

**PROYECTO  
JALISCO  
SOSTENIBLE  
CUENCA  
RÍO VERDE**



## PRESENTACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO Y RESULTADOS



12 de julio de 2017



## ¿QUIÉNES SOMOS?

**ONU Medio Ambiente** es el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

### Misión

Dirigir y alentar la participación en el **cuidado del medio ambiente** inspirando, informando y dando a las naciones y a los pueblos los medios para mejorar la calidad de vida sin poner en riesgo las de las futuras generaciones.

**UNOPS** es la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos.

### Misión

Servir a las personas necesitadas mediante la ampliación de la capacidad de las Naciones Unidas, los gobiernos y otros asociados para **gestionar proyectos, infraestructuras y adquisiciones** de forma sostenible y eficiente.

Ambas agencias tienen sus oficinas regionales para América Latina y el Caribe en Ciudad del Saber, Panamá.



## UNA ALIANZA PARA SERVICIOS CONJUNTOS



- Redes de **expertos**
- Negociación de **proyectos**
- Capacidad **técnica**
- **Eficiencia** operativa
- Presencia regional



Construcciones sostenibles

Manejo de cuencas

Asistencia técnica en la revisión de estudios ambientales

Adquisiciones sostenibles



## AGENDA 2030



OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

17 OBJETIVOS PARA TRANSFORMAR NUESTRO MUNDO

 Agenda 2030

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Acuerdo sobre el cambio climático (COP21, París)

Acuerdo sobre la financiación para el desarrollo (Acuerdo de Addis Abeba)

DE LOS 17  
OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

12 se refieren directamente a la acción en la esfera del cambio climático.

12 de ellos tienen relación con infraestructuras (transporte, energía, saneamiento, educación, salud, etc.)

## ¿DÓNDE TRABAJAMOS?

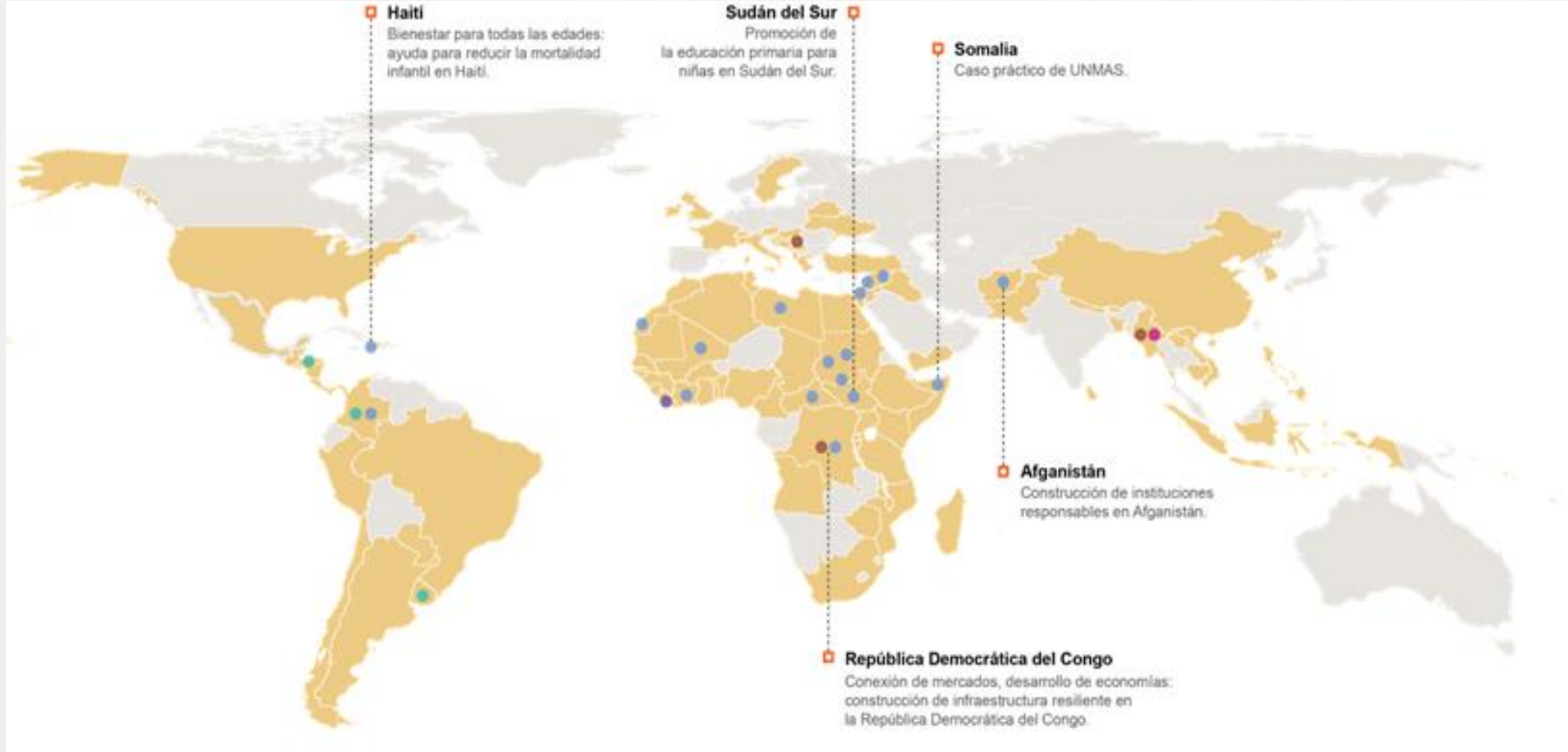
**Haiti**  
Bienestar para todas las edades:  
ayuda para reducir la mortalidad  
infantil en Haití.

**Sudán del Sur**  
Promoción de  
la educación primaria para  
niñas en Sudán del Sur.

**Somalia**  
Caso práctico de UNMAS.

**Afganistán**  
Construcción de instituciones  
responsables en Afganistán.

**República Democrática del Congo**  
Conexión de mercados, desarrollo de economías:  
construcción de infraestructura resiliente en  
la República Democrática del Congo.



## PROYECTOS EN LATINOAMÉRICA (2006 – 2017)

### MÉXICO

**JALISCO SOSTENIBLE CUENCA RÍO VERDE** Asistencia técnica para la sostenibilidad del proceso de planeación de obras de infraestructura en la cuenca del río Verde, estado de Jalisco

### PERÚ

**ATEREA** Asistencia técnica especializada para la revisión de los estudios ambientales del Ministerio de Energía y Minas del Perú

**CUMBAZA** Estudio de factibilidad del proyecto de rehabilitación y mejoramiento del canal principal Cumbaza, San Martín

**EBHICA** Estudio de balance hídrico de la cuenca alta del río Apurímac hasta la confluencia con el río Salado

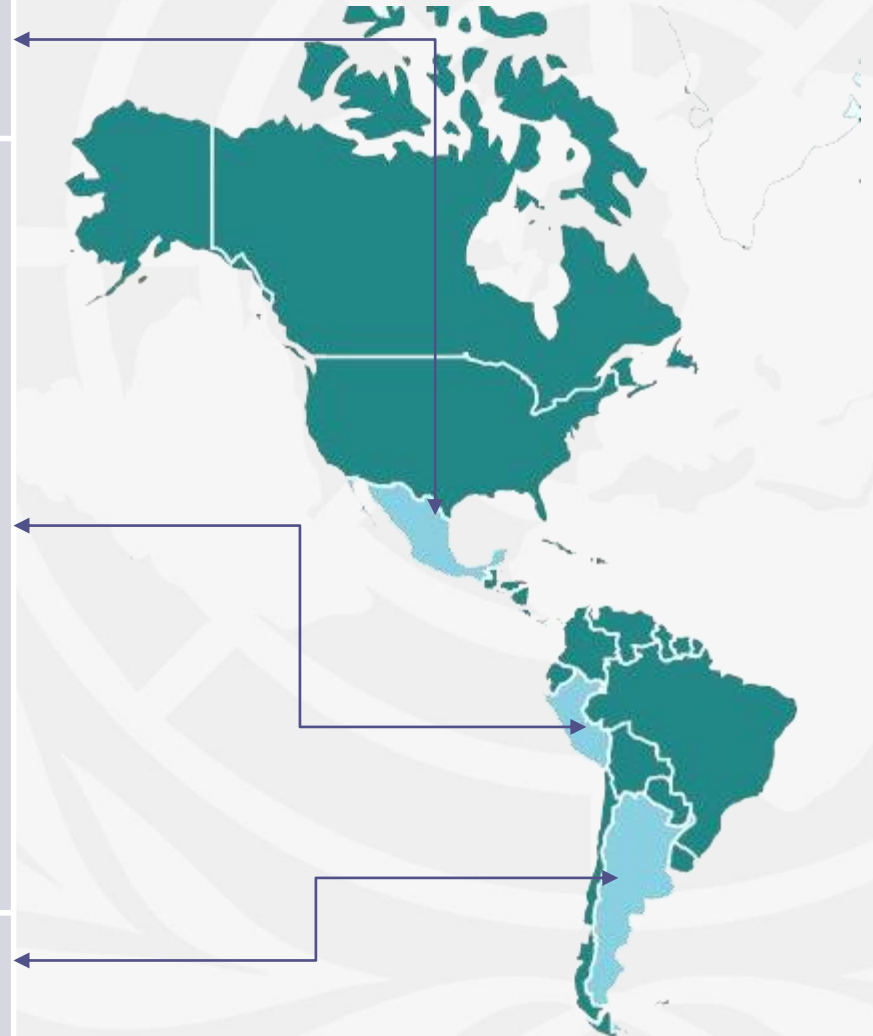
**LANCHAS** Estudio de factibilidad del proyecto “Construcción de infraestructura hidráulica para la sostenibilidad de la producción agrícola en Murga – Casaconcha – La Cuchilla y la pampa de Lanchas”

**QUELLAVECO** Asistencia técnica para la revisión del estudio hidrogeológico del tajo de la mina Quellaveco, en la región de Moquegua

**PISCO** Estudios de ingeniería para la optimización de las prácticas de riego en los valles del río Pisco y la quebrada del río Seco en Ica.

### ARGENTINA

**AUMIN SAN JUAN** auditoría de cumplimiento legal y de desempeño ambiental de cuatro emprendimientos mineros



## PROYECTO JALISCO SOSTENIBLE CUENCA RIO VERDE

### Componente 1 Estudios Técnicos

Balance Hídrico

Análisis de  
escenarios de  
regulación

Recomendaciones  
Macroplaneación

### Componente 2 Gobernanza

Base Datos  
Pública  
Análisis de  
Actores

Espacio de  
Diálogo  
Fortalecimiento  
Capacidades

### Componente 3 Comunicaciones

Difusión  
Boletines  
informativos

Página web  
Talleres de  
información

**PROYECTO  
JALISCO  
SOSTENIBLE  
CUENCA  
RÍO VERDE**







## RESULTADOS DEL BALANCE HIDRICO

## CONTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN

- Estructura conceptual del balance hídrico
- Criterios de la modelación hidrológica desarrollada
- Implementación del modelo hidrológico y de gestión
- Resultados



**ESTRUCTURA CONCEPTUAL  
DEL BALANCE HÍDRICO**

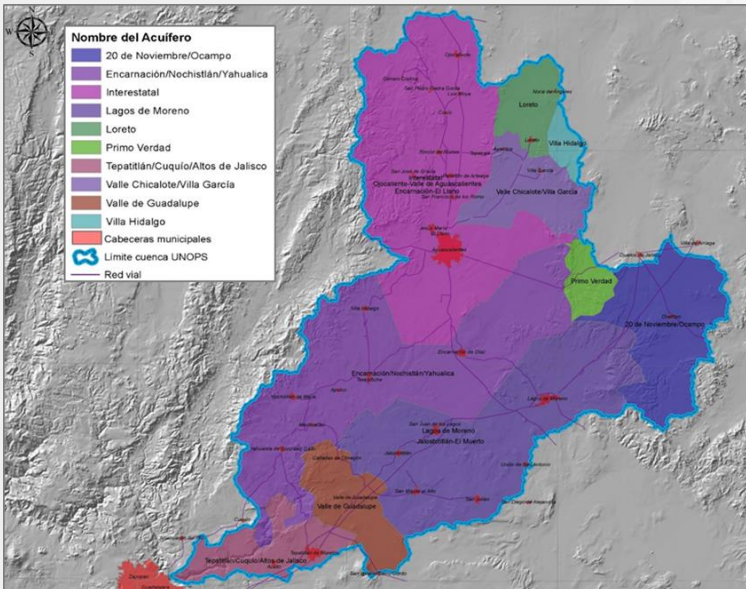
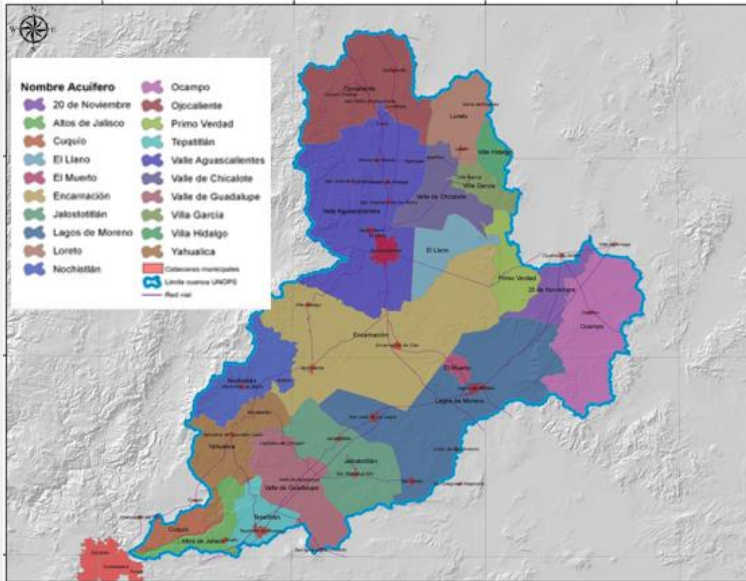
# ESTRUCTURA CONCEPTUAL DEL SUBCOMPONENTE 1







