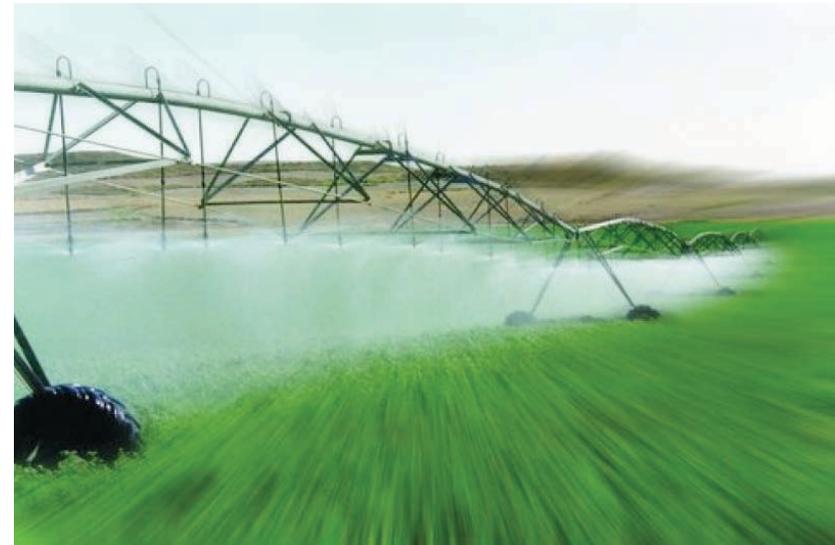


Evaluación de la huella hídrica a escala de cuenca mediante modelos de análisis geográfico



Contenido

Evaluación de la HH a escala de Cuenca Hidrográfica: **agricultura**

- ¿Por qué un modelo de análisis geográfico?
- Principios metodológicos del modelo desarrollado: CWUModel
- Principales resultados: Contabilidad tradicional de la HH
- Criterios de sostenibilidad ambiental y/o económica
- **Comparación** con la contabilidad ofrecida en el actual **Plan Hidrológico del Duero**



La Cuenca del Duero

Cuenca internacional con 98.073 km² (80% España)

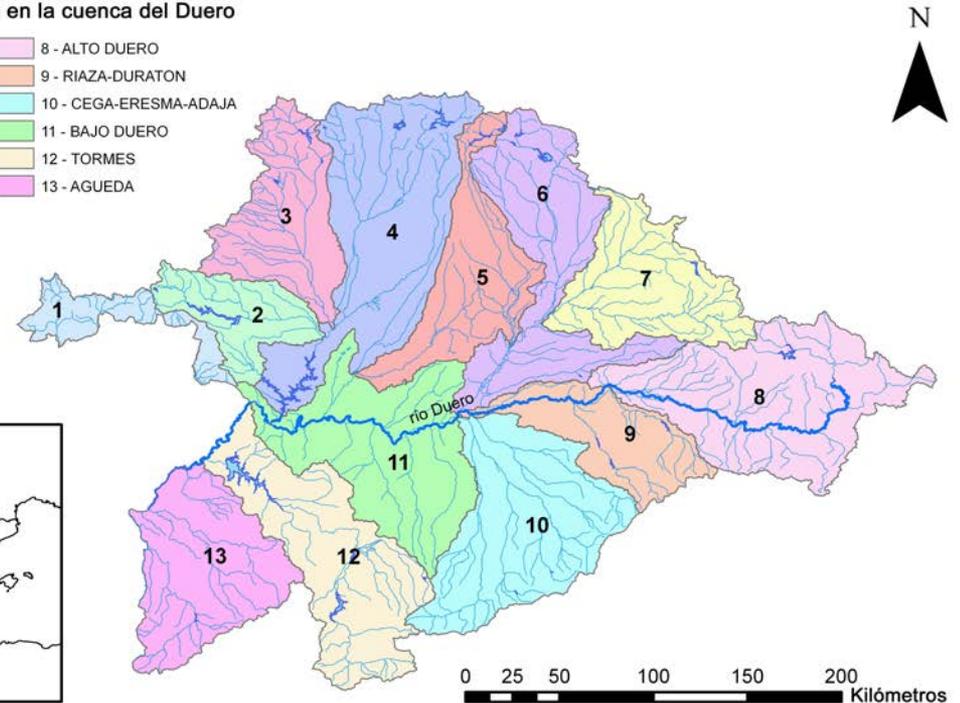
La agricultura representa el 7% del PIB y 11% de la Población activa, ocupando 4 Mha (87% secano, 13% regadío)

Uso del Agua (PH Duero)

- Agricultura = 3.919 hm³
- Acuicultura = 463 hm³
- Urbano = 332 hm³
- Industrial = 46 hm³
- Ganadería = 25 hm³
- Golf = 8 hm³
- Total = 4.793 hm³**

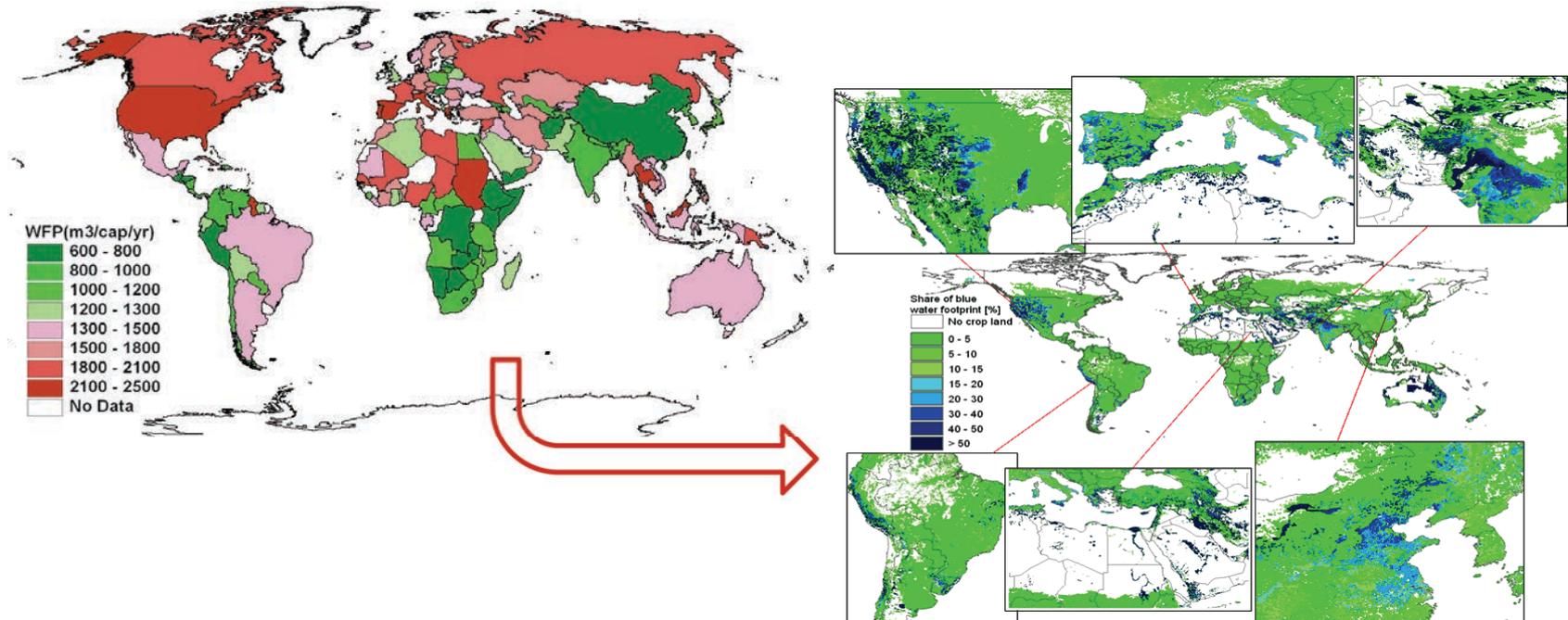
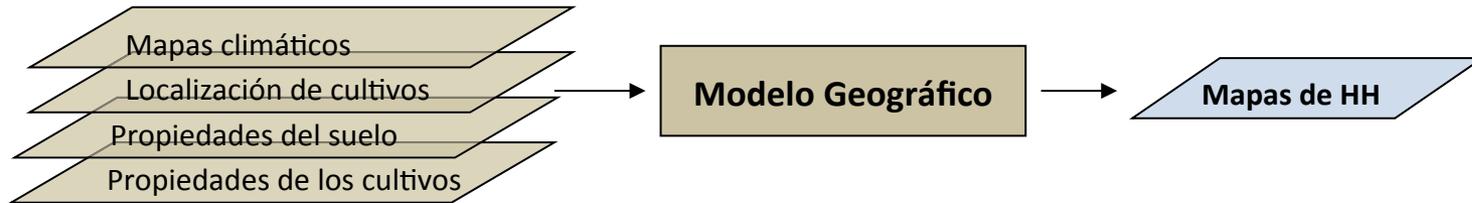
Sistemas de explotación en la cuenca del Duero

