

XII Congreso Nacional de AIDIS Uruguay

Ingeniería Ambiental ante un mundo en cambio, hacia la resiliencia e igualdad

Estudio de disponibilidad de recursos hídricos para producción de H2 y derivados

Alejandra De Vera, Santiago Narbondo, Laura Cantero,
Christian Chreties, Rafael Terra

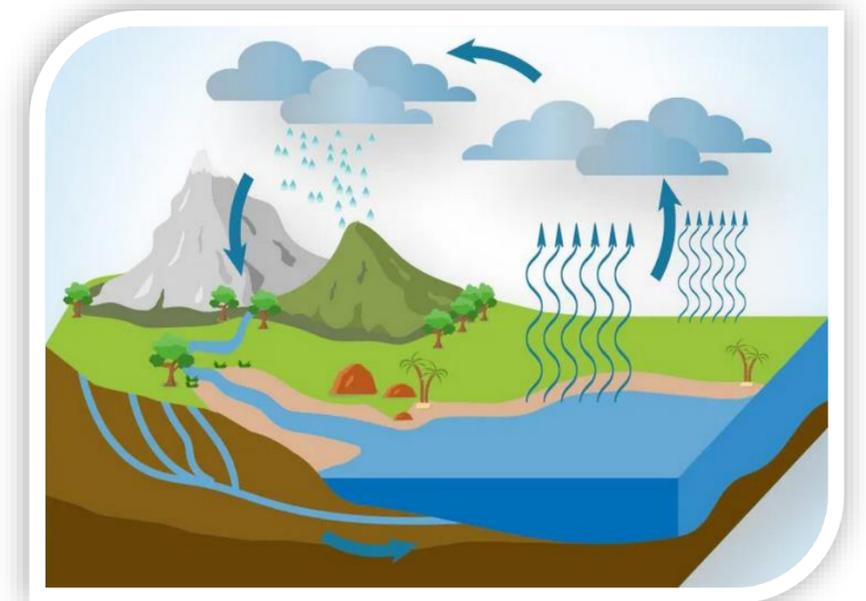


Octubre 2024
Cámara Mercantil de Productos del País
Montevideo, Uruguay



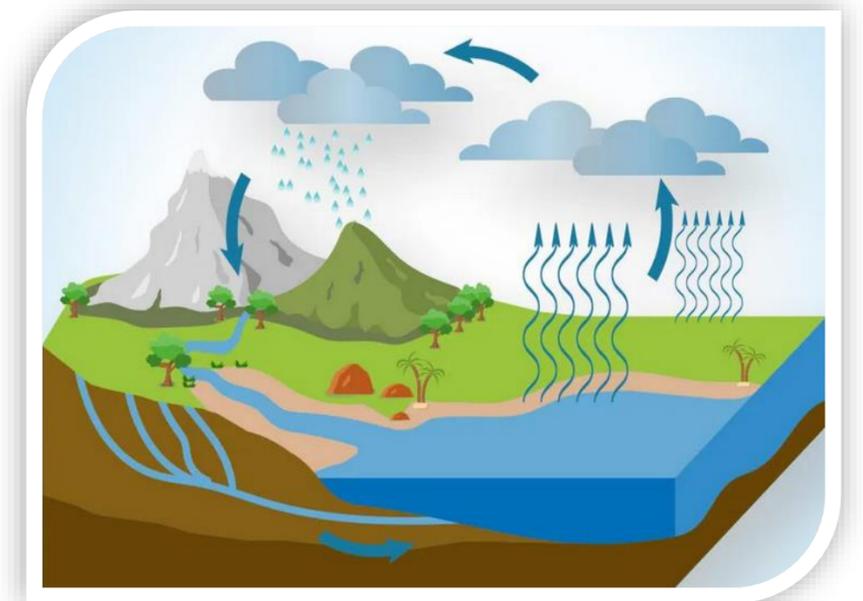
Abordaje:

- ✓ Cualquier aprovechamiento de agua introduce algún nivel de modificación en el **ciclo hidrológico**.
 - ✓ Es decisivo focalizar el análisis en los **flujos de agua** y no en los reservorios.
 - ✓ Los flujos vinculan los cuerpos de agua de distinto estado (gaseoso, líquido y sólido) y salinidad.
 - ✓ Aspectos clave a considerar:
 - **Velocidad de los flujos de agua.**
 - **Variabilidad espacial y temporal de los flujos.**
- Precipitación (hidrología superficial), el más variable.
Flujos subterráneos, los más estables y lentos.



Abordaje:

- ✓ Los **usos antrópicos** (consuntivos o no consuntivos) distribuyen agua entre los diferentes flujos del ciclo hidrológico.
- ✓ La valoración de un aprovechamiento de agua debe enfocarse en la **comparación de los flujos** requeridos con los flujos naturales disponibles (en la **escala temporal de interés**), cuidando que la afectación -al ecosistema y a los usos previamente existentes- sea aceptable.
- ✓ Este balance entre “oferta” natural de agua y demanda antrópica es lo que realiza rutinariamente la Autoridad de Aguas (DINAGUA) desde hace décadas para autorizar los aprovechamientos.





Etapas del estudio:

- 1. Caracterización global** de la oferta del recurso hídrico (superficial y subterráneo) y comparaciones globales entre la oferta y la demanda.
- 2. Caracterización específica** de la oferta del recurso hídrico y su potencial uso para la producción de H2V en Uruguay.
- 3. Estudios de casos** de producción de H2V y derivados, tomando de distintas fuentes de agua: superficial, subterránea, embalses o una combinación de las anteriores.

(En desarrollo...)

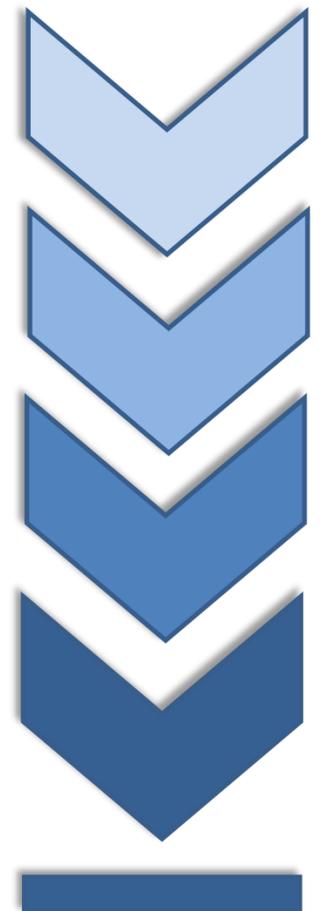




Etapas del estudio:

- 1. Caracterización global** de la oferta del recurso hídrico (superficial y subterráneo) y comparaciones globales entre la oferta y la demanda.
- 2. Caracterización específica** de la oferta del recurso hídrico y su potencial uso para la producción de H2V en Uruguay.
- 3. Estudios de casos** de producción de H2V y derivados, tomando de distintas fuentes de agua: superficial, subterránea, embalses o una combinación de las anteriores.