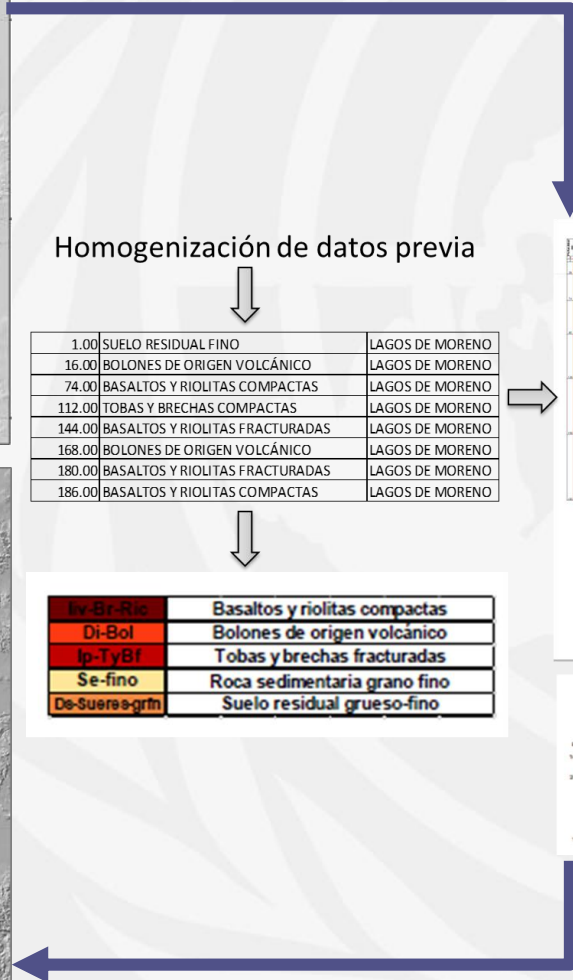
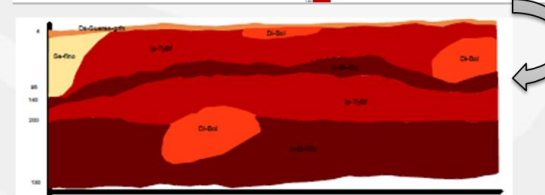
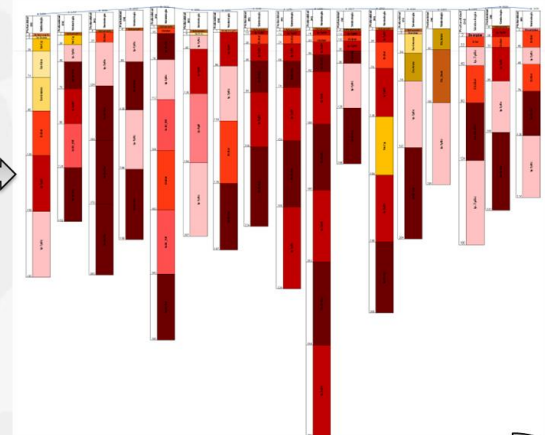
**ESTUDIOS BÁSICOS**



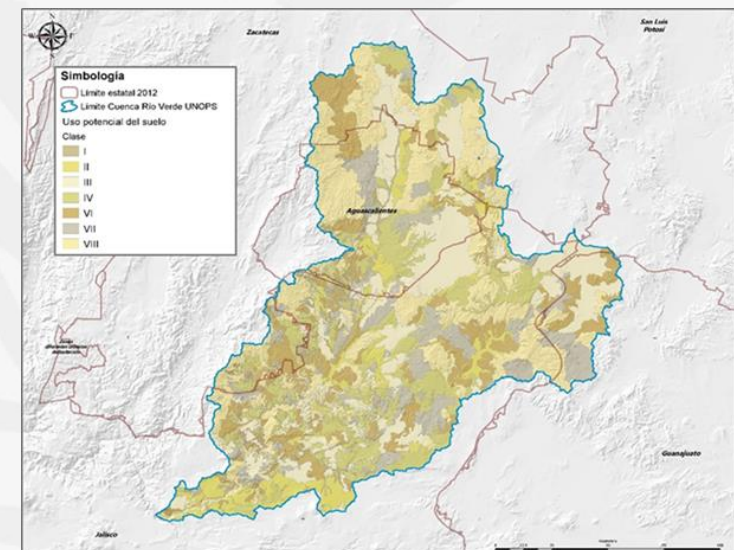
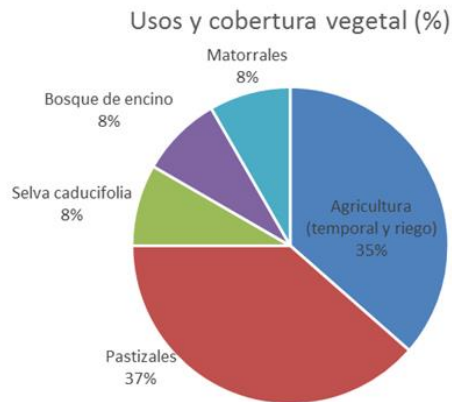
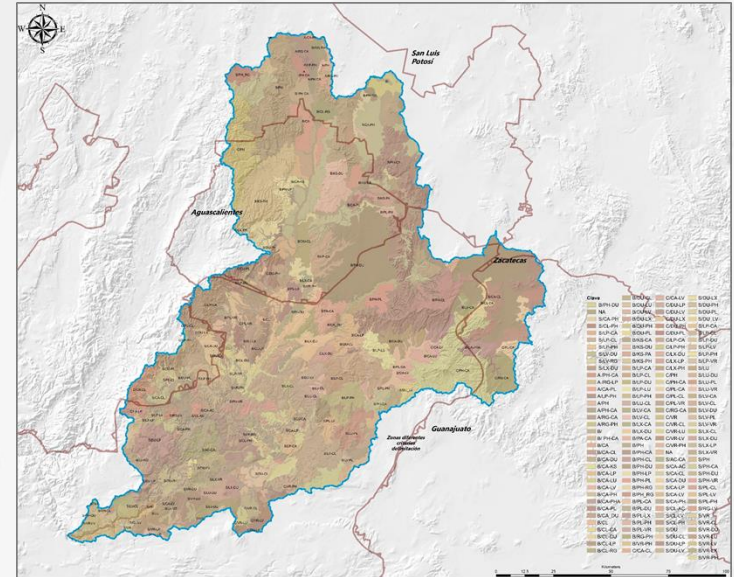
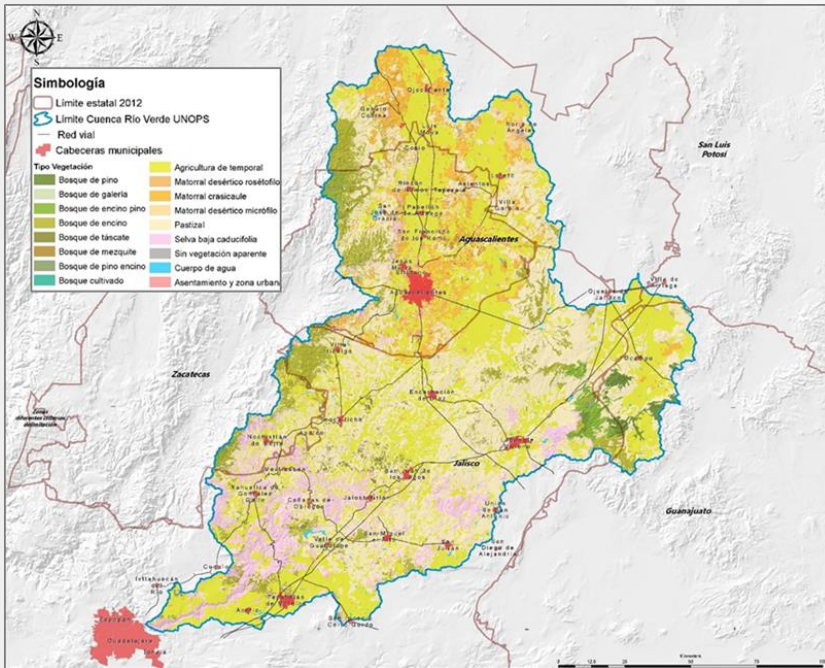
Homogenización de datos previa

1.00	SUELO RESIDUAL FINO	LAGOS DE MORENO
16.00	BOLONES DE ORIGEN VOLCÁNICO	LAGOS DE MORENO
74.00	BASALTOS Y RIOLITAS COMPACTAS	LAGOS DE MORENO
112.00	TOBAS Y BRECHAS COMPACTAS	LAGOS DE MORENO
144.00	BASALTOS Y RIOLITAS FRACTURADAS	LAGOS DE MORENO
168.00	BOLONES DE ORIGEN VOLCÁNICO	LAGOS DE MORENO
180.00	BASALTOS Y RIOLITAS FRACTURADAS	LAGOS DE MORENO
186.00	BASALTOS Y RIOLITAS COMPACTAS	LAGOS DE MORENO

lv-Br-Rlc	Basaltos y riolitas compactas
Di-Bol	Bolones de origen volcánico
lp-TyBf	Tobas y brechas fracturadas
Se-fino	Roca sedimentaria grano fino
De-Sueros-grm	Suelo residual grueso-fino

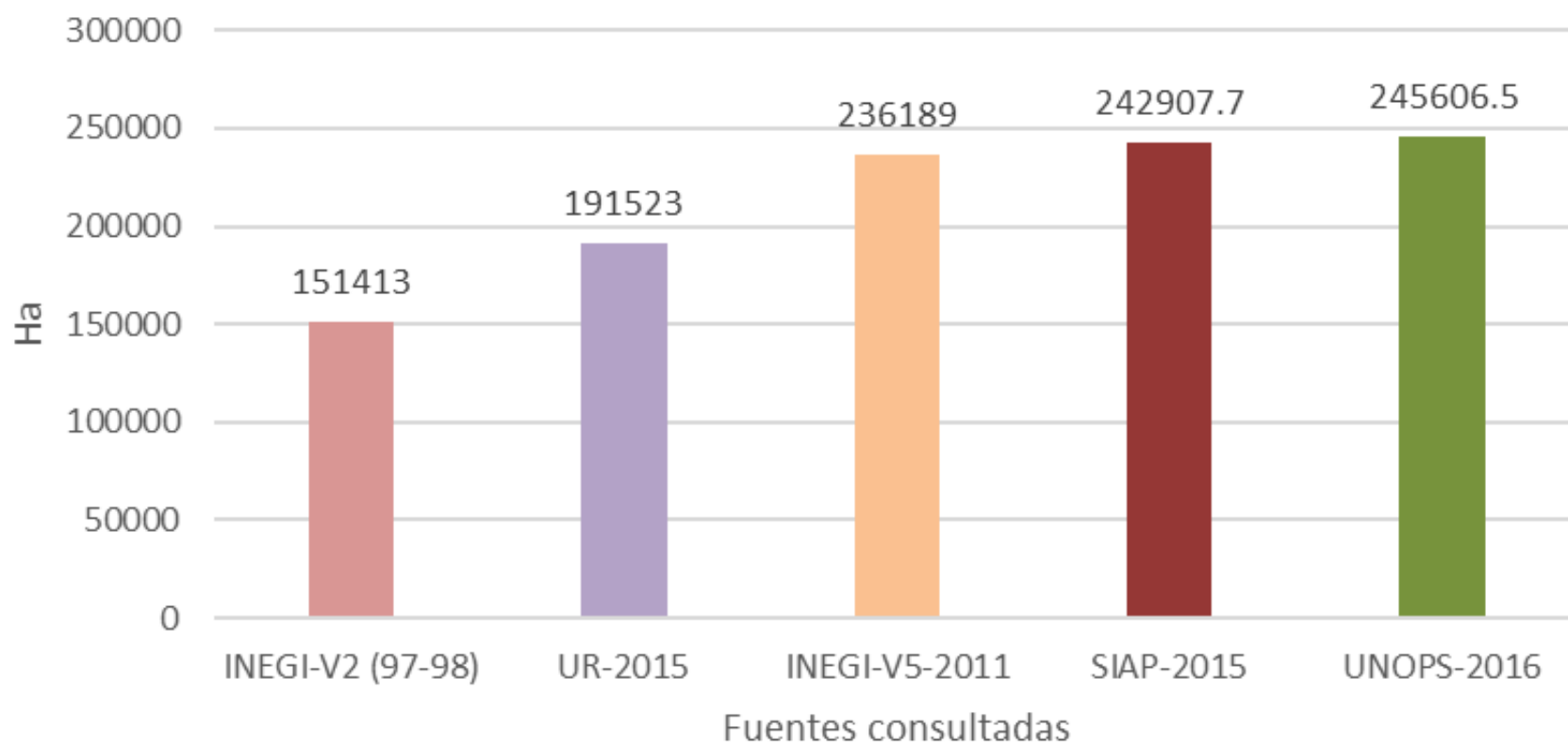


# Suelos, Cobertura Vegetal, Uso Potencial





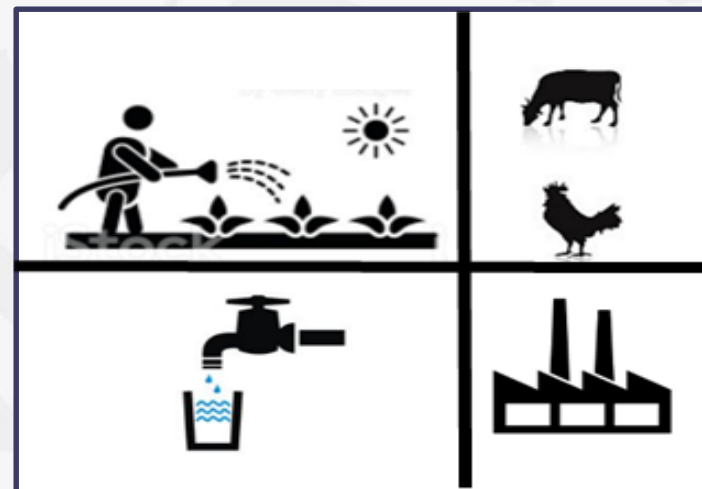
## Análisis comparativo de las áreas bajo riego (ha)





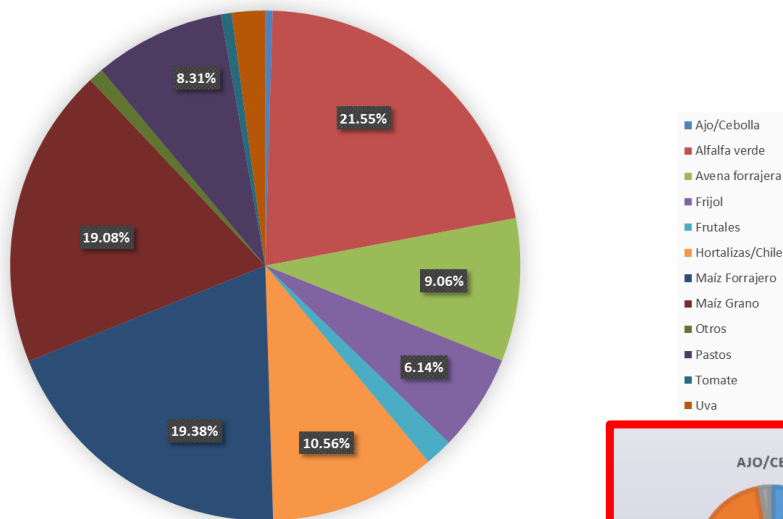
## ANÁLISIS DE DEMANDAS

- I. Demandas para riego
- II. Demandas para uso pecuario
- III. Demandas para uso poblacional
- IV. Demandas industriales



