



Desarrollo de un plan de gestión de sequías para una cuenca árida altamente regulada con usuarios multisectoriales – La Cuenca Caplina – Locumba, Tacna, Perú

Lima, octubre de 2018

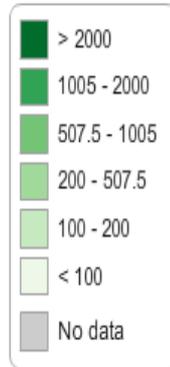
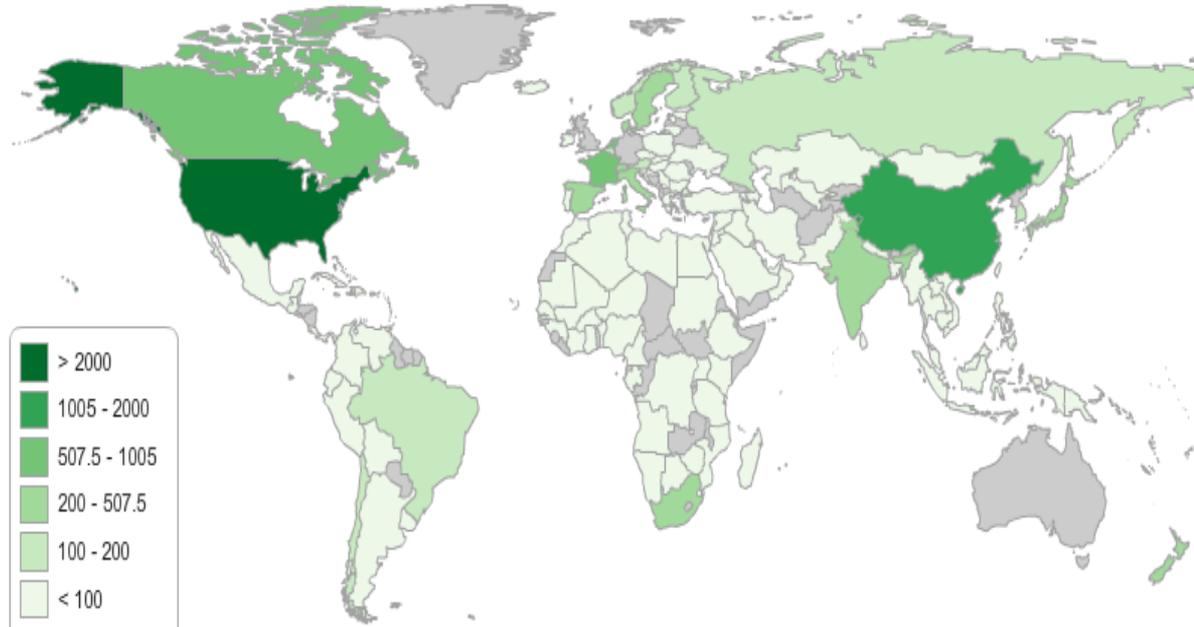
www.csiro.au



Neil Lazarow, Jorge Peña-Arancibia, Francis Chiew, Sorada Tapsuwan, Richard Hopkins,
Hongxing Zheng, Dave Penton, Rodrigo Rojas, Antonia Gamboa Rocha, Melisa Albisetti, Oscar Diaz

¿Quien es CSIRO?

- Agencia Nacional de Ciencias de Australia (pública e independiente)
- 5500 trabajadores
- 2000 Doctores (PhD)
- Está en el 1% más alto de instituciones de investigación global



Número total de publicaciones conjuntas (2010-2015)

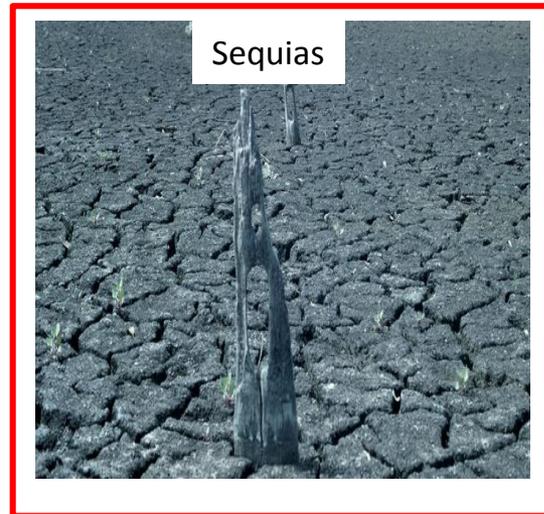
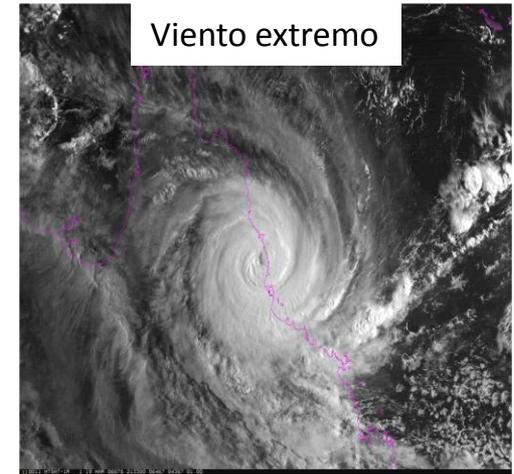
La ciencia de la CSIRO - colaboraciones mundial



Enfoque de la investigación de Tierra y Agua

- **Disponibilidad de agua** - población, urbanización, producción de alimentos, clima
- **Calidad del agua** - urbana, industrial y ambiental
- **Agua para compartir** - medio ambiente, agricultura e industria
- **Integridad del sistema** - el impacto humano en los sistemas naturales
- **Poblaciones adaptables** - ciudades habitables y productivas en un clima cambiante
- **Agricultura adaptable** - enfoques sensibles al clima que optimizan la productividad y minimizan los impactos en el suelo, el agua y los ecosistemas