(En desarrollo...)

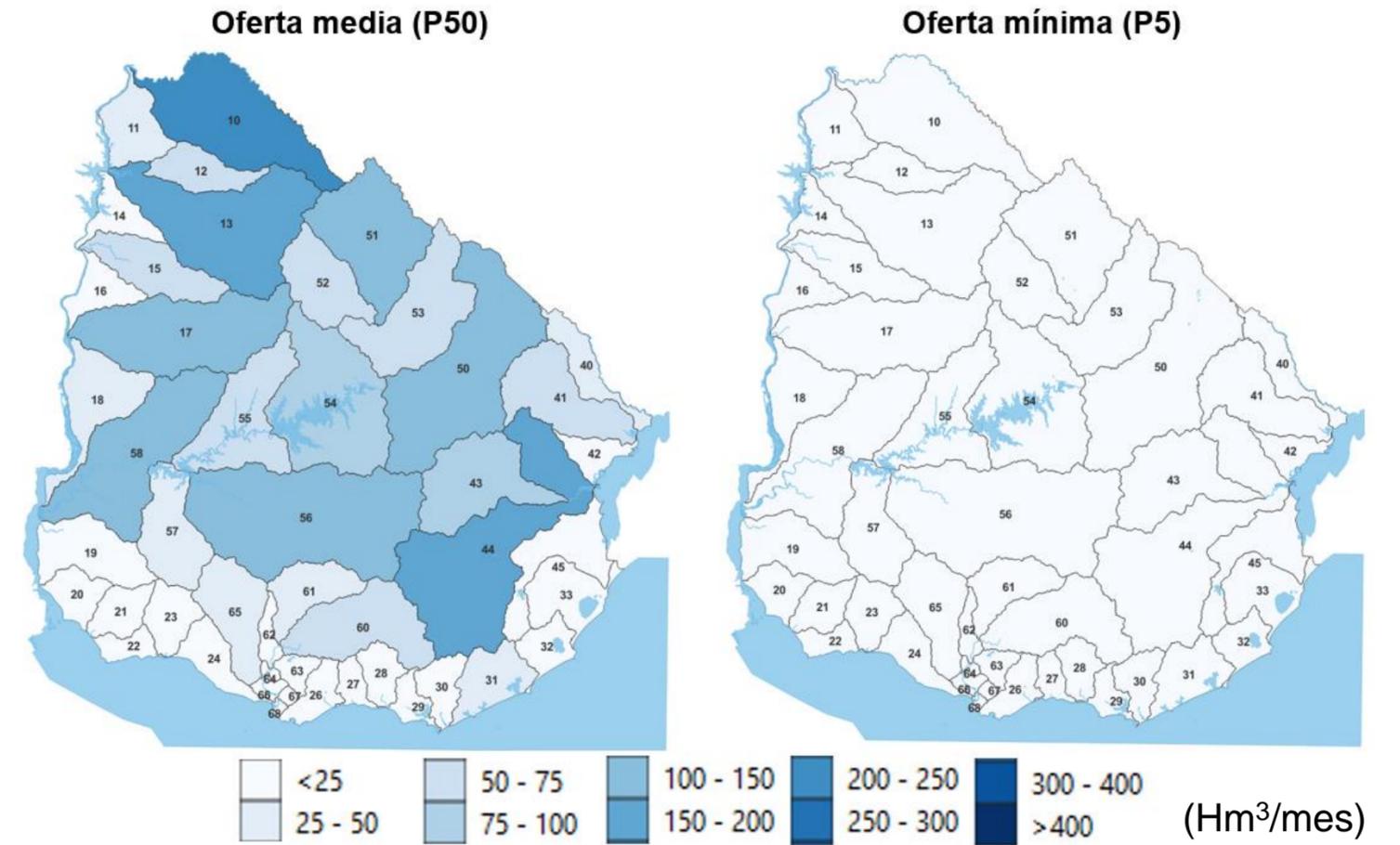
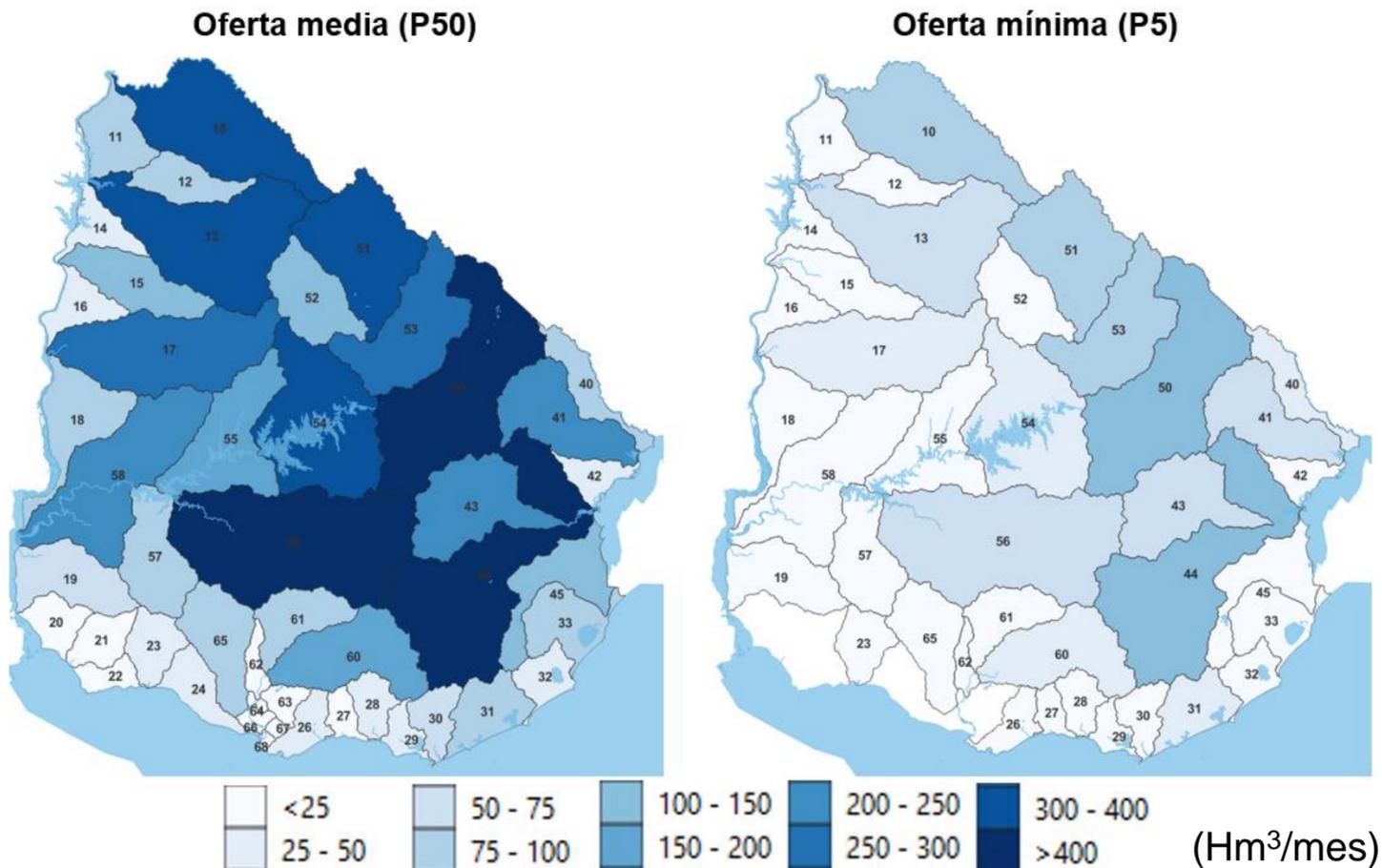