1 - TAMEGA-MANZANAS	8 - ALTO DUERO
2 - TERA	9 - RIAZA-DURATON
3 - ORBIGO	10 - CEGA-ERESMA-ADAJA
4 - ESLA-VALDERADUEY	11 - BAJO DUERO
5 - CARRION	12 - TORMES
6 - PISUERGA	13 - AGUEDA
7 - ARLANZA	

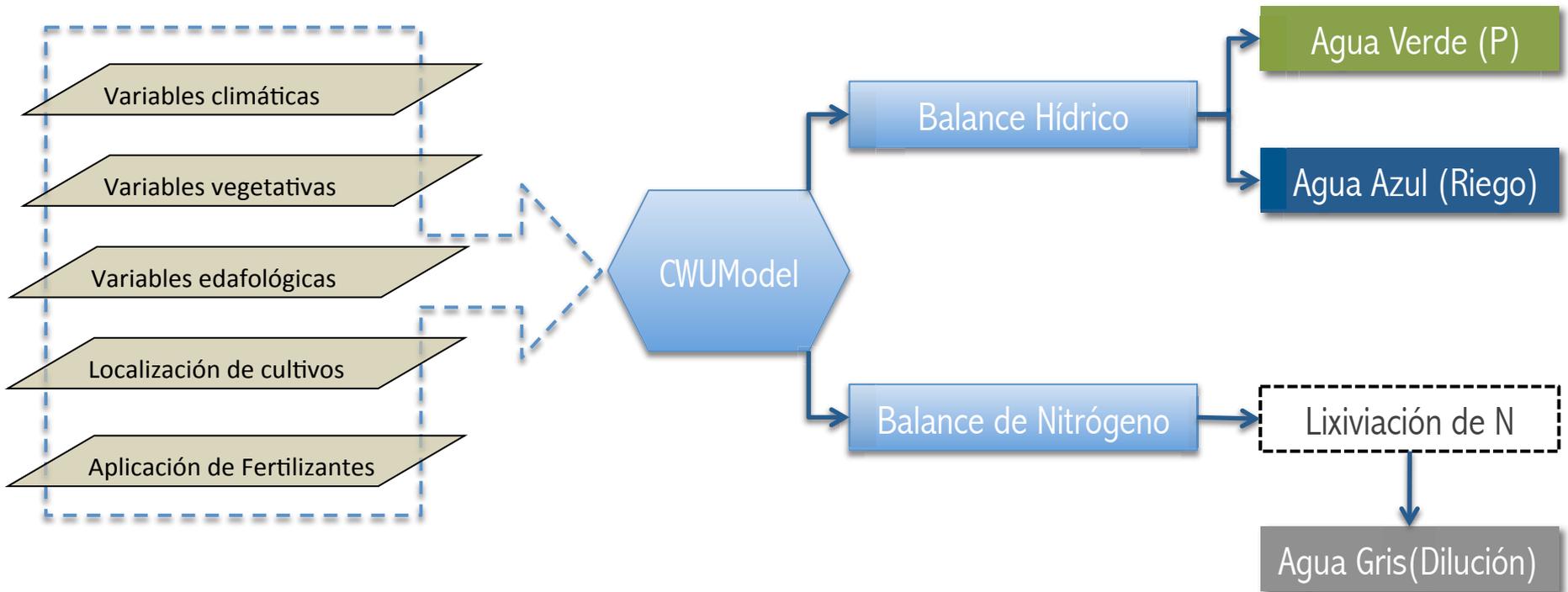


Desarrollo de CWUModel

¿Qué aporta el análisis geográfico a las evaluaciones de Huella Hídrica?