# DEMANDAS PARA RIEGO

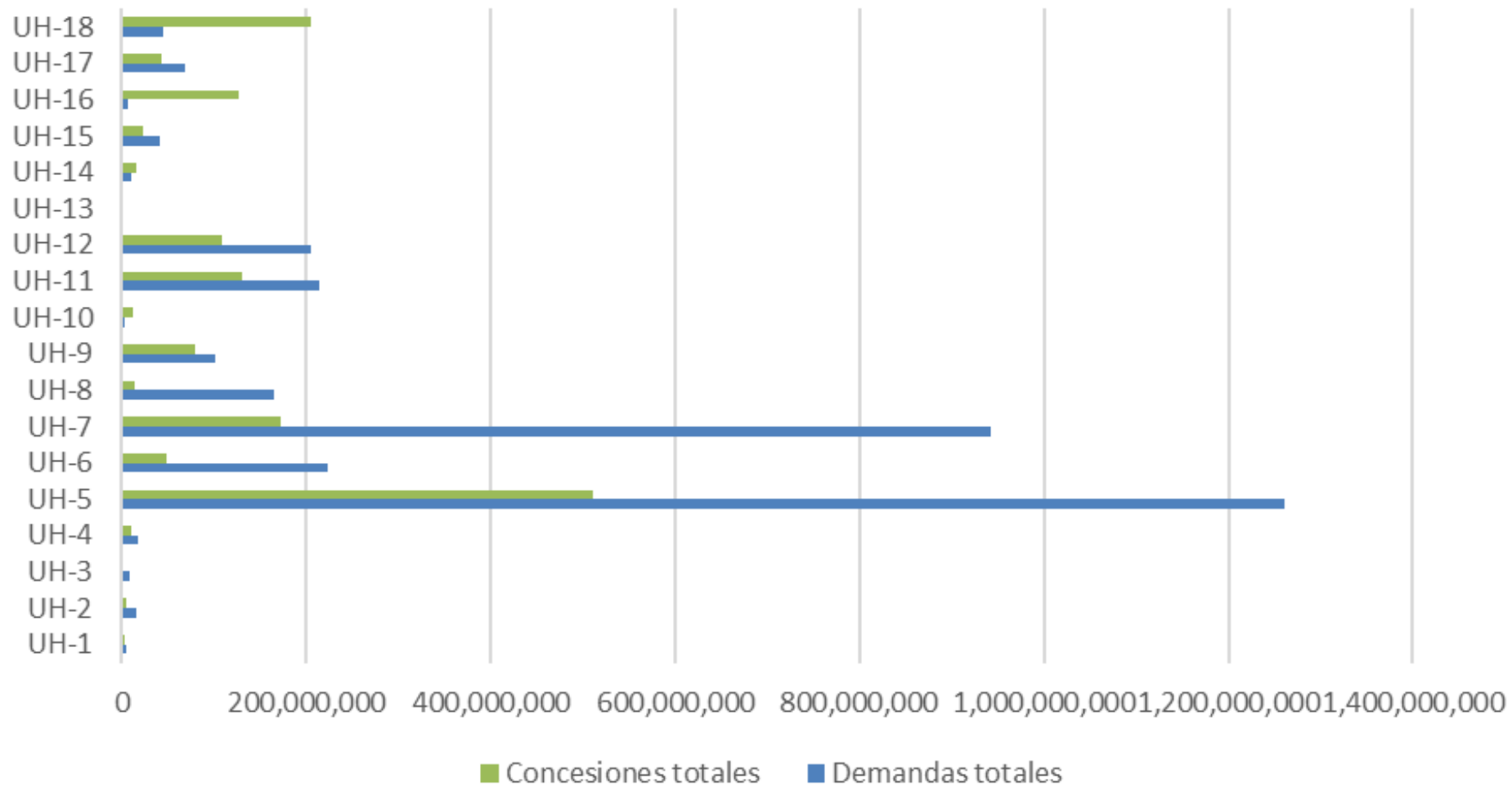
Superficie sembrada en la CRV



- Ajo/Cebolla
- Alfalfa verde
- Avena forrajera
- Frijol
- Frutales
- Hortalizas/Chile
- Maíz Forrajero
- Maíz Grano
- Otros
- Pastos
- Tomate
- Uva



## Demandas vs Concesiones por UH (m<sup>3</sup>/año)



## CAMBIO CLIMÁTICO

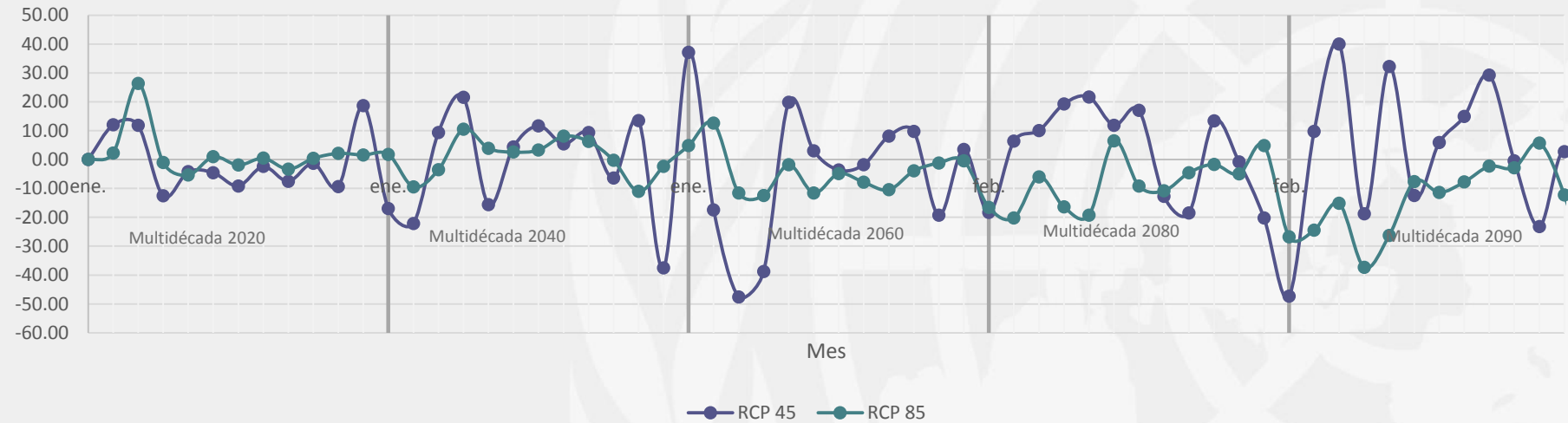
### Escenarios IPCC - RCP del AR5

- **RCP2.6**, bajo: alcanza pico en  $3 \text{ W m}^{-2}$  entre 2010 y 2020. Después disminuye hasta  $2.6 \text{ W m}^{-2}$  en el 2100
- **RCP4.5**, mediano-bajo: estabiliza en  $4.5 \text{ W m}^{-2}$  en el 2040.
- **RCP6.0**, mediano alto: estabilizan en  $6 \text{ W m}^{-2}$  en el 2080.
- **RCP8.5**, severo: implica una fuerza radiactiva de  $8.5 \text{ W m}^{-2}$  para el 2100 y un posterior incremento

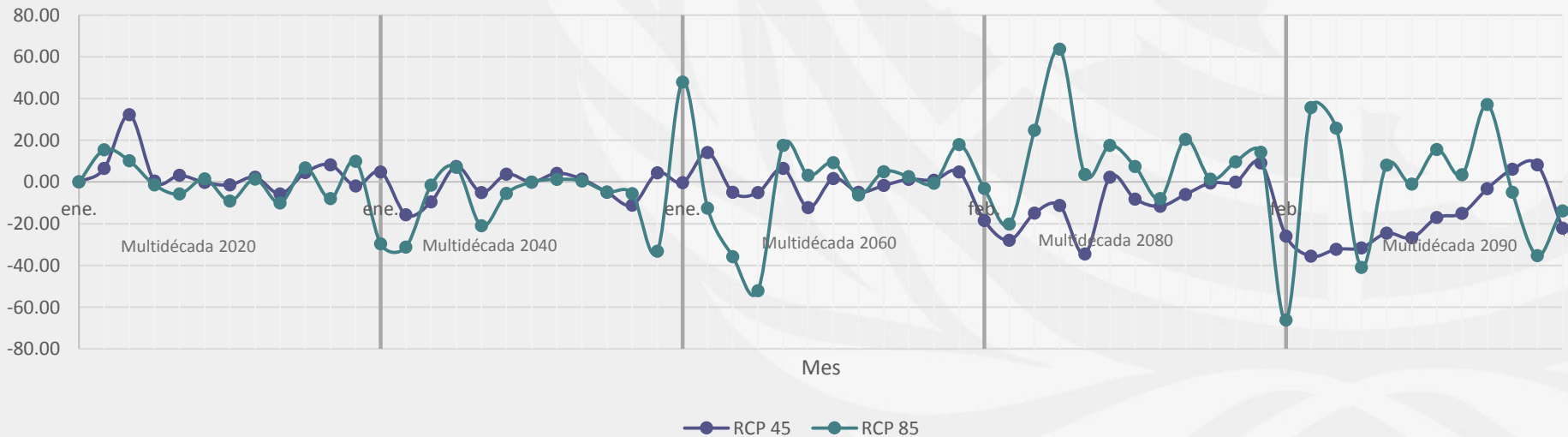
RCP permiten una mayor eficiencia y flexibilidad en términos de modelamiento.



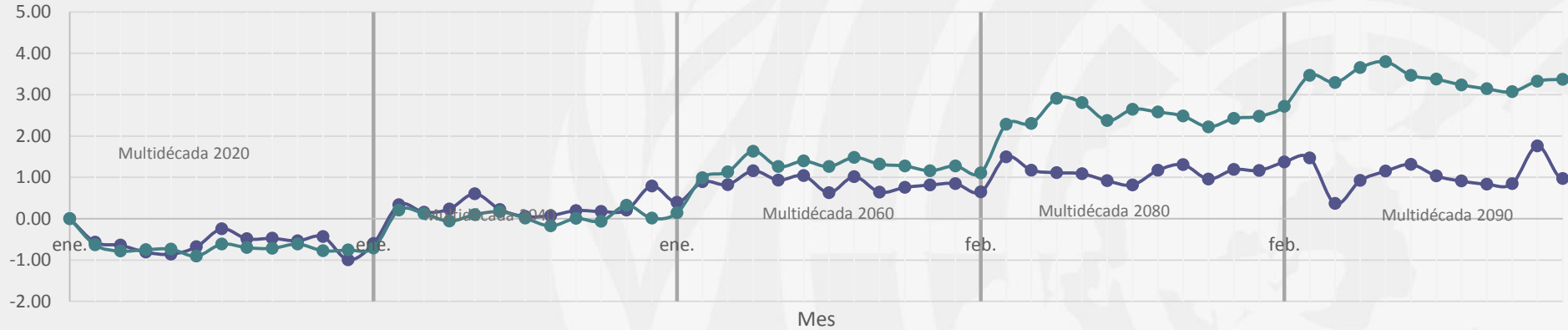
Cambios (%) proyectados en la precipitación media mensual con respecto al histórico,  
UH-05



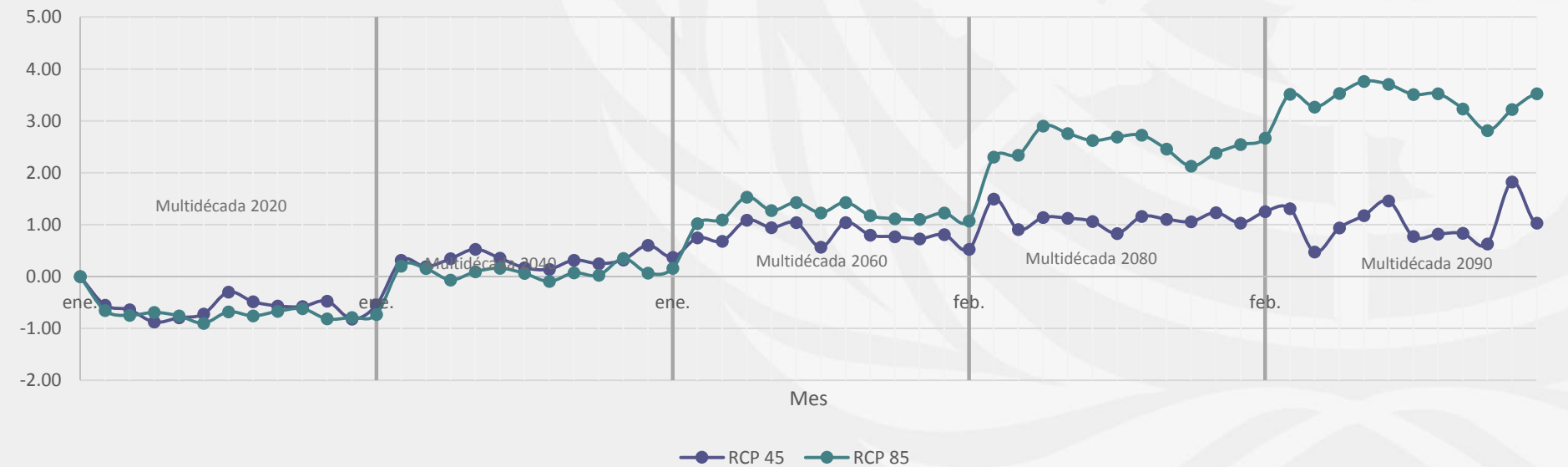
Cambios (%) proyectados en la precipitación media mensual con respecto al histórico,  
UH-12