Caracterización de la oferta:

Escorrentamiento mensual en cuencas Nivel 2 a partir del modelo de balance hídrico para el periodo 1980-2023 (información proporcionada por DINAGUA).

Acumulado anual

Acumulado Dic-Mar



Caracterización de la demanda:

- ✓ **Usos existentes:** Volúmenes anuales otorgados o en estudio, discriminados por tipo de obra, uso y subcuenca Nivel 2 para el periodo 2010–2023 (información proporcionada por DINAGUA).
- ✓ **Proyecto H2V:** 7.000 m³/día ≈ 2,5 Hm³/año.

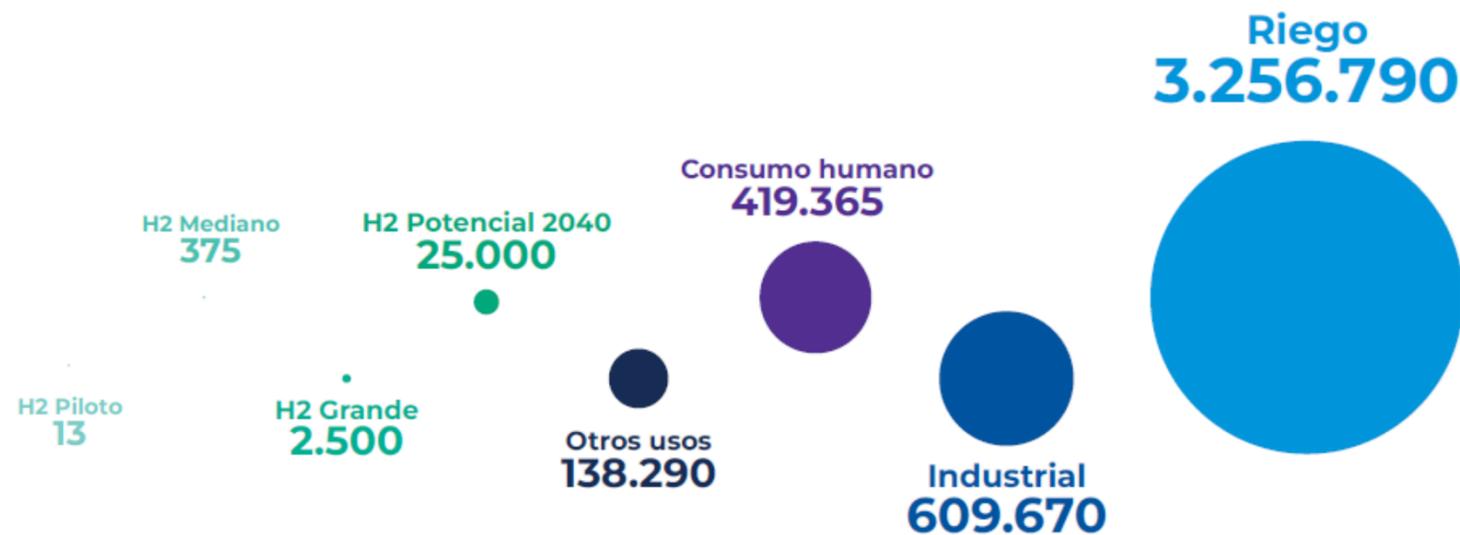
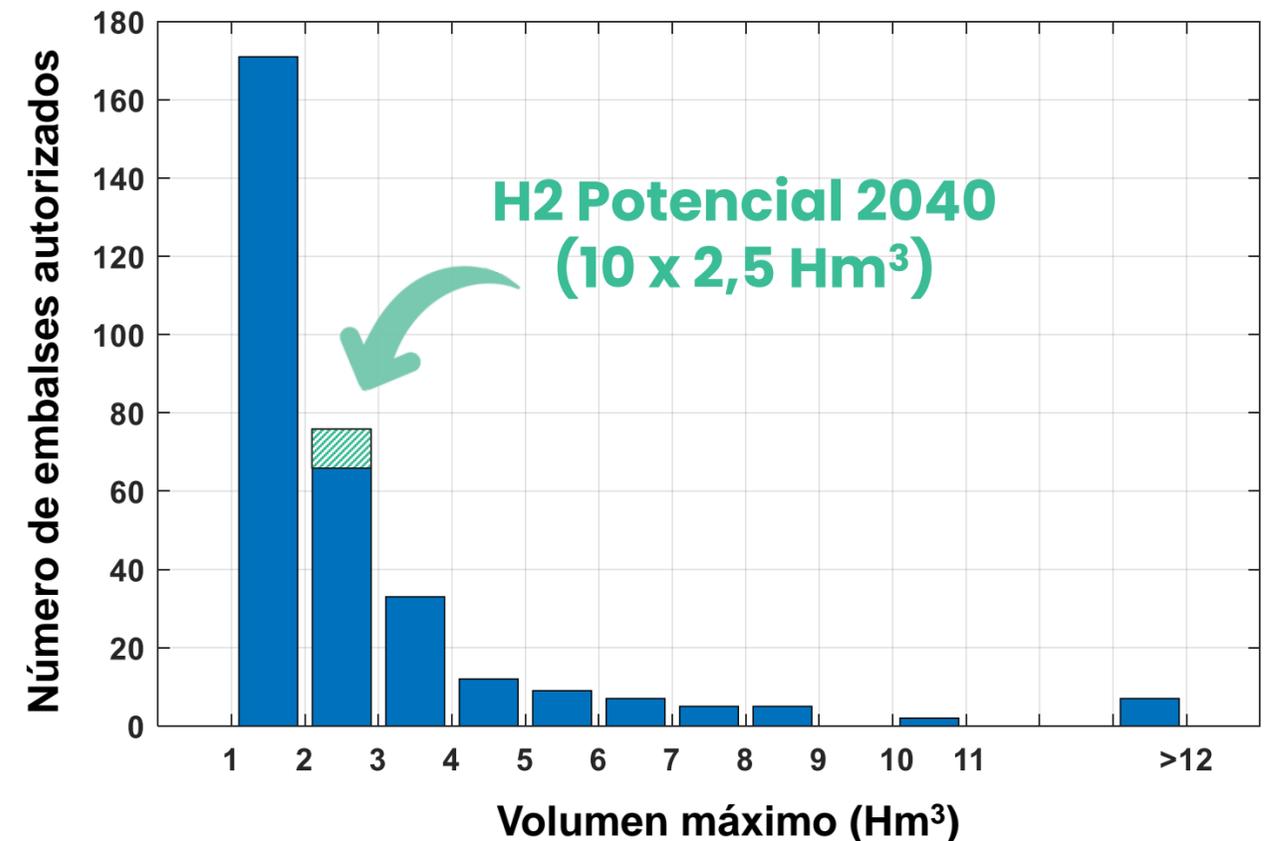