Riesgos naturales y eventos extremos

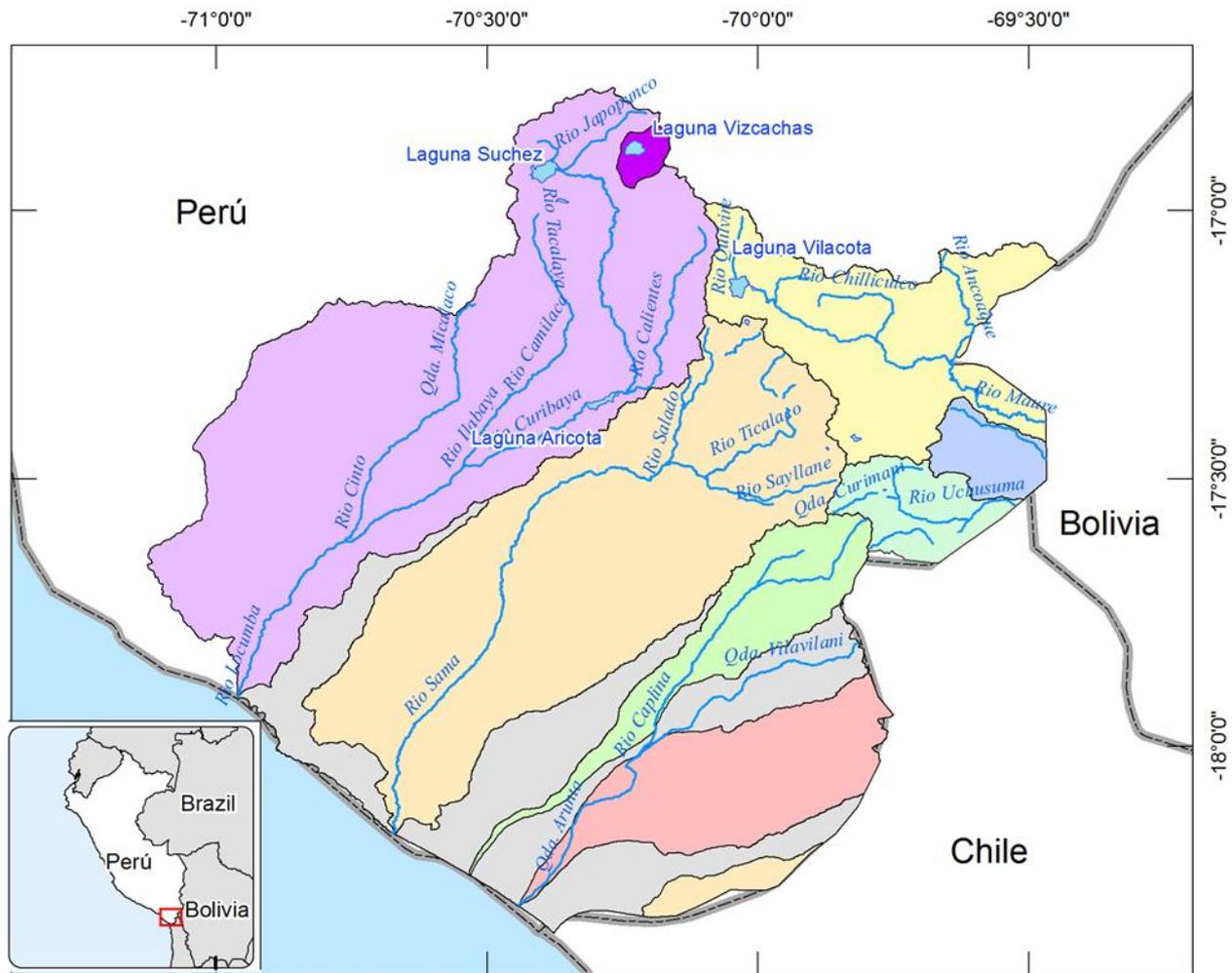


La reforma de gestión del agua en el Perú

- El programa de reforma del sector hídrico se inicia el 2008.
 - La Ley de Recursos Hídricos (2009) creó un sistema nacional para la gestión de los recursos hídricos,
 - La creación en 2009 de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y las autoridades locales y regionales asociadas
 - En 2010 apoyo del Banco Mundial para preparar planes de gestión de recursos hídricos regionales para 6 cuencas en la vertiente del Pacífico
 - Consejos de Recursos Hidricos

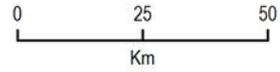
De parte de Australia

- Acuerdo marco entre el Gobierno de Australia y el Gobierno del Perú el 2017
- Memorando de Entendimiento (MdE) entre el Gobierno Regional de Tacna y CSIRO (2015)



- Cuencas**
- | | | |
|--|--|--|
| Locumba | Vizcachas | Hospicio |
| Sama | Maure | Caño |
| Caplina | Uchusuma | |

- Hidrografía**
- | |
|--|
| Ríos |
| Lagos |





Plan de Gestión de Sequías (PGS) para la Cuenca Caplina-Locumba



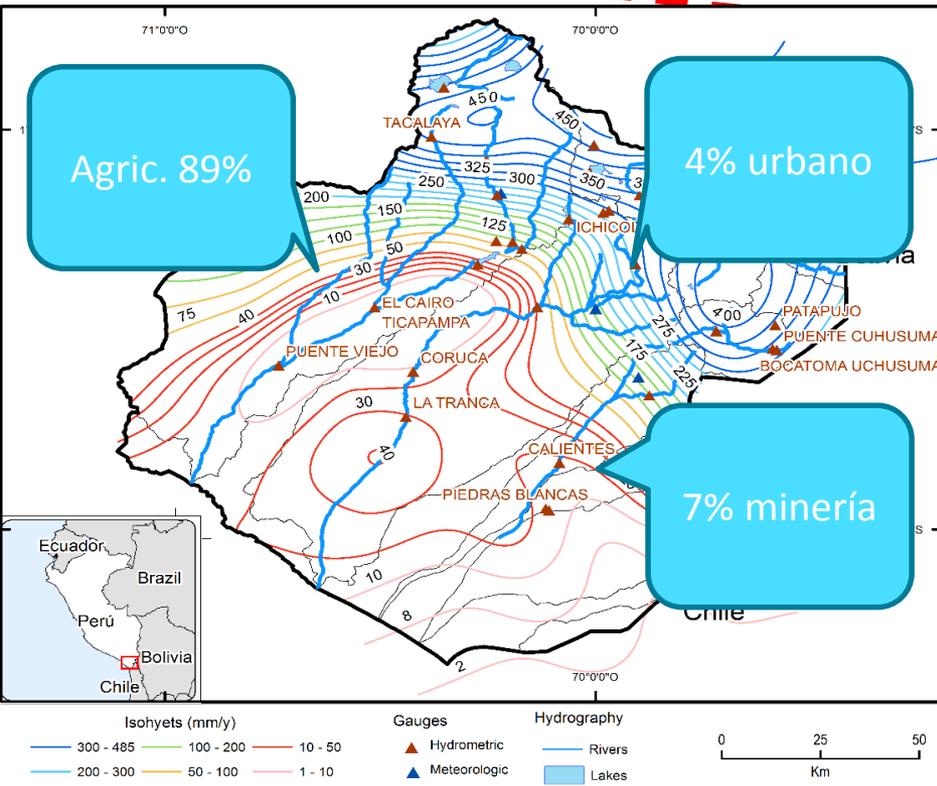
Primer plan de gestión de sequías para Perú!

Por qué Tacna?

- La región más árida en Perú
- Déficit de agua de 8 m³/s
- Agric. ~90% de agua = 15% de empleo

Los desafíos

- Base de evidencia
- Estrés hídrico
- Recursos limitados
- Retos socio-demográficos
- Legitimidad y valores impugnados



Plan de Gestión de Recursos Hídricos

Recursos Hídricos

Modelo de Gestión de Recursos

Gestión de Recursos Hídricos

- Infraestructura
- Demanda
- Reglas de operación
- Protocolos

Suministro

¿Se cubre la demanda?