## Cambios (°C) proyectados en la temperatura media mensual con respecto al histórico, UH-05



## Cambios (°C) proyectados en la temperatura media mensual con respecto al histórico, UH-12





**IMPLEMENTACIÓN DEL  
MODELO DE GESTIÓN**

# CÓMO COMPLEMENTA EL ESTUDIO DE UNOPS A LOS ANTERIORES

**PROYECTO  
JALISCO  
SOSTENIBLE  
CUENCA  
RÍO VERDE**

 **UNOPS**  
 **ONU**  
medio ambiente

## ESTUDIOS DE BALANCE HÍDRICO

### ANTECEDENTES

### UNOPS

Metodología establecida en NOM-11-2015 soportada en un balance masa

#### MARCO

Modelo hidrológico que representa los procesos físicos del ciclo hidrológico

Analiza demandas estáticas

#### ENFOQUE

Analiza demandas presentes y futuras (dinámicas)

Considera una escala del tiempo anual

#### TIEMPO

Considera una escala de tiempo mensual

Considera escurrimiento superficiales

#### ALCANCE

Considera escurrimiento superficiales y también la interrelación con flujos subterráneos

Demandas derivadas de las concesiones que figuran en el Registro Público de derechos de Agua (REPGA)

Demandas basadas en los requerimientos reales (en base a información secundaria o estimaciones fundadas)

Basado en ecuación de Balance de Masa, sin consideración de respuestas hidrológicas

#### METODOLOGÍA

WEAP (Water evaluation and planning) Modelo de simulación de Cuenca (ciclo hidrológico)

Consideración del cambio climático es cualitativa sin consecuencia en los escenarios de modelación

#### CAMBIO CLIMÁTICO

Considera al cambio climático como forzante hidrológico considerado cuantitativamente en los escenarios de modelación



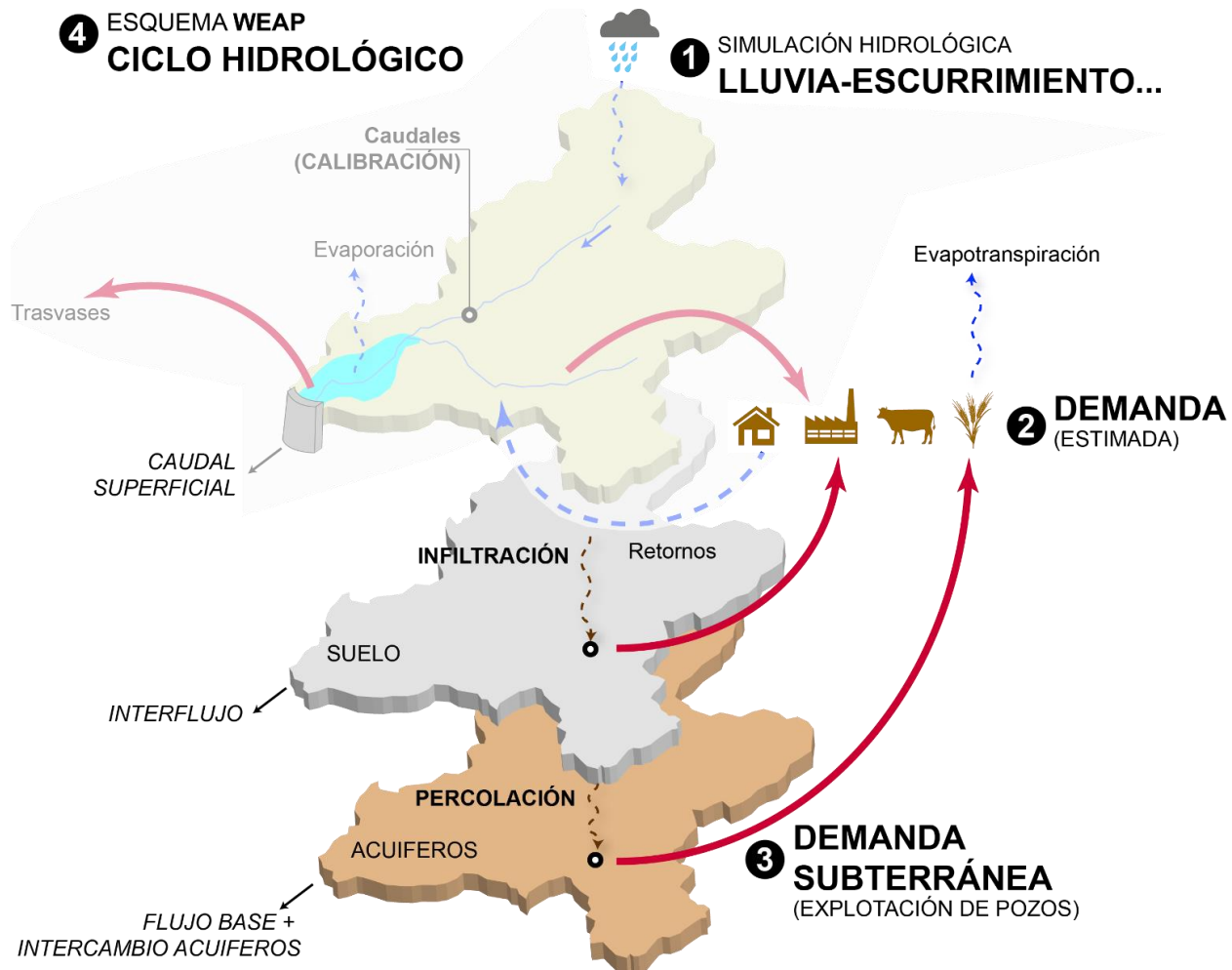


## **ESCENARIO:**

**ARREGLO DE VARIABLES QUE CARACTERIZAN UNA SITUACIÓN PARTICULAR EN LA CUENCA CARACTERIZADA POR:**

- **CONJUNTO DE FORZANTES HIDROLÓGICOS (TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN, EVAPORACIÓN, ETCÉTERA)**
- **CONJUNTO DE DEMANDAS**
- **ESQUEMA DE INFRAESTRUCTURAS HÍDRICAS PRESENTES EN EL TERRITORIO**

# DEL MODELO CONCEPTUAL AL MODELO NUMÉRICO



## ESQUEMA DE UNIDAD HIDROLÓGICA

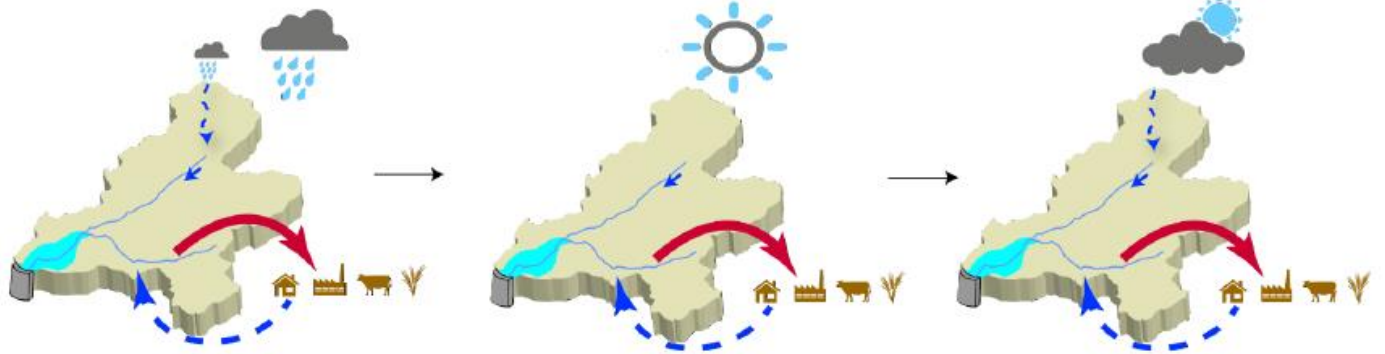
# DEL MODELO CONCEPTUAL AL MODELO NUMÉRICO

## 5 DINÁMICO

$t_1 = \text{Enero 2017}$

$t_2 = \text{Febrero 2017}$

$t_3 = \text{Marzo 2017...}$



## 6 CAMBIO CLIMÁTICO ESCENARIOS






## 7 DEMANDA FUTURA

Combinación de escenarios  
(CC + Demanda futura + Infraestructura)

# UNIDADES HIDROLÓGICAS

**Simbología**

-  Limite Cuenca Río Verde UNOPS
-  Limite estatal 2012
-  Red hidrológica principal
-  Unidades hidrológicas

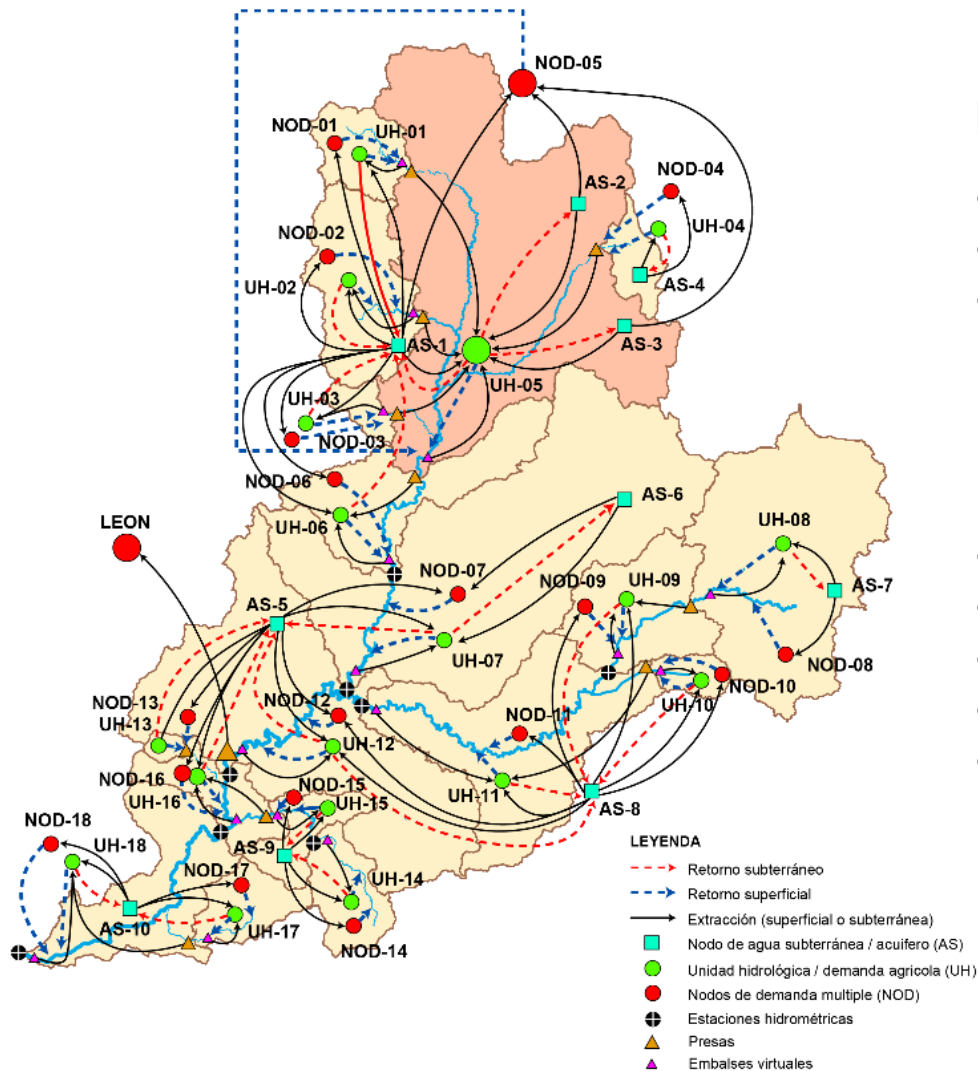


# NODOS DE AGUA SUBTERRÁNEA





# DEL MODELO CONCEPTUAL AL MODELO NUMÉRICO

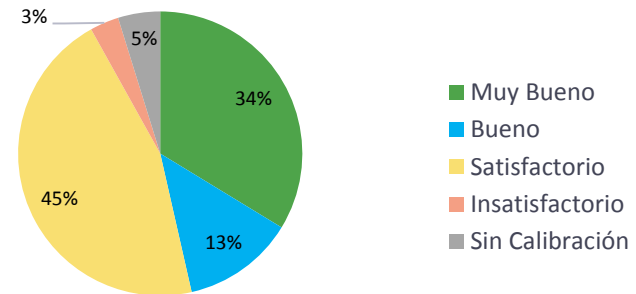
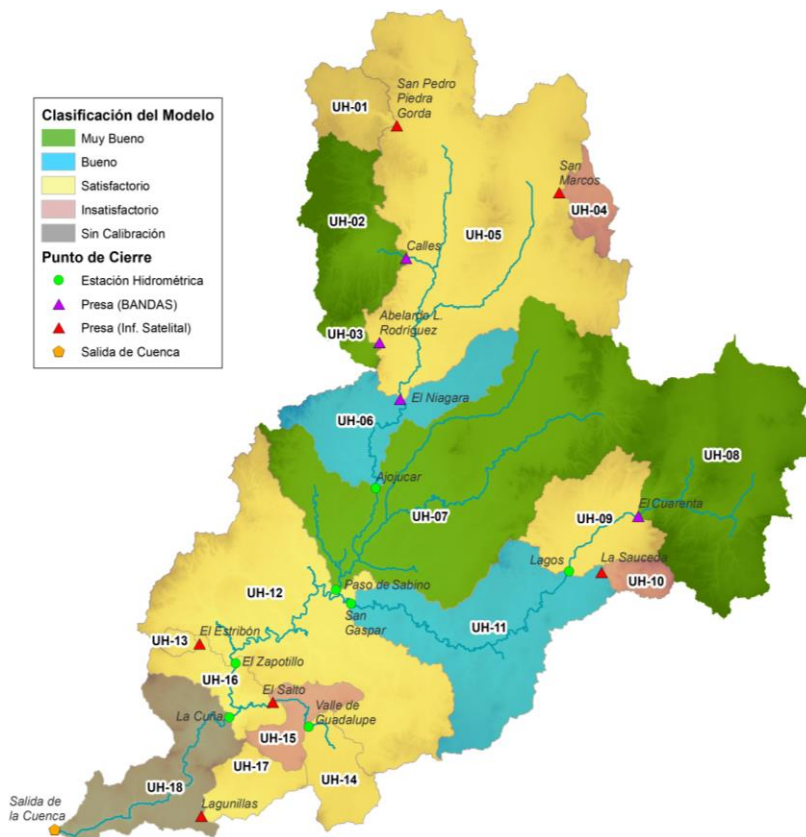


## Elementos

- 10 embalses reales
- 16 embalses virtuales
- 18 unidades hidrológicas (subcuencas)
  - 3 categorías de cobertura
    - Riego
    - Temporal
    - Otro
- 10 nodos subterráneos
- Red hidrométrica
- Vínculos (links) de transferencia
- Requerimientos en cauces
- 4 tipos de demanda

# RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

## Distribución Espacial de Ajuste





# RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ESCENARIOS MODELADOS

El análisis de los resultados se basará en el desarrollo para cada escenario de **Parámetros Estadísticos** derivados de las series temporales (valores mensuales de 53 años) de los **Índices de Satisfacción de la Demanda** para cada uso. Este análisis se realizará para cada UH y para el trasvase a León, y para cada tipo de demanda.

$$X_t^i = [\text{VOLUMEN ENTREGADO} / \text{VOLUMEN DEMANDADO}]$$

### VOLUMEN DE INFORMACIÓN GENERADA A TRATAR

8 ≤ ESCENARIOS ≤ 19

18 UNIDADES HIDROLÓGICAS + TRASVASE

53 AÑOS → 636 MESES

**96,672 ≤ REGISTROS DE INFORMACIÓN ≤ 229,596**

Procesamiento estadístico + consideraciones particulares

## EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ESCENARIOS MODELADOS

El análisis de los resultados se basará en el desarrollo para cada escenario de **Parámetros Estadísticos** derivados de las series temporales (valores mensuales de 53 años) de los **Índices de Satisfacción de la Demanda** para cada uso, UH y trasvase a León.