Figura 4: Consumo de agua habilitado por DINAGUA Uruguay, comparación con proyectos de H2 y potencial de la Hoja de Ruta (miles de m³ /año)

Fuente: Observatorio Hidrológico DINAGUA - Datos 2022

(Fuente: MIEM 2023)

Embalses de riego



Caracterización de la demanda:

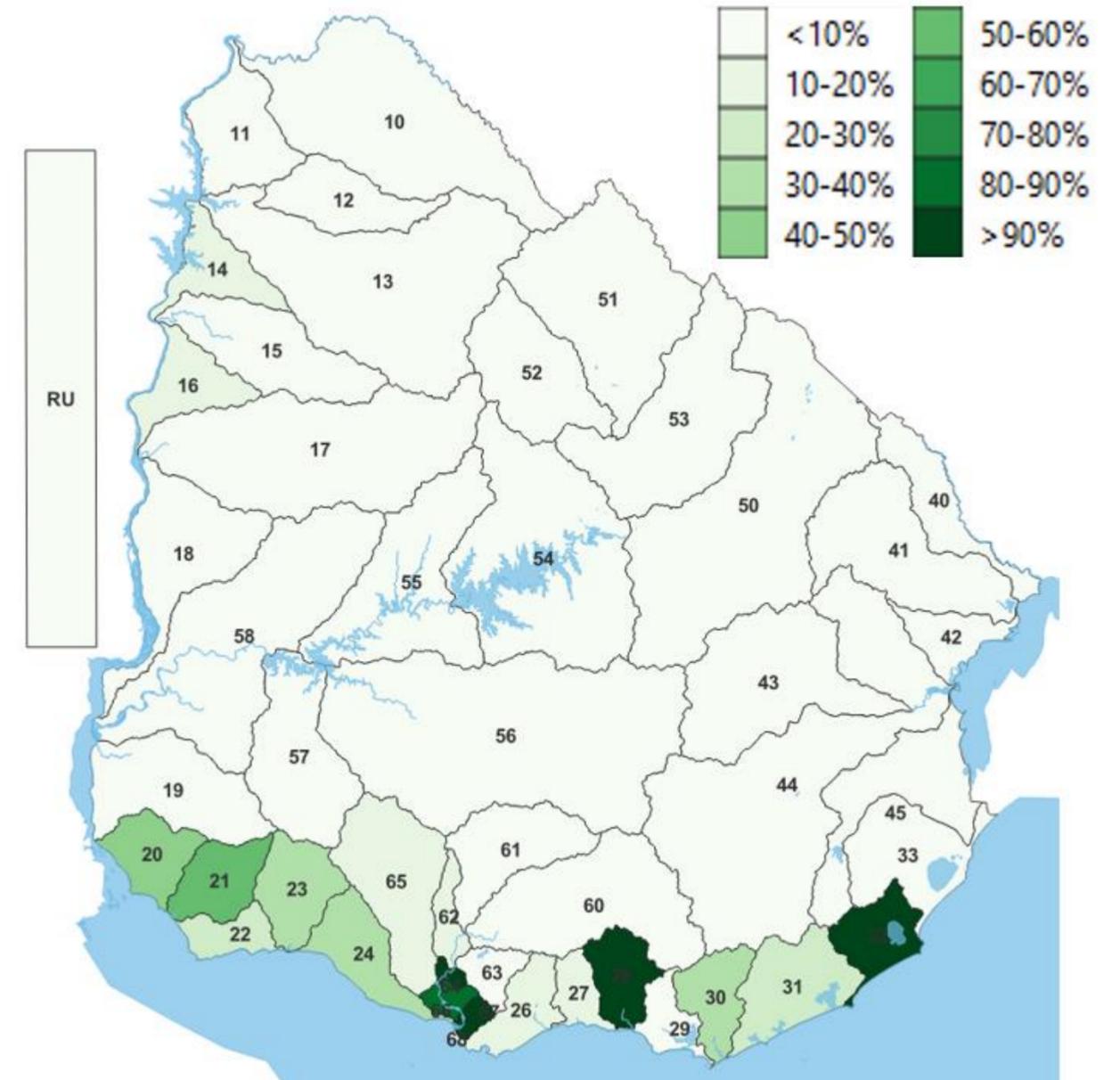
Ratio de demanda

Cociente entre la demanda de H2V y la demanda actual del recurso hídrico en cada subcuenca Nivel 2.