Si

Gestión

No

Criterios de escasez

Déficit permanente

Escenarios estratégicos

- Infraestructura
- Demanda
- Desarrollo

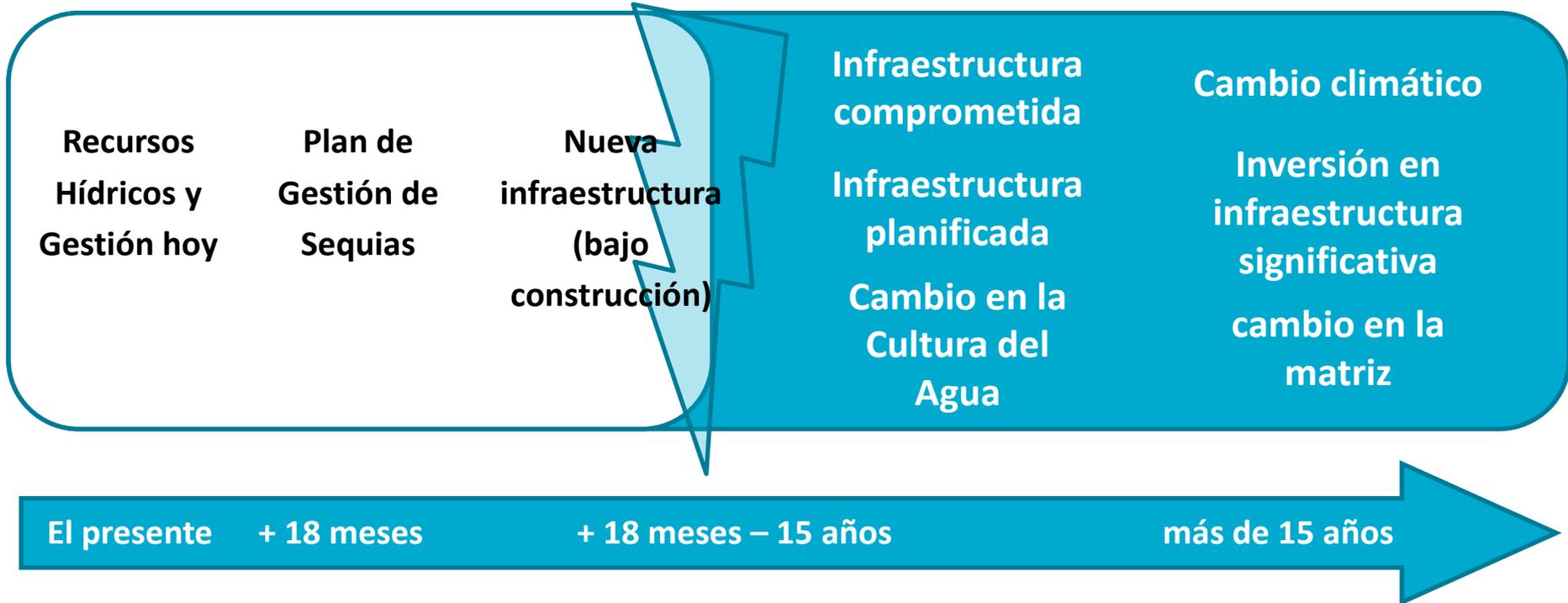
Déficit Transitorio

Escenarios operacionales

- Reglas de operación
- Restricciones
- Compensación
- Protocolos

Plan de Gestión de Sequias

El horizonte de planificación - de operacional a estratégico





Objetivo de este estudio

Formulación y validación de un Plan de Gestión de sequías de la cuenca Caplina-Locumba para identificar, catalogar, dimensionar y manejar un estado de sequía en la región



Tacna será la primera región que contará con un Plan de Gestión de Sequías

La elaboración del documento demandará un tiempo mayor a los 8 meses y costará 363 mil dólares.



Tacna será la primera región que contará con un Plan de Gestión de Sequías

Términos de referencia

1. Identificar las variables y parámetros así como sus valores de referencia que permitan caracterizar los estados de sequía en las cuencas objeto del PGS.
2. Establecer el nivel de riesgo, vulnerabilidades e impactos socioeconómicos asociados a los diferentes niveles de sequías en el ámbito de las cuencas.
3. Establecer y definir el grado de flexibilidad de las demandas, períodos de restricción e impacto en los usuarios.
4. Convocar y organizar a los actores y usuarios en los procesos para la gestión de la demanda en situaciones críticas sobre la base de criterios económicos y de sostenibilidad.
5. Proponer los acuerdos y protocolos de operación necesarios para superar las situaciones de sequía con la mínima afectación socioeconómica y ambiental.
6. Definir el sistema experto así como aquellos indicadores de control y gestión antes, durante y después del período de sequía.

El PGS

- Dentro del marco de mejores prácticas globales, el PGS debe responder tres preguntas fundamentales en una manera proactiva:
 - **¿Cuándo actuar?**, en el contexto de la anticipación a los eventos de sequía.
 - **¿Cómo actuar?**, en el contexto de la activación de las medidas de mitigación y recuperación a implementar.
 - **¿Quiénes son los responsables de la gestión?**, en el contexto de la responsabilidad de ejecutar y efectuar el seguimiento de las medidas implementadas, así como la coordinación entre las instituciones involucradas en las acciones necesarias.

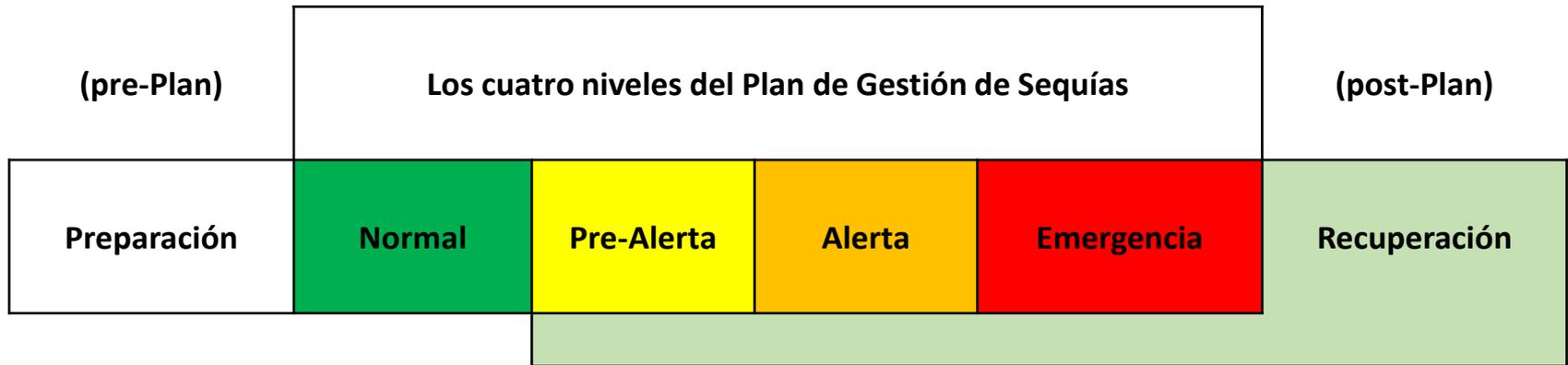
¿Pero como traducir las tres preguntas en un plan operacional?

(Fuente: MMA, 2005)

Los tres partes del PGS

- **Parte A – Contexto para el desarrollo de un PGS en el Perú:**
 - Recursos hídricos y los desafíos, la estructura legal y de gobernanza para la gestión de los recursos hídricos – incluyendo las emergencias y los desastres.
 - Reseña de la experiencia internacional y local en el tema de gestión de las sequías.
 - Descripción de las preguntas fundamentales que deben resolverse mediante el desarrollo y la implementación de un PGS.
 - Descripción de un proceso de ocho pasos para realizar un PGS, y las herramientas y los enfoques necesarios para apuntalar este proceso.
- **Parte B – Proceso y objetivos del PGS para la región de Tacna:**
 - Desarrollo y establecimiento del PGS Caplina-Locumba, siguiendo el proceso de ocho pasos descrito en la Parte A.
- **Parte C – Guía del proceso de implementación:**
 - Guía de implementación o manual para apoyar la implementación y el funcionamiento del PGS Caplina-Locumba.

Niveles de riesgo



Desarrollamos y aplicamos un esquema de trabajo...

