



Información  
para la toma  
de decisiones



XV Jornadas del CONAPHI - Chile 2011

Agua y Desastres Naturales:

# Impacto de los eventos extremos en Chile



Bonifacio Fernández L.  
Universidad Católica de Chile  
Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción  
total o parcial. 2011. B. Fernández L.

# Los sectores productivos ante las SEQUÍAS

---

- Inquietudes:
- ¿Cuántos tipos de sequía hay?
- ¿Existe un modelo matemático válido para predecir sequías?
- ¿Cuánto cuesta un año seco en Chile?
- ¿Qué regiones y comunas poseen mayor riesgo de frecuencia de sequías?
- ¿Cuál es el escenario actual y futuro de los sectores productivos ante eventos extremos de sequía?  
¿Se ha visto incrementado el riesgo de sequías por la mayor demanda de riego que genera una agricultura más intensiva?
- ¿Qué política(s) pública(s) debieran implementarse para reducir el riesgo de sequías?

# ¿Cuántos tipos de sequía hay?

---

- ✦ Sequías:
  - Déficit de agua
  - Prolongado y extenso
  - con efectos adversos
- ✦ Propiedades:
  - Lentas
  - Límites temporales y espaciales pocos precisos
  - Inesperadas

# ¿Cuántos tipos de sequía hay?

---

## ✘ Aridez:

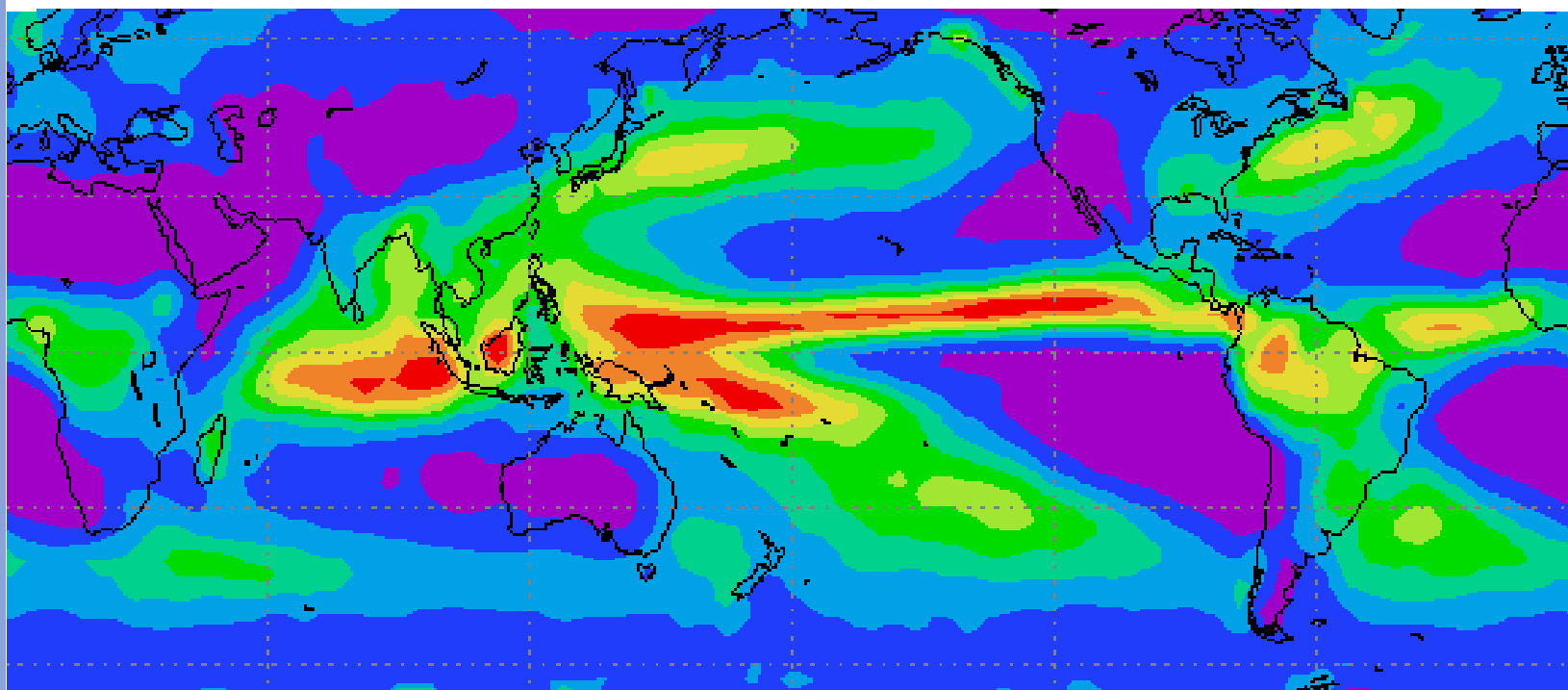
- ☞ Condición climática
- ☞ Escasez permanente
- ☞ Condición promedio
- ☞ Lugares definidos

## ✘ Sequía:

- ☞ Condición meteorológica
- ☞ Escasez eventual
- ☞ Resultado de la variabilidad
- ☞ Cualquier lugar

# ¿Cuántos tipos de sequía hay?

Rojo: Zonas húmedas  
Azul: Zonas áridas



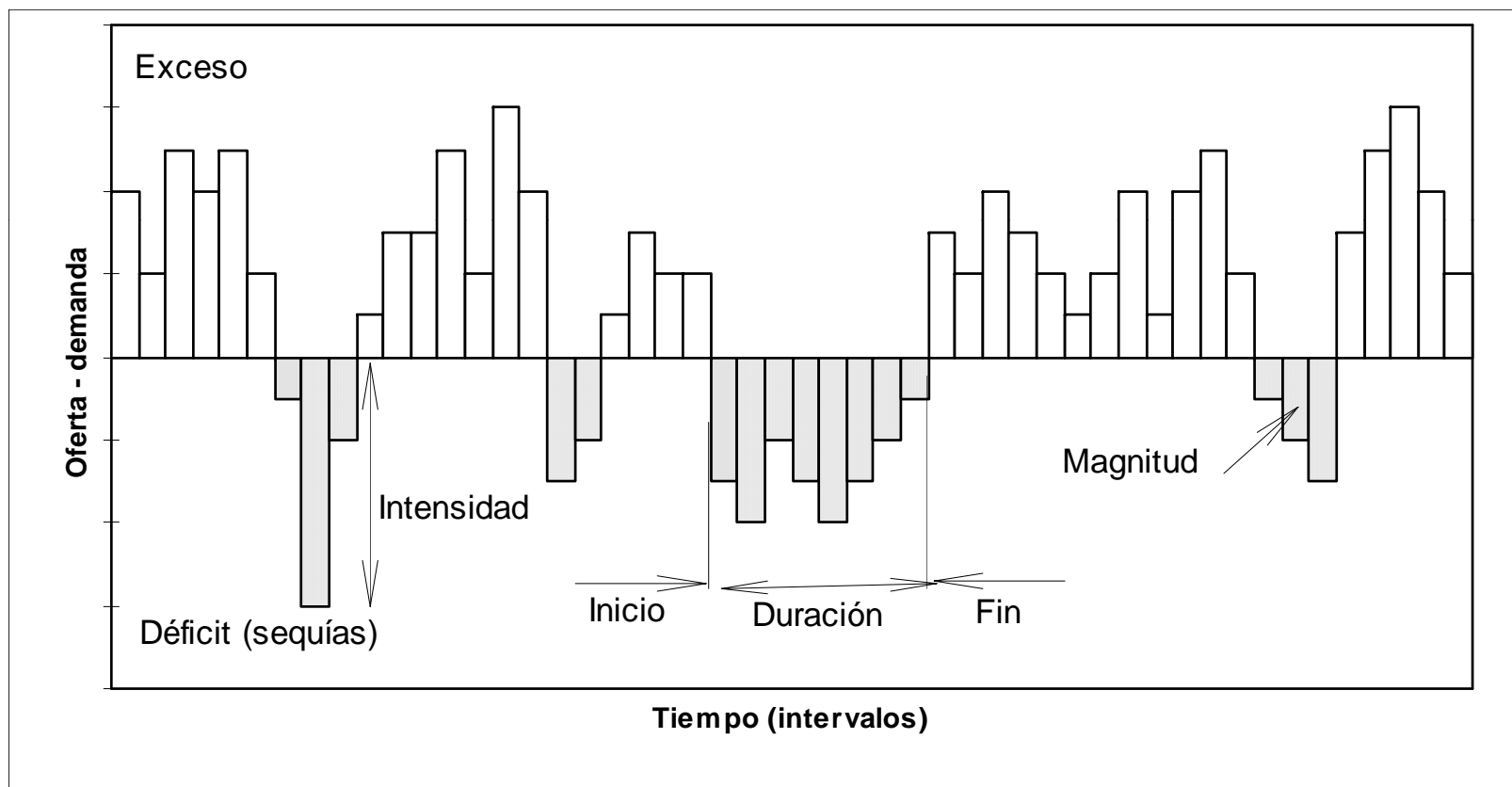
## ¿Existe un modelo matemático ....