En cada subcuenca se consideró:

- ✓ La demanda máxima en los últimos cinco años disponibles.
- ✓ Una demanda de H2V de 2,5 Hm³/año (mismo valor para todas las cuencas).

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Proyecto H2V}}{\text{Demandas Existentes}}$$

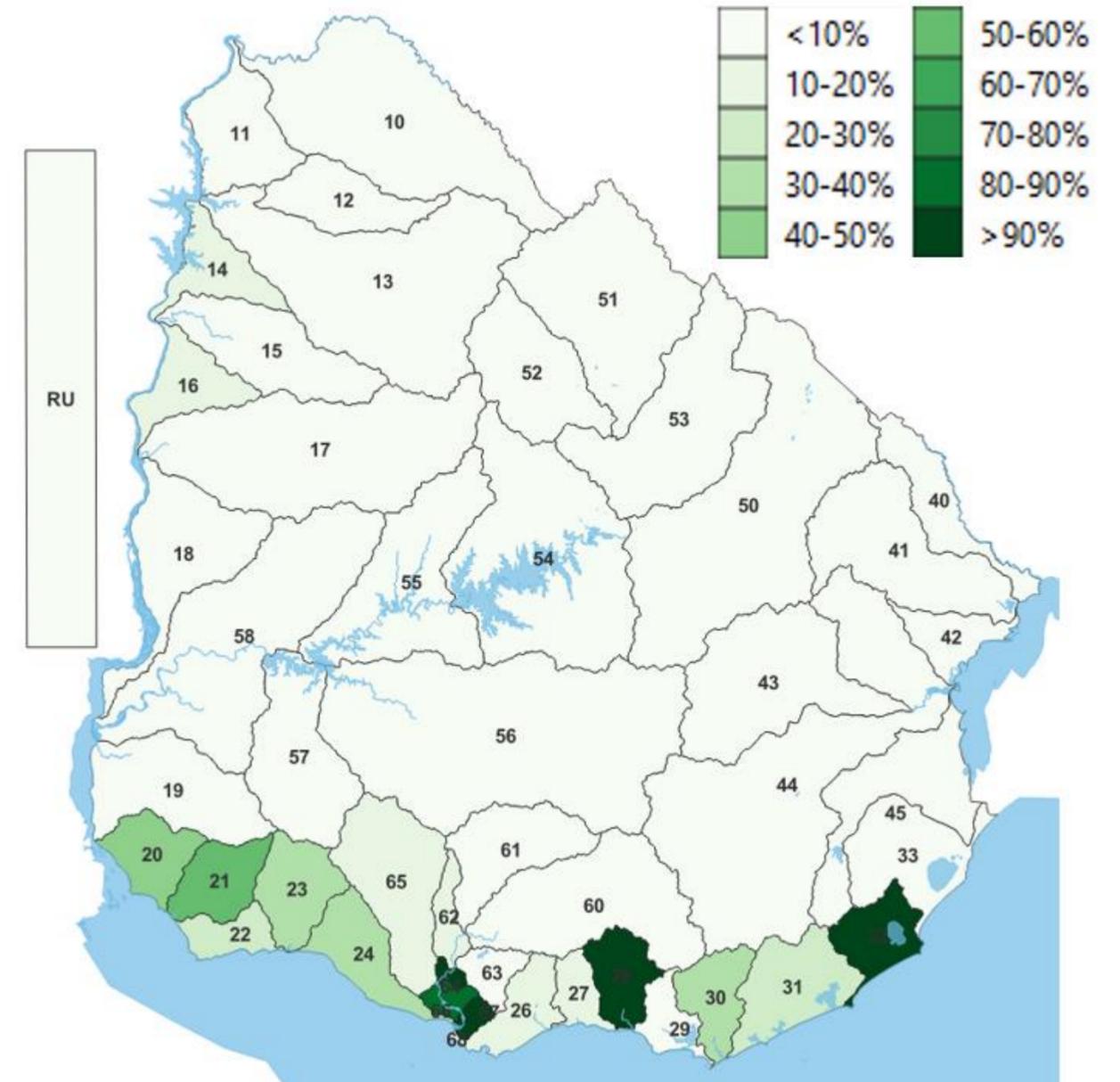


Caracterización de la demanda:

Ratio de demanda

Cociente entre la demanda de H2V y la demanda actual del recurso hídrico en cada subcuenca Nivel 2.

- ✓ Las demandas existentes han sido autorizadas a partir de una lógica de disponibilidad del recurso hídrico (superficie de la cuenca).
- ✓ Es esperable que en cuencas pequeñas, el ratio sea mayor que en las de superficie media y grande.
- ✓ En la mayoría de las cuencas el ratio es inferior al 10%.



