . 1	T	Jurik
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	IV. <del>a</del> . 1	T	"
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	IV. <del>a</del> . 1	T-P	"
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>00</sup>	IV. <del>a</del> . 1	T-P	"
Martes	8 <sup>00</sup> - 10 <sup>00</sup>	IV. <del>a</del> . 1	T-P	"
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	IV. <del>a</del> . 1	T-P	"
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	IV. b. 1	P	"
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>00</sup>	IV. b. 1	P	"
Miércoles	8 <sup>00</sup> - 10 <sup>00</sup>	IV. b. 2	T-P	Fernandez
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	IV. b. 2	T-P	"
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	IV. b. 2	T-P	"
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>00</sup>	IV. b. 2	T-P	"
Jueves	8 <sup>00</sup> - 10 <sup>00</sup>	IV. b. 2	P	"
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	IV. b. 2	P	"
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	IV. c. 1	T-P	Stowhas
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>00</sup>	IV. c. 1	T-P	"
Viernes	8 <sup>00</sup> - 10 <sup>00</sup>	IV. c. 1	T-P	"
	10 <sup>15</sup> - 12 <sup>15</sup>	IV. c. 2	T-P	Peña
	15 <sup>00</sup> - 16 <sup>30</sup>	IV. c. 2	T-P	"
	16 <sup>45</sup> - 18 <sup>00</sup>	IV. c. 2	T-P	"
Sábado	8 <sup>00</sup> - 11 <sup>00</sup>	IV	Mesa redonda y discusión	Consultas

CURSO DE HIDROLOGIA ANDINA	SEDE	MENDOZA - ARG.	HGS 4 1986
	BLOQUE	I - II - III - IV	
HORARIO DE CLASES	MES		
	SEMANA	4	

DIA	HORAS	CLASE		
		MATERIA	TIPO	PROFESOR
Lunes	Mañana	<del>prueba de</del> Evaluación		
	Tarde	Compañía		
Martes	Día entero	Viaje de Compañía		
Miércoles	<del>Día entero</del>	<del>Viaje de</del> Compañía	Libre Evaluación	
Jueves	Mañana	Conferencia	Conf. III	
	Tarde	Conferencia	Conf. IV	
Viernes	Mañana	Acto de clausura Entrega de diplomas		
	Tarde	Regreso a Bs. As.		
Sábado				

12/12  
↑

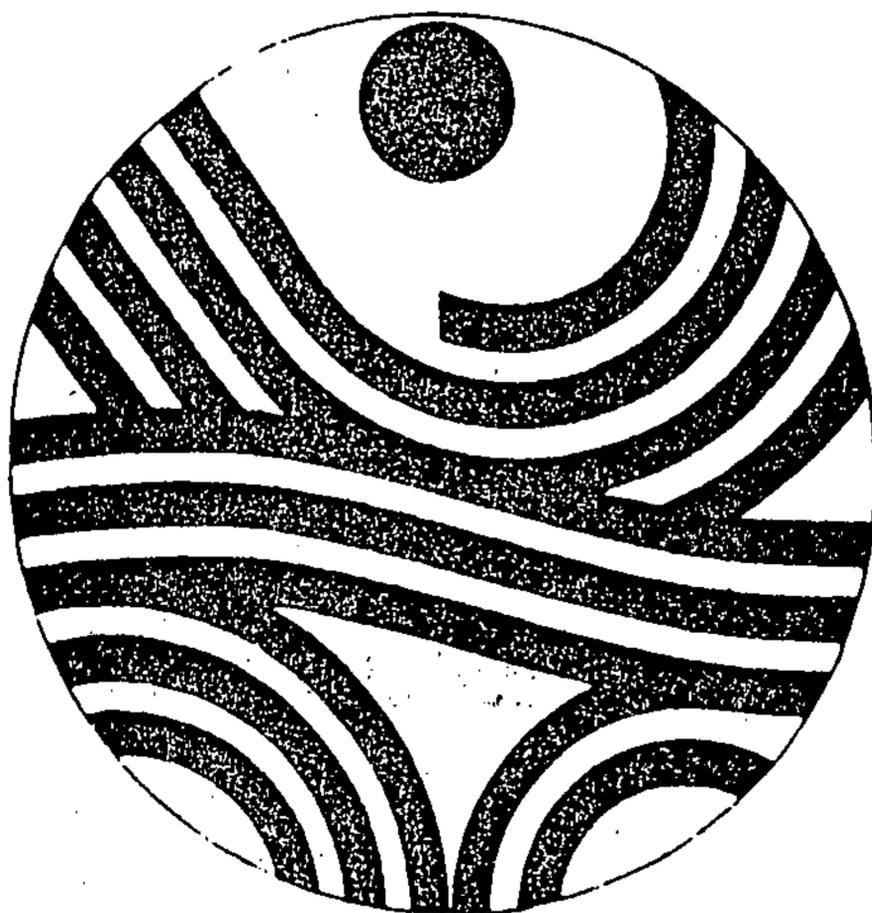
Organización de las Naciones Unidas  
para la Educación, la Ciencia y la Cultura

---

II Reunión de los Comités Nacionales de América del  
Sur para el Programa Hidrológico Internacional

Brasília, 26-29 de julio de 1983

*Informe final*



unesco

---

H) Reunión Regional sobre Hidrología y Nivología

47. Se realizó en Mendoza, Argentina, del 27 al 29 de octubre de 1982, una reunión promovida por el Comité Nacional Argentino para el PHI, el Instituto Argentino de Nivología y Glaciología y UNESCO/ROSTLAC. La reunión contó con la participación de especialistas argentinos, chilenos y canadienses que presentaron cerca de 10 trabajos principalmente sobre el progreso observado en el campo de hidrología y nivología en Argentina y Chile, además de ejemplos canadienses.
48. Se ha observado un avance importante en la utilización de equipamiento para recolección y transmisión de datos hidrometeorológicos por parte de los organismos asistentes, fundamentalmente para zonas de clima frío. En razón de la similitud de requerimientos en cuanto a recolección de datos en forma automatizada, se analizó la conveniencia de un mayor intercambio de experiencias a nivel regional y la necesidad de lograr reuniones más frecuentes entre países vinculados con previsiones hidrológicas para cuencas nivales.
49. Las recomendaciones de la reunión de Mendoza enviadas a la Unesco fueron presentadas a los participantes de esta Reunión, los que las analizaron, las apoyaron y, hechas suyas, son expuestas a continuación.

Recomendación N° 9

La Reunión recomienda a la Unesco:

- a) Apoyar los programas de densificación de redes y el uso de sensores remotos y telemedición para la mejor medición de diferentes variables que permitan conocer el proceso de acumulación y fusión de la nieve.
- b) Apoyar los programas de investigación de los procesos hidrológicos ligados a cuencas nivales y pluvionivales dado que los resultados de estas investigaciones se traducirán en una disminución de la incertidumbre que afecta la toma de decisiones en la operación de las cuencas y el diseño de las obras hidráulicas.
- c) La organización, con la participación de los Comités Nacionales para el PHI de América del Sur, de un taller sobre técnicas de pronóstico hidrológico a corto y largo plazo en cuencas de tipo nival y pluvionival. Se sugiere que los Comités Nacionales para el PHI de Chile y Argentina designen representantes para la preparación del evento.
- d) Que propicie la intensificación del intercambio de información nivoglaciológica entre países andinos a efectos de complementar experiencias, esfuerzos, metodologías, y otros.
- e) Que el curso de nivología y glaciología acordado en la reunión de Miembros de los Comités Nacionales de América del Sur para el PHI, celebrado en 1976, sea patrocinado por Unesco y realizado en 1984.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LAS

### "JORNADAS DE HIDROLOGIA DE NIEVES Y HIELOS EN AMERICA DEL SUR" SANTIAGO, CHILE, Diciembre 1984

---

#### CONCLUSIONES

1. La Reunión se complace en remarcar el interés suscitado por estas Jornadas entre los profesionales especialistas y el ambiente de cordialidad y colaboración reinante.

Es de destacar la concurrencia de miembros de instituciones con problemas de nieve y glaciares, de cuatro países del cono Sur, (Argentina, Bolivia, Chile y Perú) e invitados especiales de Canadá, Japón y Suiza.

2. En las reuniones se trataron ordenada y sucesivamente los siguientes temas:

- 2.1 Relevamientos e inventarios

- 2.2 Mediciones nivológicas y glaciológicas

- 2.3 Experiencias en el uso del instrumental, métodos de medición y estudio comparativo del estado actual del arte, en su desarrollo y performance.

- 2.4 Pronóstico de derrame de corto plazo y largo plazo.

- 2.5 Simulación hidrológica de cuencas nivales y glaciares.

- 2.6 Estudio y sistemas de protección de avalanchas.

- 2.7 Se trató la posibilidad de implementar una más ágil colaboración entre las instituciones con semejantes problemas y análogo origen de su información, proveniente del mismo fenómeno físico.

- 2.8 La Reunión analizó la duración probable y el contenido preliminar del Curso Internacional de Nieves y Hielos para América del Sur, que deberá ser de postgrado a nivel de perfeccionamiento profesional, con el fin de disponer de personal entrenado y actualizado, para el futuro gran esfuerzo a encarar en el mas breve plazo. El programa definitivo será ejecutado conjuntamente por los Comites argentino y chileno del PHI asesorados por los especialistas de Canadá, Suiza y Japón asistentes a este evento.

3. Las exposiciones mostraron la importancia de los trabajos anteriores, consolidada en la Primera Reunión de Agosto de 1961, celebrada en Mendoza (Argentina) entre instituciones argentinas y chilenas.

Fue importante el aporte de los expertos de Suiza, Canadá y Japón, y el provechoso intercambio de opiniones promovido.

Asimismo fue expuesto el panorama mundial sobre la actividad, incluyendo las futuras reuniones internacionales.

4. Fue notable el aporte de documentos gráficos (fotografías, diapositivas, etc.) y se destacó por su carácter de síntesis explicativa de una parte del fenómeno, la película "Rios de Hielo" presentada por Argentina.

#### RECOMENDACIONES

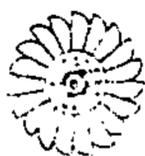
En vista a lo expuesto, analizado, discutido y sintetizado, la Reunión "Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur", recomienda:

1. Solicitar a la UNESCO tome los recaudos necesarios para llevar a cabo el curso internacional regional sobre Nieves y Hielos en la ciudad de Mendoza, (Argentina) recomendado en la II Reunión de Brasilia (Brasil) de los Comités Nacionales de América del Sur para el P.H.I. y programado en el P.H.I. III, el año 1986.
2. Pedir a los presidentes de los Comités Nacionales para el P.H.I. que continúen promoviendo este tipo de reuniones.
3. Asimismo recomendar a las instituciones de los diferentes países del Cono Sur, el mantenerse en contacto y efectuar reuniones de distinto rango para intercambio de experiencias, con frecuencia adecuada a la creciente necesidad de evaluación de los fenómenos en estudio.
4. Propiciar que las instituciones nacionales promuevan en los centros de investigación y universidades, el desarrollo y experimentación de instrumental, métodos de medición, sistemas de transmisión y almacenamiento de datos.

5. Incrementar el uso de la información satelitaria y el apoyo terrestre imprescindible tanto para el mapeo de las regiones nevadas y englaciadas como para el desarrollo acelerado de una cartografía más exacta.
6. Recomendar a las instituciones nacionales, que provean los recursos necesarios humanos y materiales para el desarrollo continuo de las actividades nivológicas y glaciológicas de interés nacional y sudamericano.
7. Acrecentar el intercambio Regional de información y publicaciones técnicas sobre el tema, de manera de obtener un uso continuo de las mismas
8. Recomendar que exista una mayor comunicación entre América del Sur y el resto de los países del mundo, en lo que respecta a todo lo concerniente a Nieves y Hielos, especialmente bajo el auspicio del P.H.I. de UNESCO y del ICSI.
9. Recomendar a los Comités Nacionales del PHI realicen el balance hídrico de las cuencas nevadas andinas y formen Grupos de Trabajo de Coordinación entre los países limítrofes, dentro del marco del PHI.
10. Recomendar que la cordillera de Los Andes sea considerada como una unidad hidrológica, que sea reconocida como tal dentro de la UNESCO y del ICSI y que las publicaciones reflejen que se está promoviendo esta unidad.
11. Recomendar a ROSTLAC, que a través de los Comités Nacionales del PHI se creen Grupos de Trabajo Regionales en los siguientes temas :
  - Uso de la información satelitaria para la nivología y el inventario de glaciares.
  - Simulación hidrológica aplicada a cuencas nivales y glaciares.
  - Estudio de sistemas de prevención y protección de avalanchas.
12. Destacar ante las autoridades nacionales la responsabilidad que les compete, ante el problema de las avalanchas y deslizamientos, propiciando los estudios y la correspondiente adecuada legislación, concernientes a la zonificación y protección de áreas críticas así como a la restricción de asentamientos en estas áreas.

AGRADECIMIENTOS

1. Felicitar al Hidrólogo Regional Sr. Christian Gischler y por su intermedio a ROSTLAC, por la apreciable ayuda y coordinación efectuada para la realización de este evento.
2. Felicitar a los ingenieros señores Mario Fuschini, Vicepresidente del Comité Argentino del PHI y Eugenio Lobo, Presidente del Comité Chileno del PHI, por el éxito y los resultados obtenidos en estas Jornadas.
3. Agradecer el patrocinio a estas Jornadas del Comité Internacional de la Nieve y el Hielo y especialmente al señor Bruno Salm cuyo aporte, especialmente al tema de avalanchas, fué sumamente valioso.
4. Agradecer su colaboración al International Development Research Center (Canadá) y a los participantes señores Kenneth Hewitt, Michael Quick y Gordon Young por su valioso aporte científico y excelente exposición. Especialmente debe agradecerse la colaboración del Dr. Raúl Vicencio que posibilitó la comprensión de los temas expuestos y tratados en inglés.
5. Agradecer al Sr. Renji Naruse del Institute of Low Temperature Science, de Hokkaido University (Japón) su asistencia y excelente exposición sobre los Hielos Patagónicos.
6. Así mismo agradecer al Comité organizador constituido por los señores Andrés Benítez, Presidente, Humberto Peña, Secretario y a la señora Ximena Vargas por la organización y éxito de esta reunión.