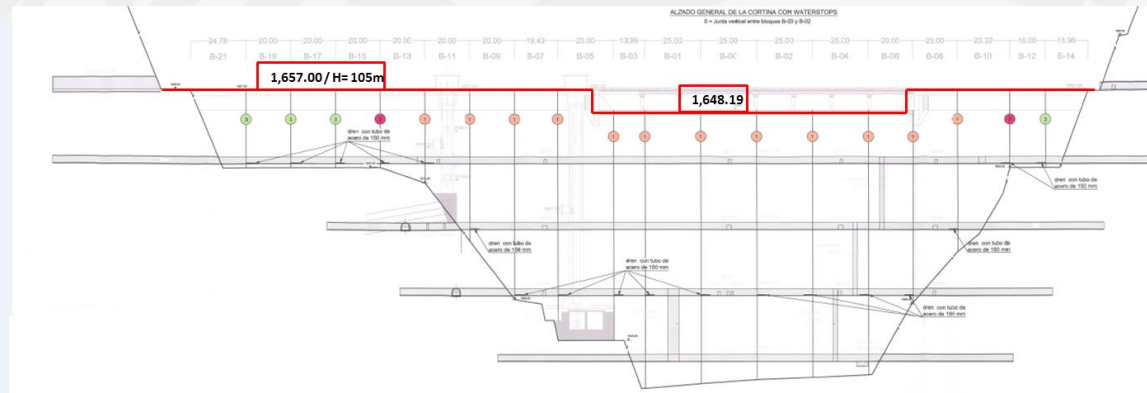
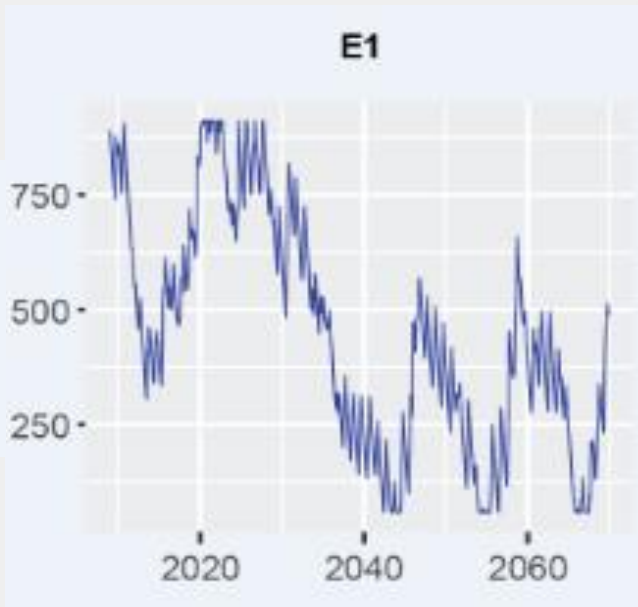
0 (peor)  $\leq$  **CONFIABILIDAD**  $\leq$  1 (mejor)

0 (peor)  $\leq$  **RESILIENCIA**  $\leq$  1 (mejor)

0 (peor)  $\leq$  **1 - VULNERABILIDAD**  $\leq$  1 (mejor)



**EL ZAPOTILLO**  
Volumen (Mm<sup>3</sup>)



**ESCENARIO 1**

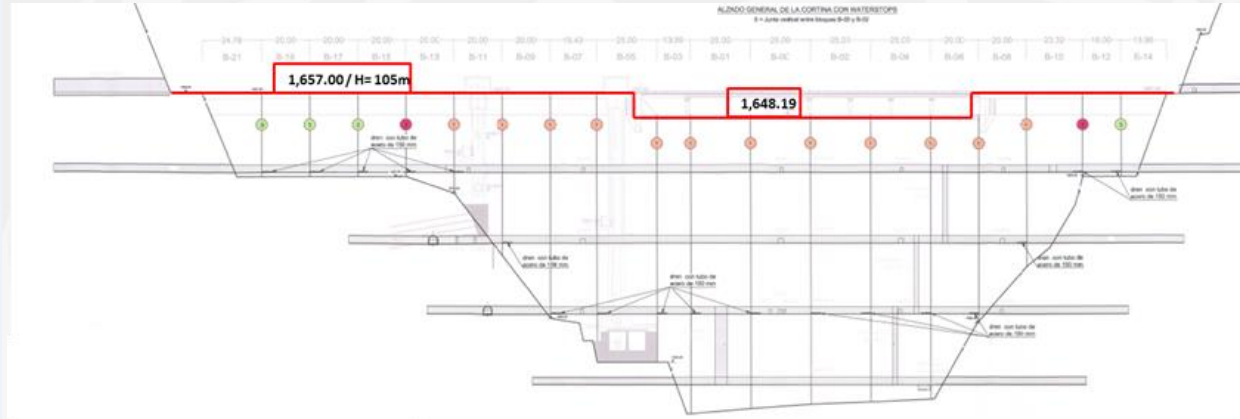
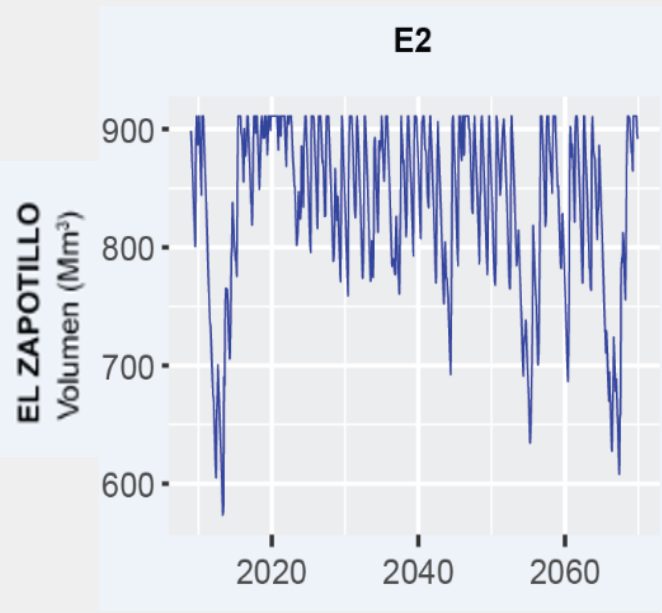
**H= 105m**



**ESCENARIO 1**

- Altura de cortina 105 m
- Caudal firme 8.6 m<sup>3</sup> / s
- Demanda Actual
- Clima Histórico

No existe capacidad para abastecer el caudal firme de 8.6 m<sup>3</sup>/s. El embalse no tiene capacidad de recuperarse luego de períodos de sequía. El porcentaje de confiabilidad para consumo humano es solo del 95%.



### ESCENARIO 2

H= 105m

**Demanda actual**

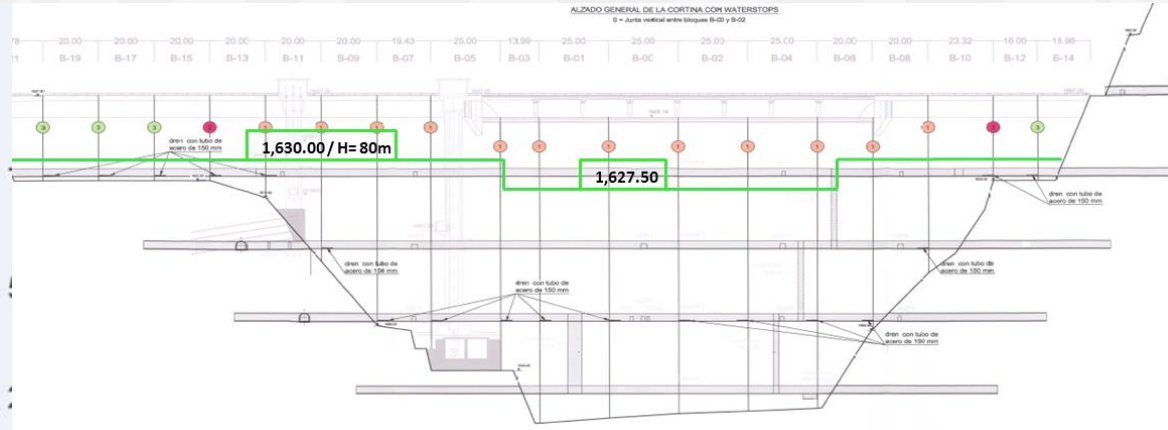
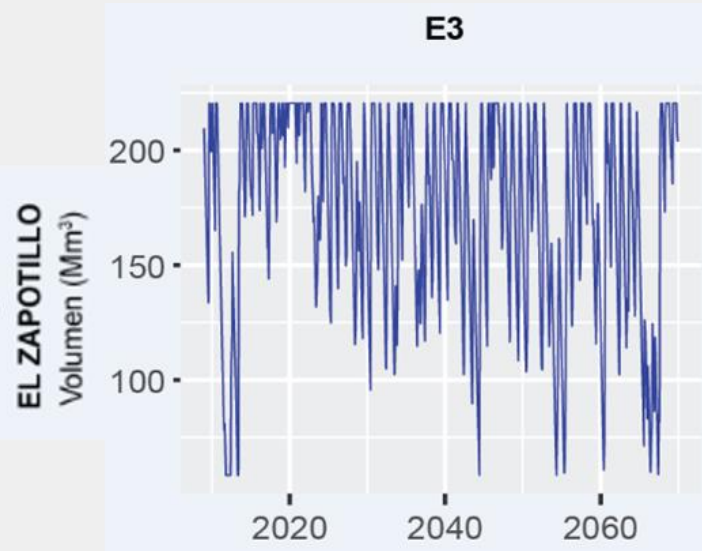
**Serie histórica**

**100%**  
**Confiabilidad de Satisfacción de Demanda**

## ESCENARIO 2

- Altura de cortina 105 m
- Caudal firme 4.8 m<sup>3</sup> / s
- Demanda Actual
- Clima Histórico

Se puede abastecer un caudal firme de 4.8 m<sup>3</sup>/s. El embalse cuenta con capacidad ociosa para atender un caudal firme como el considerado. La presa en esta condición está sujeta a vertidos frecuentes. Se aprovecha solamente el 65% de su capacidad.



### ESCENARIO 3

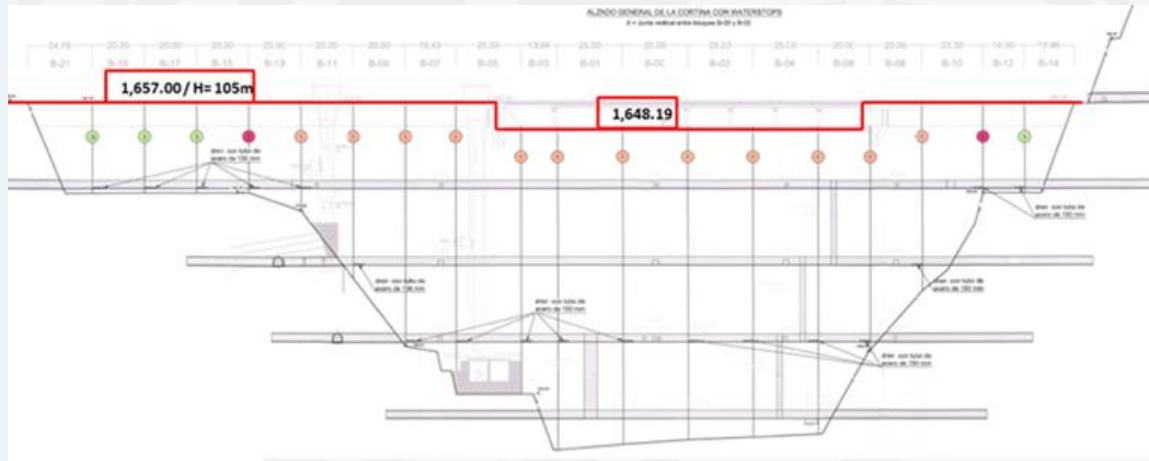
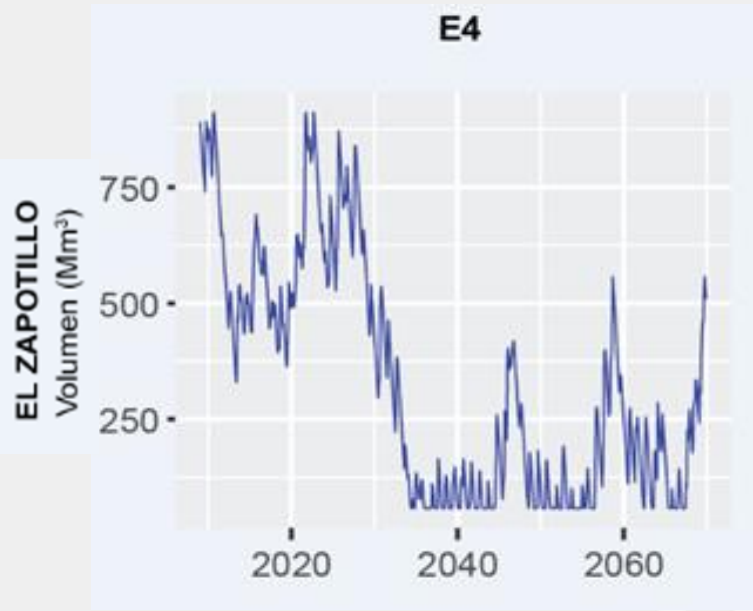
**H= 80m**



### ESCENARIO 3

- Altura de cortina      80 m
- Caudal firme      4.8 m<sup>3</sup> / s
- Demanda      Actual
- Clima      Histórico

Existe capacidad para abastecer un caudal firme de 4.8 m<sup>3</sup>/s, con una confiabilidad del 98% para consumo humano. La presa en esta condición está sujeta a vertidos frecuentes y mayor magnitud. Se aprovecha el total de la capacidad del embalse.