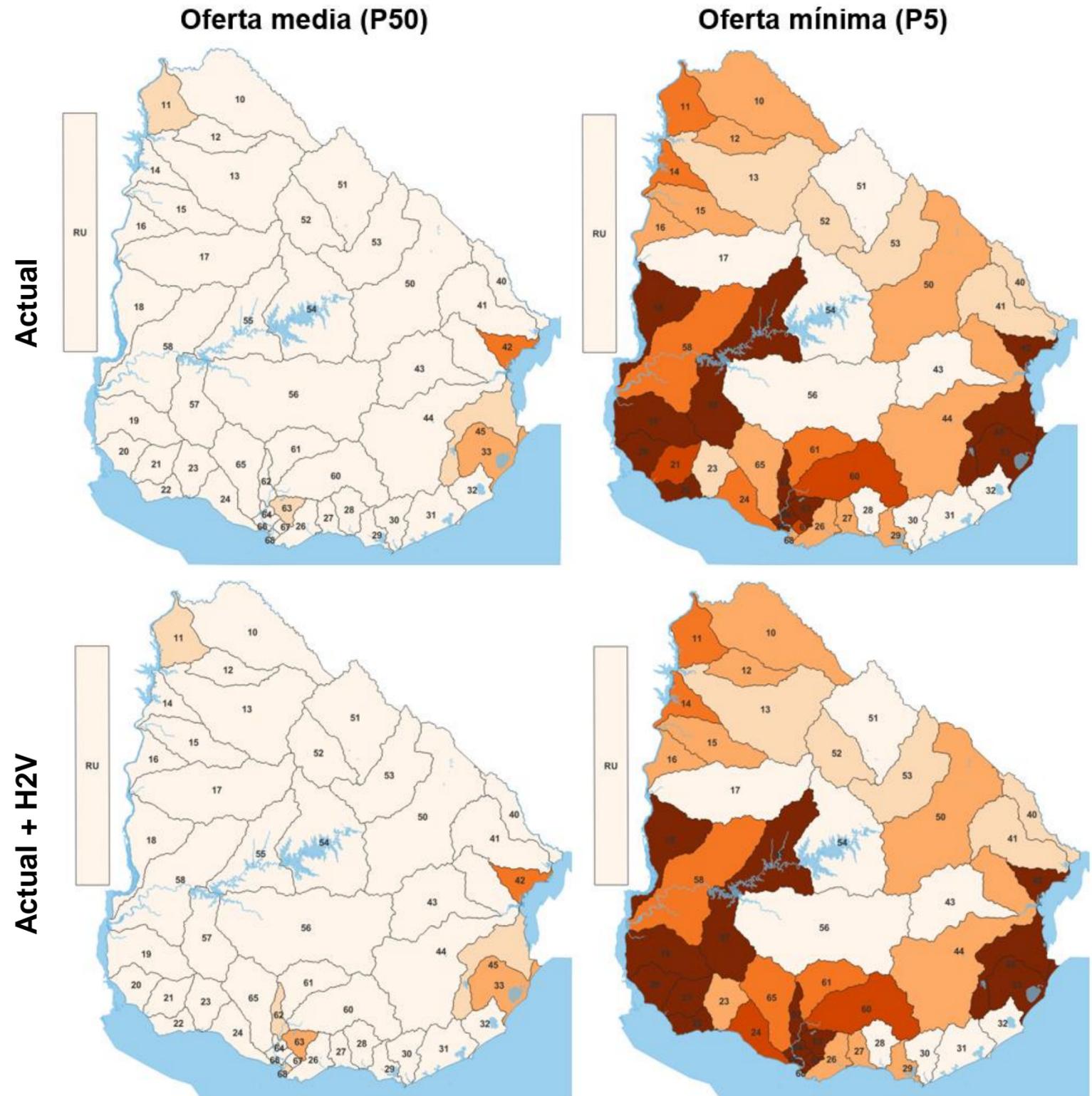
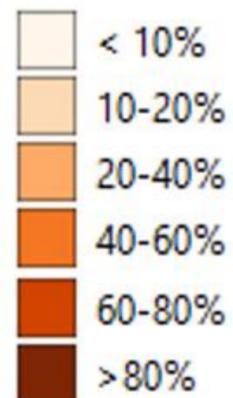
Comparación Oferta vs Demanda:

Grado de estrés hídrico (Anual)

Cociente entre la demanda y la oferta de agua en cada subcuenca Nivel 2.

En cada subcuenca se agregó una demanda de H2V de 2,5 Hm³/año.

$$\text{Estrés} = \frac{\text{Demanda anual}}{\text{Esc. anual}}$$

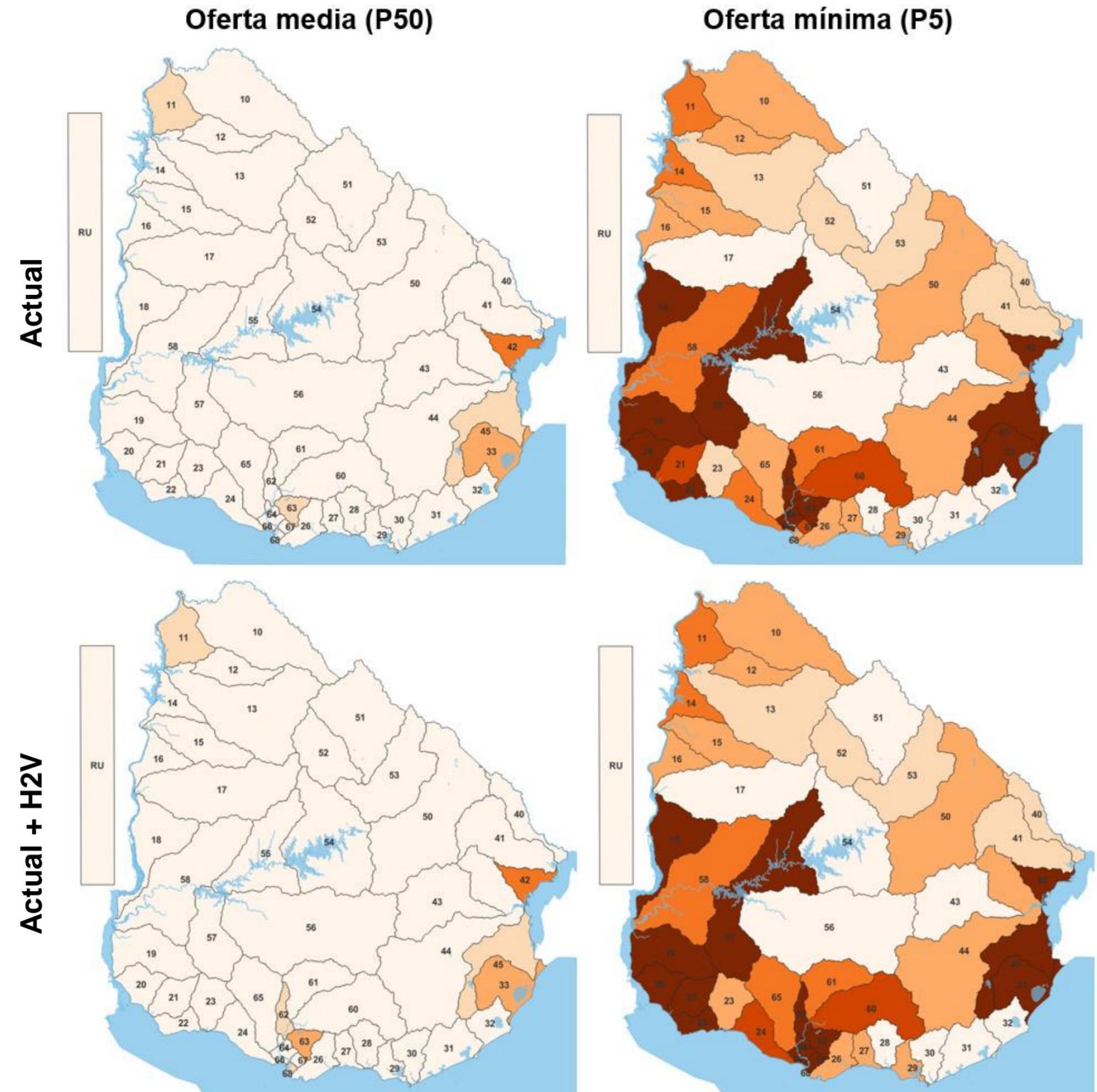
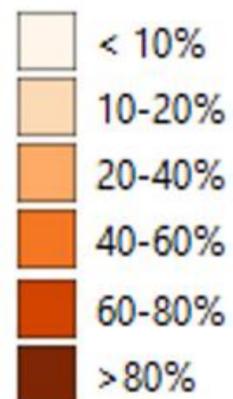