PROPUESTA PARA UN PROYECTO DE HIDROLOGIA DE NIEVE I HIELO  
EN LOS ANDES.

Presentada por el Ing. César Portocarrero Rodríguez en representación de la Unidad de Glaciología e Hidrología de la Empresa Regional Electro Norte Medio - HIDRANDINA S.A. del PERU.

ANTECEDENTES

El Perú está ubicado en la costa noroccidental de América del Sur entre las latitudes  $0^{\circ}$  y  $18^{\circ}$  S y longitudes  $69^{\circ}$  y  $81^{\circ}$  W y cruzado de sur a noroeste por la Cordillera de los Andes, la mayor cadena de montañas del continente.

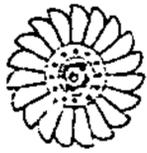
La gran altura promedio de las montañas i las condiciones especiales de clima local i regional permiten la ocurrencia extensiva de glaciares en diferentes áreas, i debido a su amplia distribución se ha agrupado en 20 grupos los cuales están ubicados en los ramales occidental, central i oriental de los Andes peruanos.

De acuerdo al inventario nacional efectuado se cuenta con 3044 glaciares con un área de  $2,041.5 \text{ Km.}^2$  i un volumen estimado de  $55,681 \times 10^6 \text{ m}^3$ . de hielo.

El 91% de los glaciares son del tipo de montaña, siendo el resto del tipo de valle, capas glaciares i glaciares de roca.

ESTUDIOS EN EL AREA GLACIAR

La observación i trabajo en los glaciares se ha iniciado por la década de los años 30, fundamentalmente debido a



- 2 -

a las catástrofes que ocurrieron por efectos de las avalanchas i procesos de aluvionamiento procedentes de las áreas glaciarizadas i desbordes violentos de lagunas de origen glaciario.

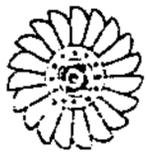
De esta manera se incidió básicamente en un principio en los lugares que reunían condiciones de peligrosidad para efectuar proyectos de obras de seguridad de poblaciones, i todo ello orientado a evitar los citados procesos de aluvionamiento.

Posteriormente a partir de los años sesenta se iniciaron tareas intensivas de investigación glaciario primero en la Cordillera Blanca con sus 720 Km<sup>2</sup>. de extensión (que constituye la mayor masa glaciario en el país) i luego a todo el resto de montañas nevadas estableciéndose por lo tanto el inventario nacional i luego la recopilación de datos de campo.

Los componentes de la investigación glaciario se han orientado a lo siguiente:

1. Mediciones continuas de balance de masas, energía i cinemática, incluyendo mediciones de balance neto, descarga de agua, velocidad de flujo de hielo, radiación, precipitación, temperatura, humedad, viento, etc.
2. Documentación histórica del comportamiento glaciario en épocas pretéritas.

El objetivo de estas observaciones de campo ha sido acumular la documentación suficiente con las variaciones a largo plazo de la criósfera, para establecer cuantitativamente la relación (balance de masas i energía) entre el clima i el comportamiento del glaciario i por consiguiente poner las bases para una in



- 3 -

ferencia cuantitativa del clima a partir de la respuesta del glaciar. Este proyecto evidentemente tiene implicaciones a nivel nacional como internacional.

A nivel nacional el proyecto es relevante para el entendimiento del balance hidrológico regional, importante a su vez en el propósito de generación de energía hidroeléctrica i también para fines de agrícolas i de consumo poblacional.

Un estudio completo de la continuidad del balance de masas, energía, cinemática de un solo glaciar permitirá la determinación de los componentes pertinentes del balance hidrológico de manera de estimar las descargas totales de agua por efectos del retroceso glaciar i ello incidir en el planeamiento a largo período de los recursos energéticos en el país.

A nivel internacional se viene contribuyendo al Inventario Mundial de glaciares.

La lógica extensión a nivel global de las mediciones de largo período del balance de masas, energía i cinemática de los glaciares seleccionados

De igual manera para la mitad tropical del planeta no puede olvidarse una perspectiva global para la cual hay pocos glaciares con características idóneas para su investigación.

#### CONDICIONES PARA UN PROYECTO NACIONAL E INTERNACIONAL.

##### DESDE EL PUNTO DE VISTA NACIONAL.

1. En vista del marcado retroceso anual de los glaciares tropicales es importante acelerar los trabajos de investigación de su régimen para establecer las condiciones que presentarán



en el futuro en relación con su aprovechamiento hidroenergético agrícola i de consumo poblacional.

2. Es necesario una mayor capacitación académica a nivel regional para lograr los objetivos que se persiguen.
3. En vista del éxito obtenido en la investigación con muestras procedentes de perforaciones en hielo conviene continuarlas de tal manera de establecer un patrón climático pasado a nivel nacional i luego correlacionar con el clima del continente i finalmente a nivel global.

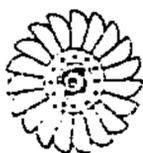
#### DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNACIONAL.

1. Teniendo en cuenta que el retroceso a nivel global de las lenguas glaciares es uno de los indicadores más confiables con respecto al fenómeno relativo a que el balance de energía de la superficie de la tierra ha cambiado marcadamente en una escala global en los últimos 100 años, el pronóstico del comportamiento futuro del glaciar se convierte en una tarea de importancia creciente en muchas partes del mundo.
2. Considerando la influencia de de las variaciones de un glaciar i del escurrimiento, es esencial para el diseño de esquemas hidroeléctricos en regiones montañosas, para irrigaciones en regiones semiáridas en muchas partes del mundo i para estimar el efecto de la fusión glaciar en las variaciones del nivel del mar, por lo cual conviene efectuar el monitoreo permanente de glaciares así como la toma de datos en forma normalizada para su aplicación común en el continente i a nivel global.



PROPUESTA PROPIAMENTE DICHA:

1. A nivel de países andinos se debe procurar i propender al estudio del régimen glaciar mediante el monitoreo i toma de datos en forma normalizada i standarizada, creando un banco de datos a nivel regional para intercambio de los mismos, tratándose con ello de lograr una mejor interpretación i aplicación en las realidades particulares de cada país.
2. Por lo tanto es necesario la permanente capacitación i actualización de conocimientos a nivel andino para la correcta ejecución de las acciones planteadas.
3. Siendo la instrumentación un elemento vital para la investigación glaciar conviene solicitar a UNESCO, la implementación con tales elementos en las áreas donde sean deficitarias.
4. Dada la creciente intervención del bióxido de carbono i gases de invernadero en el cambio de clima global, la importancia de lo mencionado en el párrafo 1 es creciente.
5. Siendo la investigación en perforaciones de hielo útil para establecer las condiciones de clima pasadas, así como para el conocimiento de otros fenómenos tanto oceánicos como históricos conviene lograr la colaboración en los programas que están en marcha en los andes peruanos.



PROPUESTA PARA UN PROYECTO DE HIDROLOGIA DE NIEVE I HIELO  
EN LOS ANDES.

Presentada por el Ing. César Portocarrero Rodríguez en representación de la Unidad de Glaciología e Hidrología de la Empresa Regional Electro Norte Medio - HIDRANDINA S.A. del PERU.

ANTECEDENTES

El Perú está ubicado en la costa noroccidental de América del Sur entre las latitudes 0° y 18° S y longitudes 69° y 81° W y cruzado de sur a noroeste por la Cordillera de los Andes, la mayor cadena de montañas del continente.

La gran altura promedio de las montañas i las condiciones especiales de clima local i regional permiten la ocurrencia extensiva de glaciares en diferentes áreas, i debido a su amplia distribución se ha agrupado en 20 grupos los cuales están ubicados en los ramales occidental, central i oriental de los Andes peruanos.

De acuerdo al inventario nacional efectuado se cuenta con 3044 glaciares con un área de 2,041.5 Km.<sup>2</sup> i un volumen estimado de 55,681 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. de hielo.

El 91% de los glaciares son del tipo de montaña, siendo el resto del tipo de valle, capas glaciares i glaciares de roca.

ESTUDIOS EN EL AREA GLACIAR

La observación i trabajo en los glaciares se ha iniciado por la década de los años 30, fundamentalmente debido a

a las catástrofes que ocurrieron por efectos de las avalanchas i procesos de aluvionamiento procedentes de las áreas glaciarizadas i desbordes violentos de lagunas de origen glaciar.

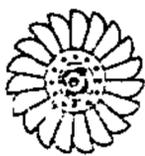
De esta manera se incidió básicamente en un principio en los lugares que reunían condiciones de peligrosidad para efectuar proyectos de obras de seguridad de poblaciones, i todo ello orientado a evitar los citados procesos de aluvionamiento.

Posteriormente a partir de los años sesenta se iniciaron tareas intensivas de investigación glaciar primero en la Cordillera Blanca con sus 720 Km<sup>2</sup>. de extensión (que constituye la mayor masa glaciar en el país) i luego a todo el resto de montañas nevadas estableciéndose por lo tanto el inventario nacional i luego la recopilación de datos de campo.

Los componentes de la investigación glaciar se han orientado a lo siguiente:

1. Mediciones continuas de balance de masas, energía i cinemática, incluyendo mediciones de balance neto, descarga de agua, velocidad de flujo de hielo, radiación, precipitación, temperatura, humedad, viento, etc.
2. Documentación histórica del comportamiento glaciar en épocas pretéritas.

El objetivo de estas observaciones de campo ha sido acumular la documentación suficiente con las variaciones a largo plazo de la criósfera, para establecer cuantitativamente la relacion (balance de masas i energía) entre el clima i el comportamiento del glaciar i por consiguiente poner las bases para una investigación.



- 3 -

ferencia cuantitativa del clima a partir de la respuesta del glaciar. Este proyecto evidentemente tiene implicaciones a nivel nacional como internacional.

A nivel nacional el proyecto es relevante para el entendimiento del balance hidrológico regional, importante a su vez en el propósito de generación de energía hidroeléctrica i también para fines de agrícolas i de consumo poblacional.

Un estudio completo de la continuidad del balance de masas, energía, cinemática de un solo glaciar permitirá la determinación de los componentes pertinentes del balance hidrológico de manera de estimar las descargas totales de agua por efectos del retroceso glaciar i ello incidir en el planeamiento a largo período de los recursos energéticos en el país.

A nivel internacional se viene contribuyendo al Inventario Mundial de glaciares.

La lógica extensión a nivel global de las mediciones de largo período del balance de masas, energía i cinemática de los glaciares seleccionados.

De igual manera para la mitad tropical del planeta no puede olvidarse una perspectiva global para la cual hay pocos glaciares con características idóneas para su investigación.

#### CONDICIONES PARA UN PROYECTO NACIONAL E INTERNACIONAL.

##### DESDE EL PUNTO DE VISTA NACIONAL.

1. En vista del marcado retroceso anual de los glaciares tropicales es importante acelerar los trabajos de investigación de su régimen para establecer las condiciones que presentarán

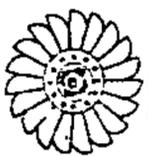


en el futuro en relación con su aprovechamiento hidroenergético agrícola i de consumo poblacional.

2. Es necesario una mayor capacitación académica a nivel regional para lograr los objetivos que se persiguen.
3. En vista del éxito obtenido en la investigación con muestras procedentes de perforaciones en hielo conviene continuarlas de tal manera de establecer un patrón climático pasado a nivel nacional i luego correlacionar con el clima del continente i finalmente a nivel global.

#### DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNACIONAL.

1. Teniendo en cuenta que el retroceso a nivel global de las lenguas glaciares es uno de los indicadores más confiables con respecto al fenómeno relativo a que el balance de energía de la superficie de la tierra ha cambiado marcadamente en una escala global en los últimos 100 años, el pronóstico del comportamiento futuro del glaciar se convierte en una tarea de importancia creciente en muchas partes del mundo.
2. Considerando la influencia de de las variaciones de un glaciar i del escurrimiento, es esencial para el diseño de esquemas hidroeléctricos en regiones montañosas, para irrigaciones en regiones semiáridas en muchas partes del mundo i para estimar el efecto de la fusión glaciar en las variaciones del nivel del mar, por lo cual conviene efectuar el monitoreo permanente de glaciares así como la toma de datos en forma normalizada para su aplicación común en el continente i a nivel global.



PROPUESTA PROPIAMENTE-DICHA.-

1. A nivel de países andinos se debe procurar i propender al estudio del régimen glaciar mediante el monitoreo i toma de datos en forma normalizada i standarizada, creando un banco de datos a nivel regional para intercambio de los mismos, tratándose con ello de lograr una mejor interpretación i aplicación en las realidades particulares de cada país.
2. Por lo tanto es necesario la permanente capacitación i actualización de conocimientos a nivel andino para la correcta ejecución de las acciones planteadas.
3. Siendo la instrumentación un elemento vital para la investigación glaciar conviene solicitar a UNESCO, la implementación con tales elementos en las áreas donde sean deficitarias.
4. Dada la creciente intervención del bióxido de carbono i gases de invernadero en el cambio de clima global, la importancia de lo mencionado en el párrafo 1 es creciente.
5. Siendo la investigación en perforaciones de hielo útil para establecer las condiciones de clima pasadas, así como para el conocimiento de otros fenómenos tanto oceánicos como históricos conviene lograr la colaboración en los programas que están en marcha en los andes peruanos.

PROGRAMA SUBREGIONAL DE HIDROLOGIA DE NIEVES Y HIELOS  
ENTRE PAISES ANDINOS Y CANADA

---

PRESENTACION DEL COMITE CHILENO PARA EL PHI

1.- INTRODUCCION

1.1.- INVITACION A TALLER

La Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe (ORCYT), de UNESCO, con el co-auspicio del CONAPHI de Argentina, ha enviado una invitación al Comité Chileno para el PHI a participar en un Taller Subregional que se llevará a cabo entre el 8 y 11 de Agosto de 1989 en Mendoza (Argentina), con el propósito de definir un proyecto de cooperación regional entre los países andinos y Canadá en materia de hidrología de nieves y hielos.