Paso 1

- Establecimiento de procesos y objetivos de gestión de sequías

Paso 2

- Alcance y caracterización de las condiciones hidroclimáticas y socioeconómicas de la cuenca

Paso 3

- Cuantificación de los recursos hídricos de la cuenca de manera espacial y temporalmente explícita

Paso 4

- Definición de niveles de riesgo operacional, tipos y umbrales de sequía para cada nivel de sequía, evaluación y caracterización de riesgo de sequías,

Paso 5

- Gestión del riesgo de sequías

Paso 6

- Implementación del PGS

Paso 7

- Aprobación y establecimiento del PGS

Paso 8

- Monitoreo y mejora del PGS

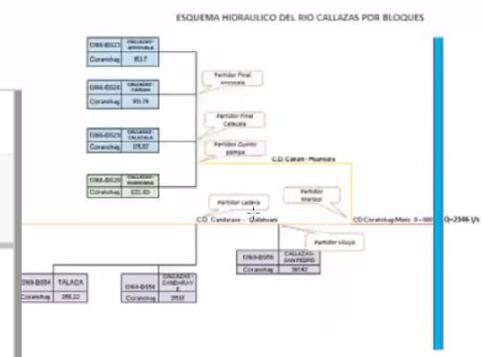


-71°0'0"

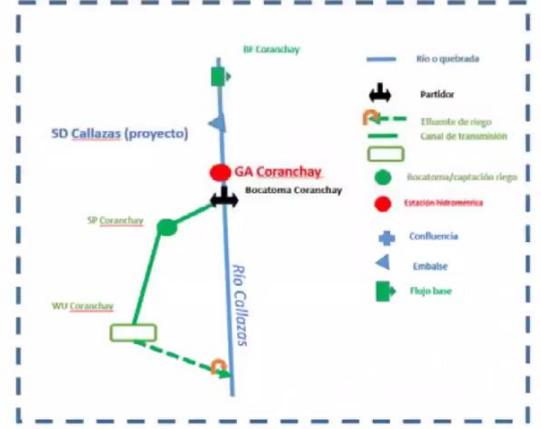
3.5
3

Pro
F
Mod

Esquema Hidráulico ALA



Esquema SOURCE Coranchay



CSIRO LAND AND WATER
www.csiro.au



Plan de Gestión de Sequías Cuenca Caplina-Locumba

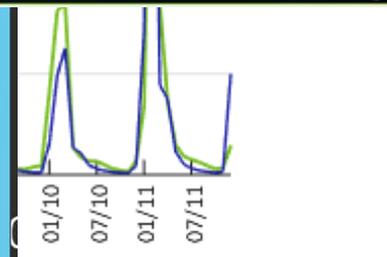
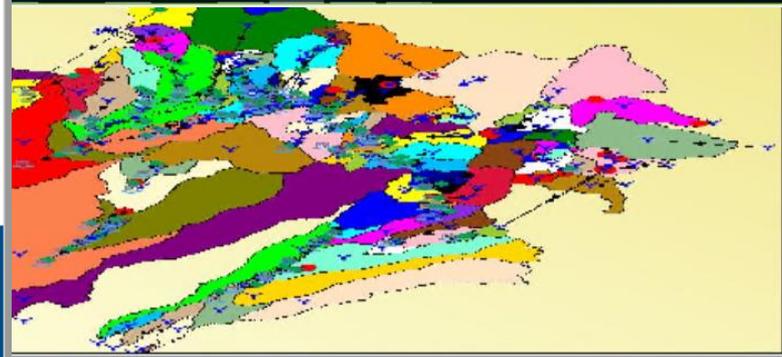
Tutorial de Modelamiento en Source N°1

La interfaz de Source y calibración de precipitación escorrentiá

Autores: CSIRO

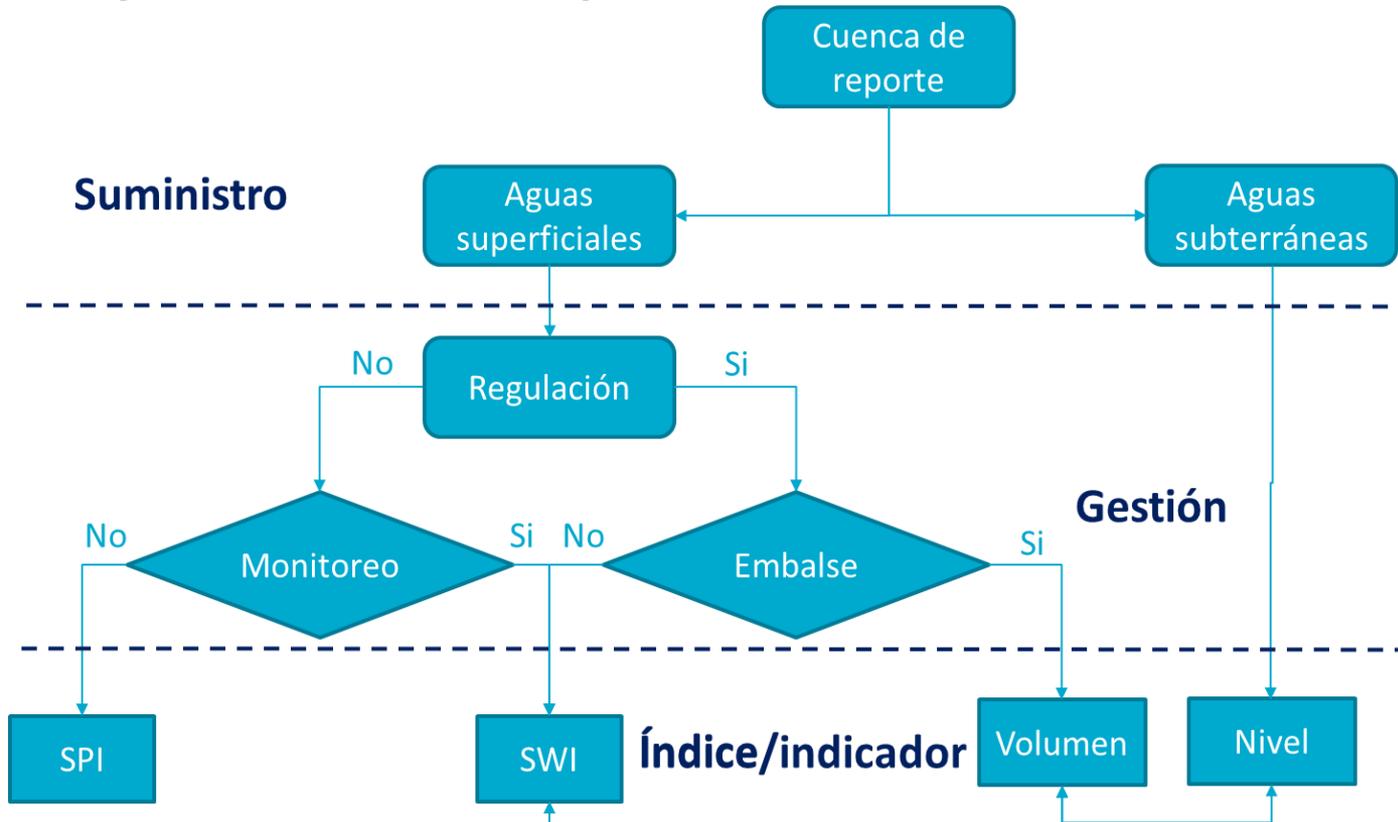
Jorge Luis Peña Arancibia, Dave Penton, Hongxing Zheng y Geoff Podger

Julio de 2018



Índices y umbrales

Índices y umbrales de sequías



Flujograma para la determinación de índices de sequías característicos en subcuencas reguladas y no-reguladas