Comparación Oferta vs Demanda:

Grado de estrés hídrico (Anual)

Cociente entre la demanda y la oferta de agua en cada subcuenca Nivel 2.

- ✓ Variabilidad interanual.
- ✓ El impacto en el estrés hídrico no cambia significativamente en relación a la situación actual.



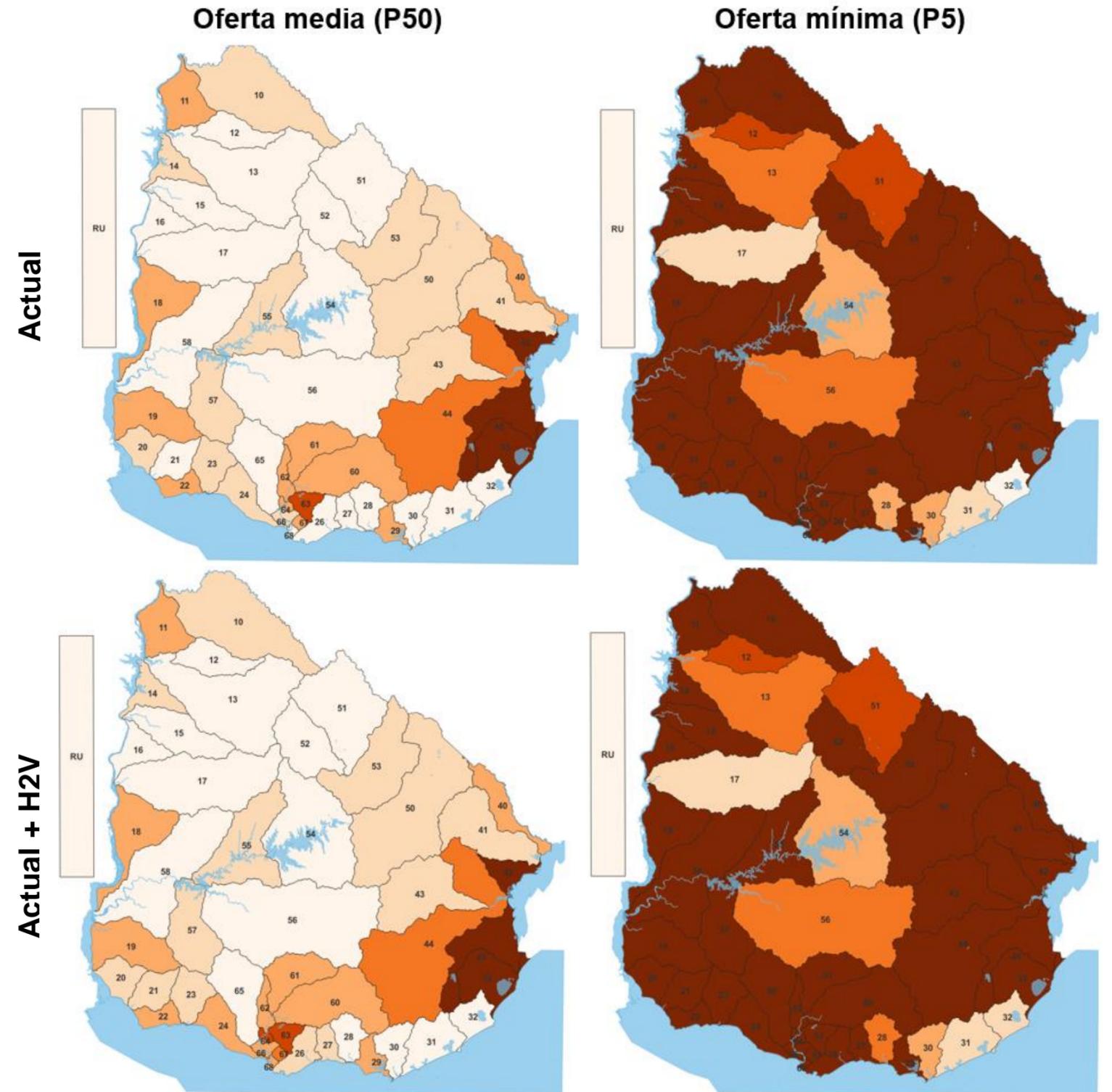
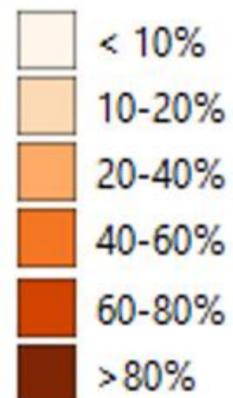
Comparación Oferta vs Demanda:

Grado de estrés hídrico (Dic-Mar)

Cociente entre la demanda y la oferta de agua en cada subcuenca Nivel 2.