El objetivo general del taller será el de establecer el contenido definitivo y los aspectos operativos de un curso de hidrología de nieves y hielos a realizarse a fines de 1990, así como el establecimiento de un grupo de trabajo permanente sobre el tema y la definición de posibles líneas de investigación compartida entre los países andinos y Canadá.

1.2.- ANTECEDENTES

Durante las jornadas de Hidrología de Nieve y Hielos de América del Sur realizadas en Santiago de Chile entre el 3 y 8 de diciembre de 1984, organizadas por el CONAPHI de Chile con el auspicio de ORCYT, dentro del marco del PHI, se propuso la realización de un curso de hidrología de nieves y hielos. Este curso sería organizado por el CONAPHI de Argentina, con colaboración del CONAPHI de Chile y el patrocinio de ORCYT.

Con el propósito de definir un programa del curso se designaron por parte de los Comités Nacionales del PHI de Argentina y Chile sendos grupos ad-hoc. Con posterioridad se intercambiaron diversas comunicaciones para lograr un programa que recogiera los planteamientos de ambos comités. Finalmente, durante la reunión Chileno-Argentina sobre Nivología, celebrada en Central Pilmaiquén (Chile) entre el 29 y 31 de Octubre de 1985, se analizaron los programas provisionales preparados por ambos países, elaborándose más tarde un programa común, que sería propuesto como definitivo.

Por otra parte, dentro de los programas de cooperación internacional se establecieron contactos con Canadá, país que ha manifestado interés en desarrollar un proyecto de cooperación subregional con los países andinos sobre el tema de la hidrología de nieves y hielos.

### 1.3.- PARTICIPACION DEL CONAPHI DE CHILE

Teniendo en cuenta los antecedentes señalados y la invitación cursada por ORCYT, el CONAPHI de Chile, en sesión del día 9 de Junio de 1989, acordó proponer a los Ingenieros Sres. Humberto Peña de la Dirección General de Aguas y Francisco Verni de ENDESA, para asistir a la reunión de Mendoza y redactar un documento de presentación de los planteamientos del CONAPHI de Chile. Asimismo se acordó incorporar al grupo de trabajo a representantes de las Universidades, relacionados con el tema de la hidrología de nieves y hielos, para participar en la elaboración del mencionado documento.

### 1.4.- OBJETIVO DEL INFORME

El presente informe tiene como objetivos dar a conocer la posición del CONAPHI de Chile en relación al curso de hidrología de nieves y hielos que se realizará a fines de 1990 en Argentina y las líneas de investigación posible de un proyecto de cooperación subregional entre los países andinos y Canadá.

La presentación del CONAPHI de Chile resume los acuerdos logrados con el CONAPHI de Argentina en cuanto al programa y contenido del curso, así como da a conocer la importancia para Chile de un proyecto de cooperación en el tema de la hidrología de nieves y hielos, objetos y alcances del proyecto y características de su desarrollo.

## 2.- CURSO DE HIDROLOGIA DE NIEVES Y HIELOS

### 2.1.- OBJETIVOS DEL CURSO

El curso tiene por objetivo especializar en hidrología de nieves y hielos a profesionales con experiencia en hidrología general. En especial se pretende entregar a los participantes una sólida formación en :

- Los procesos físicos e hidrológicos involucrados en la hidrología de la nieve y el hielo.
- Los métodos de medición relativos a la nieve, al hielo y a los parámetros meteorológicos que se utilizan en las regiones nevadas con fines hidrológicos.
- Los métodos de evaluación de recursos hídricos y de crecidas, y en el pronóstico de caudales en cuencas nivales y nivo-glaciales, con énfasis en el uso de modelos de simulación.

### 2.2.- NUMERO Y SELECCION DE PARTICIPANTES

El número de participantes no debiera superar las 20 personas, para asegurar un aprovechamiento aceptable de las sesiones de ejercicios y las prácticas en terreno.

Se estima que el número de participantes por país sea el siguiente :

- |   |           |   |    |
|---|-----------|---|----|
| - | Argentina | : | 10 |
| - | Chile     | : | 6  |
| - | Perú      | : | 2  |
| - | Bolivia   | : | 2  |

Considerando el carácter del curso, los participantes debieran ser profesionales universitarios con experiencia previa (un mínimo de 3 años) en temas generales de hidrología. Además ellos debieran acreditar un estado de salud compatible con el lugar donde se desarrollen los trabajos prácticos de campo.

### 2.3 PROFESORES

Se considera importante la participación de profesores extranjeros, particularmente canadienses, en atención a las posibilidades de establecer un proyecto de cooperación.

Sería preciso reactivar los contactos establecidos anteriormente e indagar posibilidades de conseguir profesores especialistas en las áreas de meteorología y micrometeorología de montaña, mediciones e instrumentos y modelos de simulación.

La participación de profesores argentinos y chilenos en el curso estaría orientada a complementar los temas tratados por los especialistas extranjeros y desarrollar materias relacionadas con aspectos específicos de las condiciones locales de nuestra cordillera.

### 2.4.- ASPECTOS ORGANIZATIVOS Y DESARROLLO DEL CURSO

La duración del curso se estima en 4 semanas, durante las cuales deben distribuirse equilibradamente las clases teóricas, sesiones de ejercicios y prácticas en terreno. Las sesiones de ejercicios deberían permitir aplicar en casos concretos las técnicas expuestas durante las clases teóricas. En especial se considera fundamental el trabajo en terminales de computación con programas estadísticos y modelos de simulación. Las prácticas en terreno deberían estar orientadas a facilitar un conocimiento cabal de las técnicas de medición con fines hidrológicos de nieves y hielos, y de las variables meteorológicas vinculadas al balance energético del manto nival.

Es indispensable disponer de la adecuada infraestructura para el desarrollo del curso. Sería conveniente disponer de microcomputadores o terminales en cantidad suficiente para los grupos de trabajo que se formen. Se estima que 5 sería un número adecuado de equipos, suponiendo que los grupos estén constituidos por 4 alumnos.

Es fundamental poder contar con material didáctico antes o, al menos, durante el desarrollo del curso.

## 2.5.- PROGRAMA DEL CURSO

A continuación se expone el programa propuesto, el cual resume los planteamientos de los Comités Nacionales del PHI de Argentina y Chile.

### CURSO DE HIDROLOGIA DE NIEVES Y HIELOS

#### I. Introducción

- 1.- Características de las regiones montañosas.
- 2.- Sistemas de circulación atmosféricas y su relación con la orografía.
- 3.- Características climáticas de la zona de montaña.
- 4.- Precipitaciones en montaña: nival, pluvial o mixta.

#### II. Propiedades de la nieve y el hielo. Procesos físicos e hidrológicos relacionados

- 1.- Propiedades físicas de la nieve.
- 2.- Procesos de acumulación de mantos de nieve.
- 3.- Evolución del manto nival.
- 4.- Balance de energía.
- 5.- Glaciares :
  - a) Tipos de glaciares
  - b) Teoría de los glaciares
  - c) Hidráulica de glaciares
- 6.- Escorrentía en campos de nieve y hielo.

### III. Sistemas de medición y adquisición de datos

- 1.- Nieve : densidad, equivalente en agua, etc. Aptitud de los lugares de observación. Métodos de medición.
- 2.- Precipitación mixta : instrumental empleado. Defensas y protectores del viento.
- 3.- Otros parámetros meteorológicos : instrumental de sensores empleados. Calibración y contraste.
- 4.- Caudal : instrumental y equipamiento empleado. Métodos en uso.
- 5.- Unidades de adquisición automática de datos. Almacenamiento local y teletransmisión a distancia.
- 6.- Técnicas especiales :
  - a) Micrometeorología
  - b) Sensores remotos
  - c) Uso de isótopos

### IV.- Hidrología andina

- a) Evaluación
  - a.1 Recursos Hídricos
    - a.1.1 Métodos de balance
    - a.1.2 Métodos estadísticos
    - a.1.3 Métodos complementarios
  - a.2 Crecidas
    - a.2.1 Métodos hidrometeorológicos
    - a.2.2 Métodos estadísticos
- b) Modelos de simulación
  - b.1 Modelos continuos
  - b.2 Modelos discontinuos
- c) Pronósticos de caudales
  - c.1 Métodos de simulación
  - c.2 Métodos estadísticos

## 2.6 PARTICIPACION DE PROFESORES CHILENOS

Se ha establecido contacto con especialistas ligados al tema de la hidrología de nieves y hielos.

En principio se contaría con el concurso de tres profesionales, los que se señalan a continuación :

- Ing. Andrés Benítez G.
- Ing. Humberto Peña T.
- Ing. Ludwig Stowhas B.

Las materias que podrían abordar serían, según los puntos del programa :

- Tema I.4
- Tema II.1, II.2, II.3, II.4, II.5 c), II.6
- Tema III.6
- Tema IV.a.2, IV.b), IV.c.1, IV.c.2

Los antecedentes curriculares se presentan en anexo.

### 3.- PROYECTO DE COOPERACION SUB-REGIONAL

#### 3.1.- IMPORTANCIA DE UN PROYECTO EN EL TEMA DE HIDROLOGIA DE NIEVES Y HIELOS PARA CHILE

La situación geográfica de Chile, ubicado entre la Cordillera de Los Andes y el Océano Pacífico, y las características climáticas de una extensa zona del país, la que presenta un clima árido o mediterráneo, son factores que otorgan a los recursos hídricos que se acumulan en forma de nieve (hielo) en las grandes montañas un papel decisivo en sus posibilidades de desarrollo socio-económico. Estas regiones, que estacionalmente se cubren de nieve, representan para la zona de Chile que se encuentra al norte del paralelo 35, no menos de un 90% de sus recursos hídricos, y para la zona al sur de dicho paralelo una proporción menor, pero también importante.

Adicionalmente es necesario destacar que estos caudales presentan la significativa ventaja de tener una distribución temporal que se ajusta muy bien a la fluctuación estacional de las demandas de agua para fines agrícolas, el principal uso consuntivo del recurso. Por su parte, las masas de hielo permanente, que en la región central del país alcanzarían a los 700 km<sup>2</sup>, constituyen una fuente de agua especialmente importante en los meses críticos de escasez, ya que escurren al término del período de verano y durante los años de extrema sequía.

El retardo que se presenta entre la acumulación de nieves en la cordillera y el período de derretimiento, permite prever los caudales con meses de anticipación; hecho que es aprovechado para realizar pronósticos de los caudales del período de deshielo.

Para apreciar la importancia de los recursos hídricos de origen nival en el desarrollo del país, se puede señalar que: ellos constituyen la base de la agricultura de riego, con aproximadamente 1.200.000 há regadas, lo que representa un 65% del total de la producción agrícola; son la fuente de energía hidroeléctrica, la cual alcanza al 60% de la potencia total instalada en el país; permiten el desarrollo de los

principales centros mineros emplazados en la alta cordillera de Los Andes; abastecen de agua potable a la concentración urbana más importante y constituyen un elemento vital para el asentamiento de una creciente actividad turística de montaña.

Resulta también importante destacar el papel que desempeña la nieve en relación a las crecidas de origen pluvio-nival que afectan los cauces que cruzan las zonas más pobladas del país.

De acuerdo a lo anterior, es evidente que para el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos de Los Andes Chilenos se requiere un conocimiento profundo de la hidrología de nieves y hielos de esas regiones. Sin embargo, es necesario reconocer que dicho conocimiento presenta hoy en día importantes vacíos, los que deben ser investigados para alcanzar, en una primera instancia, una comprensión cabal de los fenómenos y, posteriormente, desarrollar los procedimientos de estudio y diseño adecuados a las necesidades de la ingeniería hidrológica. Estas deficiencias, en buena medida, se explican por las dificultades que presenta el medio geográfico, el alto costo y riesgo involucrado en la obtención de información de alta montaña, la gran extensión del área, y las características propias de los procesos asociados a la nieve y el hielo en la Cordillera de Los Andes, las que limitan la posibilidad de transferir directamente las investigaciones desarrolladas en otras regiones y hace imprescindible la realización de un esfuerzo de investigación original. No obstante las dificultades señaladas, cabe destacar que en los últimos años en Chile una parte de estos obstáculos se han ido removiendo debido, por una parte, a la creciente actividad que se observa en la zona andina, en especial relacionada con inversiones en minería, hidroelectricidad y turismo, y por otra, a los avances en las técnicas de obtención de información.

La situación recién descrita muestra el gran interés que tiene para Chile la realización de un proyecto de carácter subregional, en el marco del PHI, con el apoyo de países como Canadá, que son líderes

en estos temas y las buenas condiciones que tiene el país para hacer un aporte efectivo a su éxito.

### 3.2 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PROYECTO

Considerando que entre las cadenas montañosas a nivel mundial, los Andes Sudamericanos son posiblemente los menos conocidos desde el punto de vista hidrológico y meteorológico, y que por su altitud y ubicación presenta una gran variedad de fenómenos poco estudiados a nivel mundial, se estima que, en un marco flexible y tomando en cuenta las necesidades de cada país, el énfasis del proyecto debiera estar en el conocimiento básico de la hidrología de nieves y hielos y de las variables meteorológicas conexas. En especial, los objetivos que se proponen para el proyecto son :

- a) Investigar la distribución espacial de las variables hidrometeorológicas en la Cordillera de Los Andes, en especial *aquellos* las variables que tienen relación directa con los procesos de acumulación y fusión de las nieves (hielo).
- b) Estudiar los procesos de acumulación, derretimiento y generación de la esorrentía en la Alta Cordillera, con vistas a su modelación matemática, validando expresiones desarrolladas en otras regiones o generando otras nuevas más adecuadas a la realidad de la zona.
- c) Favorecer la formación de personal especializado en hidrología de nieves y hielos en los países de la Región.
- d) Fortalecer las actividades regionales en el tema de la hidrología de nieves y hielos, desarrollando infraestructura material y humana de investigación en los países y ~~creando~~ *estableciendo* las bases para una amplia cooperación internacional en torno a los problemas hidrológicos de ~~los Andes Sudamericanos.~~

*la Cordillera de Los Andes*

### 3.3 DESARROLLO DEL PROYECTO. ASPECTOS CIENTIFICO-TECNICOS

Se propone la estructuración del proyecto en torno a la selección de un conjunto integrado de cuencas representativas de la Cordillera de los Andes, en las cuales se efectúe un gran esfuerzo de adquisición de datos hidrológicos y meteorológicos a través de una instrumentación moderna, permitiendo el desarrollo de investigaciones específicas en torno a:

- La determinación de las variables meteorológicas de importancia en hidrología de nieves y su distribución altitudinal. En este ámbito se incluiría por ejemplo el estudio de variables tales como la precipitación, acumulación nival, temperaturas, radiación de onda corta y larga, balances radiativos, contenido de vapor de agua en el aire, etc., dando énfasis especial a los problemas que presenta la alta cordillera.
- El estudio de los procesos relativos al derretimiento de la nieve (hielo), incluyendo el análisis detallado del balance energético del manto nival y, en las zonas que sea pertinente, la interacción entre las precipitaciones líquidas y la nieve acumulada. Esta labor supone la instalación en lugares seleccionados de laboratorios de nieves que entreguen información de estos procesos a una escala local.
- La integración de los estudios anteriores a través de la formulación de modelos matemáticos que simulen la generación de la escorrentía a nivel de cuencas, para lo cual se deberá analizar en detalle los procesos que se desarrollan una vez que el agua líquida se incorpora al suelo.