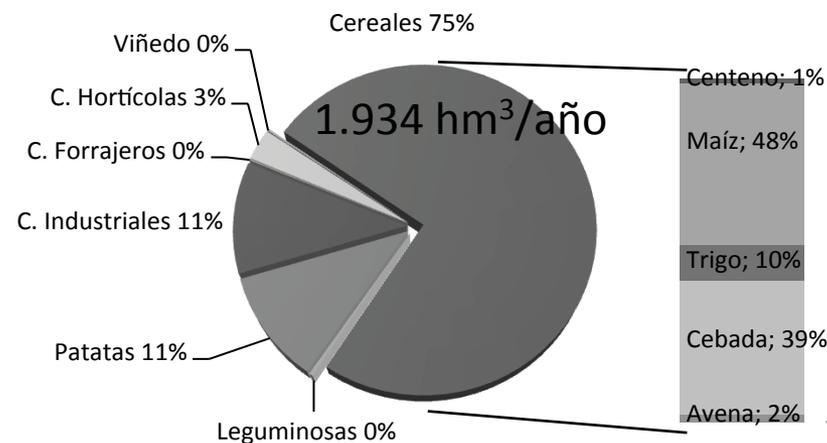
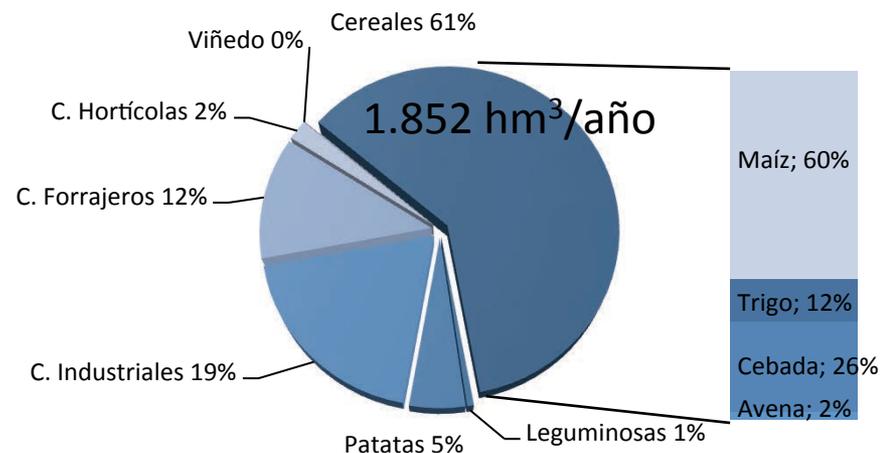
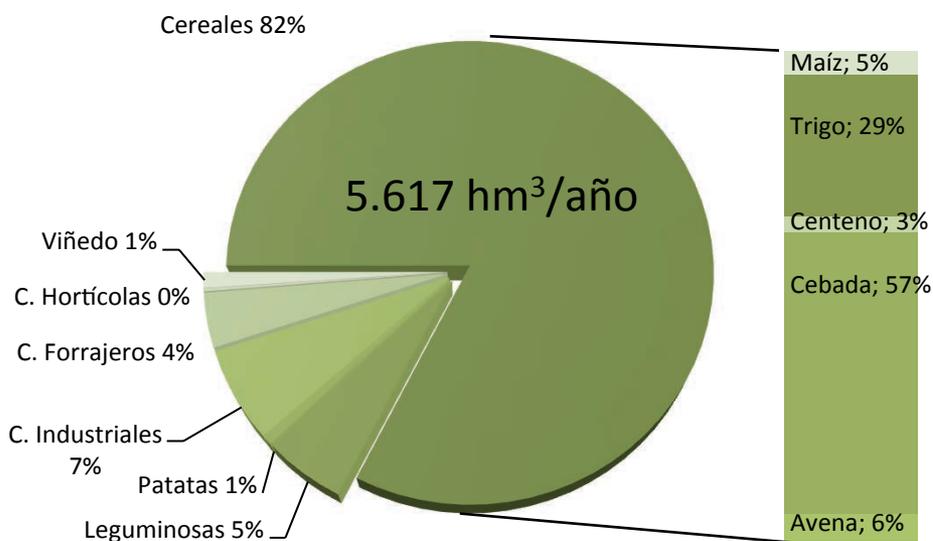
Desarrollo de CWUModel: Diseño Conceptual



Principales resultados

Resultados: 1. Grandes Valores

La HH de la Agricultura es de 9.405 hm³/año (60% verde, 20% azul y 20% gris)

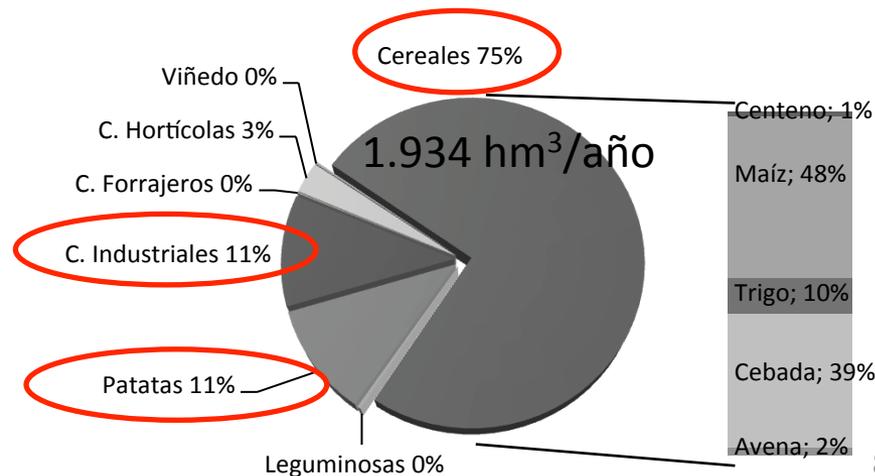
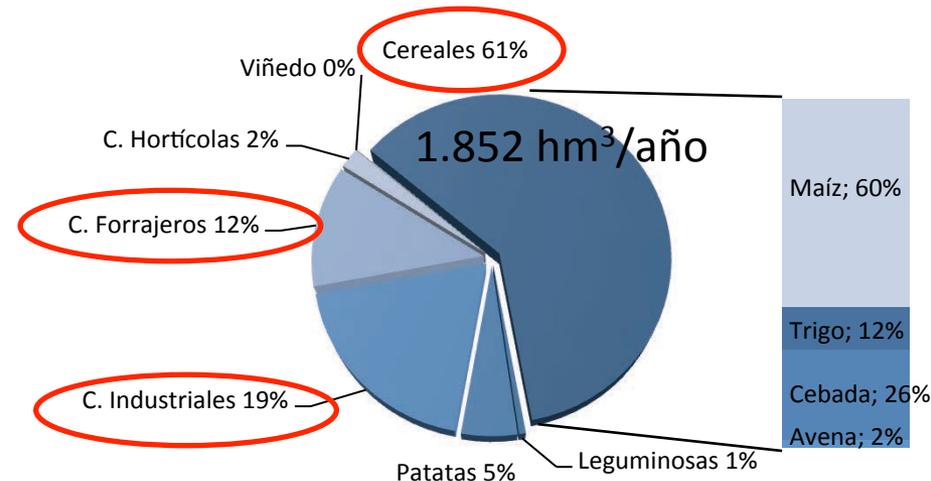
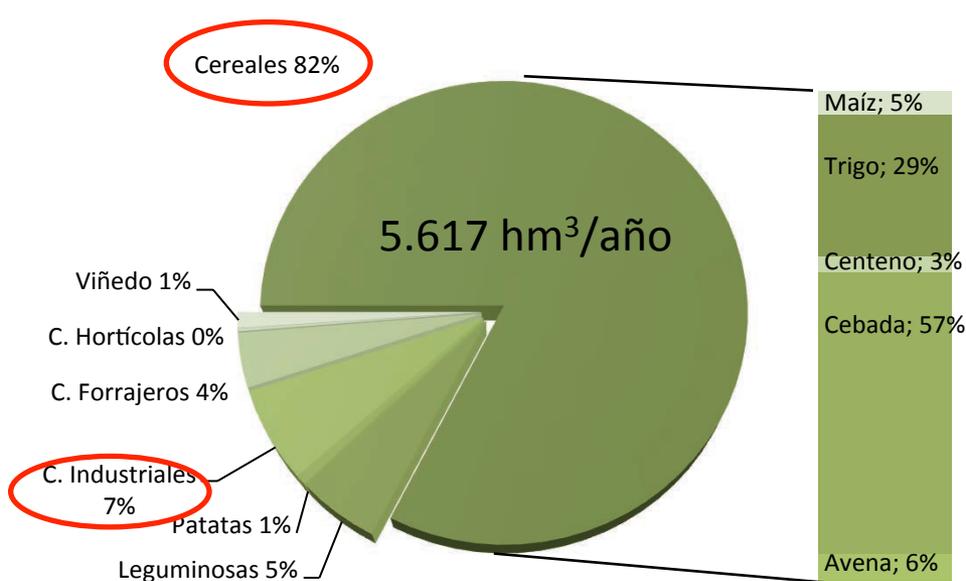