---

- Uso de teoría de sucesiones
- Observar la serie de oferta menos demanda
- Interesan varias propiedades
- Oferta: natural
- Demanda: depende del sistema
- **Sequía: Valores sucesivos en que la oferta no satisface la demanda**

# ¿Existe un modelo matemático ....

Yevjevich, 1972, propone:



## 2.- ¿Existe un modelo matemático ....

---

- ✦ Se requiere definir:
  - Variable que define la oferta
  - Umbral o demanda
  - Intervalo de discretización temporal
  - Regionalización del fenómeno

# ¿Existe un modelo matemático....

---

- ✘ La oferta indica el Tipo de sequía
- ✘ Tradicionalmente
  - ☞ **Meteorológica:** precipitaciones
    - ☞ Interés por las causas
  - ☞ **Hidrológicas:** caudales
    - ☞ Usuarios directos de agua
  - ☞ **Agrícolas:** humedad en el suelo
  - ☞ **Otros tipos:** socioeconómicas, con oferta y demanda particular:
    - ☞ Sistemas complejos con varias ofertas y demandas
  - ☞ **¿Antrópicas?:** Exceso de demanda más allá de la oferta natural.
  - ☞ **¿Legal?:** Se declara por decreto...

## ¿Existe un modelo matemático ....

---

- ✧ Índices o indicadores de sequía
- ✧ Para resolver conflictos al definir la oferta y la demanda se recurre a indicadores.
- ✧ Reemplazan a la serie O-D
- ✧ Resumen en un valor la información completa
  - ☞ se calculan para cada lugar e instante
  - ☞ permiten comparar situaciones
  - ☞ se usan para identificar sequías en general
  - ☞ mejor significado para público no especializado
  - ☞ se han propuesto y utilizado muchos índices

# Indicadores y criterios

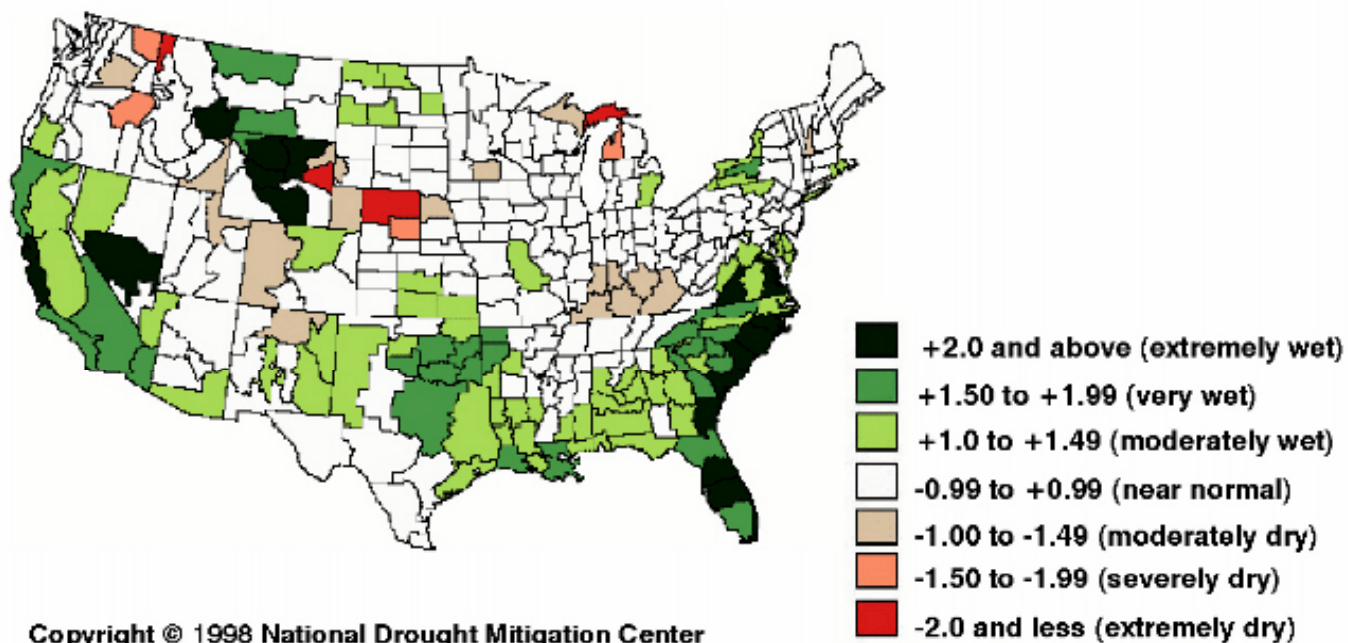
Nombre	Sigla	Utilización	Tipo de Sequía	Necesidad de Información
Porcentaje de lo Normal	PPN	Chile, Res 39 de 1984	Meteorológica e hidrológica	Precipitación o caudal
Deciles	Dec.	Australia, para alerta de sequías	Meteorológica o Hidrológica	Precipitaciones o Caudales
Índice de Precipitación Estandarizada	SPI	Colorado State University, Western Regional Climate center	Meteorológica	Precipitación
Índice de Severidad de Sequía de Palmer	PDSI	Depto. de Agricultura de los EE.UU.	Agrícola	Precipitación, Temperatura y Contenido de humedad del suelo (capacidad de campo)
Índice de Suministro de Agua Superficial	SWSI	Estados del oeste de EE.UU	Meteorológica e Hidrológica	Acumulación de nieve, Caudal, Precipitación, Almacenaje en embalses
Índice de recuperación de Sequías	RDI	USBR (Bureau of Reclamation), the State of Oklahoma	Hidrológica	Temperatura, Precipitación, Acumulación de nieve, Caudales y Niveles de los embalses.
Índice de la Humedad del Cultivo	IHC o CI	Regiones productoras agrícolas de USA	Agrícola	Precipitación , Temperatura
Índice de Aridez UNESCO		Naciones Unidas, UNESCO, 1979. UNEP,1992	Agrícola	Precipitación, Evapotranspiración
Índice de Aridez de Palfai	PAI	Hungría	Meteorológica	Temperatura , Precipitación, niveles agua subterránea

# Indicadores y criterios

Nombre	Ventajas	Desventajas
Porcentaje de lo Normal	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Simple de calcular y aplicar.</li> <li>(2) Aplicable a distintas escalas de tiempo.</li> <li>(3) Fácil de comprender por el público general.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Supone distribución Normal de los datos pero las precipitaciones no cumplen esta propiedad.</li> <li>(2) Aplicable solo a regiones con condiciones homogéneas de humedad.</li> <li>(3) Requiere un largo registro de parámetros</li> </ul>
Deciles	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Simplicidad de Cálculo.</li> <li>(2) Medida estadística precisa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Requiere un largo registro de parámetros climáticos</li> </ul>
Índice de Precipitación Estandarizada	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Identifica sequías tempranamente en comparación a otros índices.</li> <li>(2) Puede usar distintas escalas de tiempo.</li> <li>(3) Permite uso en climas secos y húmedos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) No considera la demanda ni los efectos de las sequías.</li> <li>(2) Requiere un largo registro de parámetros climáticos</li> </ul>
Índice de Severidad de la Sequía de Pálmer	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Resultado simple y de fácil interpretación.</li> <li>(2) Incorpora evapotranspiración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Complejo de calcular.</li> <li>(2) Requiere registros largos.</li> <li>(3) No está diseñado para grandes variaciones topográficas.</li> <li>(4) No considera la acumulación de nieve y su escorrentía.</li> </ul>