### 3.4 DESARROLLO DEL PROYECTO. ASPECTOS ORGANIZATIVOS

De acuerdo a la concepción del Comité Chileno para el PHI, el proyecto debiera tener la estructura de un Programa de Investigación Coordinado, con un organismo responsable en cada país del adecuado avan-

ce del proyecto, y con un amplio y fluído intercambio de experiencias y profesionales a nivel horizontal y entre la subregión y Canadá.

Para el desarrollo del programa se propone que las contrapartes nacionales debieran centrar su aporte en:

- El acondicionamiento de la infraestructura para la instrumentación de las cuencas seleccionadas.
- Las labores de instalación y operación del instrumental, incluyendo el procesamiento de la información que se genere.
- Poner a disposición del proyecto a un equipo de investigadores nacionales, los que realizarían su labor en forma coordinada con los expertos de Canadá.

El aporte externo se estima que debiera incluir :

- El apoyo de investigadores canadienses en las diversas líneas de investigación.
- El financiamiento de instrumental para la implementación de las cuencas seleccionadas.
- El otorgamiento de becas y facilidades para el entrenamiento de personal nacional.

En el caso de Chile, se estima que en el país habría interés para la realización de labores de implementación e investigación hasta en 3 zonas: una próxima a la ciudad de Santiago, a la latitud de 33°, una segunda en una cuenca más árida y de gran elevación, ubicada al norte de la ciudad de Santiago, aproximadamente a los 29° Lat.S. y la última en una región de mayor pluviosidad y menor elevación, a los 38° Lat.S.

A N E X O

ANTECEDENTES CURRICULARES DE POSIBLES PROFESORES CHILENOS AL  
CURSO DE HIDROLOGIA DE NIEVES Y HIELOS A CELEBRARSE EN MENDOZA  
A FINES DE 1990

---

NOMBRE : ANDRES BENITEZ GIRON

- Ingeniero Civil. Universidad de Chile (1956)
- Jefe de la División Estudios Hidrológicos de Empresa Nacional de Electricidad S.A. (1961-1985)
- Profesor de Hidrología en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile (1962, 1984). Actualmente profesor de memorias de título en dicha Escuela.

Trabajos e investigaciones mas relevantes en el tema :

- Pronósticos de deshielo de los afluentes a las centrales hidroeléctricas del Sistema Interconectado Central.
- Estudio de las zonas nevadas de Chile entre los paralelos 38 y 42° lat. S. Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. Santiago de Chile. PHI, UNESCO. 1984.
- Resultados y confiabilidad de las rutas de nieve. Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. Santiago de Chile. PHI, UNESCO. 1984.
- Pronósticos de deshielo en Chile. Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. Santiago de Chile. PHI, UNESCO. 1984.
- Participación en jornadas sobre Pronósticos de Derretimiento de Nieves organizadas por UNESCO y IANIGLA. Mendoza, Argentina, 1982.
- Previsión diaria de la onda de deshielo del río Cachapoal en base a temperaturas. Primeras Jornadas de Nivología y Glaciología. Mendoza, Argentina, 1969.
- Las previsiones de escurrimiento de deshielo y el desarrollo hidroeléctrico de Chile. Seminario Regional de Hidrología de América Latina. UNESCO. Buenos Aires, Argentina. 1967.

NOMBRE : HUMBERTO PEÑA TORREALBA

- Ingeniero Civil Hidráulico. Universidad Católica de Chile. (1970)
- Jefe Sub-Depto. Estudios Hidrológicos. Depto. de Hidrología. Dirección General de Aguas.
- Profesor Asociado. Universidad de Chile.

Trabajos e investigaciones más relevantes en el tema :

- Non-meteorological Flood disasters in Chile. Technical Conference on the Hydrology of Disasters. W.M.O. 1988.
- Snowmelt-runoff simulation model of a central Chile andean basin with relevant orographic effects. Proc. of the Vancouver Symposium. IAHS publ. 166. 1987.
- Aspects of Glacial Hidrology in Patagonia. Glaciological Research N 4. Japanese Society of Snow and Ice. 1987.
- Mediciones de O-18 y H-2 en Penitentes de Nieve: Seminario sobre la Aplicación de Técnicas Isotópicas en A. Latina. México. Organización Internacional de Energía Atómica. 1987.
- Análisis de aluvión de Mayo de 1985 del glaciar Tronquitos, río Manflas. Cuenca del río Copiapó. VIII Congreso Nacional de la Soc. Chilena de Ing. Hidráulica. 1987.
- Simulación de la escorrentía de deshielo en una cuenca nivo-glacial de Los Andes de Chile Central. VII Congreso Nacional de la Soc. Chilena de Ing. Hidráulica. 1987.
- Short Term Snowmelt Flow Forecast System. Microprocessors in Operational Hidrology. World Meteorological Organization (Ed). 1986.
- Estimación de las tasas de Derretimiento de nieve. VII Congreso Nacional de la Soc. Chilena de Ingeniería Hidráulica. 1985.
- Simulación de crecidas producidas por vaciamiento de represas de hielo. VII Congreso Nacional de la Soc. Chilena de Ingeniería Hidráulica. 1985.

- Procedimiento para la estimación de crecidas en cuencas nivales. VII Congreso Nacional de la Sociedad Chilena de Hidrología. 1985.
- Caracterización del manto nival, mediciones de ablación y balance de masa en glaciar Echaurren Norte (1975-1983). Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. UNESCO-PHI. Santiago, Chile. 1984.
- Balance Radiactivo del manto de nieve de la alta cordillera de Santiago. Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. UNESCO-PHI. Santiago, Chile. 1984.
- Análisis de relaciones del manto de nieve, variables meteorológicas y la fusión de la nieve. Alta cordillera de Santiago. Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. UNESCO-PHI. Santiago, Chile. 1984.
- Consideraciones acerca del pronóstico de caudales de deshielo. Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. UNESCO-PHI. Santiago, Chile. 1984.
- Pronóstico de caudales de deshielo en el corto plazo. VI Congreso Nacional de Soc. Chilena de Ing. Hidráulica. 1983.
- Análisis de una crecida por vaciamiento de una represa glacial. VI Congreso Nacional de Soc. Chilena de Ingeniería Hidráulica. 1983.
- Medición de la variable cobertura de nieve y su aplicación al estudio de deshielo en cuencas andinas chilenas. VI Congreso Nacional de Soc. Chilena de Ing. Hidráulica. 1983.
- Estimación de caudales medios en cuencas de montaña en función de sus características fisiográficas. V Congreso de Soc. Chilena de Hidrología. 1981.
- Aplicación de Análisis de componentes principales en el dominio temporal, al pronóstico de caudales. IV Coloquio de la Sociedad Chilena de Hidrología. 1979.
- Investigaciones Hidrológicas en Glaciares de Los Andes centrales. III Coloquio de la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica. 1977.

NOMBRE : LUDWIG STOWHAS BORGHETTI

- Ingeniero Civil : Universidad de Chile (1968)
- Master of Science, Universidad de California (1975)
- Profesor del Departamento de Obras Civiles. Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso.
- Profesor de Hidrología en la Universidad Técnica Federico Santa María

Trabajos e Investigaciones más relevantes en el tema:

- Estimación de Crecidas de Diseño en Cuencas Mixtas Pluvio-Nivales, VII Congreso Nacional de Ingeniería Hidráulica, Concepción, 1985.
- Simulación y Maximización de Tasas de Derretimiento de Nieves, Jornadas de Hidrología Nieves y Hielos en América del Sur, PHI, UNESCO, Santiago, 1984.
- Crecidas de Deshielo, Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur, PHI, UNESCO, Santiago, 1984.
- Técnicas Nucleares en el Estudio de Nieves y Hielos, Seminario Aplicaciones de Isótopos y Radiaciones, Comisión Chilena de Energía Nuclear, Universidad de Santiago, 1984.
- Tasa de Derretimiento Máximo Probable en un Manto de Nieve, VI Congreso Nacional de Hidráulica, Santiago, 1983.
- Modelos Matemáticos en Hidrología de Nieves, 2a. Mesa Redonda en Hidrología, Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica, Santiago, 1975.
- Simulation of Energy Budget and Melting Processes in Snowed Systems under Data Constraints, MS Thesis, University of California, Davis, 1975.
- Variation in the Isotopic Content of Precipitation with Altitude, IAEA. Research Contract 813/B, Final Report, 1975.
- Measuring the Isotopic Content of Precipitation in the Andes, Symposium on the Role of Snow and Ice in Hydrology, UNESCO, OMM, Banff, Canada, 1972.

- Resumen de Algunas Investigaciones en Hidrología de Cuencas Nivales, 1er. Coloquio Nacional de Hidráulica, Santiago, 1971.
- Uso de Radio Isótopos en la Medición de la Densidad de la Nieve, Jornadas Aplicación de Isótopos en Hidrología, Publicación SHR 4, Depto. Obras Cíviles, Universidad de Chile, 1968.
- Instalación y Operación de un Laboratorio de Hidrología de Nieves, Publ. SHR1, Depto. Obras Cíviles, Universidad de Chile, 1968.

PROGRAMA SUBREGIONAL DE HIDROLOGIA DE NIEVES Y HIELOS  
ENTRE PAISES ANDINOS Y CANADA

---

PRESENTACION DEL COMITE CHILENO PARA EL PHI

1.- INTRODUCCION

1.1.- INVITACION A TALLER

La Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe (ORCYT), de UNESCO, con el co-auspicio del CONAPHI de Argentina, ha enviado una invitación al Comité Chileno para el PHI a participar en un Taller Subregional que se llevará a cabo entre el 8 y 11 de Agosto de 1989 en Mendoza (Argentina), con el propósito de definir un proyecto de cooperación regional entre los países andinos y Canadá en materia de hidrología de nieves y hielos.

El objetivo general del taller será el de establecer el contenido definitivo y los aspectos operativos de un curso de hidrología de nieves y hielos a realizarse a fines de 1990, así como el establecimiento de un grupo de trabajo permanente sobre el tema y la definición de posibles líneas de investigación compartida entre los países andinos y Canadá.

1.2.- ANTECEDENTES

Durante las jornadas de Hidrología de Nieve y Hielos de América del Sur realizadas en Santiago de Chile entre el 3 y 8 de diciembre de 1984, organizadas por el CONAPHI de Chile con el auspicio de ORCYT, dentro del marco del PHI, se propuso la realización de un curso de hidrología de nieves y hielos. Este curso sería organizado por el CONAPHI de Argentina, con colaboración del CONAPHI de Chile y el patrocinio de ORCYT.

Con el propósito de definir un programa del curso se designaron por parte de los Comités Nacionales del PHI de Argentina y Chile sendos grupos ad-hoc. Con posterioridad se intercambiaron diversas comunicaciones para lograr un programa que recogiera los planteamientos de ambos comités. Finalmente, durante la reunión Chileno-Argentina sobre Nivología, celebrada en Central Pilmaiquén (Chile) entre el 29 y 31 de Octubre de 1985, se analizaron los programas provisionales preparados por ambos países, elaborándose más tarde un programa común, que sería propuesto como definitivo.

Por otra parte, dentro de los programas de cooperación internacional se establecieron contactos con Canadá, país que ha manifestado interés en desarrollar un proyecto de cooperación subregional con los países andinos sobre el tema de la hidrología de nieves y hielos.

### 1.3.- PARTICIPACION DEL CONAPHI DE CHILE

Teniendo en cuenta los antecedentes señalados y la invitación cursada por ORCYT, el CONAPHI de Chile, en sesión del día 9 de Junio de 1989, acordó proponer a los Ingenieros Sres. Humberto Peña de la Dirección General de Aguas y Francisco Verni de ENDESA, para asistir a la reunión de Mendoza y redactar un documento de presentación de los planteamientos del CONAPHI de Chile. Asimismo se acordó incorporar al grupo de trabajo a representantes de las Universidades, relacionados con el tema de la hidrología de nieves y hielos, para participar en la elaboración del mencionado documento.

### 1.4.- OBJETIVO DEL INFORME

El presente informe tiene como objetivos dar a conocer la posición del CONAPHI de Chile en relación al curso de hidrología de nieves y hielos que se realizará a fines de 1990 en Argentina y las líneas de investigación posible de un proyecto de cooperación subregional entre los países andinos y Canadá.

La presentación del CONAPHI de Chile resume los acuerdos logrados con el CONAPHI de Argentina en cuanto al programa y contenido del curso, así como da a conocer la importancia para Chile de un proyecto de cooperación en el tema de la hidrología de nieves y hielos, objetos y alcances del proyecto y características de su desarrollo.