Umbrales

Índice



Nivel de Índice



Nivel de Restricción



Prioridades y Medidas

Subcuenca de reporte	Sector(es) de riego	Índice	Emergencia	Alerta	Pre-alerta	Normal
Alto Caplina	Alto Caplina	$SPI_{6,norm}$	0.2	0.4	0.6	1
Alto Sama	Susapaya - Sitajara - Challaguaya - Chucatamani	$SPI_{6,norm}$	0.2	0.4	0.6	1
Aruma	Tarucachi - Estique - Talabaya	$SPI_{6,norm}$	0.2	0.4	0.6	1
Bajo Caplina	Caplina	Q Calientes ($SWI_{4,norm}$)	0.2	0.4	0.6	1
Bajo Sama	Valle de Sama	Q Coruca ($SWI_{4,norm}$)	0.2	0.4	0.6	1
Callazas	Candarave - Cairani - Huanuara - Quilahuani - Aricota	Q Coranchay ($SWI_{4,norm}$)	0.2	0.4	0.6	1
Curibaya	Curibaya	Niveles en presa Aricota	0.3	0.5	1	1
Ilabaya	Camilaca - Ilabaya	$SPI_{6,norm}$	0.2	0.4	0.6	1
Jarumas	Ticaco - Yunga - Lupaja	Presa Jarumas	0.3	0.45	0.6	1
Locumba	Locumba - Ite	Q Cairo ($SWI_{4,norm}$) y Q Pistala ($SWI_{4,norm}$), se utiliza el caudal combinado	0.2	0.4	0.6	1
Maure	Maure	$SPI_{6,norm}$	0.2	0.4	0.6	1
Pistala	Pistala (Lupaja)	$SPI_{6,norm}$	0.2	0.4	0.6	1
Salado	Totora	$SPI_{6,norm}$	0.2	0.4	0.6	1
Suchez	Vizcachas - Suches	$SPI_{6,norm}$	0.2	0.4	0.6	1
Uchusuma	Uchusuma	Combinado*	0.2	0.25	0.4	1

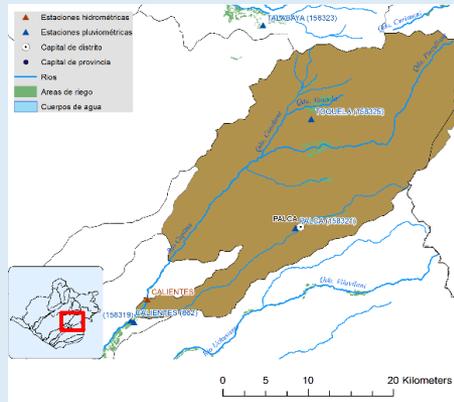
Normal	No hay restricciones específicas
Pre-Alert	No hay restricciones específicas, mejorar la eficiencia, administrar las demandas
Alerta	Las restricciones de nivel 3, posible escalada al Nivel 2 si es necesario
Emergencia	Las restricciones de nivel 2, Nivel 1 por excepción

¿Cuándo actuar?

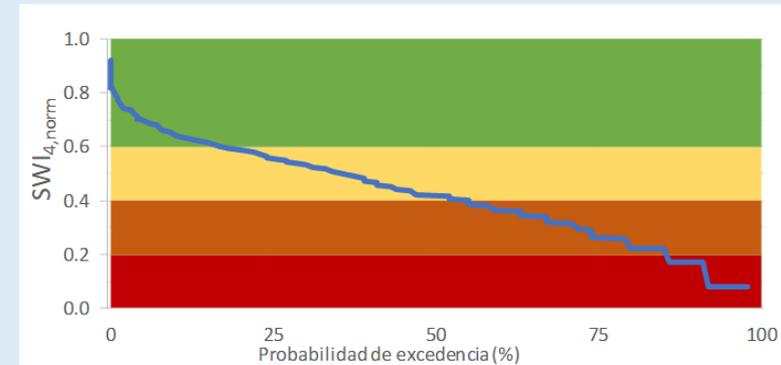
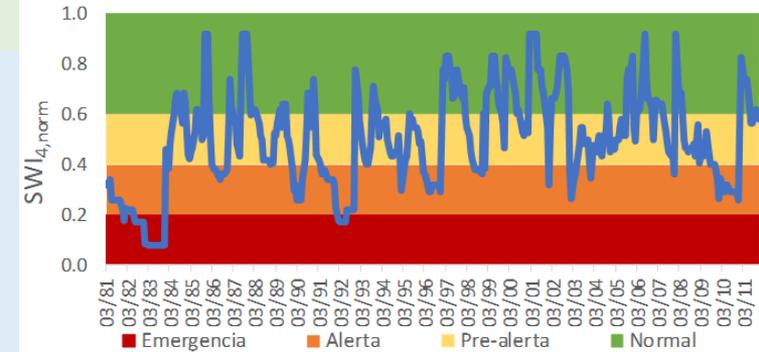
Subcuenca	Alto Caplina	
Area de riego	Alto Caplina	
Tipo	No regulada, no hay estación hidrométrica para medir disponibilidad	
Indice o indicador	SPI _{6,norm}	
Oferta		
Superficial	Quebradas Toquela, Piscullane, Palca y Atapasca, manantiales	
Aguas subterráneas	No	
Embalses mayores	Capacidad (Hm³)	
No	No	

Categoría	Normalizado	Umbral de sequía
extremadamente húmedo	$SPI_{norm} > 0.9$	normal
severamente húmedo	$0.8 < SPI_{norm} \leq 0.9$	normal
húmedo	$0.7 < SPI_{norm} \leq 0.8$	normal
moderadamente húmedo	$0.6 < SPI_{norm} \leq 0.7$	normal
normal	$0.4 < SPI_{norm} \leq 0.6$	pre-alerta
moderadamente seco	$0.4 > SPI_{norm} \leq 0.5$	alerta
seco	$0.3 > SPI_{norm} \leq 0.4$	alerta
severamente seco	$0.2 > SPI_{norm} \leq 0.3$	emergencia
extremadamente húmedo	$SPI_{norm} < 0.2$	emergencia

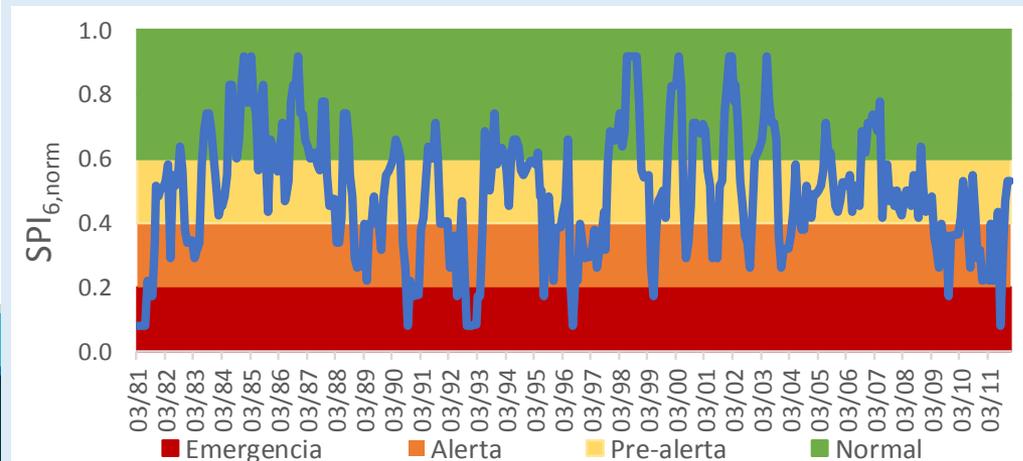
Plano de ubicación



Serie mensual temporal y probabilidad de excedencia (1981–2011)



Serie mensual temporal y probabilidad de excedencia (1981–2011)



Gestión del riesgo de sequías - prioridades

- Dentro de la estructura general del PGS, las caracterizaciones de cada una de las etapas definidas, en términos de la aplicación de las restricciones de agua son:
 - Normal: No hay restricciones específicas.
 - Pre-alerta: No hay restricciones específicas, mejora de eficiencias, gestión de la demanda.
 - Alerta: Nivel 3 de restricciones, posible Nivel 2 en caso necesario.
 - Emergencia: Nivel 2 de restricciones, posible Nivel 1 por excepción.

¿Quiénes son los responsables de la gestión?