Secano: 5.517 hm³/año (87% y 13%)

Regadío: 3.388 hm³/año (20%, 48% y 32%)

Resultados: 1. Grandes Valores

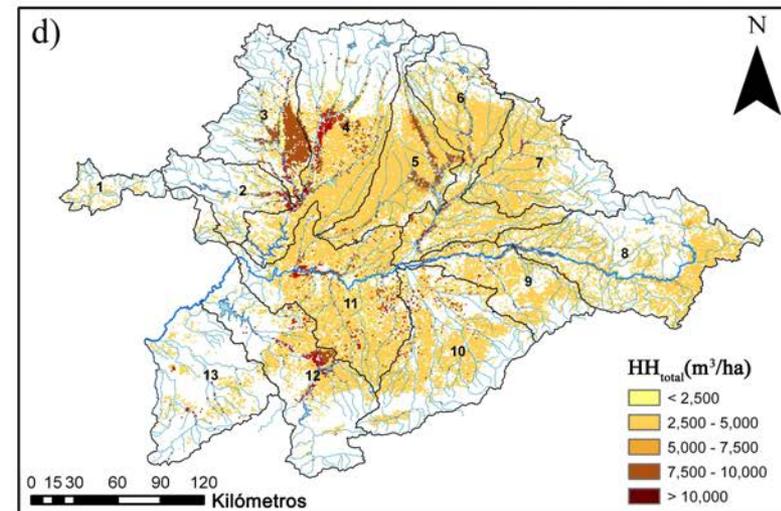
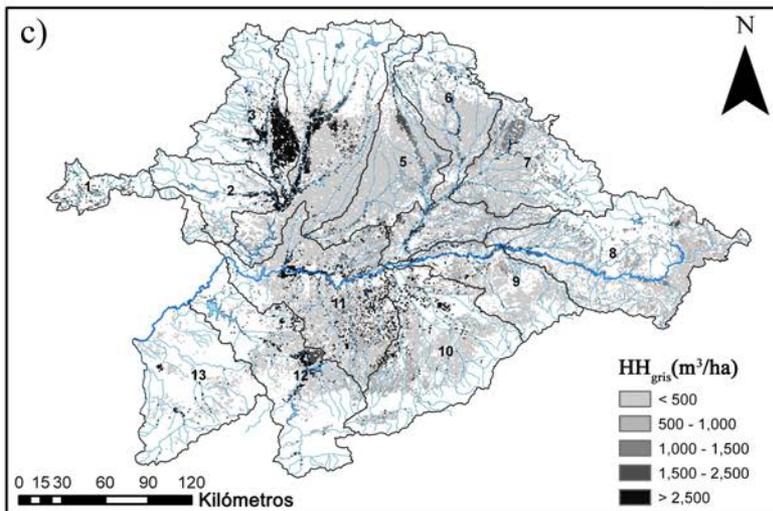
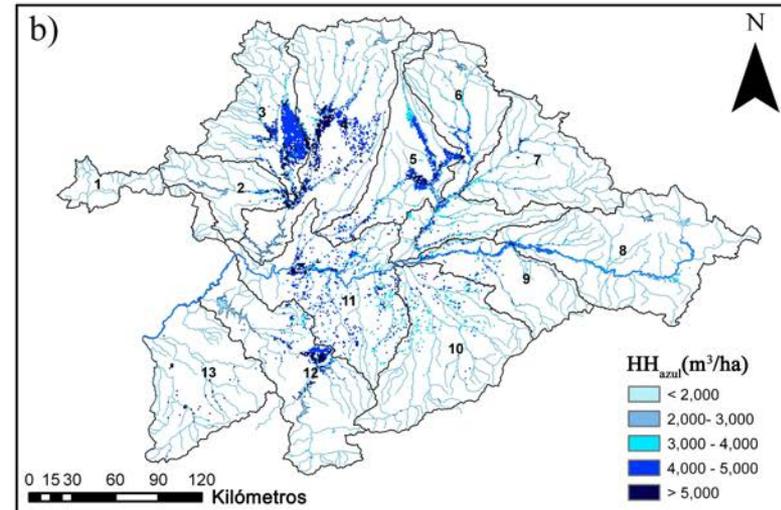
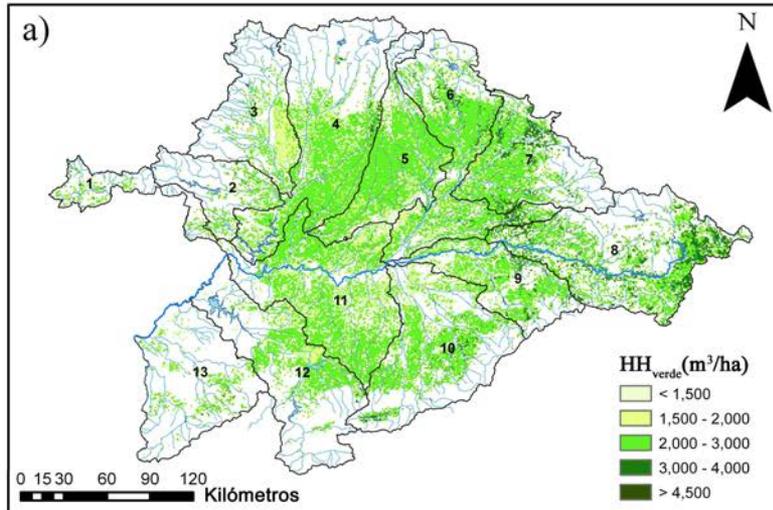
La HH de la Agricultura es de 9.405 hm³/año (60% verde, 20% azul y 20% gris)