**ESCENARIO 4**

**H= 105m**

De manera análoga al Escenario 1, no existe capacidad para abastecer el caudal firme de 8.6 m<sup>3</sup>/s. La capacidad del embalse de recuperarse luego de períodos de sequía empeora. El porcentaje de confiabilidad para consumo humano es sólo del 80%.

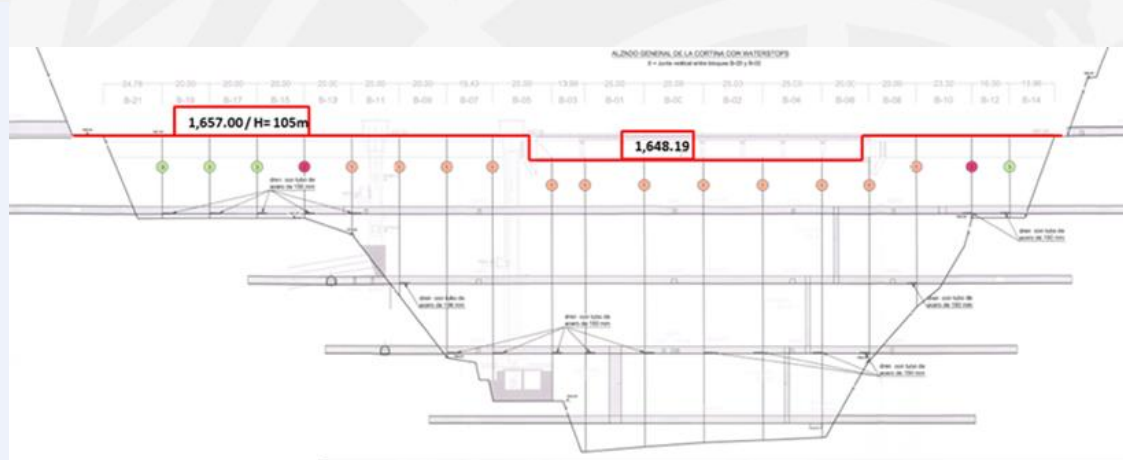
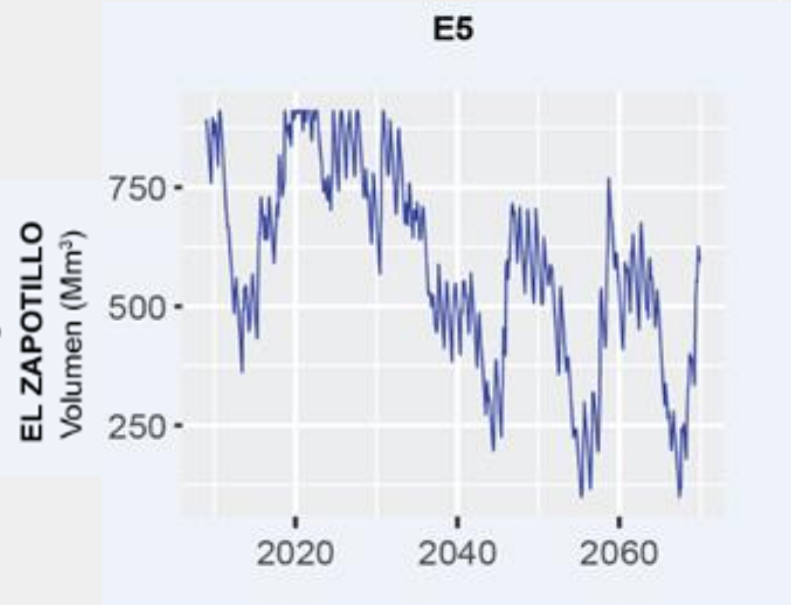
**Demanda futura**

**Cambio Climático**

**80%**  
**Confiabilidad de Satisfacción de Demanda**

## ESCENARIO 4

- Altura de cortina      105 m
- Caudal firme            **8.6 m<sup>3</sup> / s**
- Demanda                Futura 2030
- Clima                      Cambio climático



## ESCENARIO 5

H= 105m

**Demanda actual**

**Serie histórica**

**Confiabilidad de Satisfacción de Demanda**

**100%**

## ESCENARIO 5

- Altura de cortina 105 m
- Caudal firme 7.5 m<sup>3</sup> / s
- Demanda Actual
- Clima Histórico

La presa dispone de capacidad para proveer un caudal firme máximo de 7.5 m<sup>3</sup>/s para las condiciones de demandas y climáticas actuales. Se aprovecha el total de la capacidad del embalse.



PROYECTO  
JALISCO  
SOSTENIBLE  
CUENCA  
RÍO VERDE

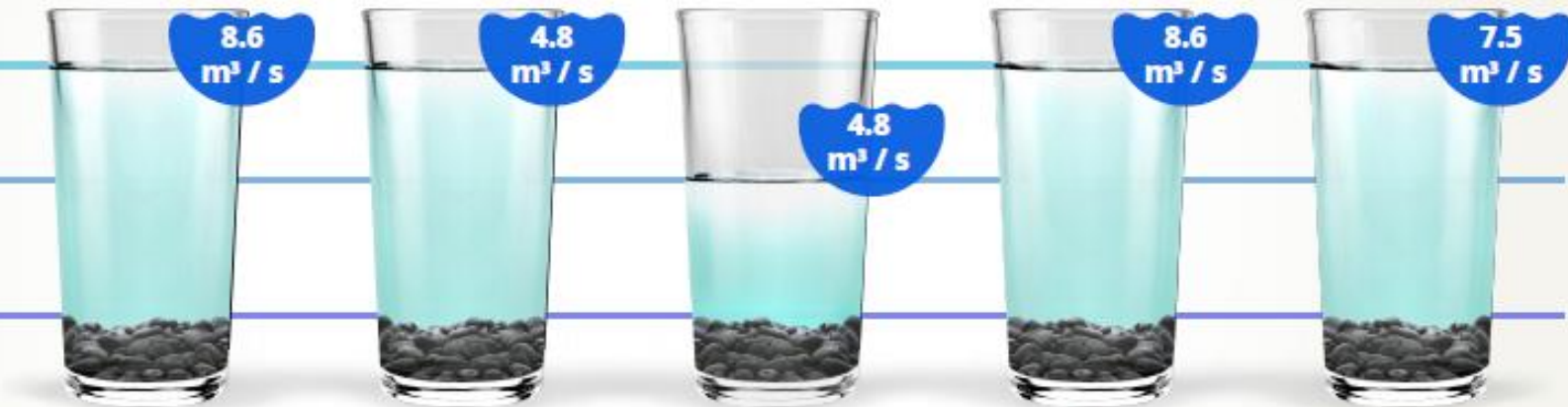
UNOPS  
ONU  
medio ambiente

# ESCENARIOS DE MODELACIÓN PRESA EL ZAPOTILLO

105 m / 810 Mm<sup>3</sup>  
Volumen útil

80 m / 164.45 Mm<sup>3</sup>  
Volumen útil

56 Mm<sup>3</sup>  
Volumen muerto



### ESCENARIO 1

- Altura de cortina 105 m
- Caudal firme 8.6 m<sup>3</sup> / s
- Demanda Actual
- Clima Histórico



### ESCENARIO 2

- Altura de cortina 105 m
- Caudal firme 4.8 m<sup>3</sup> / s
- Demanda Actual
- Clima Histórico



### ESCENARIO 3

- Altura de cortina 80 m
- Caudal firme 4.8 m<sup>3</sup> / s
- Demanda Actual
- Clima Histórico



### ESCENARIO 4

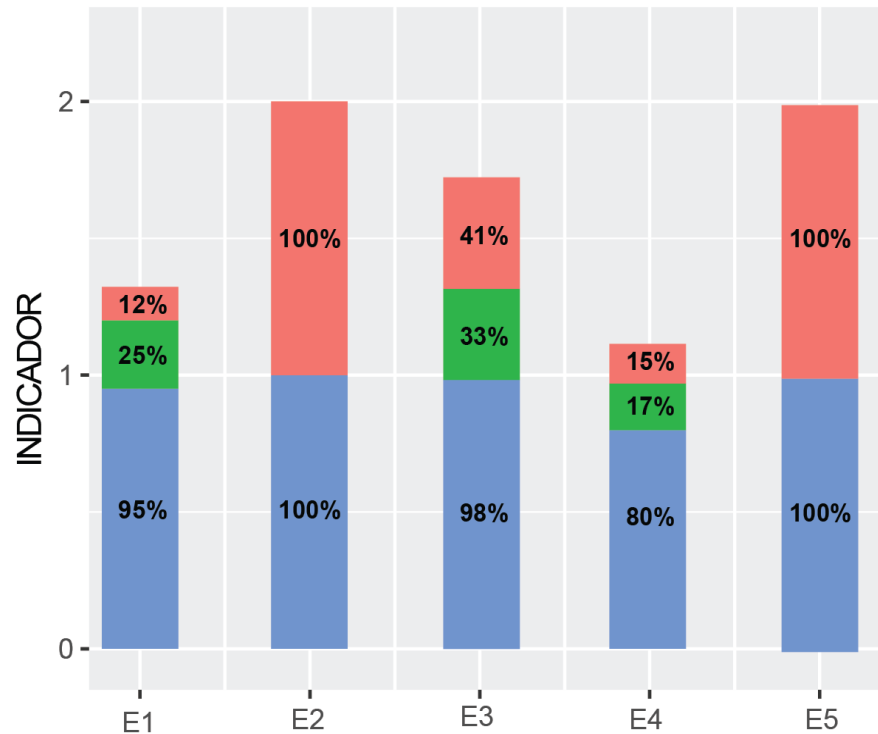
- Altura de cortina 105 m
- Caudal firme 8.6 m<sup>3</sup> / s
- Demanda Futura 2030
- Clima Cambio climático



### ESCENARIO 5

- Altura de cortina 105 m
- Caudal firme 7.5 m<sup>3</sup> / s
- Demanda Actual
- Clima Histórico

### Comparación de escenarios de satisfacción de demanda para la ZCG, León y Altos de Jalisco bajo multiples escenarios de infraestructura y clima

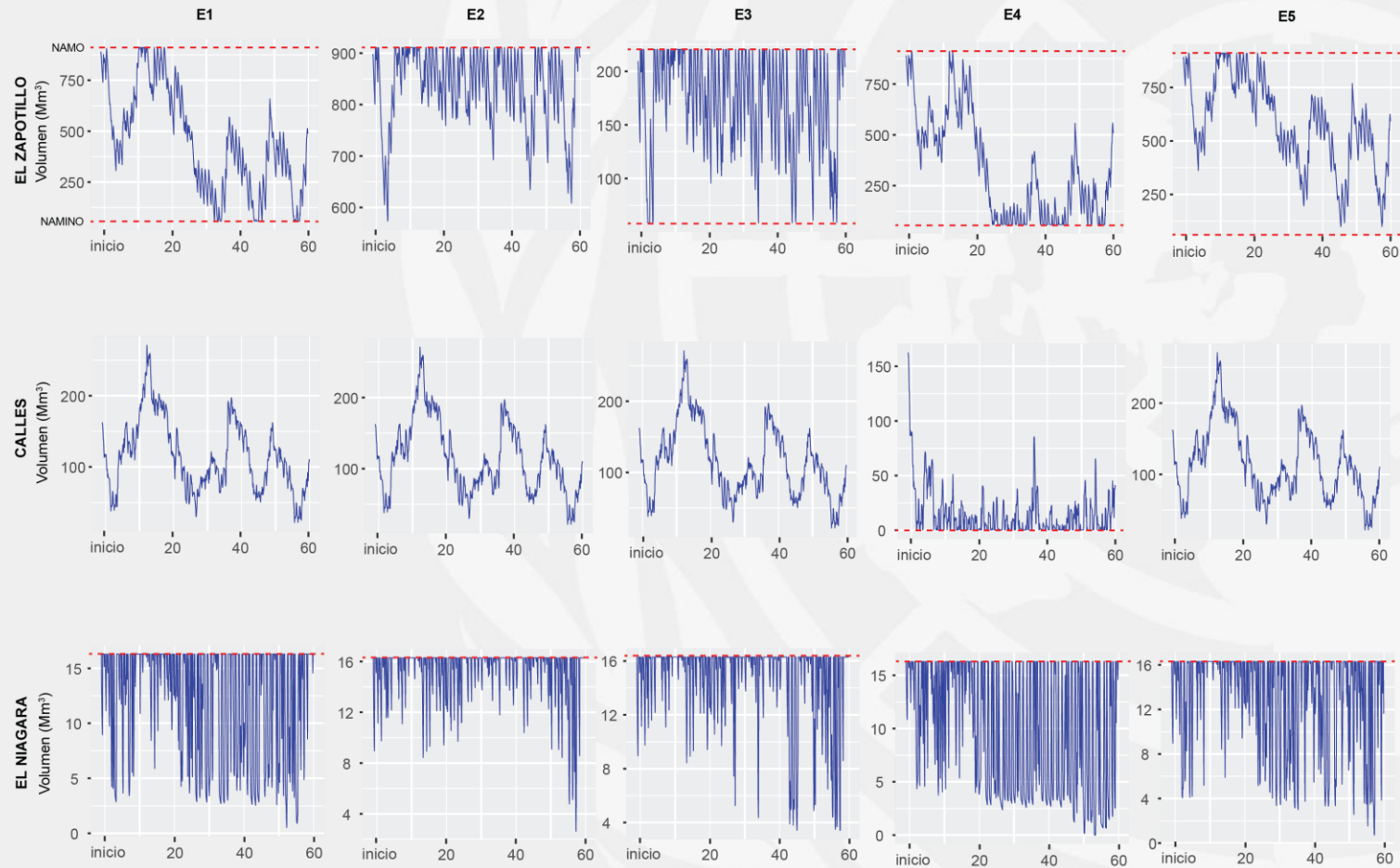


#### Criterios de Rendimiento

- 1 - Vulnerabilidad
- Resiliencia
- Confiabilidad

# RESULTADOS

Comparación de escenarios de almacenamiento y operación proyectados para las presas El Zapotillo, Calles y El Niágara



E1: Escenario 1; Altura de presa de 105 m; QZAP = 8.6 m³/s (100%); Demandas actuales; Serie de clima histórica