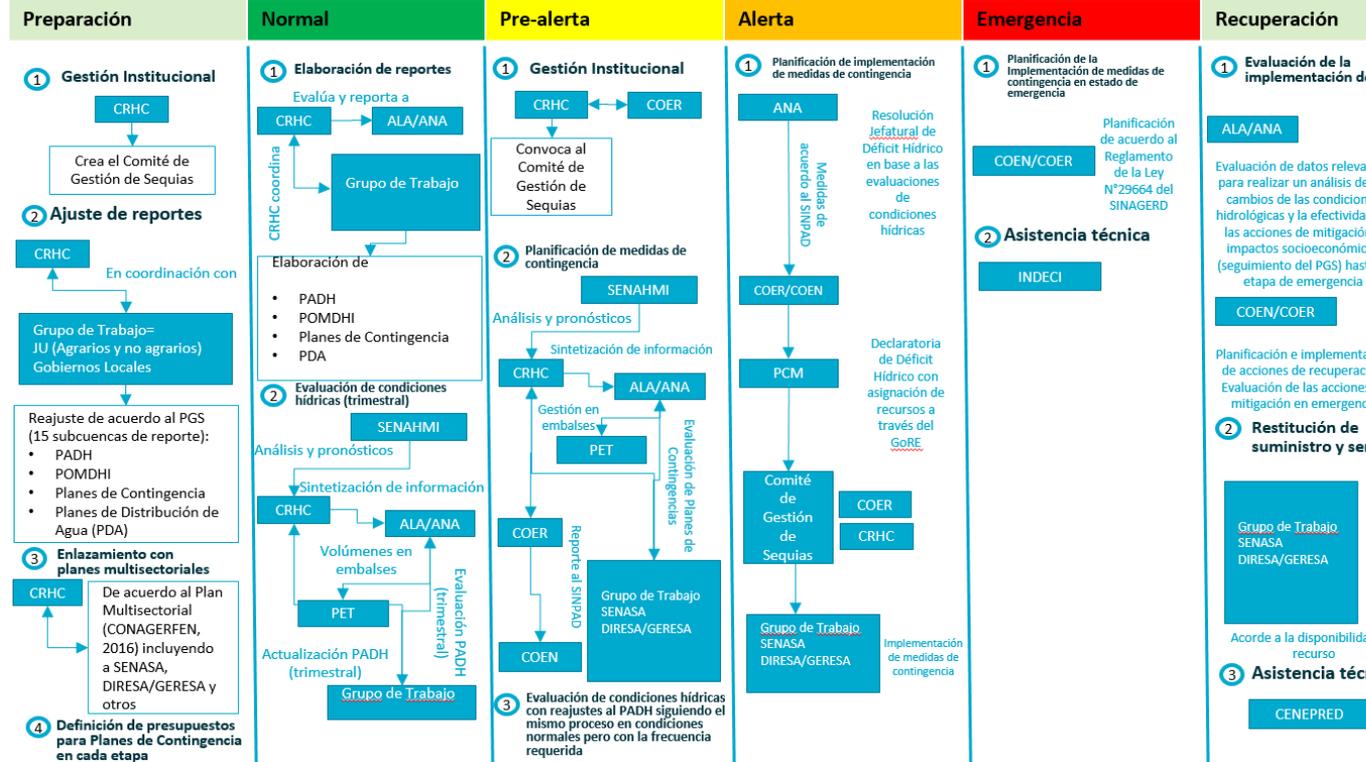


¿Cómo y Quienes actuar?

Guiar por los actores clave a través del proceso de toma de decisiones

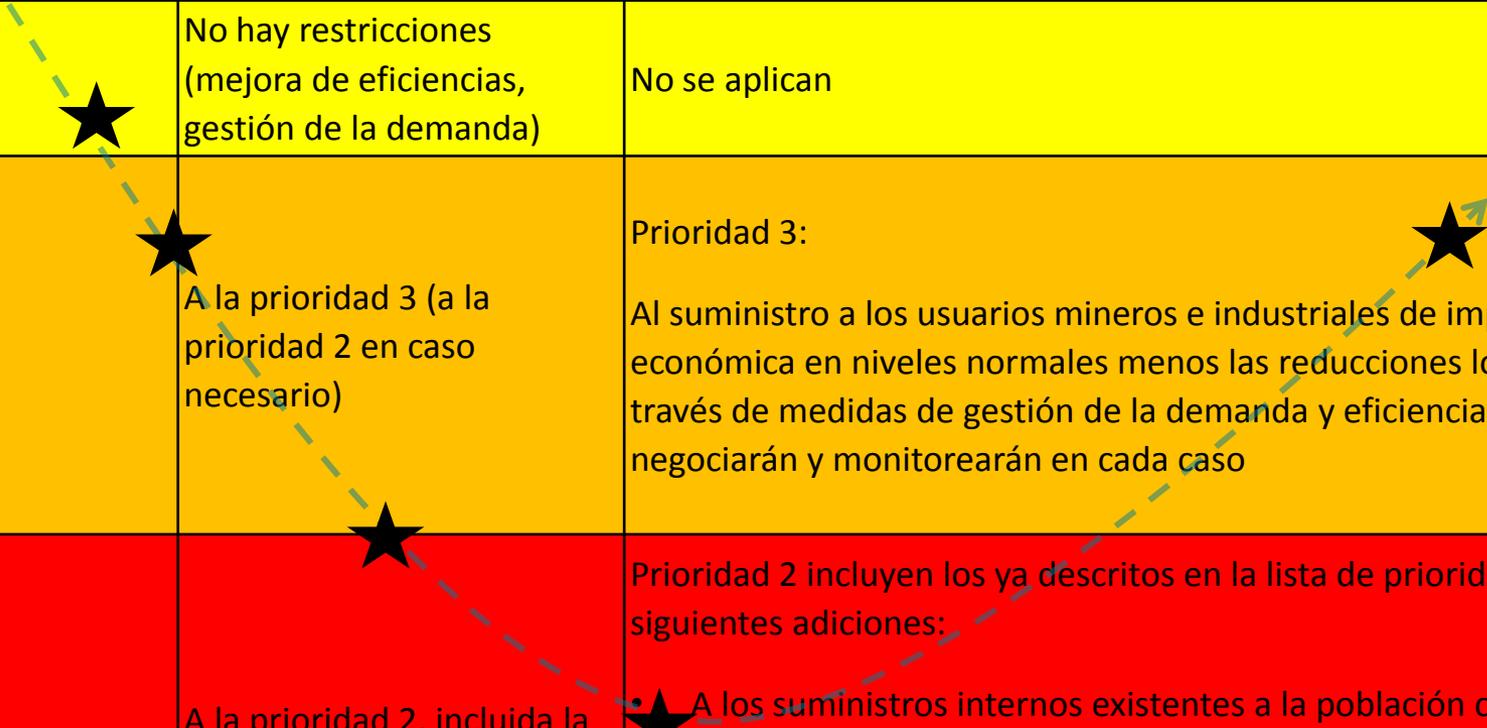
1. Planificación
2. Monitoreo
3. Comunicaciones
4. Medidas estructurales
5. Medidas no-estructurales