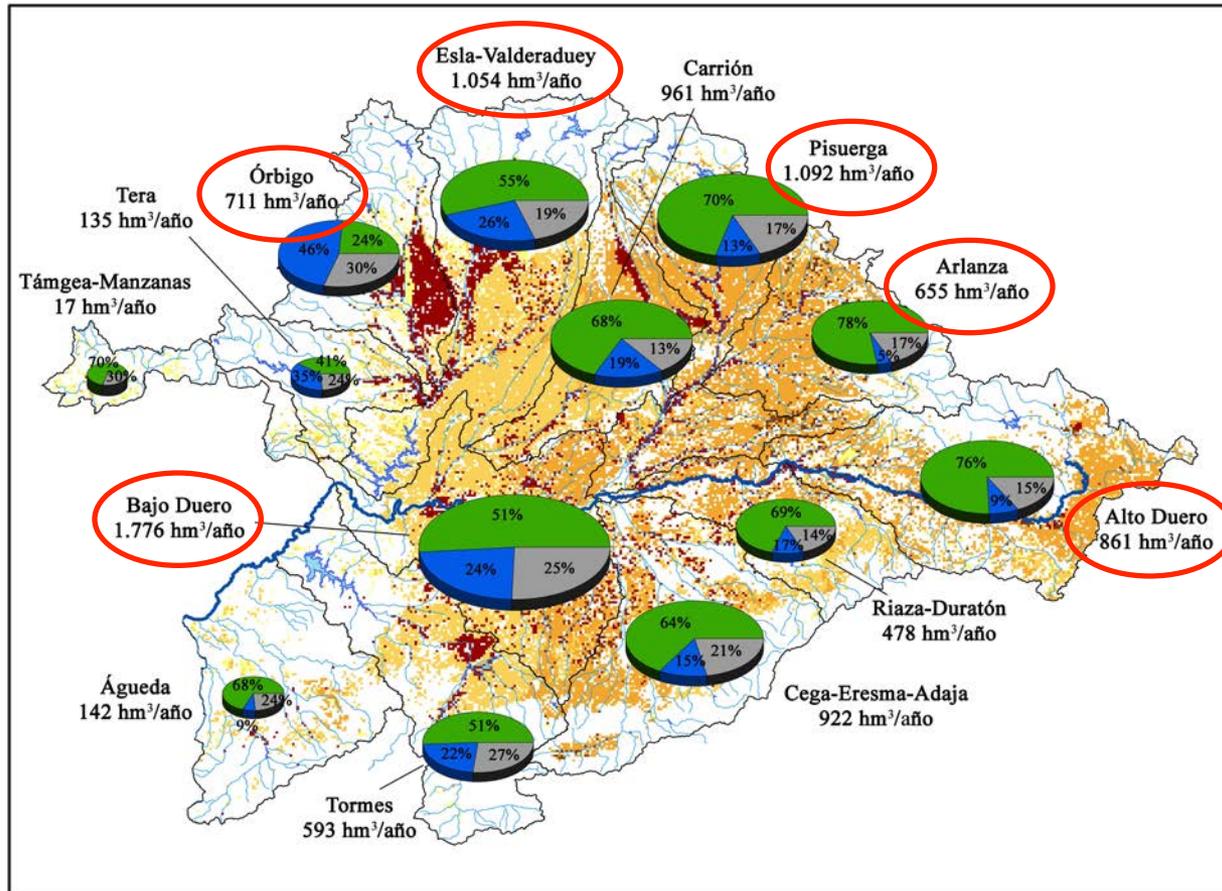
Secano: 5.517 hm³/año (87% y 13%)

Regadío: 3.388 hm³/año (20%, 48% y 32%)