# Índice de Precipitación Estandarizado

## 3-month SPI through the end of February 1998



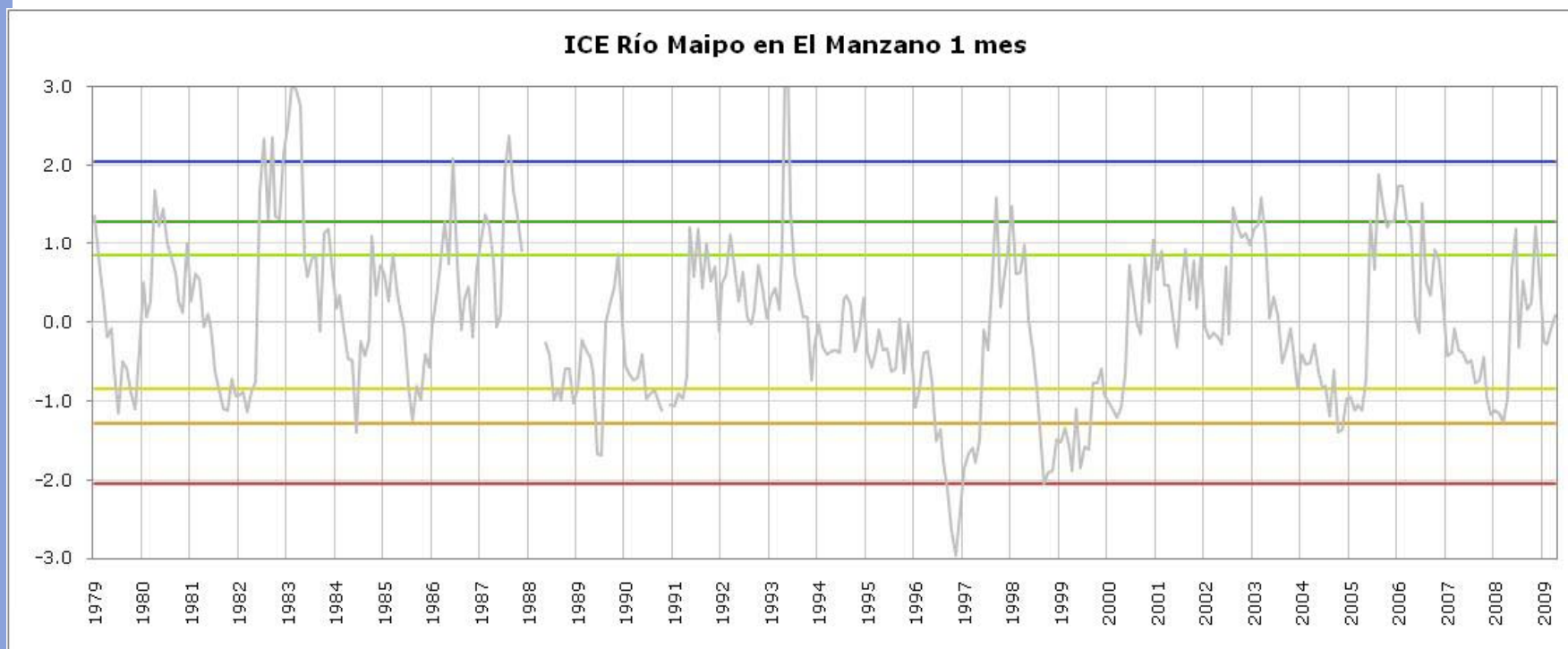
Copyright © 1998 National Drought Mitigation Center

# Valores de los indicadores y categorías de sequías

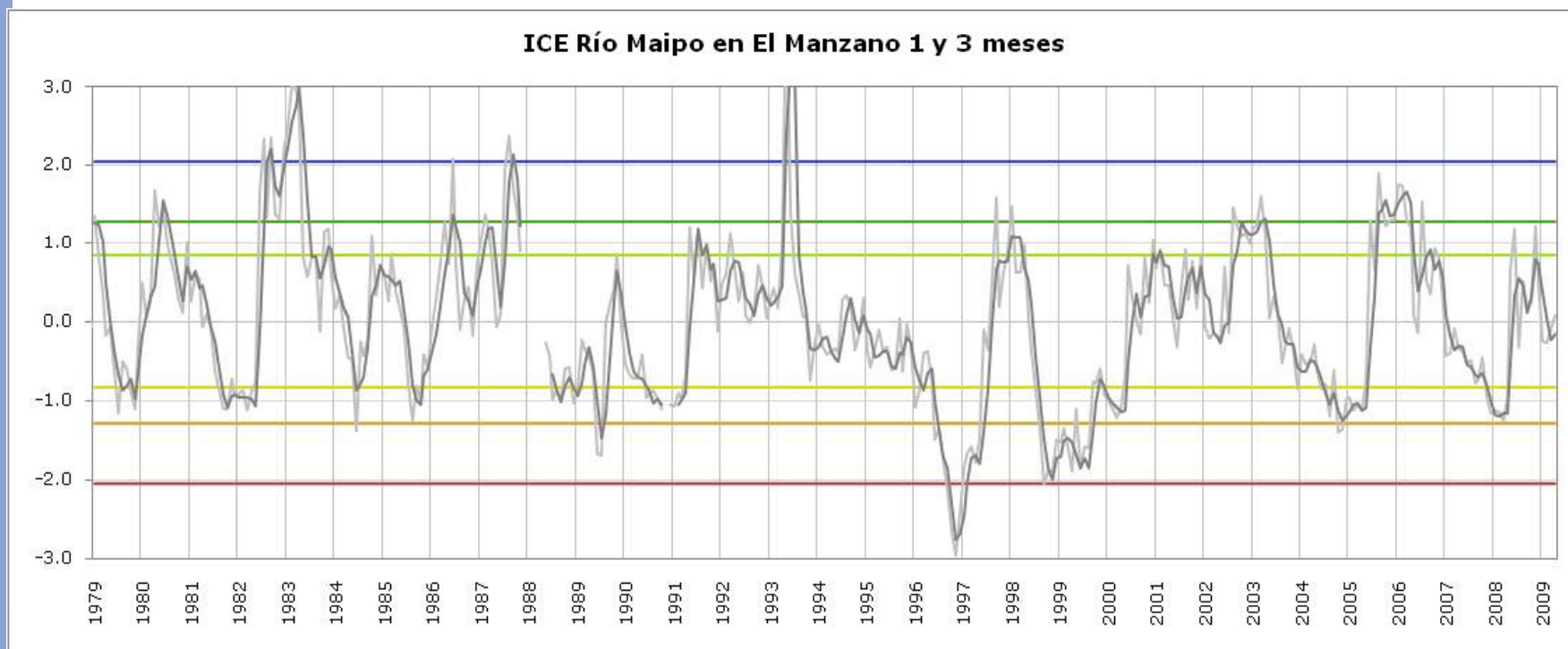
Clasificación de eventos de sequías para valores de IPE o ICE y su probabilidad acumulada.