E2: Escenario 2; Altura de presa de 105 m; QZAP = 4.8 m³/s (55.81%); Demandas actuales; Serie de clima histórica

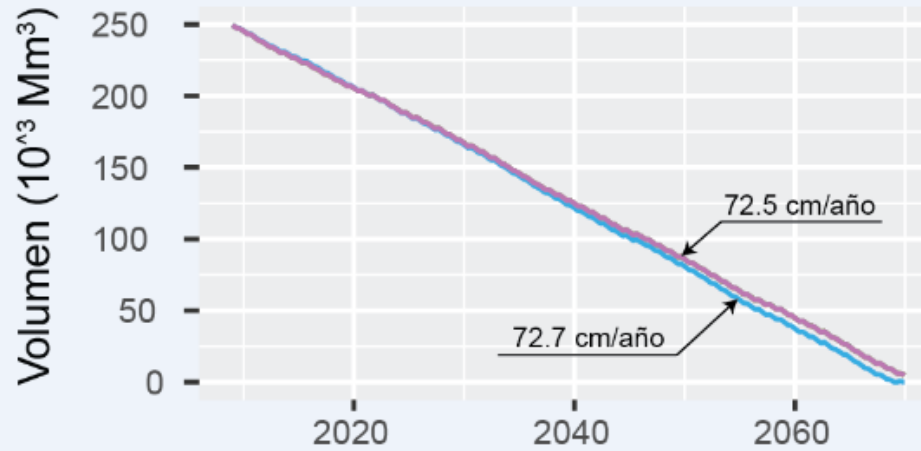
E3: Escenario 3; Altura de presa de 80 m; QZAP = 4.8 m³/s (55.81%); Demandas actuales; Serie de clima histórica

E4: Escenario 4; Altura de presa de 105 m; QZAP = 8.6 m³/s (100%); Demandas proyectadas a 2030 con mejoras en eficiencias; Serie de cambio climático 2090 RCP 8.5

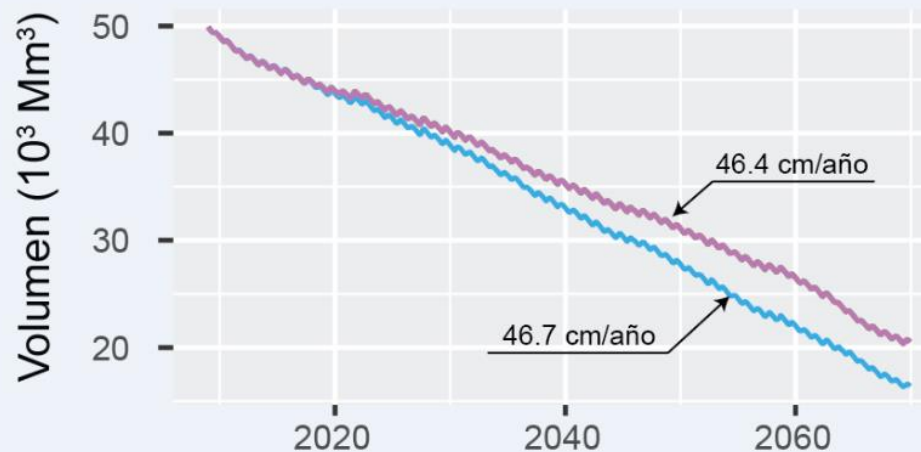
E5: Escenario 5; Altura de presa de 105 m; QZAP = 7.5 m³/s (87%); Demandas actuales; Serie de clima histórica