Planificación

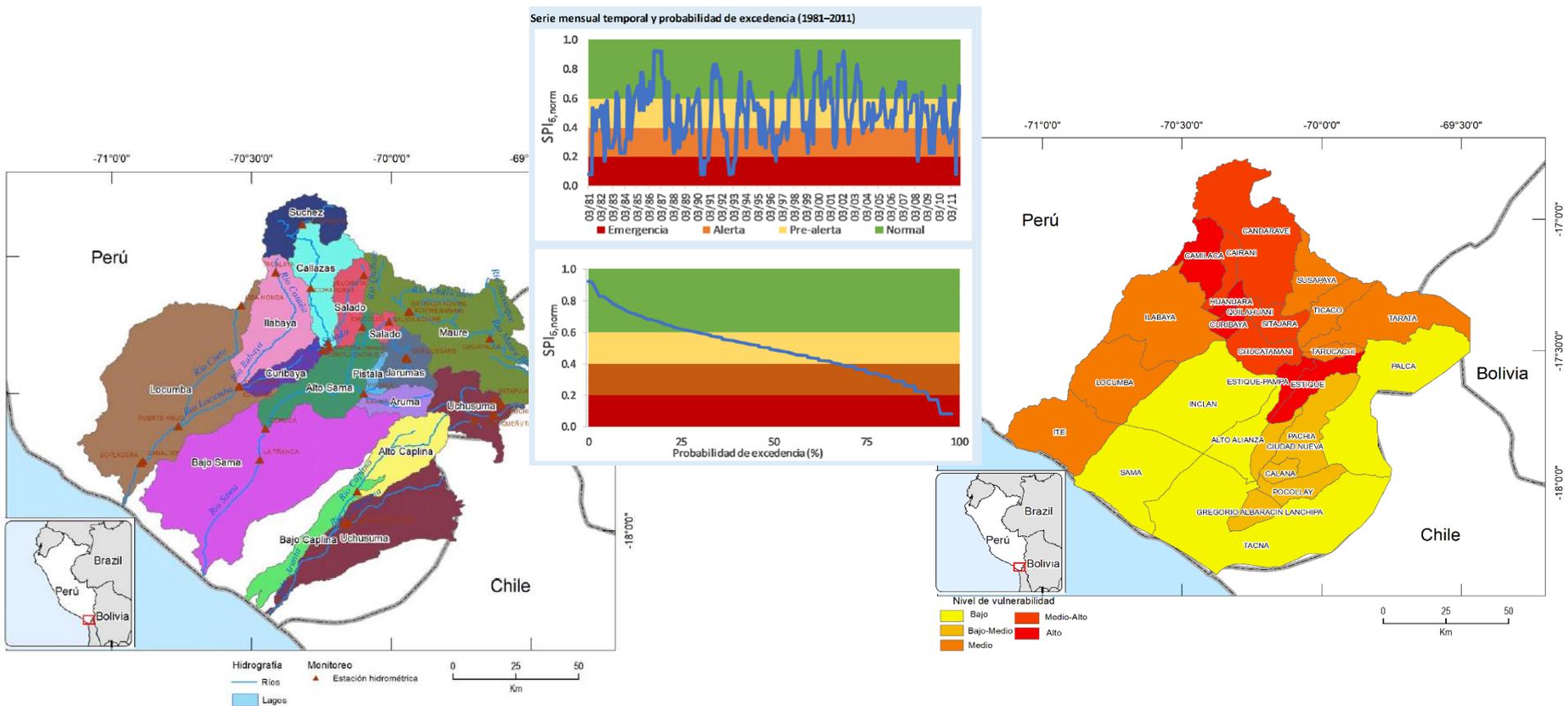


Propuesta de prioridades y restricciones asociadas al nivel de sequía

Nivel de sequía y prioridades	Nivel de restricciones	Ejemplos de restricciones que se aplican de acuerdo a prioridad
Normal	No hay restricciones	No se aplican
Pre-alerta	No hay restricciones (mejora de eficiencias, gestión de la demanda)	No se aplican
Alerta	A la prioridad 3 (a la prioridad 2 en caso necesario)	<p>Prioridad 3:</p> <p>Al suministro a los usuarios mineros e industriales de importancia económica en niveles normales menos las reducciones logradas a través de medidas de gestión de la demanda y eficiencia (que se negociarán y monitorearán en cada caso)</p>
Emergencia	A la prioridad 2, incluida la prioridad 3 (a la prioridad 1 en circunstancias excepcionales)	<p>Prioridad 2 incluyen los ya descritos en la lista de prioridad 3, con las siguientes adiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A los suministros internos existentes a la población con acceso a los sistemas de suministro, incluidos los usuarios comerciales e industriales pequeños. • Al suministro de agua para ganado, animales domésticos, avícola, etc. <p>Prioridad 1 – agua solo para consumo humano</p>



Índices de vulnerabilidad socioeconómica y riesgo de sequías



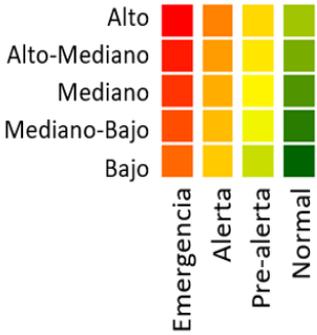
Índice de sequías



Índice de vulnerabilidad socioeconómica

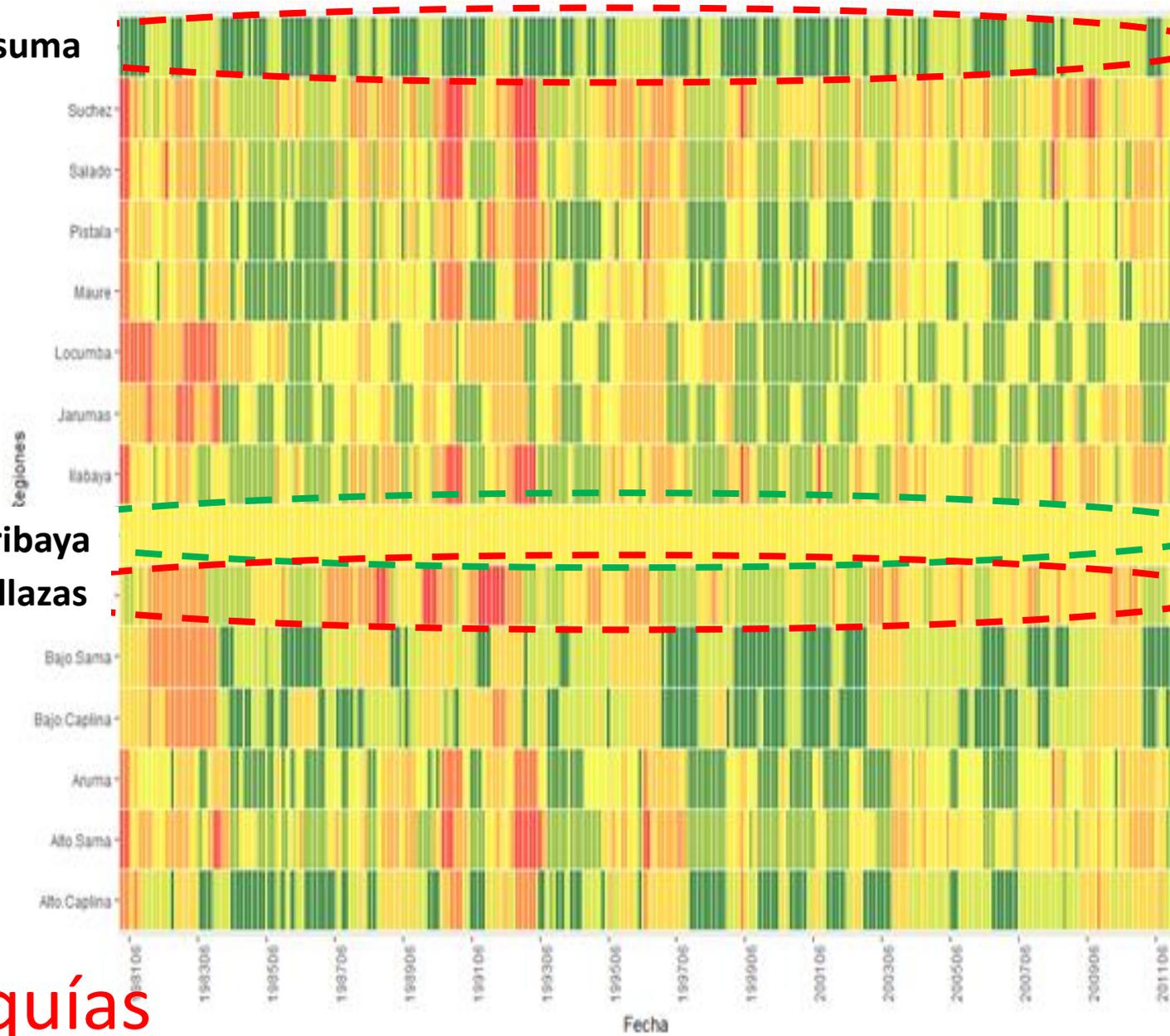
Niveles del Plan de Gestión

Uchusuma



'Hotspots' mapa bivariado combinan el índice de vulnerabilidad socioeconómica de la cuenca con el nivel de sequías