## 2.- CURSO DE HIDROLOGIA DE NIEVES Y HIELOS

### 2.1.- OBJETIVOS DEL CURSO

El curso tiene por objetivo especializar en hidrología de nieves y hielos a profesionales con experiencia en hidrología general. En especial se pretende entregar a los participantes una sólida formación en :

- Los procesos físicos e hidrológicos involucrados en la hidrología de la nieve y el hielo.
- Los métodos de medición relativos a la nieve, al hielo y a los parámetros meteorológicos que se utilizan en las regiones nevadas con fines hidrológicos.
- Los métodos de evaluación de recursos hídricos y de crecidas, y en el pronóstico de caudales en cuencas nivales y nivo-glaciales, con énfasis en el uso de modelos de simulación.

### 2.2.- NUMERO Y SELECCION DE PARTICIPANTES

El número de participantes no debiera superar las 20 personas, para asegurar un aprovechamiento aceptable de las sesiones de ejercicios y las prácticas en terreno.

Se estima que el número de participantes por país sea el siguiente :

-	Argentina	:	10
-	Chile	:	6
-	Perú	:	2
-	Bolivia	:	2

Considerando el carácter del curso, los participantes deberían ser profesionales universitarios con experiencia previa (un mínimo de 3 años) en temas generales de hidrología. Además ellos deberían acreditar un estado de salud compatible con el lugar donde se desarrollen los trabajos prácticos de campo.

### 2.3 PROFESORES

Se considera importante la participación de profesores extranjeros, particularmente canadienses, en atención a las posibilidades de establecer un proyecto de cooperación.

Sería preciso reactivar los contactos establecidos anteriormente e indagar posibilidades de conseguir profesores especialistas en las áreas de meteorología y micrometeorología de montaña, mediciones e instrumentos y modelos de simulación.

La participación de profesores argentinos y chilenos en el curso estaría orientada a complementar los temas tratados por los especialistas extranjeros y desarrollar materias relacionadas con aspectos específicos de las condiciones locales de nuestra cordillera.

### 2.4.- ASPECTOS ORGANIZATIVOS Y DESARROLLO DEL CURSO

La duración del curso se estima en 4 semanas, durante las cuales deben distribuirse equilibradamente las clases teóricas, sesiones de ejercicios y prácticas en terreno. Las sesiones de ejercicios deberían permitir aplicar en casos concretos las técnicas expuestas durante las clases teóricas. En especial se considera fundamental el trabajo en terminales de computación con programas estadísticos y modelos de simulación. Las prácticas en terreno deberían estar orientadas a facilitar un conocimiento cabal de las técnicas de medición con fines hidrológicos de nieves y hielos, y de las variables meteorológicas vinculadas al balance energético del manto nival.

Es indispensable disponer de la adecuada infraestructura para el desarrollo del curso. Sería conveniente disponer de microcomputadores o terminales en cantidad suficiente para los grupos de trabajo que se formen. Se estima que 5 sería un número adecuado de equipos, suponiendo que los grupos estén constituidos por 4 alumnos.

Es fundamental poder contar con material didáctico antes o, al menos, durante el desarrollo del curso.

## 2.5.- PROGRAMA DEL CURSO

A continuación se expone el programa propuesto, el cual resume los planteamientos de los Comités Nacionales del PHI de Argentina y Chile.

### CURSO DE HIDROLOGIA DE NIEVES Y HIELOS

#### I. Introducción

- 1.- Características de las regiones montañosas.
- 2.- Sistemas de circulación atmosféricas y su relación con la orografía.
- 3.- Características climáticas de la zona de montaña.
- 4.- Precipitaciones en montaña: nival, pluvial o mixta.

#### II. Propiedades de la nieve y el hielo. Procesos físicos e hidrológicos relacionados

- 1.- Propiedades físicas de la nieve.
- 2.- Procesos de acumulación de mantos de nieve.
- 3.- Evolución del manto nival.
- 4.- Balance de energía.
- 5.- Glaciares :
  - a) Tipos de glaciares
  - b) Teoría de los glaciares
  - c) Hidráulica de glaciares
- 6.- Escorrentía en campos de nieve y hielo.

### III. Sistemas de medición y adquisición de datos

- 1.- Nieve : densidad, equivalente en agua, etc. Aptitud de los lugares de observación. Métodos de medición.
- 2.- Precipitación mixta : instrumental empleado. Defensas y protectores del viento.
- 3.- Otros parámetros meteorológicos : instrumental de sensores empleados. Calibración y contraste.
- 4.- Caudal : instrumental y equipamiento empleado. Métodos en uso.
- 5.- Unidades de adquisición automática de datos. Almacenamiento local y teletransmisión a distancia.
- 6.- Técnicas especiales :
  - a) Micrometeorología
  - b) Sensores remotos
  - c) Uso de isótopos

### IV.- Hidrología andina

- a) Evaluación
  - a.1 Recursos Hídricos
    - a.1.1 Métodos de balance
    - a.1.2 Métodos estadísticos
    - a.1.3 Métodos complementarios
  - a.2 Crecidas
    - a.2.1 Métodos hidrometeorológicos
    - a.2.2 Métodos estadísticos
- b) Modelos de simulación
  - b.1 Modelos continuos
  - b.2 Modelos discontinuos
- c) Pronósticos de caudales
  - c.1 Métodos de simulación
  - c.2 Métodos estadísticos

## 2.6 PARTICIPACION DE PROFESORES CHILENOS

Se ha establecido contacto con especialistas ligados al tema de la hidrología de nieves y hielos.

En principio se contaría con el concurso de tres profesionales, los que se señalan a continuación :

- Ing. Andrés Benítez G.
- Ing. Humberto Peña T.
- Ing. Ludwig Stowhas B.

Las materias que podrían abordar serían, según los puntos del programa :

- Tema I.4
- Tema II.1, II.2, II.3, II.4, II.5 c), II.6
- Tema III.6
- Tema IV.a.2, IV.b), IV.c.1, IV.c.2

Los antecedentes curriculares se presentan en anexo.

### 3.- PROYECTO DE COOPERACION SUB-REGIONAL

#### 3.1.- IMPORTANCIA DE UN PROYECTO EN EL TEMA DE HIDROLOGIA DE NIEVES Y HIELOS PARA CHILE

La situación geográfica de Chile, ubicado entre la Cordillera de Los Andes y el Océano Pacífico, y las características climáticas de una extensa zona del país, la que presenta un clima árido o mediterráneo, son factores que otorgan a los recursos hídricos que se acumulan en forma de nieve (hielo) en las grandes montañas un papel decisivo en sus posibilidades de desarrollo socio-económico. Estas regiones, que estacionalmente se cubren de nieve, representan para la zona de Chile que se encuentra al norte del paralelo 35, no menos de un 90% de sus recursos hídricos, y para la zona al sur de dicho paralelo una proporción menor, pero también importante.

Adicionalmente es necesario destacar que estos caudales presentan la significativa ventaja de tener una distribución temporal que se ajusta muy bien a la fluctuación estacional de las demandas de agua para fines agrícolas, el principal uso consuntivo del recurso. Por su parte, las masas de hielo permanente, que en la región central del país alcanzarían a los 700 km<sup>2</sup>, constituyen una fuente de agua especialmente importante en los meses críticos de escasez, ya que escurren al término del período de verano y durante los años de extrema sequía.

El retardo que se presenta entre la acumulación de nieves en la cordillera y el período de derretimiento, permite prever los caudales con meses de anticipación; hecho que es aprovechado para realizar pronósticos de los caudales del período de deshielo.

Para apreciar la importancia de los recursos hídricos de origen nival en el desarrollo del país, se puede señalar que: ellos constituyen la base de la agricultura de riego, con aproximadamente 1.200.000 há regadas, lo que representa un 65% del total de la producción agrícola; son la fuente de energía hidroeléctrica, la cual alcanza al 60% de la potencia total instalada en el país; permiten el desarrollo de los

principales centros mineros emplazados en la alta cordillera de Los Andes; abastecen de agua potable a la concentración urbana más importante y constituyen un elemento vital para el asentamiento de una creciente actividad turística de montaña.

Resulta también importante destacar el papel que desempeña la nieve en relación a las crecidas de origen pluvio-nival que afectan los cauces que cruzan las zonas más pobladas del país.

De acuerdo a lo anterior, es evidente que para el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos de Los Andes Chilenos se requiere un conocimiento profundo de la hidrología de nieves y hielos de esas regiones. Sin embargo, es necesario reconocer que dicho conocimiento presenta hoy en día importantes vacíos, los que deben ser investigados para alcanzar, en una primera instancia, una comprensión cabal de los fenómenos y, posteriormente, desarrollar los procedimientos de estudio y diseño adecuados a las necesidades de la ingeniería hidrológica. Estas deficiencias, en buena medida, se explican por las dificultades que presenta el medio geográfico, el alto costo y riesgo involucrado en la obtención de información de alta montaña, la gran extensión del área, y las características propias de los procesos asociados a la nieve y el hielo en la Cordillera de Los Andes, las que limitan la posibilidad de transferir directamente las investigaciones desarrolladas en otras regiones y hace imprescindible la realización de un esfuerzo de investigación original. No obstante las dificultades señaladas, cabe destacar que en los últimos años en Chile una parte de estos obstáculos se han ido removiendo debido, por una parte, a la creciente actividad que se observa en la zona andina, en especial relacionada con inversiones en minería, hidroelectricidad y turismo, y por otra, a los avances en las técnicas de obtención de información.

La situación recién descrita muestra el gran interés que tiene para Chile la realización de un proyecto de carácter subregional, en el marco del PHI, con el apoyo de países como Canadá, que son líderes

en estos temas y las buenas condiciones que tiene el país para hacer un aporte efectivo a su éxito.

### 3.2 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PROYECTO

Considerando que entre las cadenas montañosas a nivel mundial, los Andes Sudamericanos son posiblemente los menos conocidos desde el punto de vista hidrológico y meteorológico, y que por su altitud y ubicación presenta una gran variedad de fenómenos poco estudiados a nivel mundial, se estima que, en un marco flexible y tomando en cuenta las necesidades de cada país, el énfasis del proyecto debiera estar en el conocimiento básico de la hidrología de nieves y hielos y de las variables meteorológicas conexas. En especial, los objetivos que se proponen para el proyecto son :

- a) Investigar la distribución espacial de las variables hidrometeorológicas en la Cordillera de Los Andes, en especial las variables que tienen relación directa con los procesos de acumulación y fusión de las nieves (hielo).
- b) Estudiar los procesos de acumulación, derretimiento y generación de la escorrentía en la Alta Cordillera, con vistas a su modelación matemática, validando expresiones desarrolladas en otras regiones o generando otras nuevas más adecuadas a la realidad de la zona.
- c) Favorecer la formación de personal especializado en hidrología de nieves y hielos en los países de la Región.
- d) Fortalecer las actividades regionales en el tema de la hidrología de nieves y hielos, desarrollando infraestructura material y humana de investigación en los países y creando las bases para una amplia cooperación internacional en torno a los problemas hidrológicos de los Andes Sudamericanos.

### 3.3 DESARROLLO DEL PROYECTO. ASPECTOS CIENTIFICO-TECNICOS

Se propone la estructuración del proyecto en torno a la selección de un conjunto integrado de cuencas representativas de la Cordillera de los Andes, en las cuales se efectúe un gran esfuerzo de adquisición de datos hidrológicos y meteorológicos a través de una instrumentación moderna, permitiendo el desarrollo de investigaciones específicas en torno a:

- La determinación de las variables meteorológicas de importancia en hidrología de nieves y su distribución altitudinal. En este ámbito se incluiría por ejemplo el estudio de variables tales como la precipitación, acumulación nival, temperaturas, radiación de onda corta y larga, balances radiativos, contenido de vapor de agua en el aire, etc., dando énfasis especial a los problemas que presenta la alta cordillera.
- El estudio de los procesos relativos al derretimiento de la nieve (hielo), incluyendo el análisis detallado del balance energético del manto nival y, en las zonas que sea pertinente, la interacción entre las precipitaciones líquidas y la nieve acumulada. Esta labor supone la instalación en lugares seleccionados de laboratorios de nieves que entreguen información de estos procesos a una escala local.
- La integración de los estudios anteriores a través de la formulación de modelos matemáticos que simulen la generación de la escorrentía a nivel de cuencas, para lo cual se deberá analizar en detalle los procesos que se desarrollan una vez que el agua líquida se incorpora al suelo.

### 3.4 DESARROLLO DEL PROYECTO. ASPECTOS ORGANIZATIVOS

De acuerdo a la concepción del Comité Chileno para el PHI, el proyecto debiera tener la estructura de un Programa de Investigación Coordinado, con un organismo responsable en cada país del adecuado avan-

ce del proyecto, y con un amplio y fluido intercambio de experiencias y profesionales a nivel horizontal y entre la subregión y Canadá.

Para el desarrollo del programa se propone que las contrapartes nacionales debieran centrar su aporte en:

- El acondicionamiento de la infraestructura para la instrumentación de las cuencas seleccionadas.
- Las labores de instalación y operación del instrumental, incluyendo el procesamiento de la información que se genere.
- Poner a disposición del proyecto a un equipo de investigadores nacionales, los que realizarían su labor en forma coordinada con los expertos de Canadá.

El aporte externo se estima que debiera incluir :

- El apoyo de investigadores canadienses en las diversas líneas de investigación.
- El financiamiento de instrumental para la implementación de las cuencas seleccionadas.
- El otorgamiento de becas y facilidades para el entrenamiento de personal nacional.

En el caso de Chile, se estima que en el país habría interés para la realización de labores de implementación e investigación hasta en 3 zonas: una próxima a la ciudad de Santiago, a la latitud de 33°, una segunda en una cuenca más árida y de gran elevación, ubicada al norte de la ciudad de Santiago, aproximadamente a los 29° Lat.S. y la última en una región de mayor pluviosidad y menor elevación, a los 38° Lat.S.

A N E X O

ANTECEDENTES CURRICULARES DE POSIBLES PROFESORES CHILENOS AL  
CURSO DE HIDROLOGIA DE NIEVES Y HIELOS A CELEBRARSE EN MENDOZA  
A FINES DE 1990

---

NOMBRE : ANDRES BENITEZ GIRON

- Ingeniero Civil. Universidad de Chile (1956)
- Jefe de la División Estudios Hidrológicos de Empresa Nacional de Electricidad S.A. (1961-1985)
- Profesor de Hidrología en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile (1962, 1984). Actualmente profesor de memorias de título en dicha Escuela.