# RESULTADOS

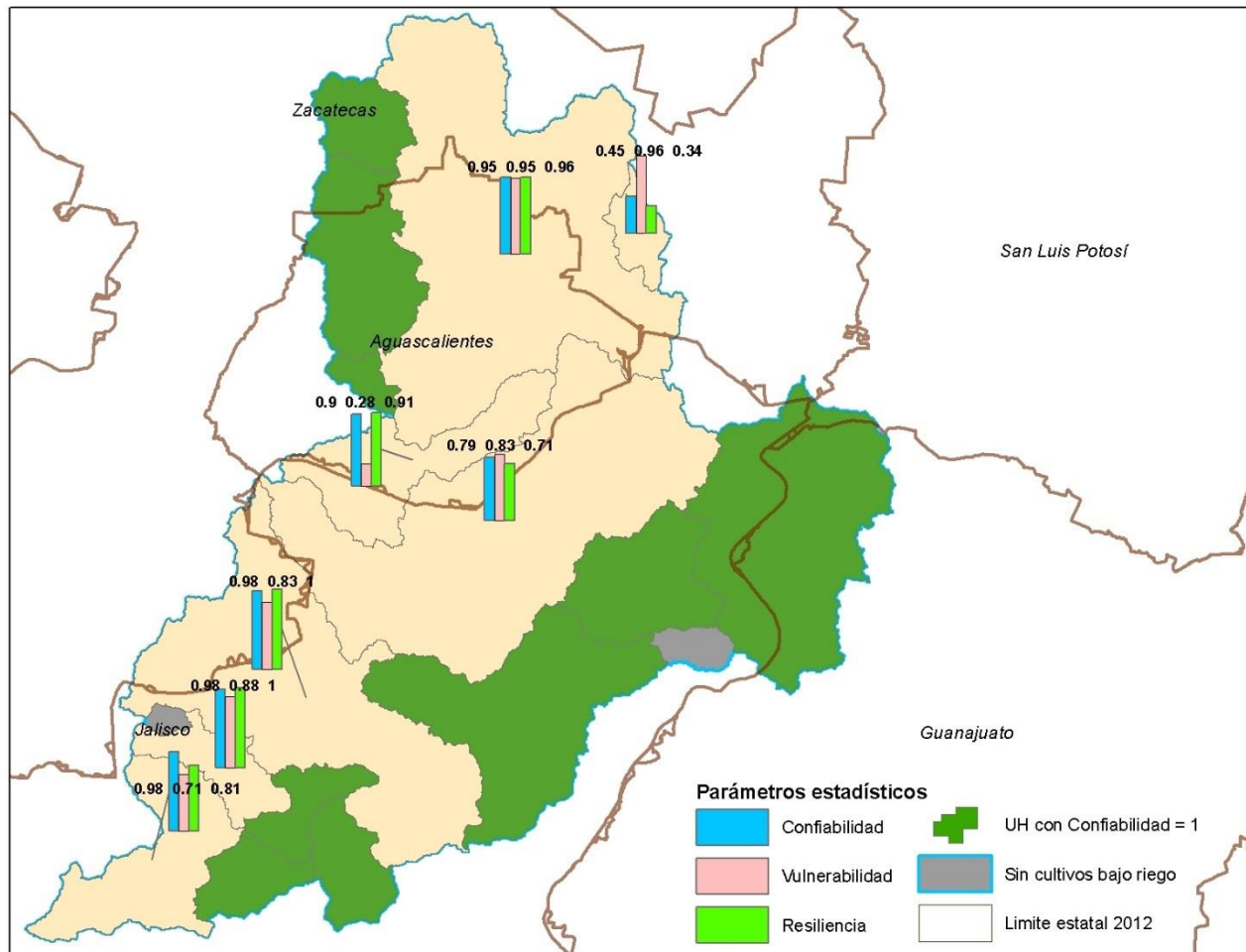
## AS-01



## AS-10

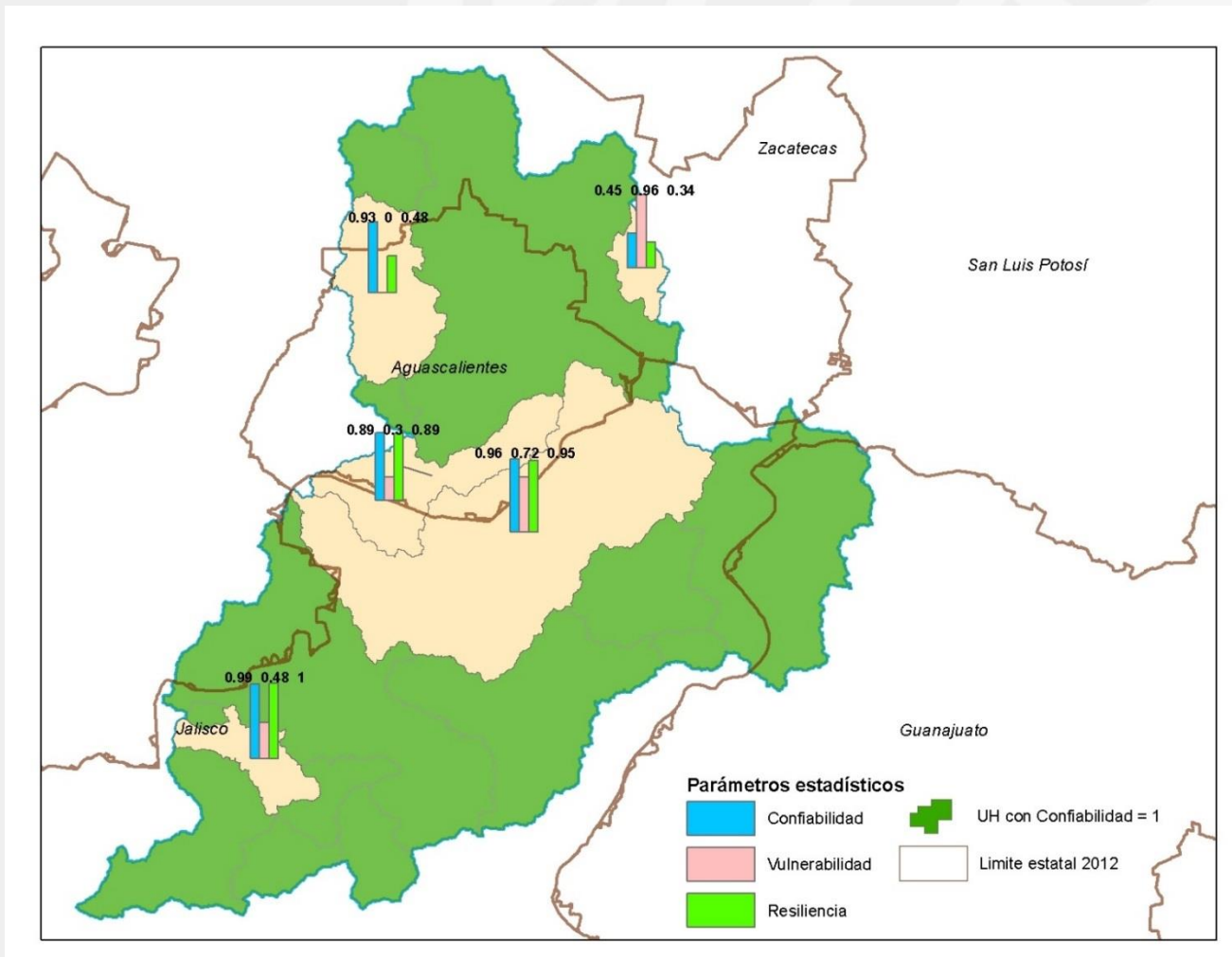


# RESULTADOS: DEMANDAS AGRÍCOLAS

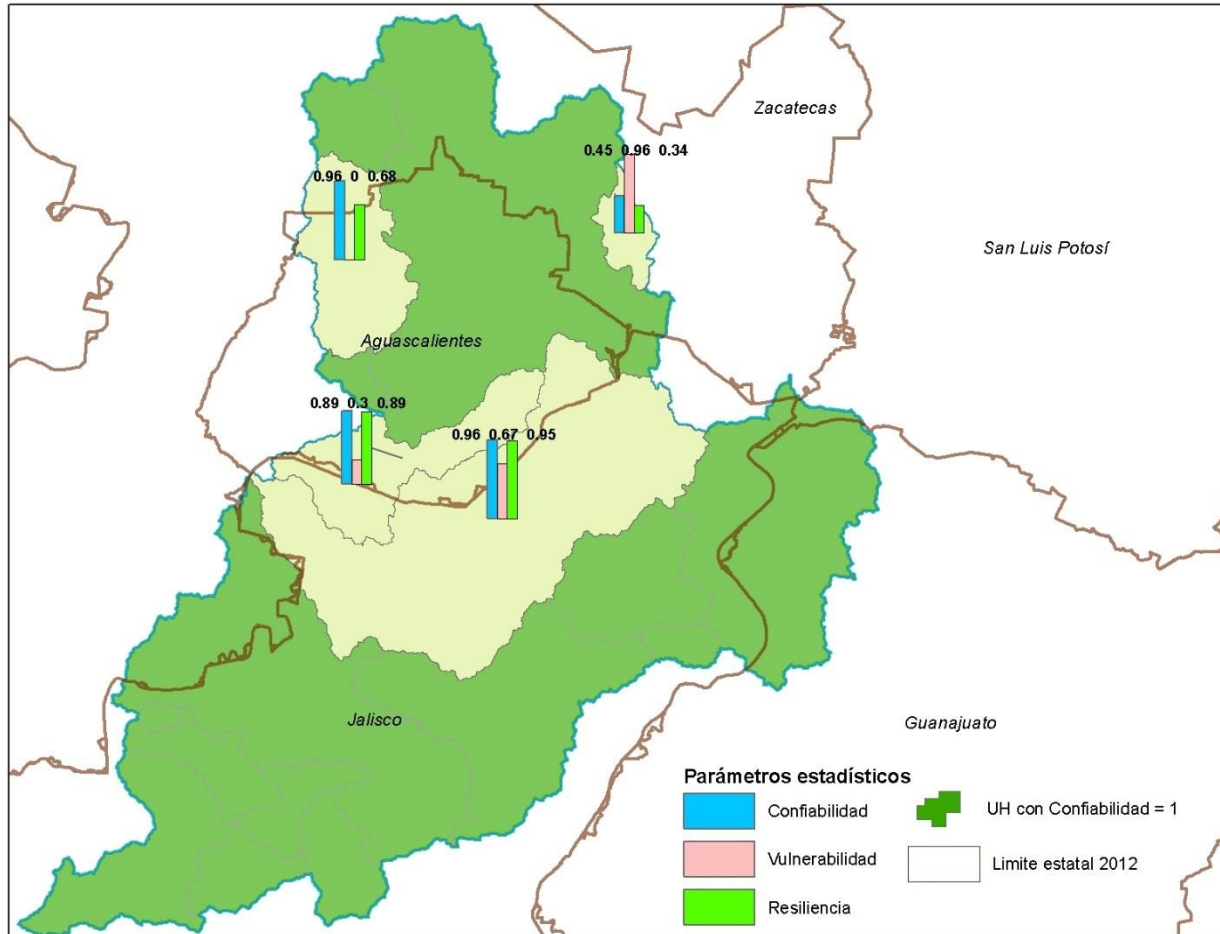




# RESULTADOS: DEMANDAS PECUARIAS



# RESULTADOS: DEMANDAS INDUSTRIALES

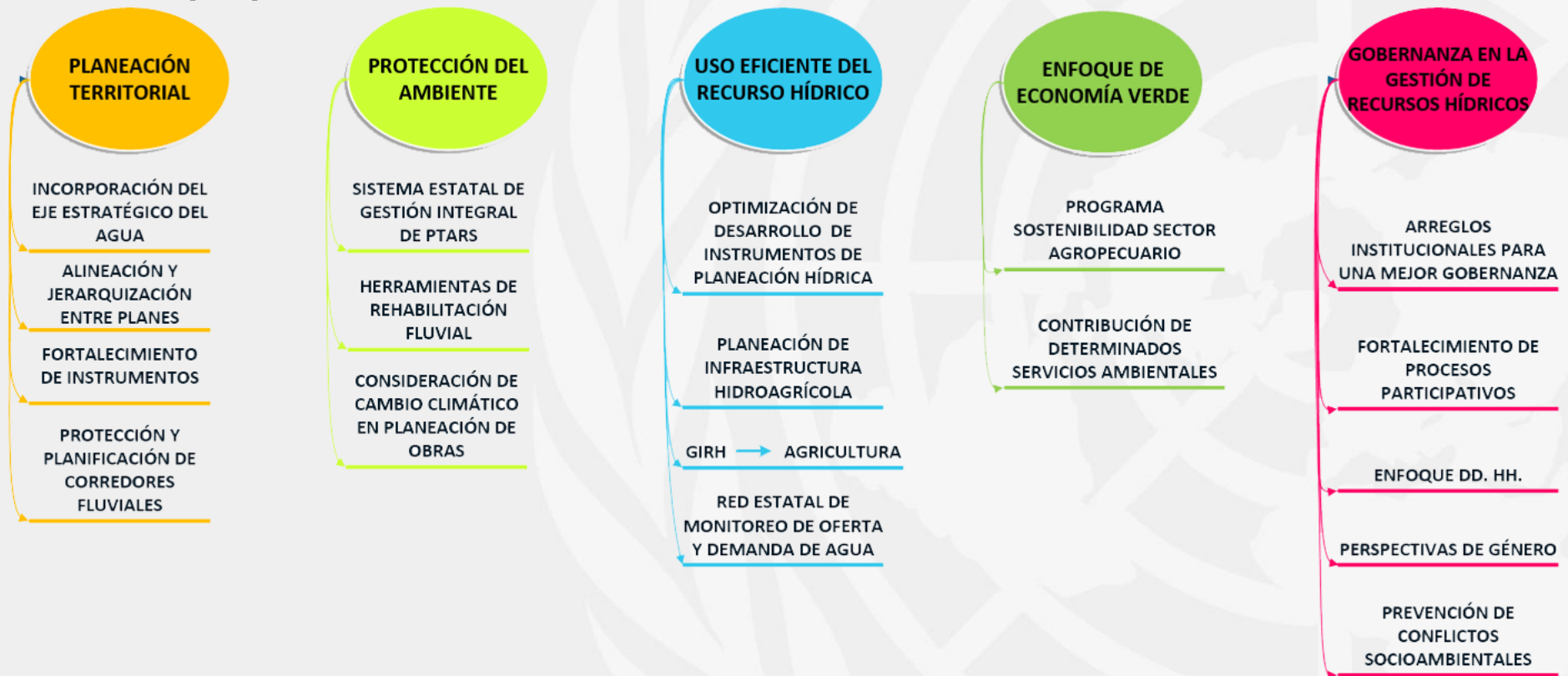




## RECOMENDACIONES DE MACROPLANEACION



# (18) RECOMENDACIONES DE MACROPLANEACIÓN



## (6) PROPUESTAS DE ACCIÓN

PROYECTO PILOTO REHABILITACIÓN FLUVIAL Y AGRICULTURA SOSTENIBLE


GIRH – APLICADA A LOS ALTOS

REDUCCIÓN AGUAS RESIDUALES


PROYECTO PILOTO DESACOPLOMIENTO DE SUBSIDIOS

USO EFICIENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ORGANISMOS OPERADORES

TABLERO DE CONTROL


**2015**


INICIO DEL PROYECTO  
01/12/2015




MISIÓN A EL ZAPOTILLO CON SOCIEDAD CIVIL PARA CONSTATAR LA PARALIZACIÓN DE LAS OBRAS  
DICIEMBRE 2015

**PROYECTO JALISCO SOSTENIBLE CUENCA RÍO VERDE**

**2016**



INICIA FASE DE TRABAJO DE CAMPO EN LOS 20.000 KM2 DE LA CUENCA DEL RIO VERDE  
ENERO 2016



INICIA FASE DE INTERCAMBIO CON ACTORES DE LA CUENCA  
MARZO 2016




ENMIENDA PARCIAL DEL APÉNDICE 2 DEL DOCUMENTO DE PROYECTO, A SOLICITUD DE SOCIEDAD CIVIL  
AGOSTO 2016




REUNIÓN INFORMATIVA CON COPARMEX  
OCTUBRE 2016




JORNADA TÉCNICA DE DIFUSIÓN ESTUDIOS TÉCNICOS UNOPS CON ENTIDADES SOCIALES Y ACADÉMICAS  
NOVIEMBRE 2016



TALLER DE TALLER DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA EN MÉXICO  
MAYO 2016




ENTREGA DEL INFORME DE REGULACIÓN DE ESCENARIOS DE LA PRESA  
MAYO 2016




PRESENTACIÓN DE AVANCES DEL PROYECTO A LA COMISIÓN DE AGUA CONGRESO DE JALISCO  
OCTUBRE 2016




MODELACIÓN  
NOVIEMBRE 2016




SESIÓN INFORMATIVA EN ACASICO  
AGOSTO 2016




JORNADA TÉCNICA CON ASESORES DE TEMACAPULÍN  
DICIEMBRE 2016

**2017**



TALLERES DE GÉNERO EN LA CUENCA  
ENERO 2017



CONCLUYEN TRABAJOS DE CAMPO  
MARZO 2017



REPORTE DE AVANCE DE ACTIVIDADES  
MARZO 2017



ENTREGA INFORME FINAL JSCRV  
MAYO 2017



FIN DEL PROYECTO JSCRV  
31/05 2017



**¡Muchas gracias!**

**PROYECTO JALISCO SOSTENIBLE CUENCA RÍO VERDE**

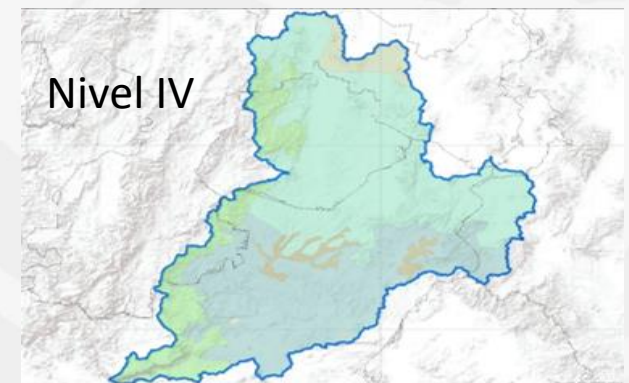
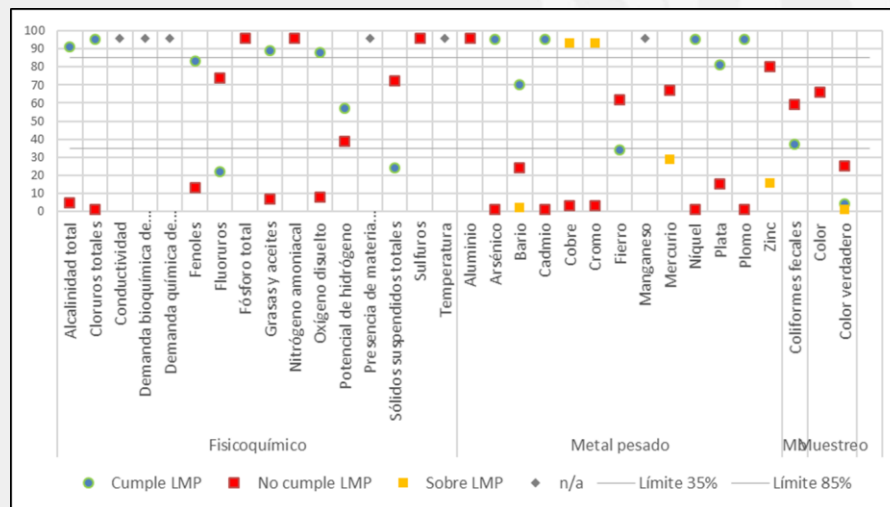
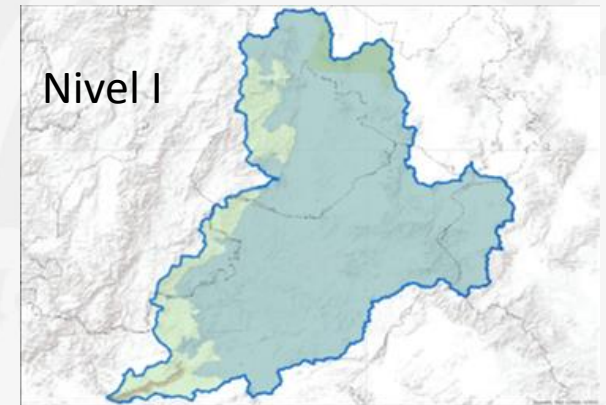
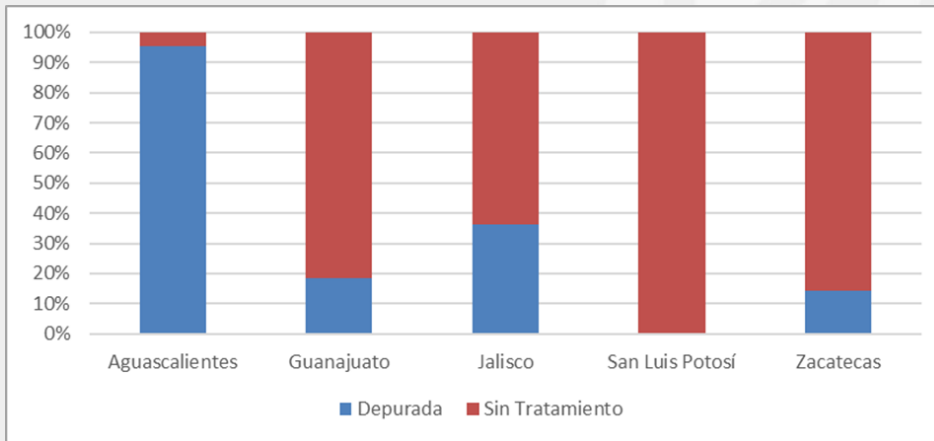


[www.unops.org/jaliscososteniblecuencarioverde](http://www.unops.org/jaliscososteniblecuencarioverde)

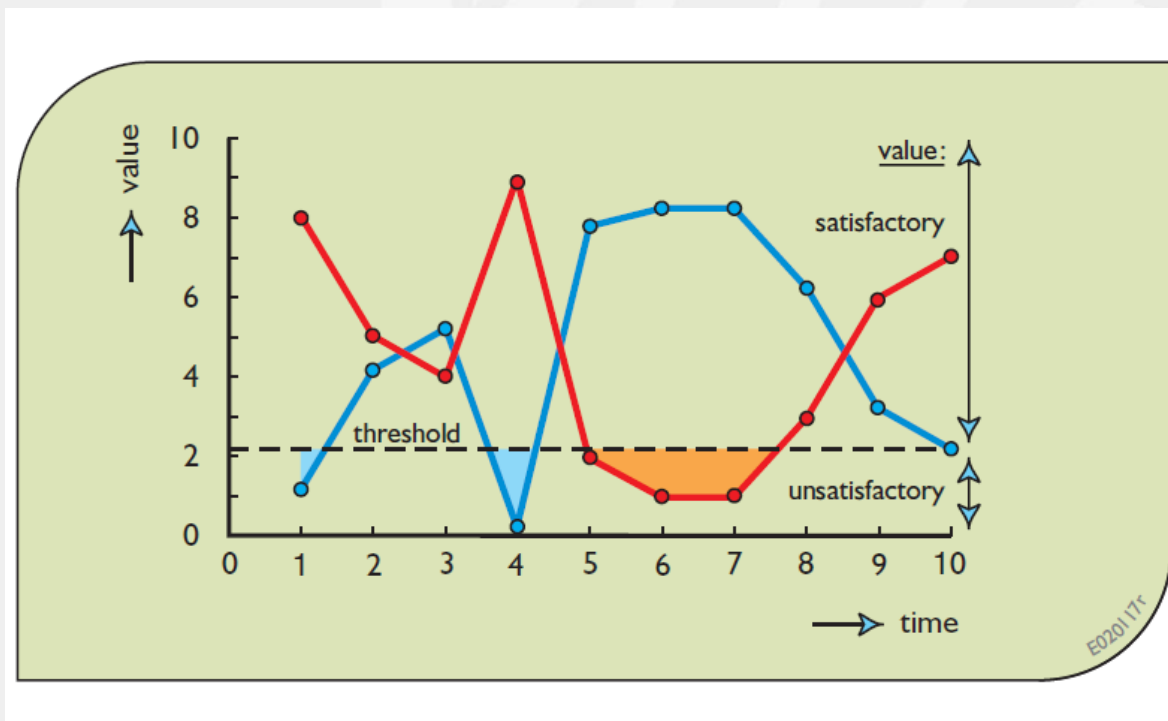
[jalisco.sostenible@unops.org](mailto:jalisco.sostenible@unops.org)



## CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES RELEVANTES PARA EL BALANCE HÍDRICO



Los indicadores se basan en la evaluación estadística de los valores que representa un “fallo”, es decir valores de la serie donde no se alcanza o supera un “valor umbral” previamente establecido. Los estadísticos a considerar son los siguientes:



- 1) **CONFIABILIDAD** de la serie, mide la cantidad de resultados exitosos respecto del total
- 2) **RESILIENCIA** de la serie, mide la capacidad de recuperarse de los fallos
- 3) **VULNERABILIDAD** de la serie, mide la magnitud o intensidad de los fallos

# PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE LOS RETORNOS

## Experiencias internacionales