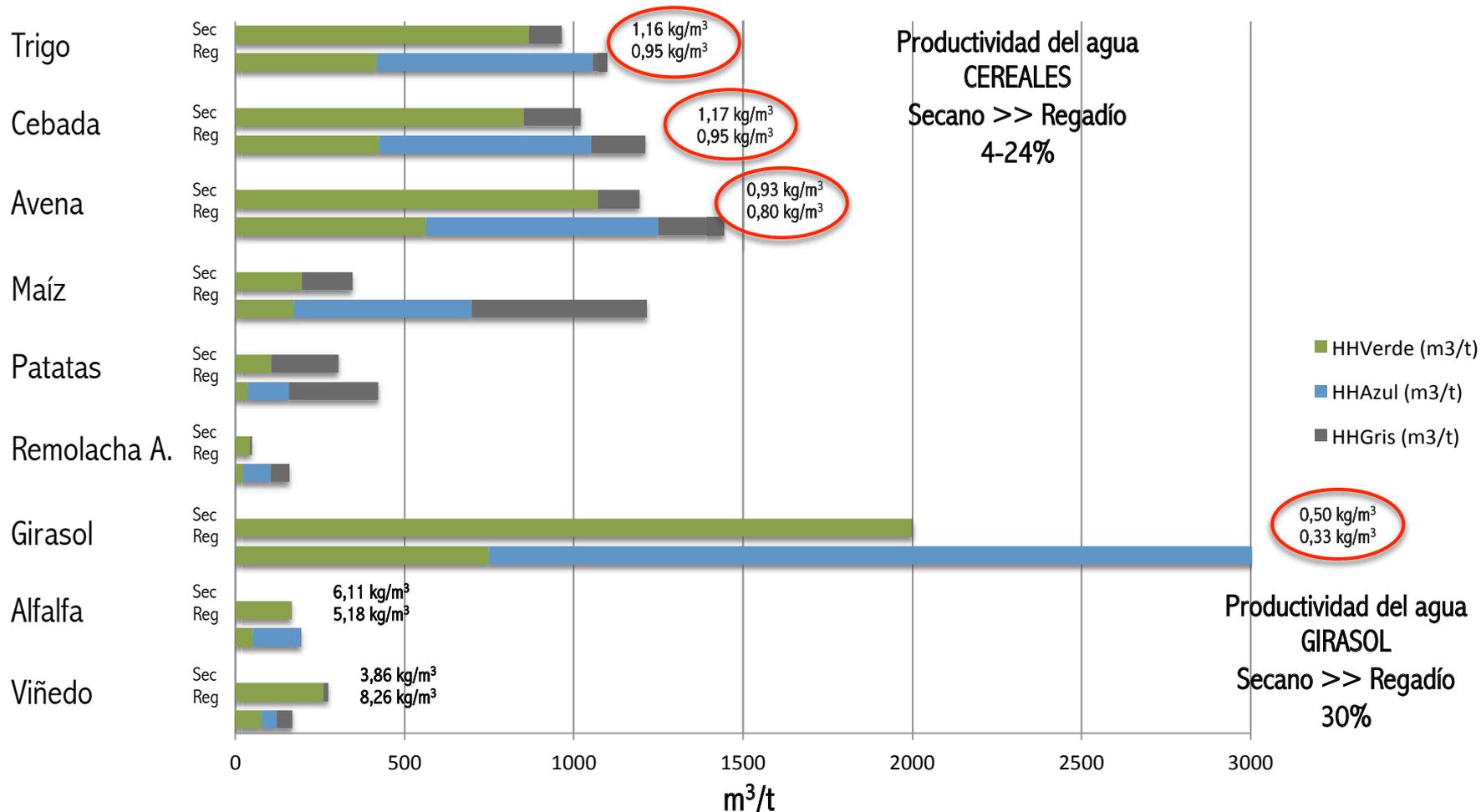
Resultados: 2. Distribución de la HH



Resultados: 2. Distribución de la HH



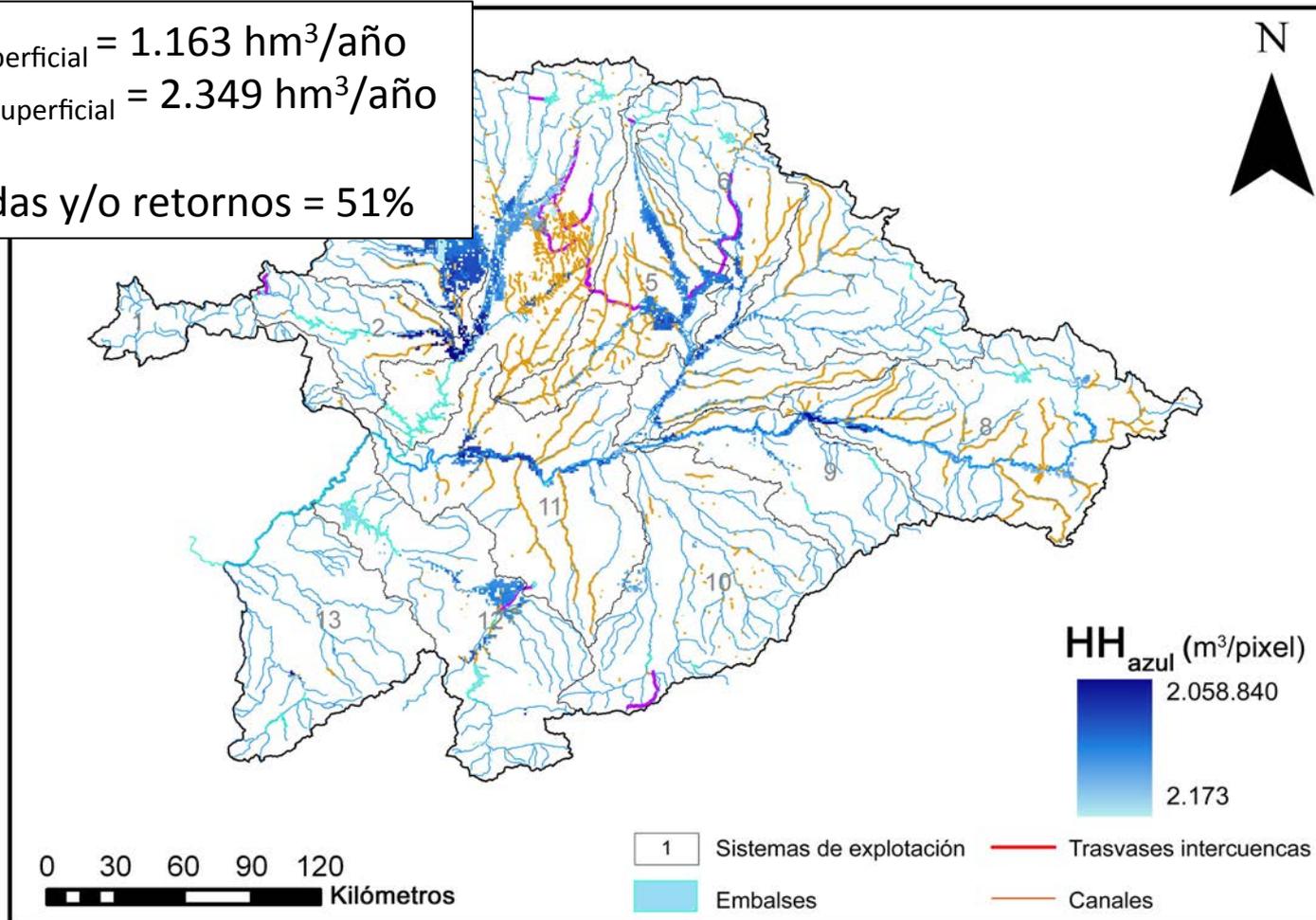
Resultados: 3. HH por unidad de producto y productividad del agua



La HH y la sostenibilidad

Sostenibilidad: 1. Consumo y uso de agua azul superficial

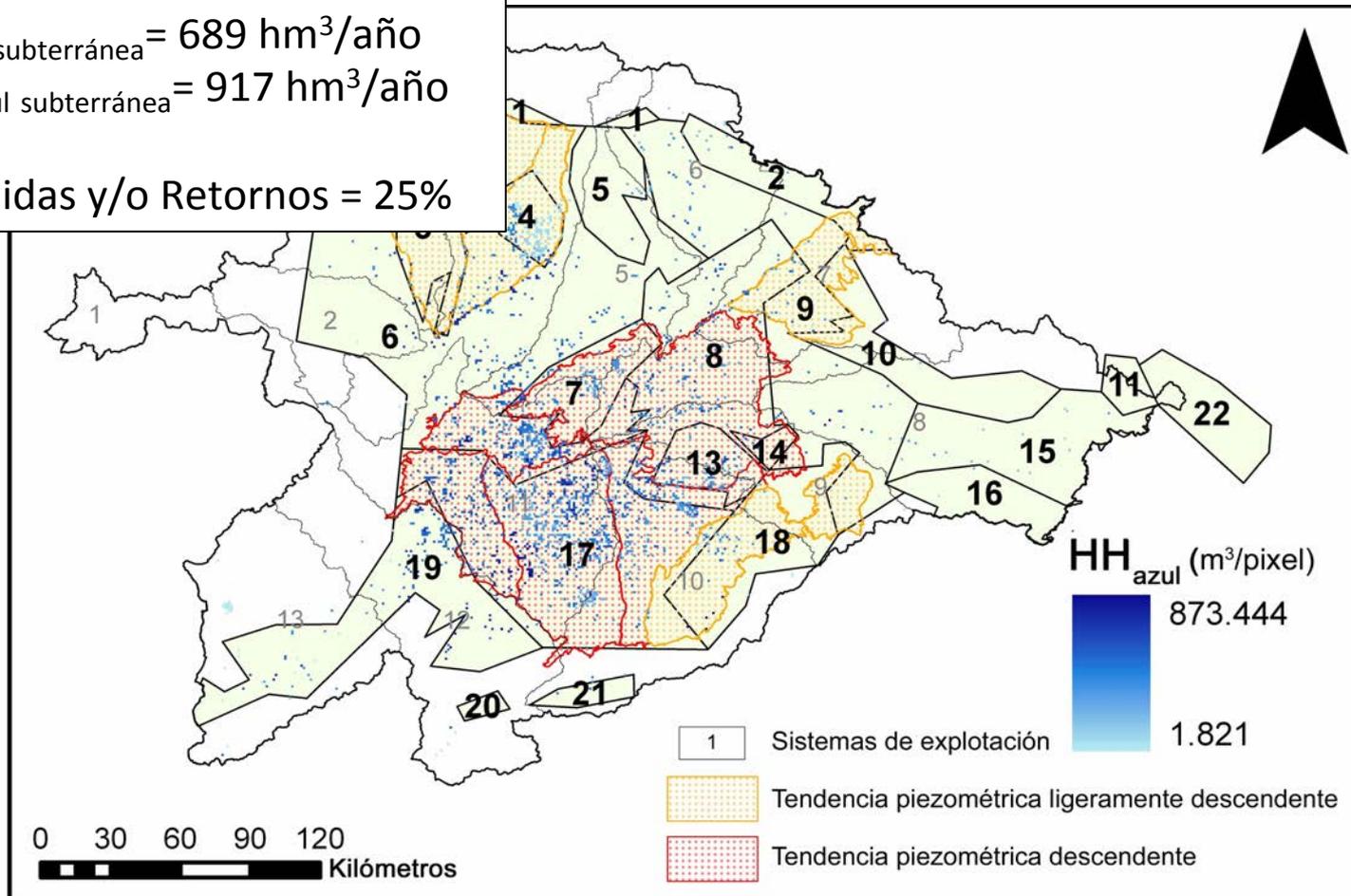
$HH_{\text{azul superficial}} = 1.163 \text{ hm}^3/\text{año}$
 $USO_{\text{azul superficial}} = 2.349 \text{ hm}^3/\text{año}$
Pérdidas y/o retornos = 51%