Valor del IPE o ICE	Prob. de ocurrencia	Calificación
$\leq -2,05$	0,020	Extremadamente Seco
-2,05 a -1,28	0,080	Muy Seco
-1,28 a -0,84	0,100	Seco
-0,84 a 0,84	0,600	Normal
0,84 a 1,28	0,100	Húmedo
1,28 a 2,05	0,080	Muy Húmedo
$\geq 2,05$	0,020	Extremadamente Húmedo

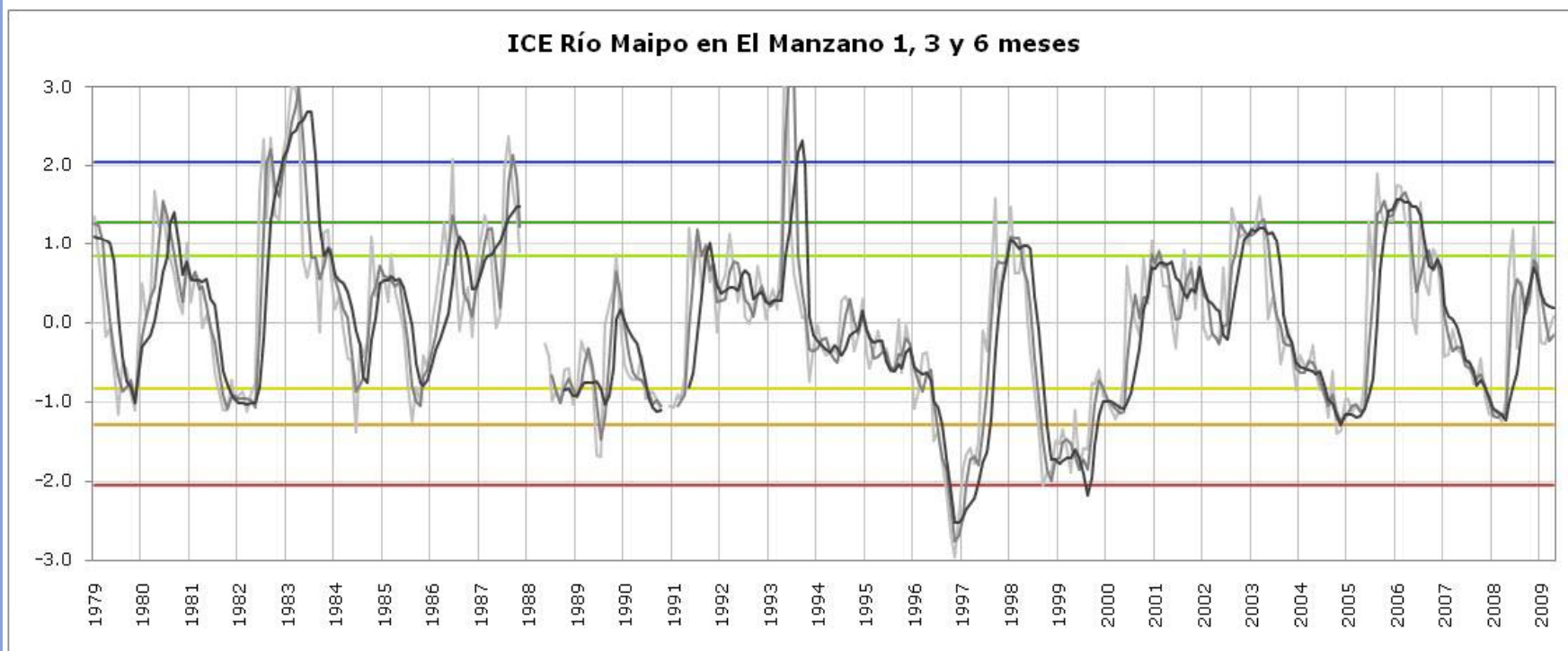
# Series temporales de IPE Chile



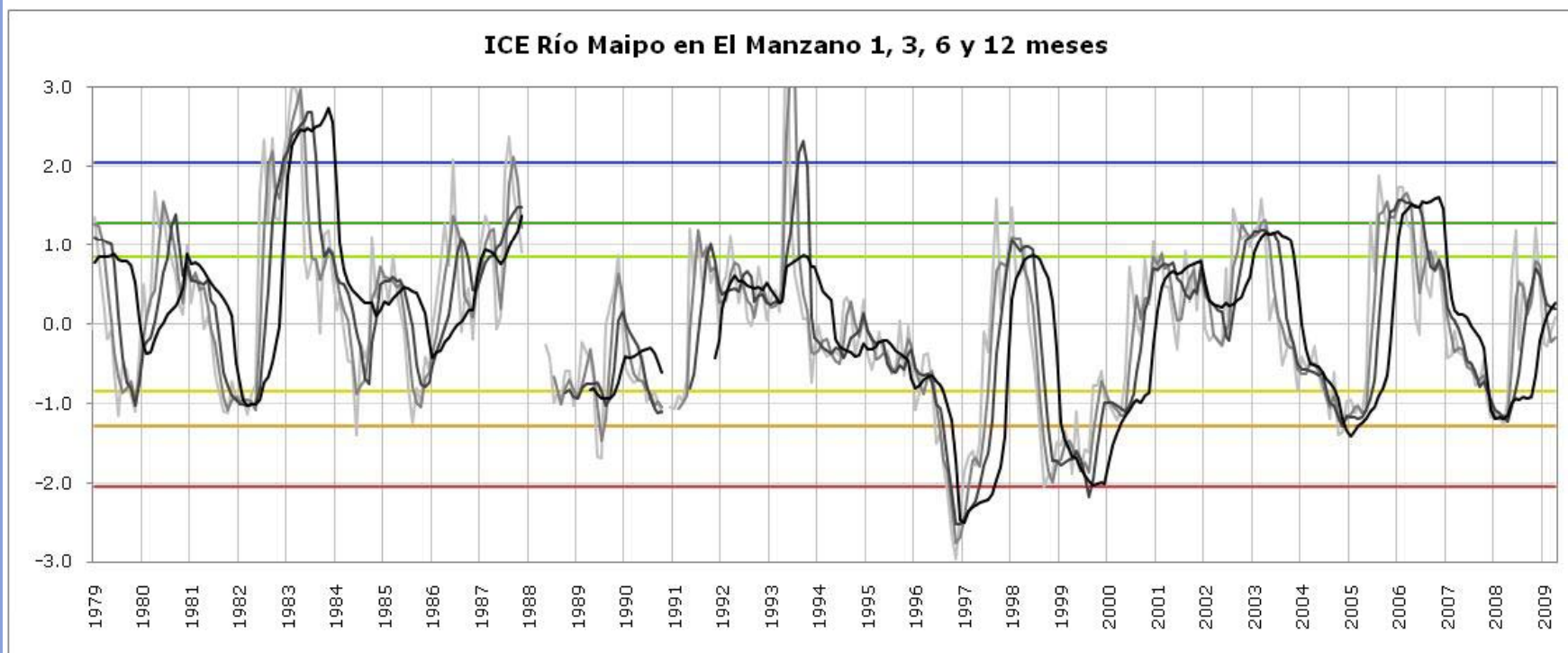
# Series temporales de IPE Chile



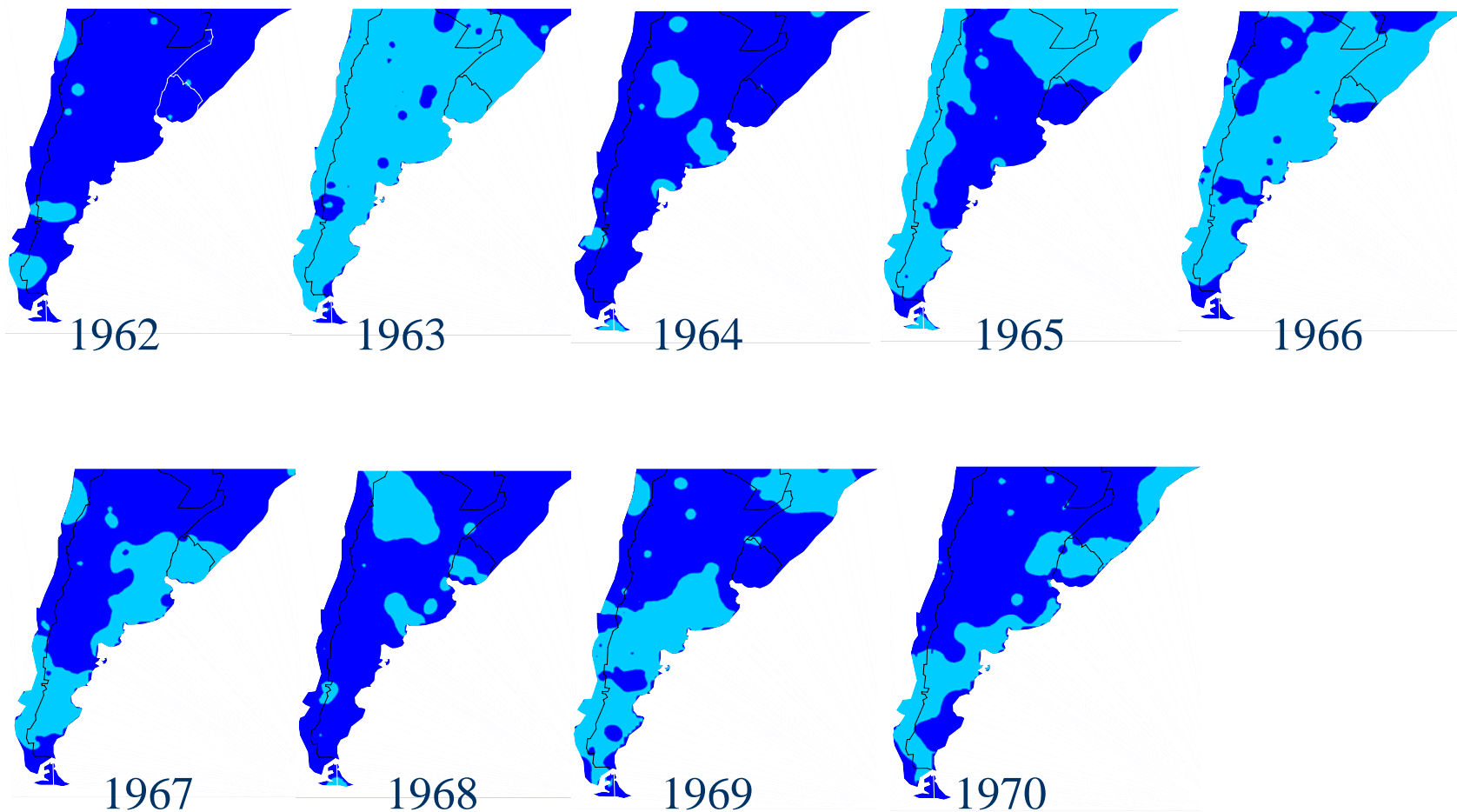
# Series temporales de IPE Chile



# Series temporales de IPE Chile

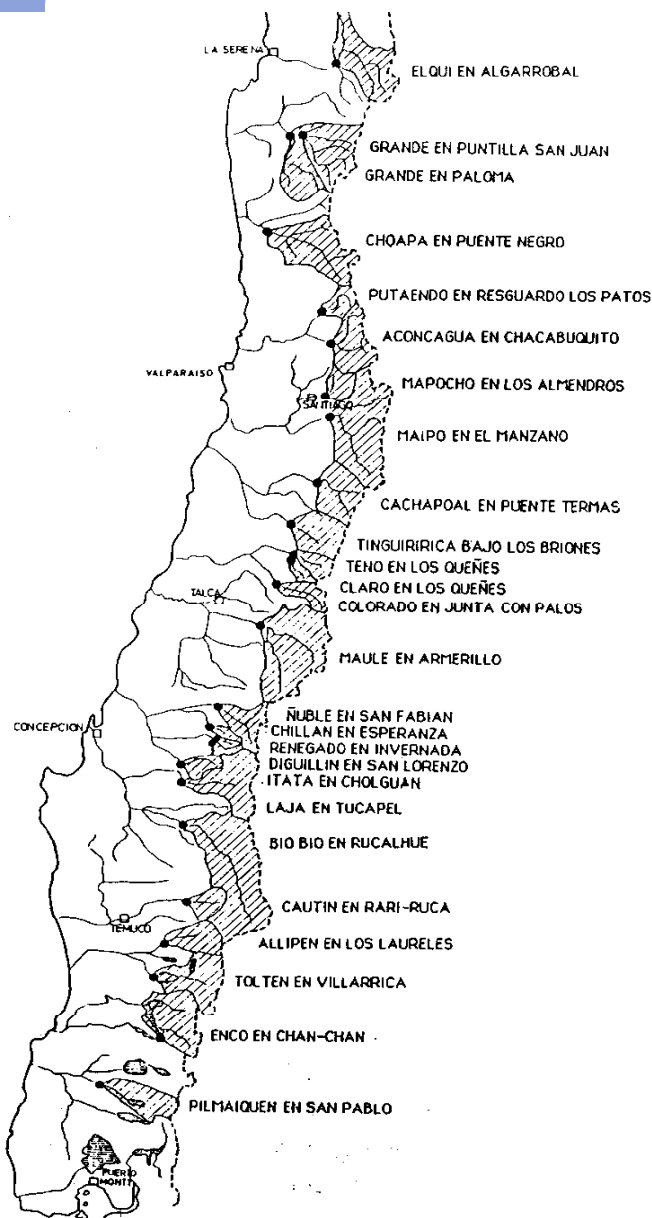


## ¿Qué regiones y comunas poseen mayor riesgo de frecuencia de sequías?



Fernández, 2001: Sequías meteorológicas en el cono sur de América

# ¿Qué regiones y comunas poseen mayor riesgo de frecuencia de sequías?



## Sequías Hidrológicas

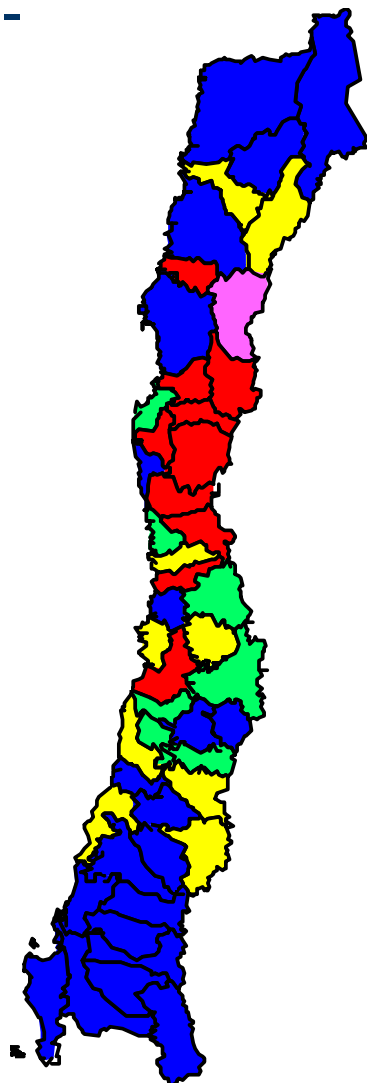
- 28 cuencas andinas sin efecto antrópicas importantes
- Aprox. 1400 km de norte a sur
- Desde La Serena hasta Puerto Montt



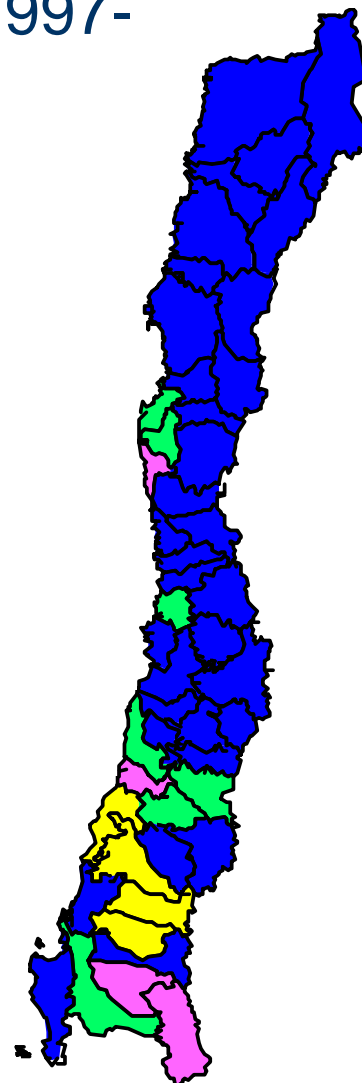
CONAPHI - CHILE

## ¿Qué regiones y comunas poseen mayor riesgo de frecuencia de sequías?

Sequia 1967-  
1972



Sequia 1997-  
2002



# Escenario actual de los sectores productivos

---

## Aspectos generales (Enfoque país)

1. Enfrentamiento con enfoque de emergencia.
2. Acciones preestablecidas limitadas y definidas por ley.
3. Desconocimiento de duración y real desarrollo del fenómeno.
4. Presencia de otros cuerpos legales en diversos ministerios: agricultura, energía,...
5. Creación temporal de comités en reacción al fenómeno a diferentes niveles.

# Escenario actual de los sectores productivos

---

## Aspectos legales (Código de Aguas)

1. El Código de Aguas se refiere exclusivamente a la participación de la DGA en relación a las sequías.
2. Limita la intervención al reparto de aguas superficiales en los cauces.
3. El código deja libre la definición de sequía extraordinaria para una resolución de la DGA.
4. El límite temporal para la duración de sequías extraordinarias es arbitrariamente de seis meses.