Curibaya Callazas



Riesgo de sequías

No se puede manejar lo que no se puede medir

- Hemos desarrollado un Índice de Cultura de Agua y esperamos aplicarlo para Tacna (primero en Perú)
- Indicadores y criterios en un rango de temas más importantes de la cultura del agua:

Base de conocimientos	Estrés hídrico	Gestión	Capacidad	Legitimad
La calidad del agua	Innovación	Valor del agua	Capital natural	Educación

Elicitación de expertos.

- Cada indicador puede ser ponderado, calificado y monitoreado a lo largo del tiempo
- Identifica elementos de éxito y oportunidades de mejora

Índice de Cultura del Agua
¿Cómo podemos cultivar el alma y el espíritu del agua de los peruanos?

Indicadores	Criterios	Valor presente	Factor de peso individual	Valor ajustamente	Factor de peso grupo	Valor final	Total
Base de conocimientos comunes	¿Para los usuarios no agrícolas, existe un consenso sobre la situación actual de disponibilidad y uso (entre el estado y los usuarios)?	0.8	0.8	0.64	1	0.64	0.832
Base de conocimientos comunes	¿Para Usuarios agrícolas, existe un consenso sobre la situación actual de disponibilidad y uso (entre el estado y los usuarios)?	1	1	1		1	
Base de conocimientos comunes	¿Para los usuarios urbanos (ej. Tacna), existe un consenso sobre la situación actual de disponibilidad y uso (entre el estado y los usuarios)?	1	0.8	0.8		0.8	
Base de conocimientos comunes	¿Para los usuarios no agrícolas, existe un consenso en las proyecciones de las tendencias futuras en la disponibilidad de agua?	0.9	0.8	0.72		0.72	
Base de conocimientos comunes	¿Para los usuarios agrícolas, existe un consenso en las proyecciones de las tendencias futuras en la disponibilidad de agua?	1	1	1		1	

Escenarios estratégico

Escenario	Tipo	Clima	Eficiencia	Infraestructura	expansión agrícola
PGS-B	-	Normal	-	-	-
PGS-BA	Estratégico		-	el Ayro	Valle de Tacna
PGS-BB	Operational		-	-	
PGS-BB+1	Estratégico		15% eficiencia - agua urbana	Desalinización	
PGS-BA+2A		Seco	15% eficiencia - todo	el Ayro	
PGS-BA +2B			Normal	-	Valle de Tacna Jarumas Vilavilani Calientes Callazas Yarascay
PGS-BA+3A		-			
PGS-BA+3B		Seco		-	
PGS-BA+3C	Normal	15% eficiencia - todo			

En resumen

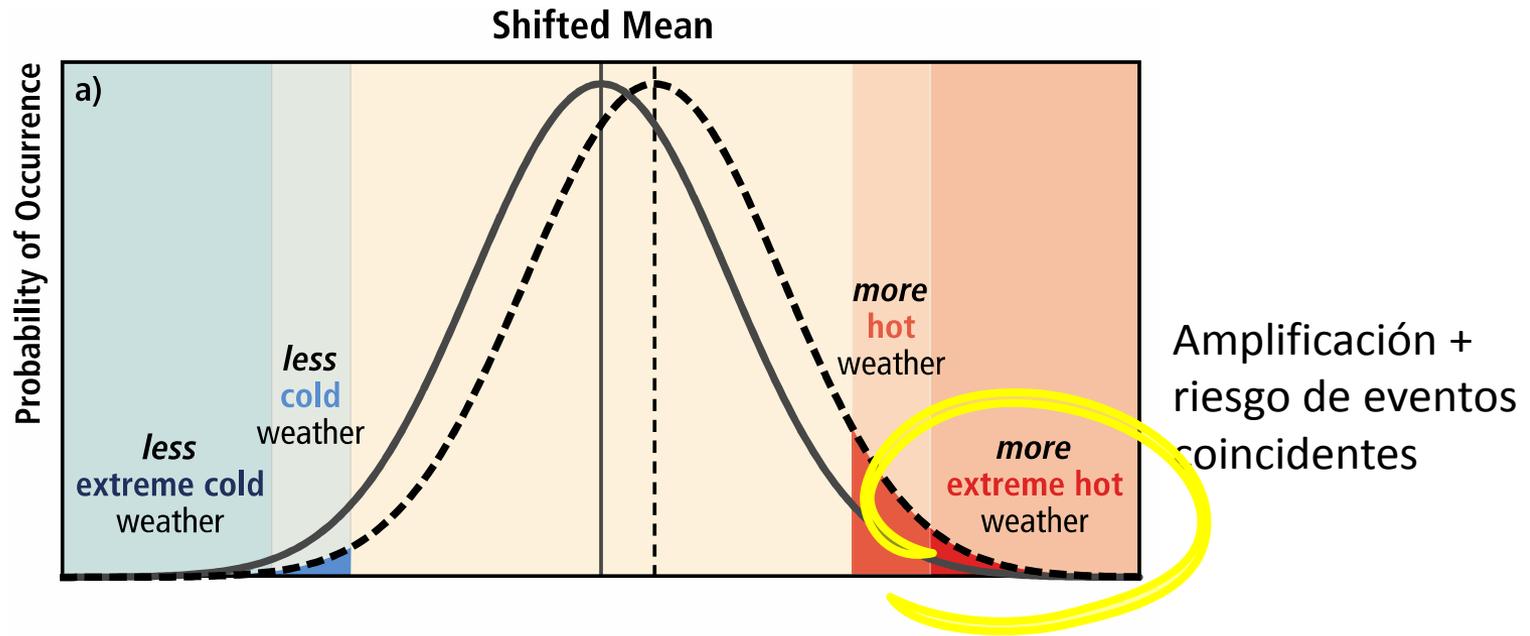
- Primer PGS en el Perú (operacional).
- El modelo más avanzado de GRH superficiales.
- Herramientas para la obtención de índices de sequías y otras variables de importancia.
- Mapa de índices de vulnerabilidad hídrica-socioeconómica.
- Índice de Cultura del Agua - permite la identificación, priorización y monitoreo del progreso de los indicadores clave.
- Una serie de escenarios estratégicos de desarrollo para identificar y evaluar opciones potenciales de desarrollo y gestión de recursos hídricos.
- Un marco de aplicación general, adaptable también a otras regiones menos áridas del Perú y otras regiones.

Perú

- El 4% (2046 km³) de los recursos hídricos mundiales
- 33 millones de personas (13M en Lima)
- ~\$7.500 el PIB per cápita (crecimiento de 3,8%)
- El 97% de los recursos hídricos del Perú están en la cuenca del Atlántico, y el 3% en la cuenca del Pacífico
- El consumo de agua a nivel nacional:
 - Sector agrícola ~ 80% (principalmente) de las cuencas del Pacífico
 - Comercial ~ 10%
 - Los hogares ~ 6%
 - La minería ~ 2%



Impacto de cambio climático en riesgos naturales



Source: Stafford-Smith, CSIRO