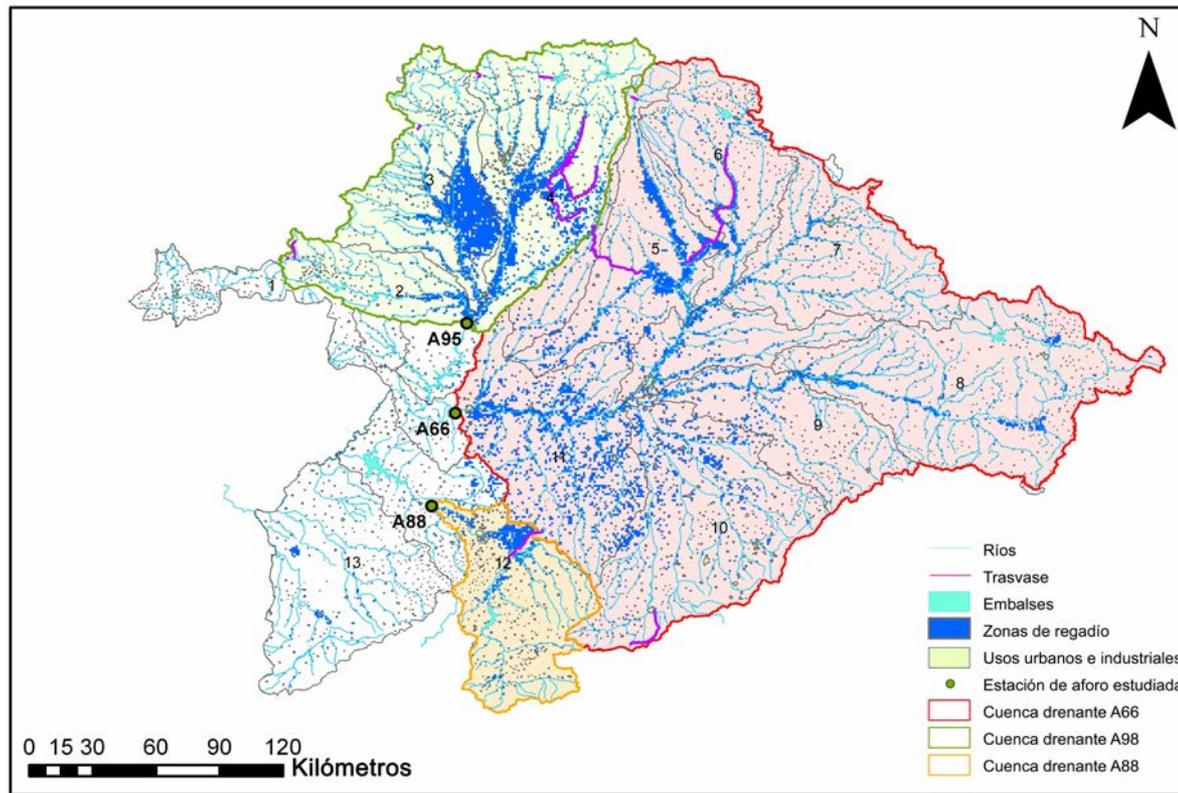
Sostenibilidad: 1. Consumo y uso de agua azul subterránea

$HH_{\text{azul subterránea}} = 689 \text{ hm}^3/\text{año}$
 $USO_{\text{azul subterránea}} = 917 \text{ hm}^3/\text{año}$