# Escenario actual de los sectores productivos

---

## Aspectos resolutivos (Resolución DGA de 1984)

- No se visualizan en la R39-1984 indicadores ni criterios uniformes.
- Se gatilla una declaración solo cuando las condiciones de escasez se encuentran avanzadas.
- No considera causas ni evolución de la situación, antes, durante o después.
- Es simplista, rápida y fácil de aplicar.
- No considera la demanda como una variable para identificar situaciones de escasez.



CONAPHI - CHILE

# Situación internacional

---

- Situación internacional
  - Fenómeno de interés en todo el mundo.
  - Intervienen diferentes instituciones del estado, académicas y privadas a nivel nacional, regional y local
  - Gran interés y actividad por revisar la normativa y los enfoques durante los últimos años.
  - Aprovechamiento de la difusión de información mediante internet.
- **Monitoreo y seguimiento continuo.  
Preparación.**



# U.S. Drought Portal

www.drought.gov

- [HOME](#)
- [WHAT IS NIDIS?](#)
- [CURRENT DROUGHT](#)
- [FORECASTING](#)
- [IMPACTS](#)
- [PLANNING](#)
- [EDUCATION](#)
- [RESOURCES](#)

al

## Area Drought Information

Select State [Go](#) **updated!**

Select Region... [Go](#)

## Maps & Tools

- [Map Viewer](#)
- [GIS Resources](#)
- [Geodata Portal](#)
- [Drought Monitor Graphics - \*\*new!\*\*](#)
- [Data Visualizations - \*\*new!\*\*](#)

## Events & Announcements

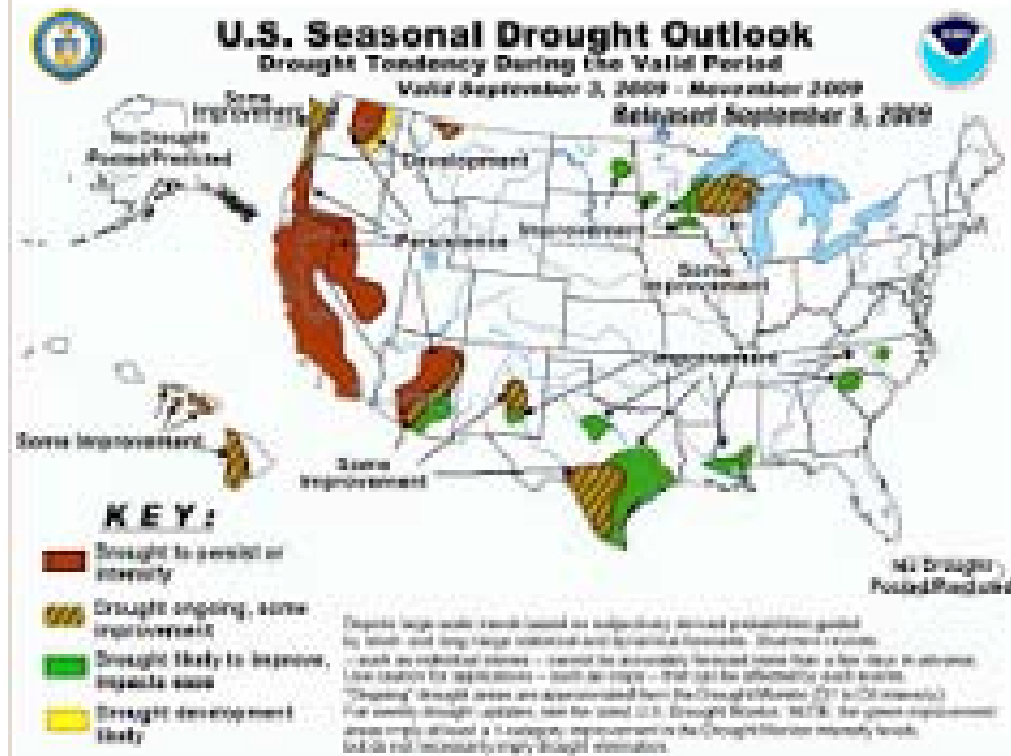
- [Southeast Pilot Planning Meeting - July 2009](#)
- [Climate, Drought and Early Warning on Western Native Lands - June 2009](#)
- [Climate Reference Network Soil Moisture Meeting - March 2009](#)
- [Monitoring Gaps Assessment Workshop - December 2008](#)
- [Wildfire: National Seasonal Assessment Workshop - February 2009](#)
- [National Hydrologic Warning Council - May 2009](#)

## Featured Products

[Where are Drought Conditions Now?](#)

[How is the Drought Affecting Me?](#)

[Will the Drought Continue?](#)