Trabajos e investigaciones mas relevantes en el tema :

- Pronósticos de deshielo de los afluentes a las centrales hidroelectricas del Sistema Interconectado Central.
- Estudio de las zonas nevadas de Chile entre los paralelos 38 y 42° lat. S. Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. Santiago de Chile. PHI, UNESCO. 1984.
- Resultados y confiabilidad de las rutas de nieve. Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. Santiago de Chile. PHI, UNESCO. 1984.
- Pronósticos de deshielo en Chile. Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. Santiago de Chile. PHI, UNESCO. 1984.
- Participación en jornadas sobre Pronósticos de Derretimiento de Nieves organizadas por UNESCO y IANIGLA. Mendoza, Argentina, 1982.
- Previsión diaria de la onda de deshielo del río Cachapoal en base a temperaturas. Primeras Jornadas de Nivología y Glaciología. Mendoza, Argentina, 1969.
- Las previsiones de escurrimiento de deshielo y el desarrollo hidroeléctrico de Chile. Seminario Regional de Hidrología de América Latina. UNESCO. Buenos Aires, Argentina. 1967.

NOMBRE : HUMBERTO PEÑA TORREALBA

- Ingeniero Civil Hidráulico. Universidad Católica de Chile. (1970)
- Jefe Sub-Depto. Estudios Hidrológicos. Depto. de Hidrología. Dirección General de Aguas.
- Profesor Asociado. Universidad de Chile.

Trabajos e investigaciones más relevantes en el tema :

- Non-meteorological Flood disasters in Chile. Technical Conference on the Hydrology of Disasters. W.M.O. 1988.
- Snowmelt-runoff simulation model of a central Chile andean basin with relevant orographic effects. Proc. of the Vancouver Symposium. IAHS publ. 166. 1987.
- Aspects of Glacial Hidrology in Patagonia. Glaciological Research N 4. Japanese Society of Snow and Ice. 1987.
- Mediciones de O-18 y H-2 en Penitentes de Nieve. Seminario sobre la Aplicación de Técnicas Isotópicas en A. Latina. México. Organización Internacional de Energía Atómica. 1987.
- Análisis de aluvión de Mayo de 1985 del glaciar Tronquitos, río Manflas. Cuenca del río Copiapó. VIII Congreso Nacional de la Soc. Chilena de Ing. Hidráulica. 1987.
- Simulación de la escorrentía de deshielo en una cuenca nivo-glacial de Los Andes de Chile Central. VII Congreso Nacional de la Soc. Chilena de Ing. Hidráulica. 1987.
- Short Term Snowmelt Flow Forecast System. Microprocessors in Operational Hidrology. World Meteorological Organization (Ed). 1986.
- Estimación de las tasas de Derretimiento de nieve. VII Congreso Nacional de la Soc. Chilena de Ingeniería Hidráulica. 1985.
- Simulación de crecidas producidas por vaciamiento de represas de hielo. VII Congreso Nacional de la Soc. Chilena de Ingeniería Hidráulica. 1985.

- Procedimiento para la estimación de crecidas en cuencas nivales. VII Congreso Nacional de la Sociedad Chilena de Hidrología. 1985.
- Caracterización del manto nival, mediciones de ablación y balance de masa en glaciar Echaurren Norte (1975-1983). Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. UNESCO-PHI. Santiago, Chile. 1984.
- Balance Radiactivo del manto de nieve de la alta cordillera de Santiago. Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. UNESCO-PHI. Santiago, Chile. 1984.
- Análisis de relaciones del manto de nieve, variables meteorológicas y la fusión de la nieve. Alta cordillera de Santiago. Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. UNESCO-PHI. Santiago, Chile. 1984.
- Consideraciones acerca del pronóstico de caudales de deshielo. Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. UNESCO-PHI. Santiago, Chile. 1984.
- Pronóstico de caudales de deshielo en el corto plazo. VI Congreso Nacional de Soc. Chilena de Ing. Hidráulica. 1983.
- Análisis de una crecida por vaciamiento de una represa glacial. VI Congreso Nacional de Soc. Chilena de Ingeniería Hidráulica. 1983.
- Medición de la variable cobertura de nieve y su aplicación al estudio de deshielo en cuencas andinas chilenas. VI Congreso Nacional de Soc. Chilena de Ing. Hidráulica. 1983.
- Estimación de caudales medios en cuencas de montaña en función de sus características fisiográficas. V Congreso de Soc. Chilena de Hidrología. 1981.
- Aplicación de Análisis de componentes principales en el dominio temporal, al pronóstico de caudales. IV Coloquio de la Sociedad Chilena de Hidrología. 1979.
- Investigaciones Hidrológicas en Glaciares de Los Andes centrales. III Coloquio de la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica. 1977.

NOMBRE : LUDWIG STOWHAS BORGHETTI

- Ingeniero Civil : Universidad de Chile (1968)
- Master of Science, Universidad de California (1975)
- Profesor del Departamento de Obras Civiles. Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso.
- Profesor de Hidrología en la Universidad Técnica Federico Santa María

Trabajos e Investigaciones más relevantes en el tema:

- Estimación de Crecidas de Diseño en Cuencas Mixtas Pluvio-Nivales, VII Congreso Nacional de Ingeniería Hidráulica, Concepción, 1985.
- Simulación y Maximización de Tasas de Derretimiento de Nieves, Jornadas de Hidrología Nieves y Hielos en América del Sur, PHI, UNESCO, Santiago, 1984.
- Crecidas de Deshielo, Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur, PHI, UNESCO, Santiago, 1984
- Técnicas Nucleares en el Estudio de Nieves y Hielos, Seminario Aplicaciones de Isótopos y Radiaciones, Comisión Chilena de Energía Nuclear, Universidad de Santiago, 1984.
- Tasa de Derretimiento Máximo Probable en un Manto de Nieve, VI Congreso Nacional de Hidráulica, Santiago, 1983.
- Modelos Matemáticos en Hidrología de Nieves, 2a. Mesa Redonda en Hidrología, Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica, Santiago, 1975.
- Simulation of Energy Budget and Melting Processes in Snowed Systems under Data Constraints, MS Thesis, University of California, Davis, 1975.
- Variation in the Isotopic Content of Precipitation with Altitude, IAEA. Research Contract 813/B, Final Report, 1975.
- Measuring the Isotopic Content of Precipitation in the Andes, Symposium on the Role of Snow and Ice in Hydrology, UNESCO, OMM, Banff, Canada, 1972.

- Resumen de Algunas Investigaciones en Hidrología de Cuencas Nivales, 1er. Coloquio Nacional de Hidráulica, Santiago, 1971.
- Uso de Radio Isótopos en la Medición de la Densidad de la Nieve, Jornadas Aplicación de Isótopos en Hidrología, Publicación SHR 4, Depto. Obras Civiles, Universidad de Chile, 1968.
- Instalación y Operación de un Laboratorio de Hidrología de Nieves, Publ. SHR1, Depto. Obras Civiles, Universidad de Chile, 1968.



UNESCO

OFICINA REGIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE

TALLER SUBREGIONAL SOBRE NIEVE Y HIELO.

LINEAMIENTOS PARA UNA PROPUESTA DE COOPERACION  
ENTRE LOS PAISES ANDINOS Y EL GOBIERNO CANADIENSE.

- 1.- El Curso de Hidrología de Nieves y Hielos debe estar dirigido preferentemente a quienes actualmente se encuentran desempeñando tareas relacionadas con la temática.
- 2.- Las metodologías de recolección y análisis de datos deben seguir ocupando un lugar preponderante dentro de los programas de cooperación que se establezcan. Asimismo, se debe volcar el mayor esfuerzo en el entrenamiento del personal encargado de estas tareas, particularmente en la obtención e interpretación de los datos hidrometeorológicos requeridos. Debe fomentarse el intercambio de información y experiencias entre los organismos responsables de la evaluación y manejo de los recursos.
- 3.- La Universidad debe trabajar conjuntamente con estos organismos, centrando su actividad en las tareas de investigación aplicada y desarrollo tecnológico que contribuyan a una mejora en el manejo racional de los recursos disponibles.
- 4.- Debe estimularse el intercambio entre las Universidades locales y las Universidades u organismos dependientes del gobierno de Canadá, con el fin de avanzar en el estudio de las metodologías que resulten adecuadas y su adaptación a las necesidades de las instituciones de la región que las requieran.

TALLER SUBREGIONAL SOBRE NIEVES Y HIELOS PARA LA DEFINICION DE UN

PROYECTO DE COOPERACION CON EL CANADA

NOMINA DE ASISTENTES

ARGENTINA

Ing. Mario C. FUSCHINI MEJIA  
Presidente CONAPHI  
Avda. 9 de Julio 1925 - Piso 15  
(1332) Buenos Aires  
Tel: (01) 37-7807  
Télex 22577 DNTT AR  
FAX: (01) 331-9967

Ing. José Marcelo GAVIÑO NOVILLO  
Coordinador Técnico CONAPHI  
Avda. 9 de Julio 1925 - Piso 15  
(1332) Buenos Aires  
Tel: (01) 37-7807  
Télex 22577 DNTT AR  
FAX: (01) 331-9967

Dr. Juan Carlos RUSCIO  
Jefe Nivología  
Agua y Energía Eléctrica S.E.  
Leandro N. Alem 1134 - Piso 5  
(1001) Buenos Aires  
Tel: (01) 311-2819

Dr. Arturo E. CORTE  
IANIGLA-CONICET  
Casilla Correo 330  
(5500) Mendoza  
Tel: (061) 241029-243212  
Télex 55438 CYTME AR

Ing. Hugo MARTÍNEZ  
IANIGLA-CONICET  
Casilla Correo 330  
(5500) Mendoza  
Tel: (061) 241029-243212  
Télex 55438 CYTME AR

Dr. Juan Carlos LEIVA  
IANIGLA-CONICET  
Casilla Correo 330  
(5500) Mendoza  
Tel: (061) 241029-243212  
Télex 55438 CYTME AR

Ing. Pedro Carlos FERNANDEZ  
Director  
Centro Regional Andino-INCYTH  
Casilla Correo 6  
(5500) Mendoza  
Tel: (061) 24-1791/24-1993/24-1998  
Télex 55110 INCRA AR

Ing. Jorge Adolfo MAZA  
Vicedirector  
Centro Regional Andino-INCYTH  
Casilla Correo 6  
(5500) Mendoza  
Tel: (061) 24-1791/24-1993/24-1998  
Télex 55110 INCRA AR

Ing. Pedro CIELLI  
Laboratorio de Hidráulica "Guillermo Cespedes"  
Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Plata  
Calle 47 n°200  
La Plata - Buenos Aires  
Tel: (021) 32637/34870

Dr. Jorge Oscar RABASSA  
Centro Austral de Investigaciones Científicas - CONICET  
Casilla de Correo 92 (9410)  
Ushuaia - Tierra del Fuego  
Tel: (0901) 22310/12/14  
Télex: 88602-CADIC-AR

BOLIVIA

-----  
Ing. Freddy CAMACHO V.  
Instituto de Hidráulica e Hidrología - UMSA  
Casilla 699  
La Paz - Bolivia  
Tel: (5912) 794657/5724/5725  
Télex: 3438 - UMSA - BV

CHILE

-----  
Ing. Humberto PEÑA TORREALBA  
Dirección General de Aguas - Depto. Hidrología  
Morandé 59  
Santiago  
Tel: (562) 724506 - Anexo 428  
Télex: 240777-SETOP-CL  
Directo 6962939

Ing. Francisco VERNI MARZAN  
ENDESA - División Estudios Hidrológicos  
Santa Rosa 76  
Santiago  
Tel: (562) 2226070 - Anexo 3143  
Télex 240491 ENDESA-CL  
340291 ENDESA-CK

PERU

-----  
Ing. César PORTOCARRERO REODRIGUEZ  
Enc. Unidad Glaciología e Hidrología  
HIDRANDINA  
Jiron 28 de Julio 857  
Tel: (44) 721601/721611/721651 (Oficial)  
(44) 722210 (Particular)  
Huaraz-Perú

INVENTARIO NIVOLOGICO DE BOLIVIA  
INVENTARIO DE GLACIARES EN LA CORDILLERA DE LA PAZ

Ing. Freddy Camacho V.

INTRODUCCION

La escasez del agua en muchas partes del mundo ha originado la preocupación justificada de autoridades responsables en el manejo del recurso agua, un explosivo crecimiento demográfico que viene aparejado con nuevas y mayores demandas de agua, generadas por el propio desarrollo socio-económico hace más difícil y costoso satisfacer esas demandas, y precisamente el dilema consiste en la necesidad de asegurar a las generaciones venideras, y en muchos casos a las actuales, disponibilidades hídricas para sus diferentes usos. La utilización y la planificación de los recursos hídricos existentes deberá realizarse de un modo tal que se reduzca al mínimo su despilfarro y se eleve al máximo las posibilidades de aprovechamiento.

Los inmensos recursos hídricos existentes en Bolivia han sido aprovechados en forma reducida, si bien existen estudios sobre las disponibilidades de las aguas superficiales y subterráneas, en relación a las aguas provenientes de deshielos, los estudios realizados se reducen a un "Inventario de Nieves y Hielo de Bolivia", donde se determinó el área de cobertura de nieves de todos los glaciares, su ubicación geométrica, se demarcaron las cuencas de drenaje de los deshielos debido a la fusión de nieves y, se realizó un análisis breve de las estaciones meteorológicas existentes en la zona andina boliviana.

Este tema es especialmente importante para Bolivia, debido principalmente a su distribución demográfica, puesto que en la zona Andina-Cordillerana y el Altiplano se encuentran asentados el 51,4% de la población boliviana, de acuerdo con datos obtenidos del censo de 1980.

Bolivia como país andino depende en gran medida de los glaciares de gran altitud para su agricultura en las zonas áridas del Altiplano y para su abastecimiento de agua.

## PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

Los estudios realizados al presente sobre Hidrología de Nieves y Hielos nos proporcionan una idea de la distribución espacial de los glaciares en el Territorio Boliviano, pero no así sobre la clasificación de masas de hielo, tipo de glaciares, estimación de volúmenes de agua almacenada, caudales de hielo, etc. ; criterios que se deben tener para poder encarar una planificación en la utilización de estos recursos. Los diferentes proyectos realizados especialmente los referidos a la dotación de agua potable a capitales de departamento como ser La Paz, Cochabamba, Potosí, ciudades importantes de Bolivia, nos muestran la necesidad de implementar proyectos que estudien el comportamiento de glaciares, para realizar una planificación de los recursos hídricos existentes en cada zona.

Se podría proponer la realización de proyectos de investigación en toda la Cordillera Andina Boliviana, pero consideramos necesario prioritar estos estudios a zonas donde se tienen previsto aprovechar aguas de deshielos o que se encuentran actualmente utilizando estos recursos naturales.

## INVENTARIO DE GLACIARES EN LA CORDILLERA DE LA PAZ (REAL)

La Cordillera de La Paz, es la más importante y majestuosa de todos los Andes bolivianos, es conocida también con el nombre de Cordillera Real sensum strictum, comienza en las nacientes del río Consata al norte y termina en el río La Paz al sur, abarcando una extensión de casi 180 Km.

Las cumbres más altas y que se destacan son: Illampu, Illimani, Hango Uma y otras.

A lo largo de esta cordillera se encuentran zonas donde se realizan aprovechamientos de aguas de deshielos para la irrigación, el abastecimiento de agua potable, obtención de energía hidroeléctrica, etc., es por eso que consideramos prioritario el realizar un inventario completo de Glaciares, especialmente de las siguientes cuencas:

1. Inventario de glaciares de la cuenca de los ríos Paya Hui-chinta (Tuni) y Condoriri.
2. Inventario de glaciares de la cuenca del río Zongo (Nevado Huayna Potosí y otros).
3. Inventario de glaciares del Nevado Chacaltaya, que vierte sus aguas de deshielos a la laguna Milluni.
4. Inventario de glaciares de la cuenca del río Jacha Jahuira

En la actualidad se cuenta con estudios de inventariación nivológica donde se tienen datos de cobertura de nieves, situación geográfica, siendo necesaria una profundización o complementación en aspectos que demarcarían un alcance de trabajo tentativo para los diferentes proyectos propuestos, entre los que podemos señalar los siguientes:

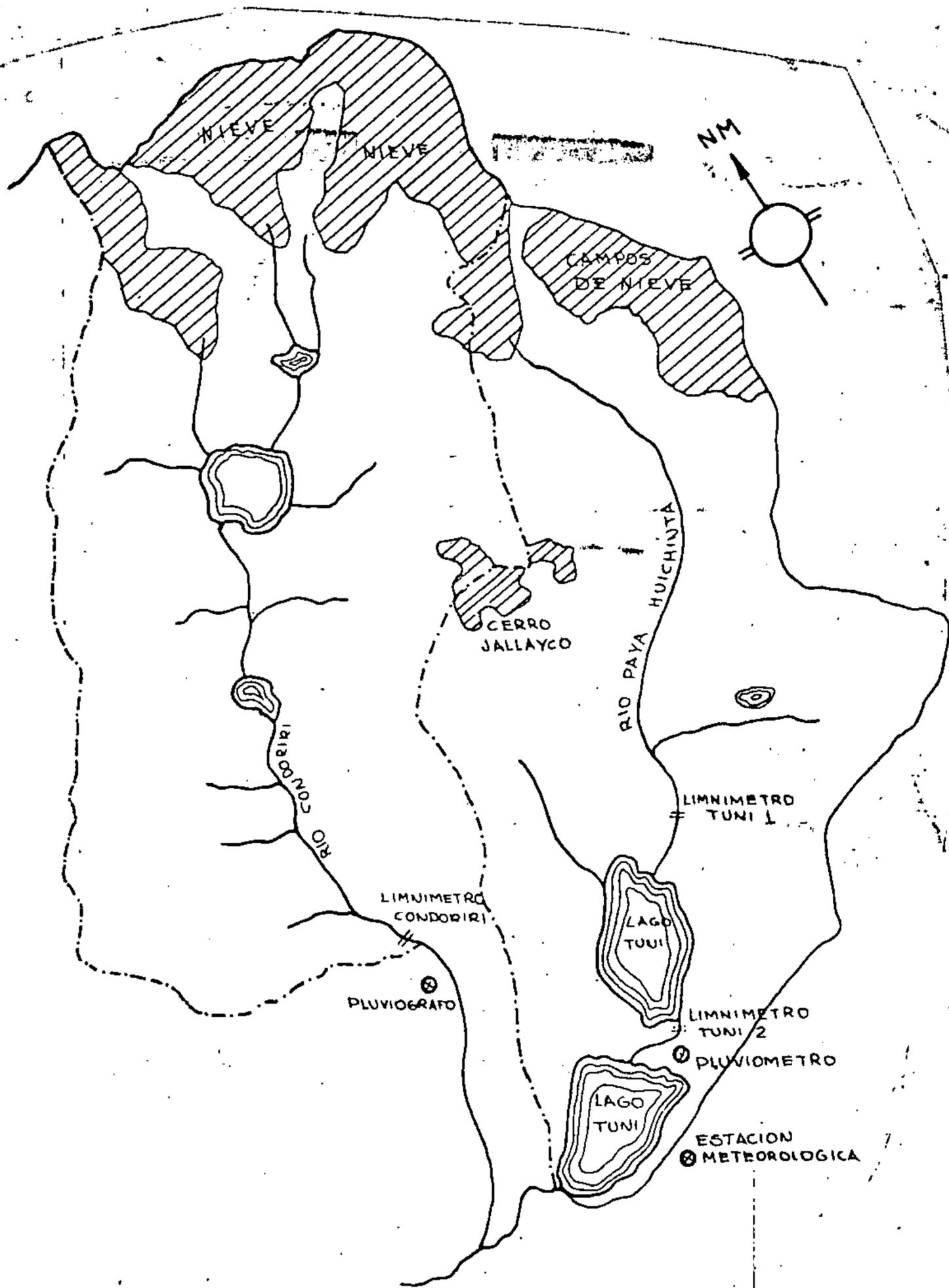
#### Alcance de Trabajo Tentativo

- Recolección de datos referentes al proyecto
- Instalación de Estaciones de medición en coberturas de nieves (ver anexo)
- Clasificación de los cuerpos de nieves
- Balance de masa de los diferentes glaciares en estudio
- Determinación de la "línea climática de nieve" de la zona
- Estudio de previsión de caudales de deshielos
- Mapeo de glaciares
- Capacitación profesional de los técnicos nacionales que intervengan en el proyecto (cursos, seminarios, postgrados, etc.).

#### Inventario de Glaciares de la Cuenca de los ríos Tuní y Condoriri

#### Ubicación Geográfica

Las cuencas de Tuní y Condoriri se encuentran ubicadas en la provincia Los Andes del Departamento de La Paz, estando su posición



Cuenca de los rios Condoriri y Pava Huichinta (Tuni)

geográfica comprendida entre los 16°10' y los 16°15' de Latitud Sur; y los 68° ' y 68° ' de Longitud Oeste.

Estas cuencas están enclavadas en la Cordillera Real a la que pertenecen y se encuentran vinculadas con la ciudad de La Paz por la carretera a Copacabana hasta el pueblo de Patamanta, la altura media de las cuencas es de 4.600 m.s.n.m.

#### Características Topográficas de la Cuenca Tuni

La cuenca de Tuni abarca una superficie total de 16,6 Km de los cuales se tiene un área de nieves de 1,83 Km y los lagos existentes ocupan una superficie de 1,416 Km .

El río principal que atraviesa la cuenca de Tuni es conocido con el nombre de Paya Huichita que tiene una longitud de 8,75 Km, este río recoge las aguas originadas por los deshielos de los nevados del cerro Vallayco con una altura de 5.224 m.s.n.m y también de los deshielos del cerro de Zongo Jisthaña cuya cumbre llega a tener una altura de 5.140 m.s.n.m. Esta cuenca cuenta con 2 lagos que reciben el nombre de Tuni.

#### Características Topográficas de la Cuenca Condoriri

La cuenca de Condoriri tiene una forma alargada y abarca una superficie total de 19,8 Km , los lagos existentes ocupan un área de 0,475 Km y el área ocupada por las nieves es de 3,95 Km .

El río Condoriri es el río principal que atraviesa la cuenca, llegando a tener una longitud de 13 Km. Los nevados más importantes pertenecientes a esta cuenca son: el cerro Condoriri con una altura de 5.700 m.s.n.m., el cerro Jisthaña, cerro Cuchillo Khunu, rodean también a la cuenca otros cerros que carecen de nieves permanentes entre los que podemos citar el Paco Thojo , cerro Kollpani, cerro Condor Pusthaña. En esta cuenca se encuentran tres lagunas: Khellval Kkota, Chian Kkota que es la -

más grande y la laguna de Khavan Kkota.

### Inventario de Glaciares de la Cuenca del río Zongo

#### Ubicación Geográfica

La cuenca del río Zongo se encuentra ubicada en la provincia Murillo del departamento de La Paz, siendo su posición geográfica  $16^{\circ}$  de Latitud Sur y  $68^{\circ}05'$  de Longitud Oeste. Pertenece a la Cordillera de La Paz o Real, tiene vinculación con la ciudad de La Paz a través de la carretera que pasa por la mina Milluni.

#### Características Topográficas de la Cuenca del río Zongo

En lo que concierne al tema de nivología, podemos indicar que el nevado más importante de la cuenca es el Huayna Potosí, con un área de cobertura de nieves igual a 18,37 Km<sup>2</sup> y una altura de 6.088 m.s.n.m. Los deshielos de este nevado forman el lago Zongo que por sus características es aprovechado para generar energía hidroeléctrica para la ciudad de La Paz. Otros nevados importantes de esta cuenca son: el Cerro Khala Cruz Cerro Saltuni, Cerro Llambu.

### Inventario de Glaciares del Nevado Chacaltaya y de Glaciares cuyos deshielos vierten sus aguas en el Lago Milluni

#### Ubicación Geométrica

La cuenca del Lago Milluni, se encuentra ubicada en la provincia Murillo del departamento de La Paz, siendo su posición geográfica la siguiente: Entre los  $16^{\circ}15'$  y los  $16^{\circ}25''$  de latitud sur y entre los  $68^{\circ}05'$  y los  $68^{\circ}12'$  de Longitud oeste. Al igual que las otras cuencas, pertenecen a la Cordillera Real y se encuentra a unos 16 Km de la ciudad de La Paz, vinculadas por caminos de acceso de fácil tránsito.

### Características Topográficas de la Cuenca del Lago Milluni

La Cuenca del Lago Milluni es relativamente pequeña, su importancia radica en que las aguas del Lago artificial sirven para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de La Paz.

Los Nevados más importantes que vierten sus aguas de deshielo a este lago son: Chacaltaya con 5363 m.s.n.m., el Cerro Visuyo con 5221 m.s.n.m., el Huayna Potosi en el sector donde sus aguas de deshielo desembocan en el río Khala Cruz Jahuira.

En esta cuenca se tienen varios lagos formados por deshielos de los glaciares como ser el Pata Kkota, la Laguna Jankho Kkota, el Lago Milluni Chico.

### Inventario de Glaciares de la Cuenca del Río Jacha Jahuira.

#### Ubicación Geométrica

La Cuenca del río Jacha Jahuira se encuentra ubicada en la provincia Los Andes del departamento de La Paz, se encuentra entre los  $16^{\circ}07'$  y los  $16^{\circ}10'$  de latitud sur y entre los  $68^{\circ}16'$  y los  $68^{\circ}18'$  de longitud oeste.

Esta Cuenca pertenece a la Cordillera Real, se encuentra a 54 Km. de la ciudad de La Paz, perteneciendo 40 Km de este recorrido a la carretera existente entre la ciudad y la localidad de Peñas.

### Características Topográficas de la Cuenca del Río Jacha Jahuira.

Tiene forma alargada, con poca vegetación. Los nevados más importantes de esta cuenca son: Cerro Catanani, el Cerro Ventanani, Co Wara Apacheta, el Cerro Wila Lloje, el Jankho Huyo y el Cerro Pacokeuto que tienen una altura promedio de 5400 m.s.n.m.

En esta cuenca se tienen los siguientes lagos formados por el deshielo de los glaciares: Lago Khara Kkota, el Lago Khotia, el Lago Jankho Kkota.

INVENTARIO NIVOLOGICO DE BOLIVIA  
INSTALACION DE ESTACIONES NIVOLOGICAS EN LOS  
ANDES BOLIVIANOS

---

Ing. Freddy Camacho V.

Para realizar cualquier estudio técnico es necesario contar con una información confiable y precisa de los parámetros que interviene en el fenómeno natural de la formación de nieves.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología no cuenta hasta la fecha con ninguna estación destinada a registrar estos parámetros, situación por demás perjudicial para la elaboración de proyectos y estudios referidos al tema.

En la Fig. 1 se puede observar la distribución espacial de las estaciones de medición ordinaria que controla y mantiene el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología a lo largo de todo el país.

La simbología empleada para designar a las diferentes estaciones meteorológicas en la Fig. 1 es la siguiente:

- Climatología principal
- Climatología ordinaria
- Sinóptica principal
- Sinóptica ordinaria
- Termopluyiométrica
- Pluyiométrica

Esta breve evaluación de las estaciones meteorológicas existentes, en la zona andina, nos lleva a una conclusión por demás de salientadora, puesto que se constata que no existe ninguna estación destinada a registrar datos de precipitación nival, de temperatura en la cobertura de nieves, las diferentes radiaciones solares, espesores de la cobertura de nieves, etc. Siendo imperiosa la necesidad de instalar a la brevedad posible una red de estaciones nivológicas especialmente en zonas de interés.

El SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) tiene pedidos de las diferentes instituciones relacionadas con el recurso agua, para la instalación de estaciones de medición niv-  
val especialmente en las siguientes zonas andinas:

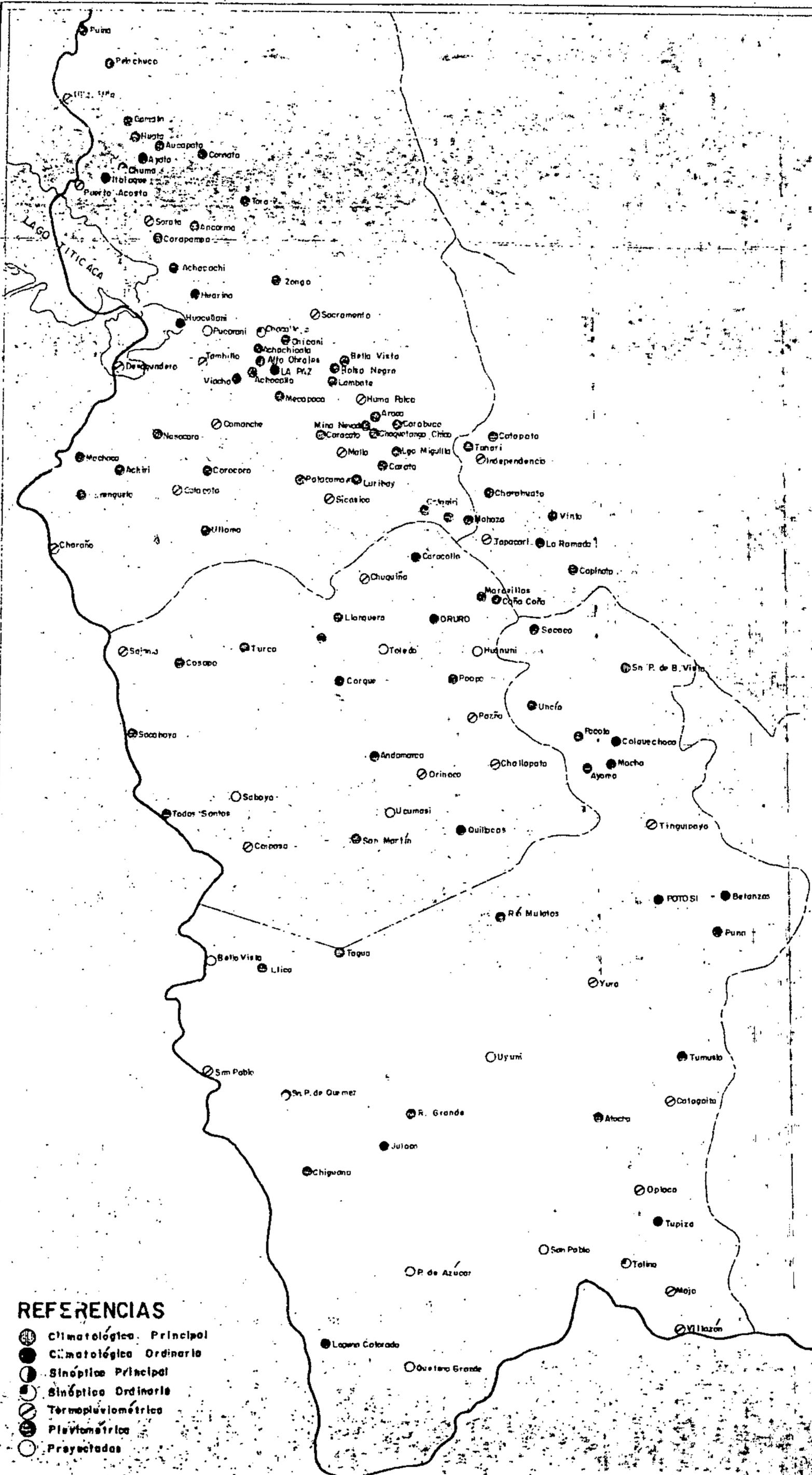
- Nevado Huayna Potosí (Cordillera de La Paz)
- Valle de Zongo (Cordillera de La Paz)
- Nevados de Tuni y Condoriri (Cordillera de La Paz)
- Nevados del Lago Khara Khota (Cordillera de La Paz).

Las aguas de los deshielos de estos nevados son utilizados en -  
proyectos de Dotación de Agua Potable a la ciudad de La Paz, -  
Proyecto Hidroenergético, Sistema de riego del Altiplano boli -  
viano.

Aparte de los nevados mencionados se deberá estudiar la instala-  
ción de una red completa de Estaciones de mediciones de nieves  
y hielos a lo largo de la Cordillera Andina boliviana.

#### Alcance de trabajo tentativo

- Inventariación de la red de Estaciones Meteorológicas existen-  
tes en la zona andina boliviana.
- Estudio de necesidades regionales prioritarias de registro -  
de datos de los parámetros que intervienen en el fenómeno de  
la formación de nieves y su deshielo.
- Selección de acuerdo a las necesidades del equipo requerido  
a instalar.
- Cursos de adiestramiento en el manejo de los equipos a insta-  
lar a personeros técnicos nacionales, a encargados de la red  
de Estaciones Meteorológicas.



**REFERENCIAS**

- Climatológica Principal
- Climatológica Ordinaria
- Sinóptica Principal
- Sinóptica Ordinaria
- Termoplviométrica
- Pleviométrica
- Proyectadas

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N°	Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	-------------------------------	------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station Existing no stns Area per stn Existing no basic stns \*\* G. Hyd Prac\*\* Area /stn N° Diff Actual need basic stns

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip ° Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N°	Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------------	--------------------	------------------------------	-------------------------------------	------	---------------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. :: Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

o  
 Type of station Existing no Area Existing no \*\* G. Hyd Prac\*\* Actual  
 stns per stns basic Area /stn N° Diff need  
 stns

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station Existing no stns Area per stn Existing no basic stns \*\* G. Hyd Prac\*\* Area /stn N° Diff Actual need basic stns

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------------	--------------------	------------------------------	--	---------------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. :: Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip ° Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

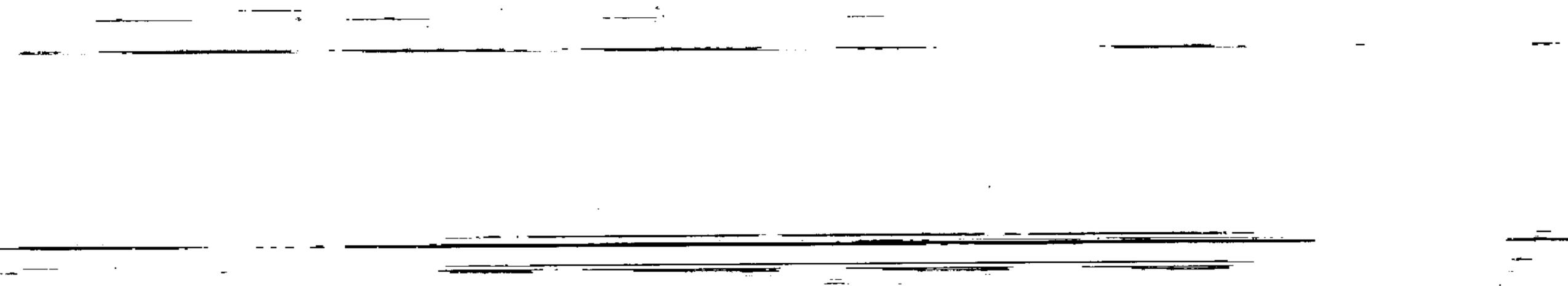
\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :



BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. :: Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------------	--------------------	------------------------------	--	---------------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. : Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station

Existing no stns Area per stn Existing no basic stns \*\* G. Hyd Prac\*\* Area /stn N° Diff Actual need basic stns

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. : Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :



BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. :: Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 ° P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip ° Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station Existing no stns Area per stn Existing no basic stns \*\* G. Hyd Prac\*\* Area /stn N° Diff Actual need basic stns

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------------	--------------------	------------------------------	--	---------------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
Tr S Te A Class

Precip non-rec  
Precip recording  
Temperature  
Evaporation  
Stage  
Discharge  
Sediment  
Water quality  
Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station Existing no stns Area per stn Existing no basic stns \*\* G. Hyd Prac\*\* Area /stn N° Diff Actual need basic stns

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station Existing no stns Area per stn Existing no basic stns \*\* G. Hyd Prac\*\* Area /stn N° Diff Actual need basic stns

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N°	Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	-------------------------------	------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area ° Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp °

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. : Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station Existing no stns Area per stn Existing no basic stns \*\* G. Hyd Prac\*\* Area /stn N° Diff Actual need basic stns

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. :: Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp °

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. : Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. :: Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. : Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. : Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation<sup>o</sup> Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. :: Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	---------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. : Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. : Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N°	Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	-------------------------------	------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

- Precip non-rec
- Precip recording
- Temperature
- Evaporation
- Stage
- Discharge
- Sediment
- Water quality
- Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. : Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. : Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------------	--------------------	------------------------------	--	---------------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

o

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station Existing no stns Area per stn Existing no basic stns \*\* G. Hyd Prac\*\* Area /stn N° Diff Actual need basic stns

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N°	Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	-------------------------------	------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. : Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
Tr S Te A Class

Precip non-rec  
Precip recording  
Temperature  
Evaporation  
Stage  
Discharge  
Sediment  
Water quality  
Ground water

Area : Km2.  
Range of basin areas :  
Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.

Range of basin areas :

Existing no unmod stns :

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

CHILE

Administrative Region ( of 8)

Basin/Administrative Region:

Total Area: Km2. : Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\* Ranges of \*\*\*\*\*  
 P Area Elevation Precip Temp

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	** G. Hyd Prac** Area /stn N° Diff	Actual need basic stns
-----------------	------------------	--------------	------------------------	------------------------------------	------------------------

\* % Clim class \* Pop  
 Tr S Te A Class

Precip non-rec  
 Precip recording  
 Temperature  
 Evaporation  
 Stage  
 Discharge  
 Sediment  
 Water quality  
 Ground water

Area : Km2.  
 Range of basin areas :  
 Existing no unmod stns :

Basin/Administrative Region: Rios Lluta al Loa

Total Area: 90000 Km<sup>2</sup> 3 Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\*Ranges of\*\*\*\*\*

P Area	Elevation	Precip	Temp
I 40	250-2500	0- 50	-10.-29.0

% Clim class*				Pop
Tr	S	Te	A	Class
20	60	20		IV

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	**G. Hyd Prac** Area /stn No Diff		Actual need basic stns
Precip non-rec	15	2400	.....	575	63 -48	.....
Precip recording	0	0	.....	5750	6 -6	.....
Temperature	9	4000	.....			.....
Evaporation	10	3600	.....	50000	1 9	.....
Stage	18	2000	.....			.....
Discharge	18	2000	.....	1750	21 -3	.....
Sediment	0	0	.....	17500	2 -2	.....
Water quality	14	2571	.....	35000	1 13	.....
Ground water	37	973	.....			.....

Area : 36000 Km<sup>2</sup>  
 Range of basin areas : .....  
 Existing no unmod stns : .....

Anulaola

En la Primera y segunda Región se consideraron 2 clases fisiográficas.

$$\underline{P} = C + I \text{ y } \underline{M}$$

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

Chile

Administrative Region 2 of 8

Basin/Administrative Region: Rios Copiapo y Huasco

Total Area: 29000 Km<sup>2</sup> 3 Physiographic class(es)

P	Area	Elevation	*****Ranges of*****		Temp	Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	**G. Hyd Prac**			Actual need basic stns
			Precip							Area	No	Diff	
I	55	200-1500	10-	200	1.0-37.0								
			**% Clim class*		Pop								
			Tr	S	Te	A	Class						
			100			IV							
						Precip non-rec	12	1329	.....	575	28	-16	.....
						Precip recording	0	0	.....	5750	3	-3	.....
						Temperature	4	3988	.....				.....
						Evaporation	5	3190	.....	50000	1	4	.....
						Stage	15	1063	.....				.....
						Discharge	15	1063	.....	1750	9	6	.....
						Sediment	3	5317	.....	17500	1	2	.....
						Water quality	42	380	.....	35000	1	41	.....
						Ground water	38	420	.....				.....

Area : 15950 Km<sup>2</sup>

Range of basin areas : .....

Existing no unmod stns : .....

*Idem a Primera y Segunda Region*

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

Chile

Administrative Region 3 of 8

Basin/Administrative Region: ~~Rios Elqui al Quilimari~~

Total Area: 31000 Km<sup>2</sup> 3 Physiographic class(es)

P Area	*****Ranges of*****			Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	**G. Hyd Prac**		Actual need basic stns	
	Elevation	Precip	Temp					Area /stn	No Diff		
I 50	200-1000	30- 600	3.0-33.0								
	*% Clim class* Pop			Precip non-rec	38	408	.....	575	27	11	.....
	Tr S	Te A	Class	Precip recording	6	2583	.....	5750	3	3	.....
	100		II	Temperature	10	1550	.....				.....
				Evaporation	11	1409	.....	50000	1	10	.....
				Stage	38	408	.....				.....
				Discharge	38	408	.....	1750	9	29	.....
				Sediment	3	5167	.....	17500	1	2	.....
				Water quality	37	419	.....	35000	1	36	.....
				Ground water	54	287	.....				.....

Area : 15500 Km<sup>2</sup>

Range of basin areas : .....

Existing no unmod stns : .....

*Idem a la Primera y segunda Region*

BNAP - Basic Hydrological Network Assessment Project

Chile

Administrative Region 4 of 8

Basin/Administrative Region: Rios Petorca al Maipo

Total Area: 27000 Km<sup>2</sup> 3 Physiographic class(es)

% \*\*\*\*\*Ranges of\*\*\*\*\*

P Area	Elevation	Precip	Temp
I 55	200-1000	60- 700	-2.0-35.0

*% Clim class*				Pop
Tr	S	Te	A	Class
		100		VII

Type of station	Existing no stns	Area per stn	Existing no basic stns	**G. Hyd Prac**		Actual need basic stns
				Area /stn	No	Diff
Precip non-rec	34	437	.....	575	26	8
Precip recording	8	1856	.....	5750	3	5
Temperature	8	1856	.....			
Evaporation	9	1650	.....	50000	1	8
Stage	36	413	.....			
Discharge	36	413	.....	1750	8	28
Sediment	4	3713	.....	17500	1	3
Water quality	64	232	.....	35000	1	63
Ground water	160	93	.....			

Area : 14850 Km<sup>2</sup>

Range of basin areas : .....

Existing no unmod stns : .....

*Anulada*