En cada subcuenca se agregó una demanda de H2V de 2,5 Hm³/año.

$$\text{Estrés} = \frac{\text{Demanda Dic-Mar}}{\text{Esc. Dic-Mar}}$$

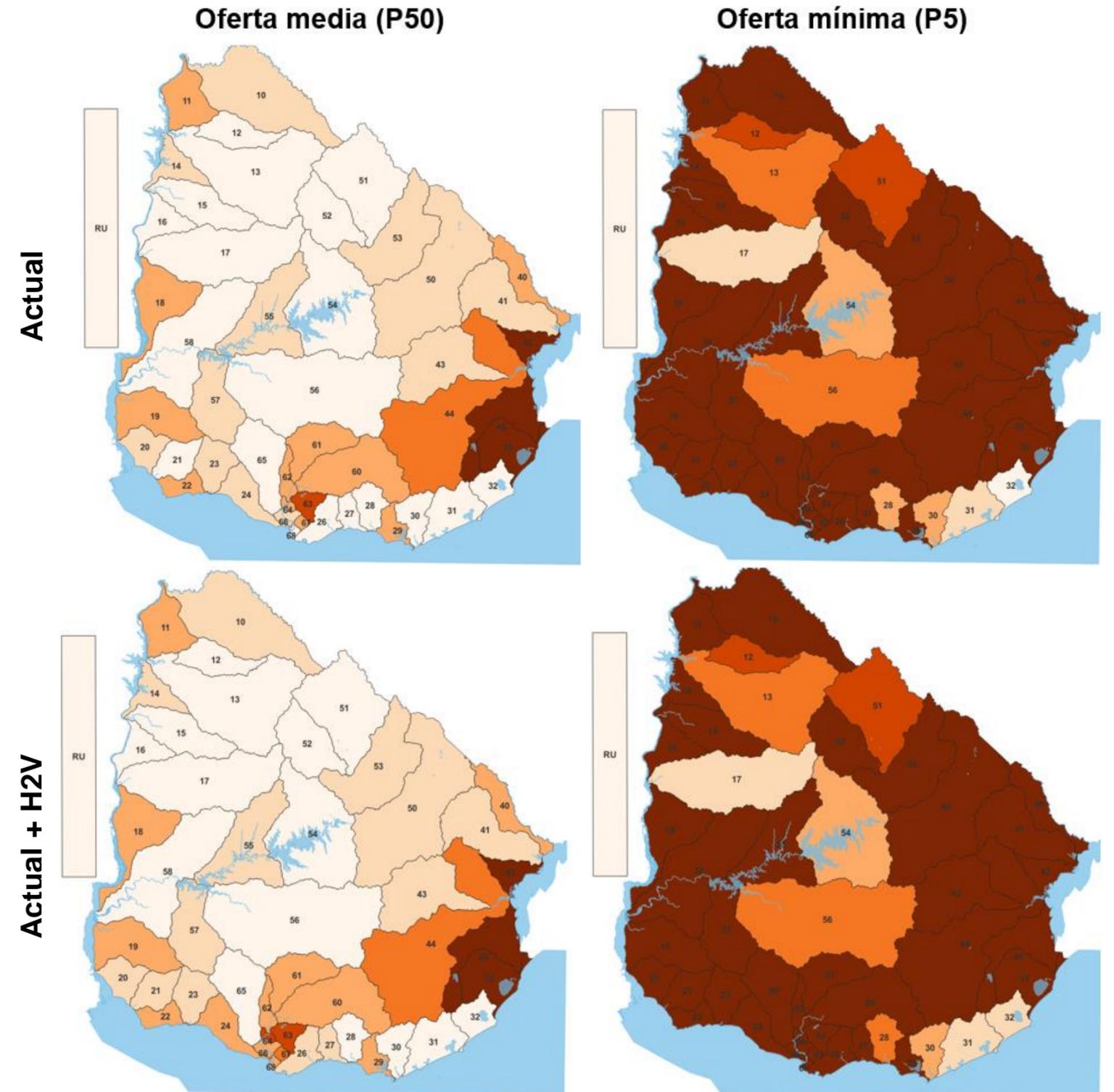
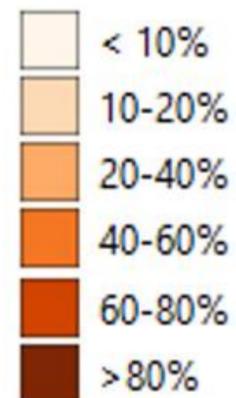


Comparación Oferta vs Demanda:

Grado de estrés hídrico (Dic-Mar)

Cociente entre la demanda y la oferta de agua en cada subcuenca Nivel 2.

- ✓ Variabilidad estacional.
- ✓ Considerando la oferta mínima, la mayoría de las cuencas muestran un estrés superior al 80%.





Comentarios finales:

- ✓ En volúmenes anuales, la demanda de agua del H2V es muy inferior en relación a los flujos naturales y usos actuales en la mayoría de las cuencas.
- ✓ Los mapas de estrés hídrico muestran la relevancia de considerar la variabilidad espacial y temporal de la oferta de agua.
- ✓ La variabilidad temporal incluye tanto la estacionalidad como la variabilidad interanual.
- ✓ En caudales instantáneos, existen varias cuencas superficiales que sufren escasez hídrica con las demandas y variabilidad climática actual y no soportan más presión sobre el recurso (sobre todo en estiaje).
- ✓ Al considerar sobre la demanda actual un proyecto de H2V, el impacto en el estrés hídrico no cambia significativamente en relación a la situación actual.



Comentarios finales:

- ✓ Estos resultados responden a la escala espacial (cuencas Nivel 2) y temporal (acumulados anuales y estacionales) consideradas.
- ✓ En la siguiente etapa del estudio se ampliará el análisis a la escala temporal diaria (a partir de datos medidos) y se incluirá un análisis de sensibilidad a demandas adicionales.
- ✓ La Autoridad del Agua, DINAGUA, rutinariamente realiza estas valoraciones para adjudicar nuevos derechos, preservando caudales ambientales para sostener los ecosistemas.

XII Congreso Nacional de AIDIS Uruguay

Ingeniería Ambiental ante un mundo en cambio, hacia la resiliencia e igualdad

¡Muchas gracias!

Alejandra De Vera
adevera@fing.edu.uy



Octubre 2024
Cámara Mercantil de Productos del País
Montevideo, Uruguay