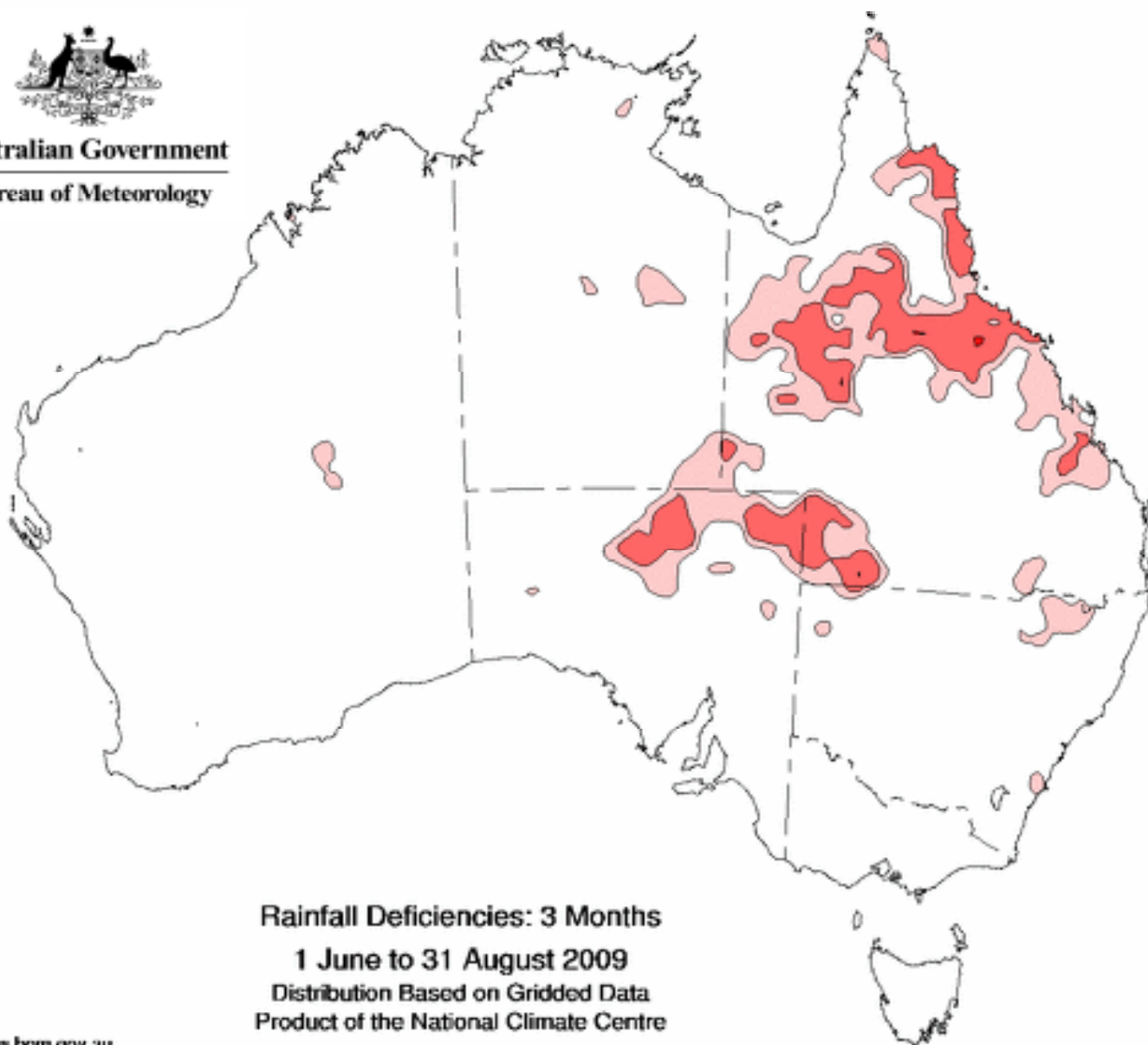
## NIDIS Feature



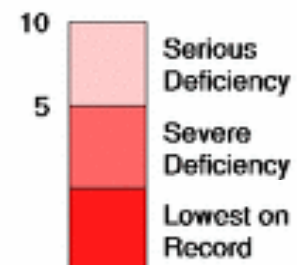
CONAPHI - CHILE



**Australian Government**  
**Bureau of Meteorology**

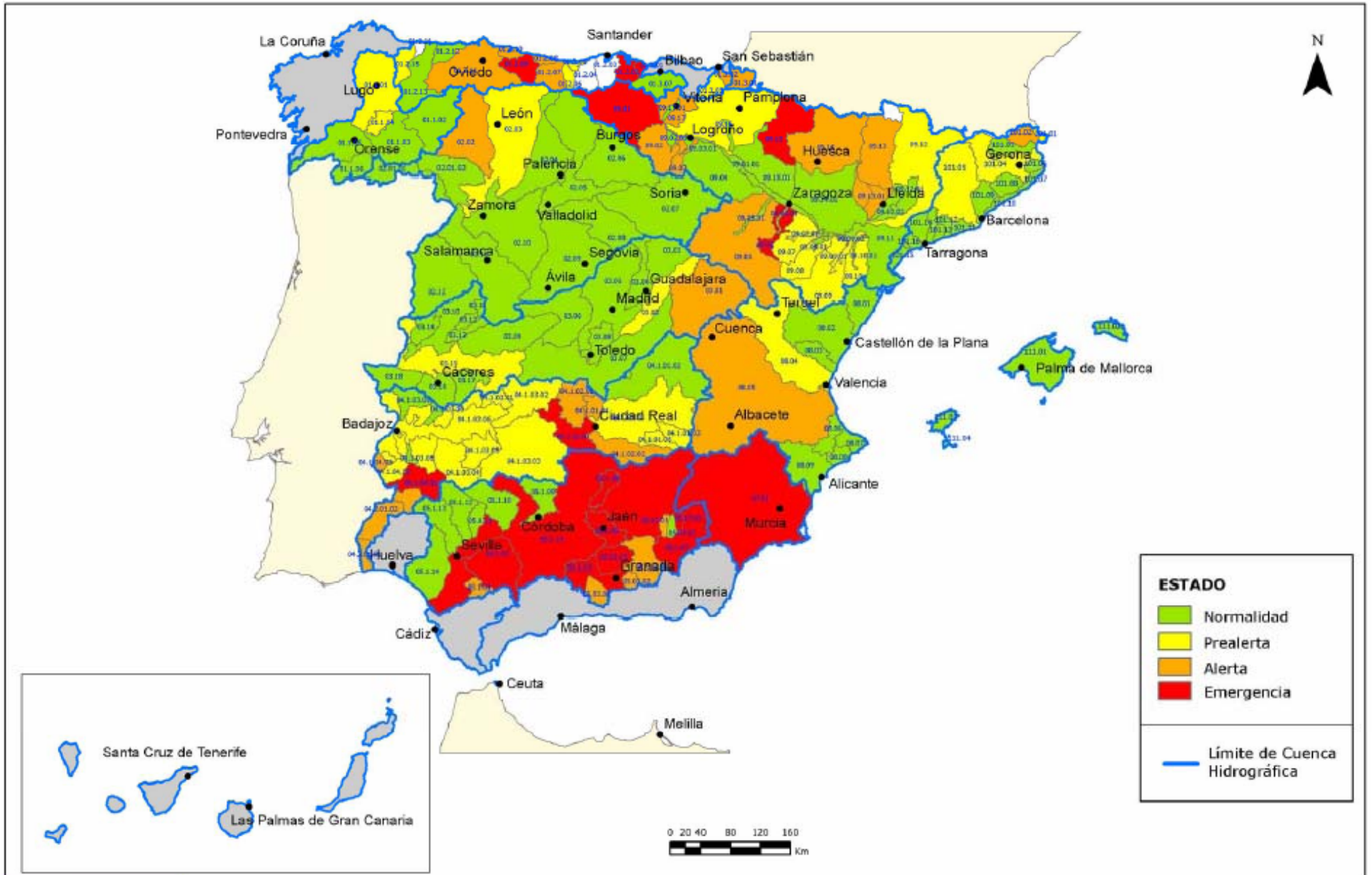


**Rainfall Percentile Ranking**



**Rainfall Deficiencies: 3 Months**  
**1 June to 31 August 2009**  
Distribution Based on Gridded Data  
Product of the National Climate Centre

<http://www.bom.gov.au>



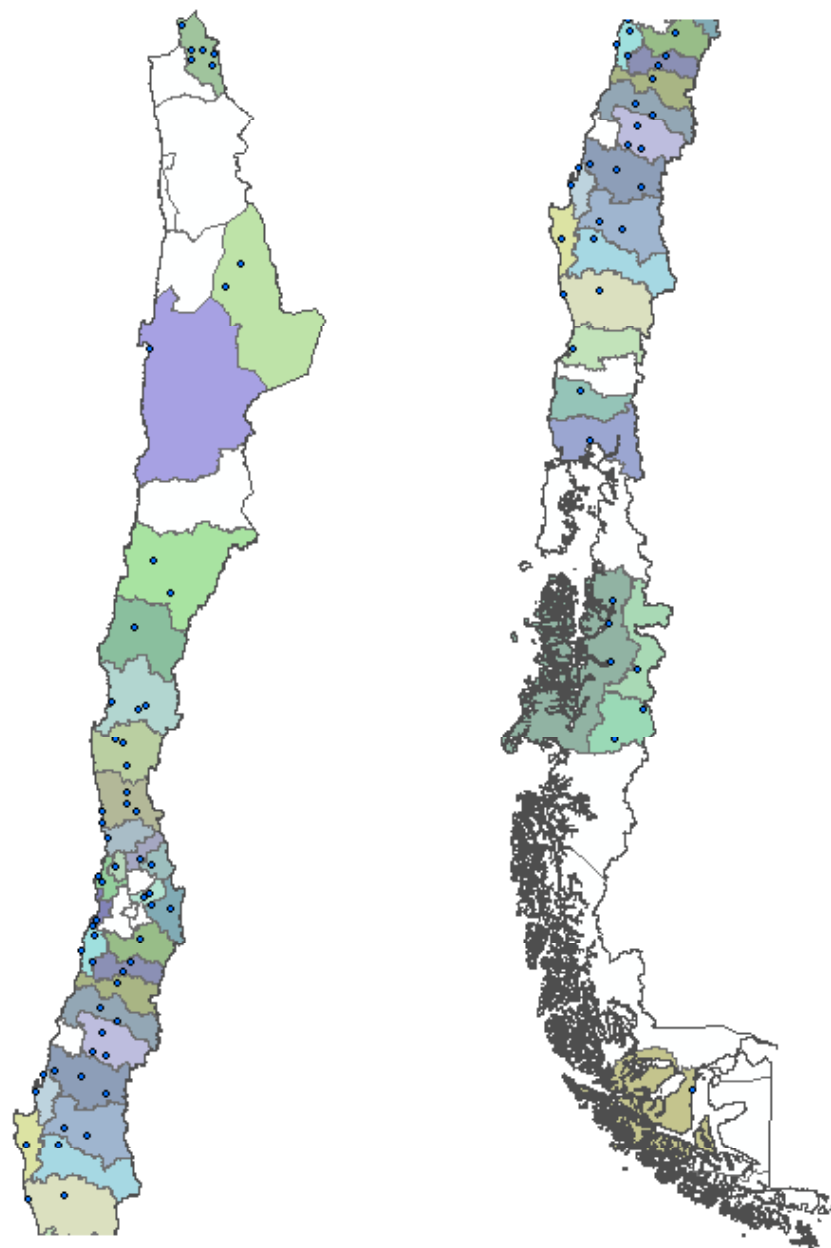
# Análisis de información disponible

---

## Cobertura a nivel país de la información disponible

- La DGA cuenta con un total de 245 estaciones pluviométricas vigentes, pero solo un porcentaje de ellas pueden emplearse para definir condiciones de sequías oportunamente, y a su vez una fracción menor de ellas podrían ser usadas en un sistema de monitoreo y seguimiento.

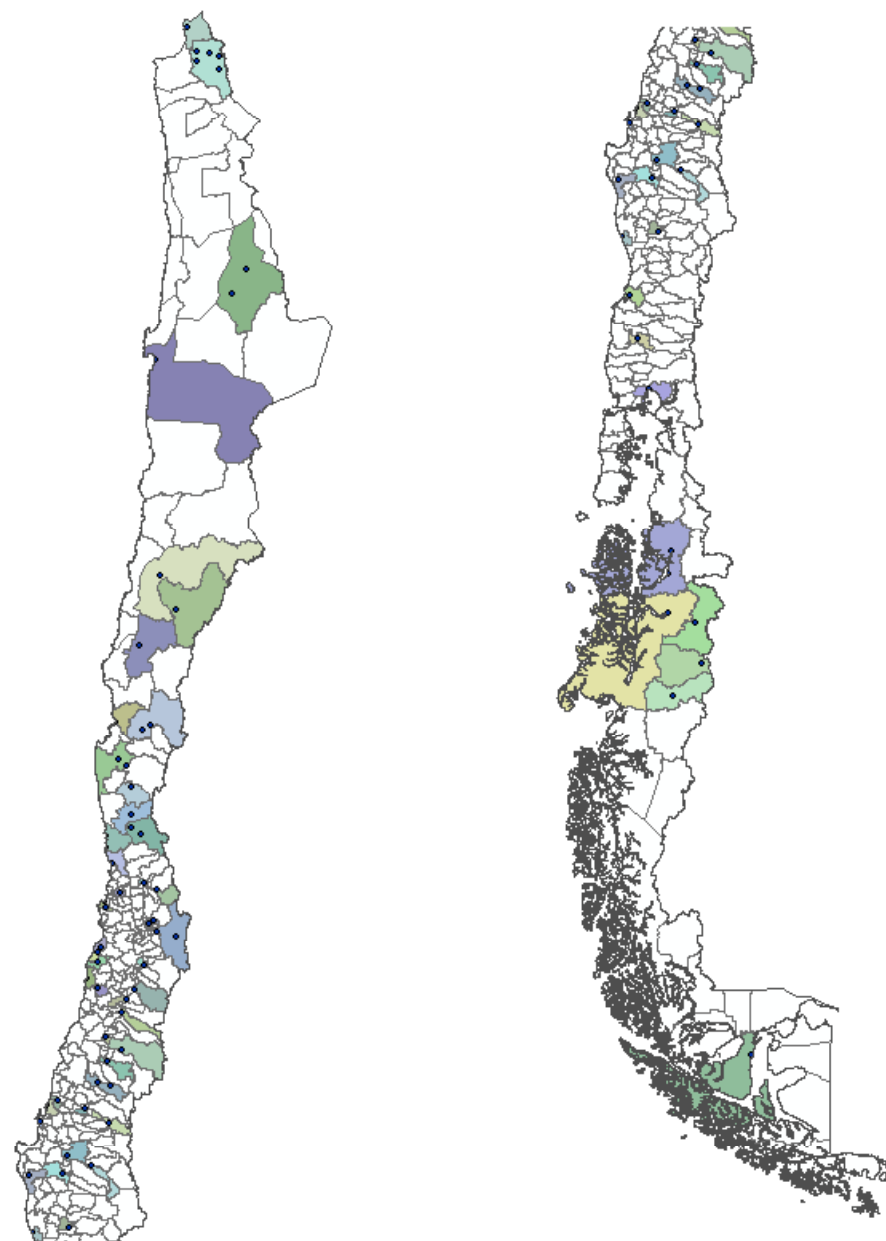
Provincias con estaciones pluviométricas disponibles para monitoreo de sequías. En blanco se indican las provincias que no cuentan con estaciones.





CONAPHI - CHILE

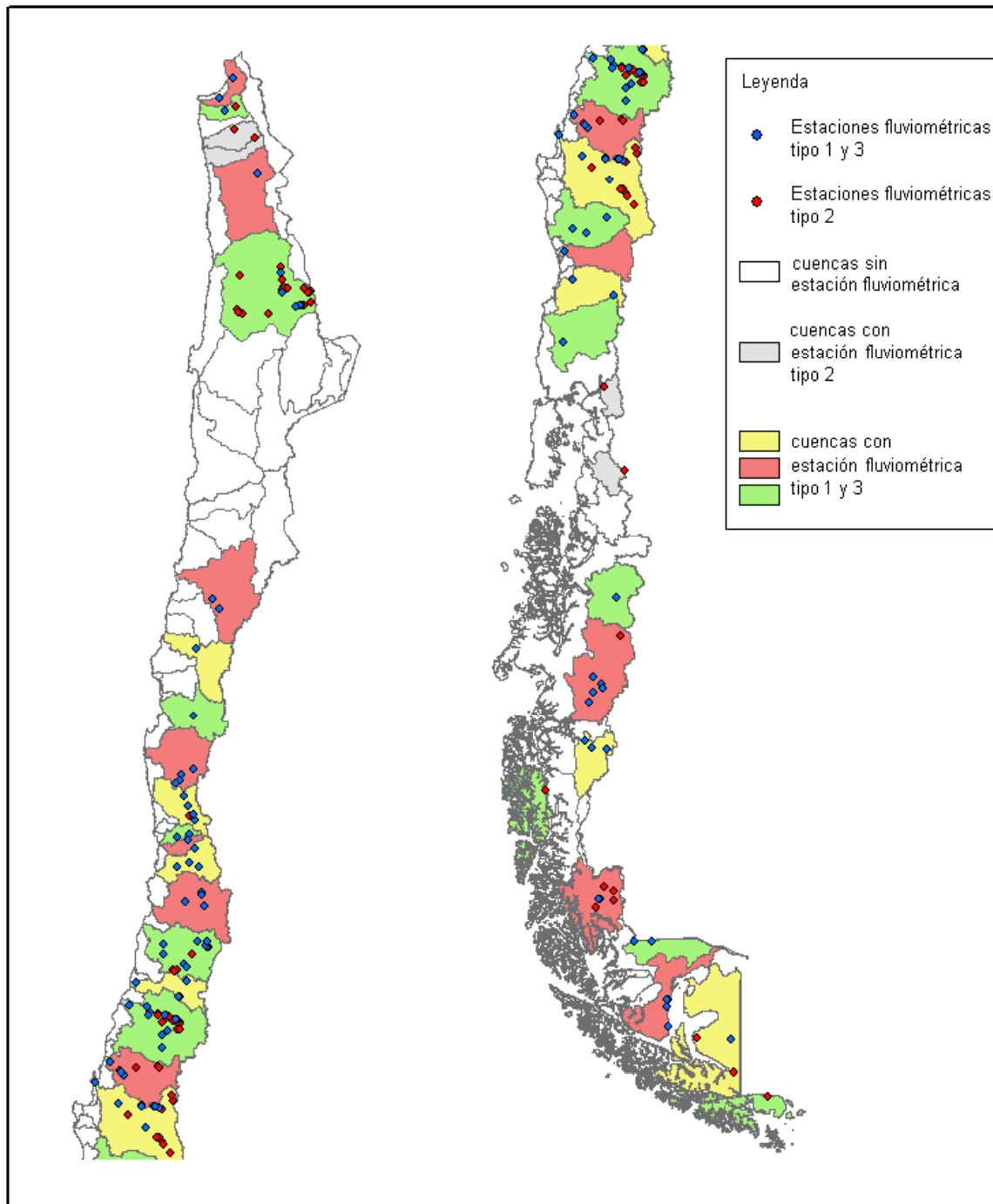
Comunas con estaciones pluviométricas disponibles para monitoreo de sequía. En blanco las comunas sin estaciones en su interior.





CONAPHI - CHILE

Cuencas principales con estaciones fluviométricas disponibles para monitoreo de sequías.



# Subcuencas con estaciones fluviométricas disponibles para monitoreo de sequías.