Pérdidas y/o Retornos = 25%

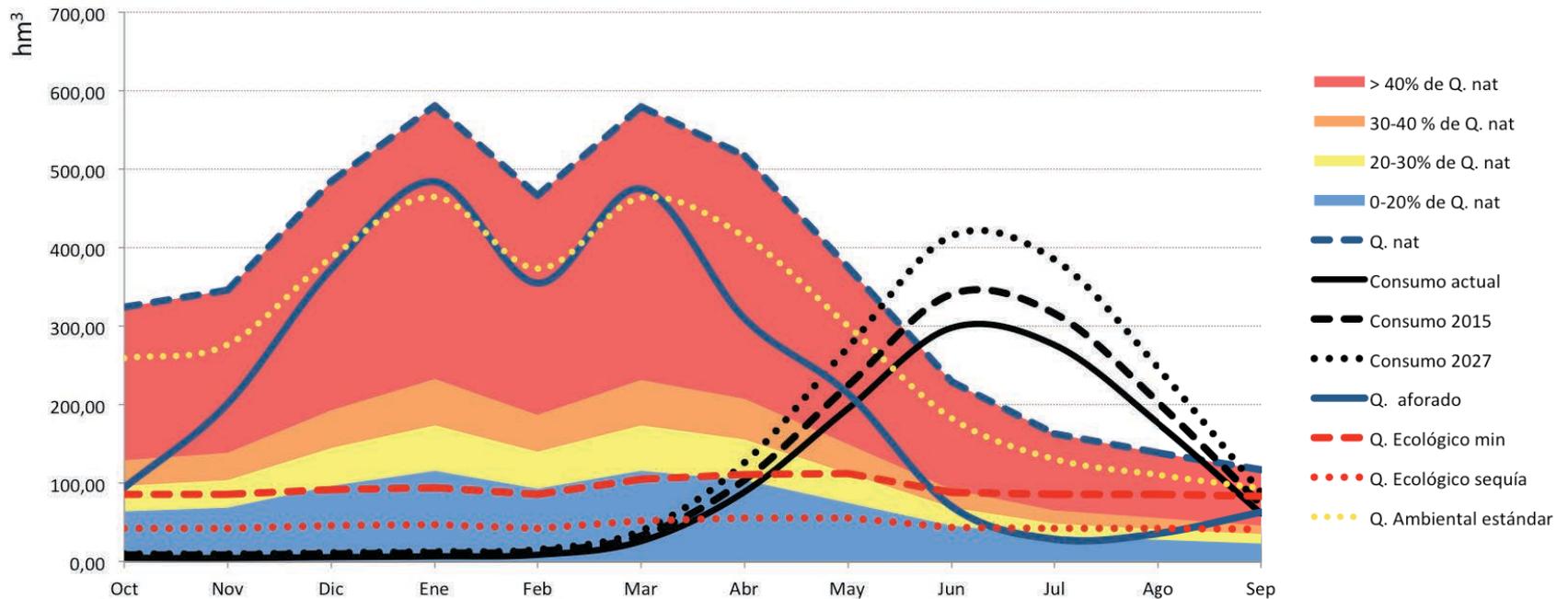


Sostenibilidad: 2. Índice Mensual de Escasez de Agua Azul



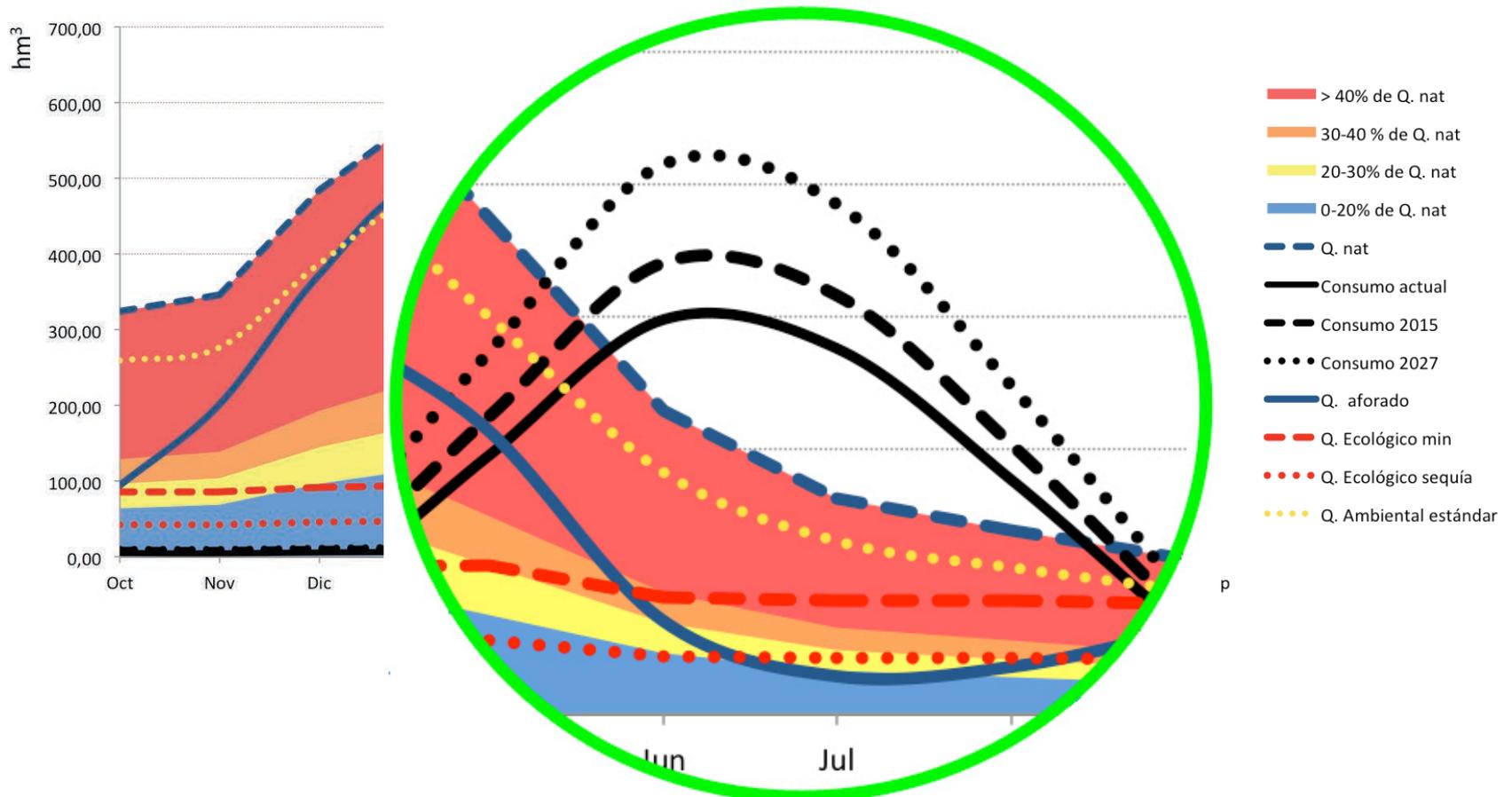
Sostenibilidad: 2. Índice Mensual de Escasez de Agua Azul

Nº de meses con escasez 3 - 5



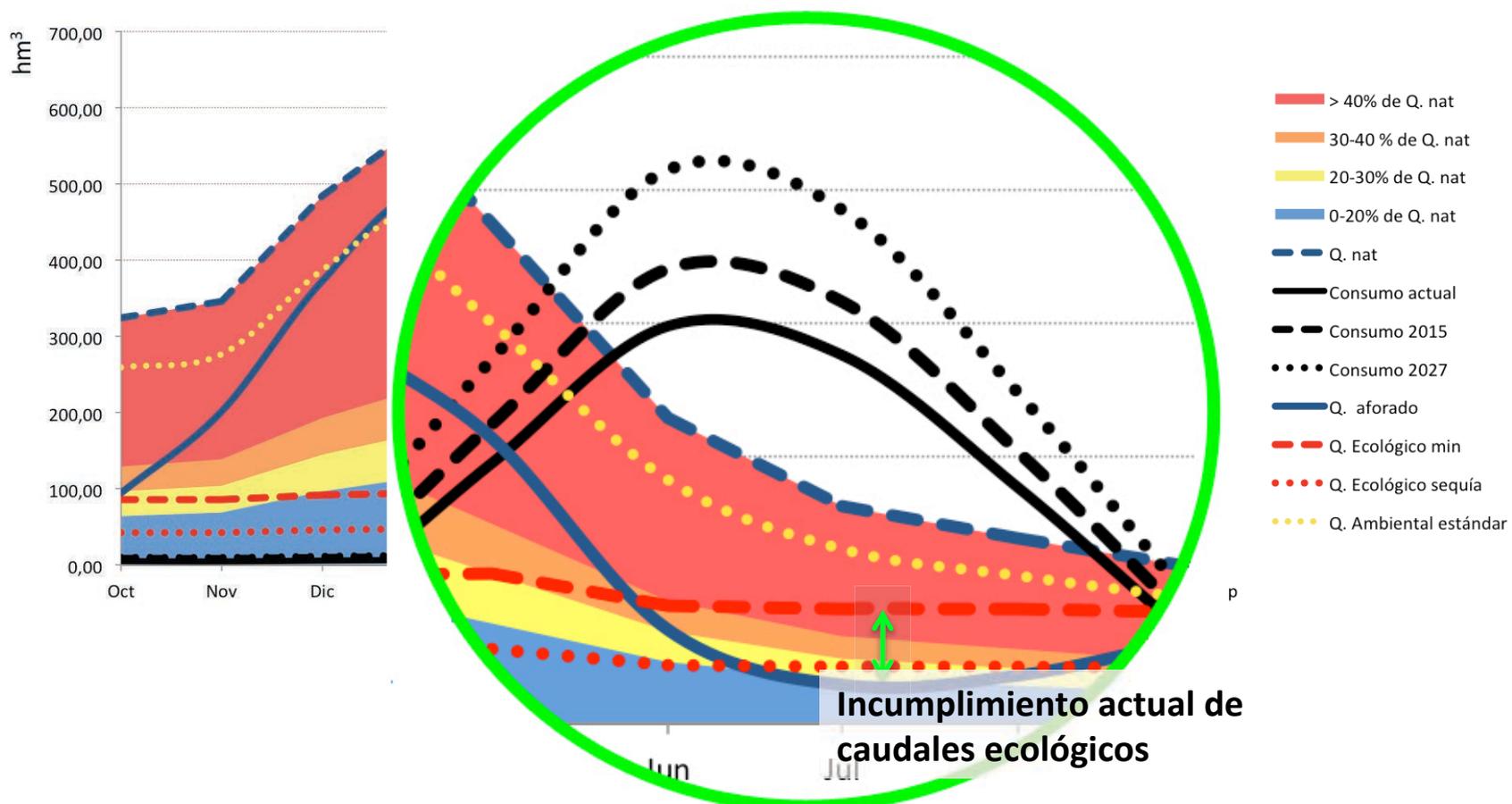
Sostenibilidad: 2. Índice Mensual de Escasez de Agua Azul

Nº de meses con escasez 3 - 5



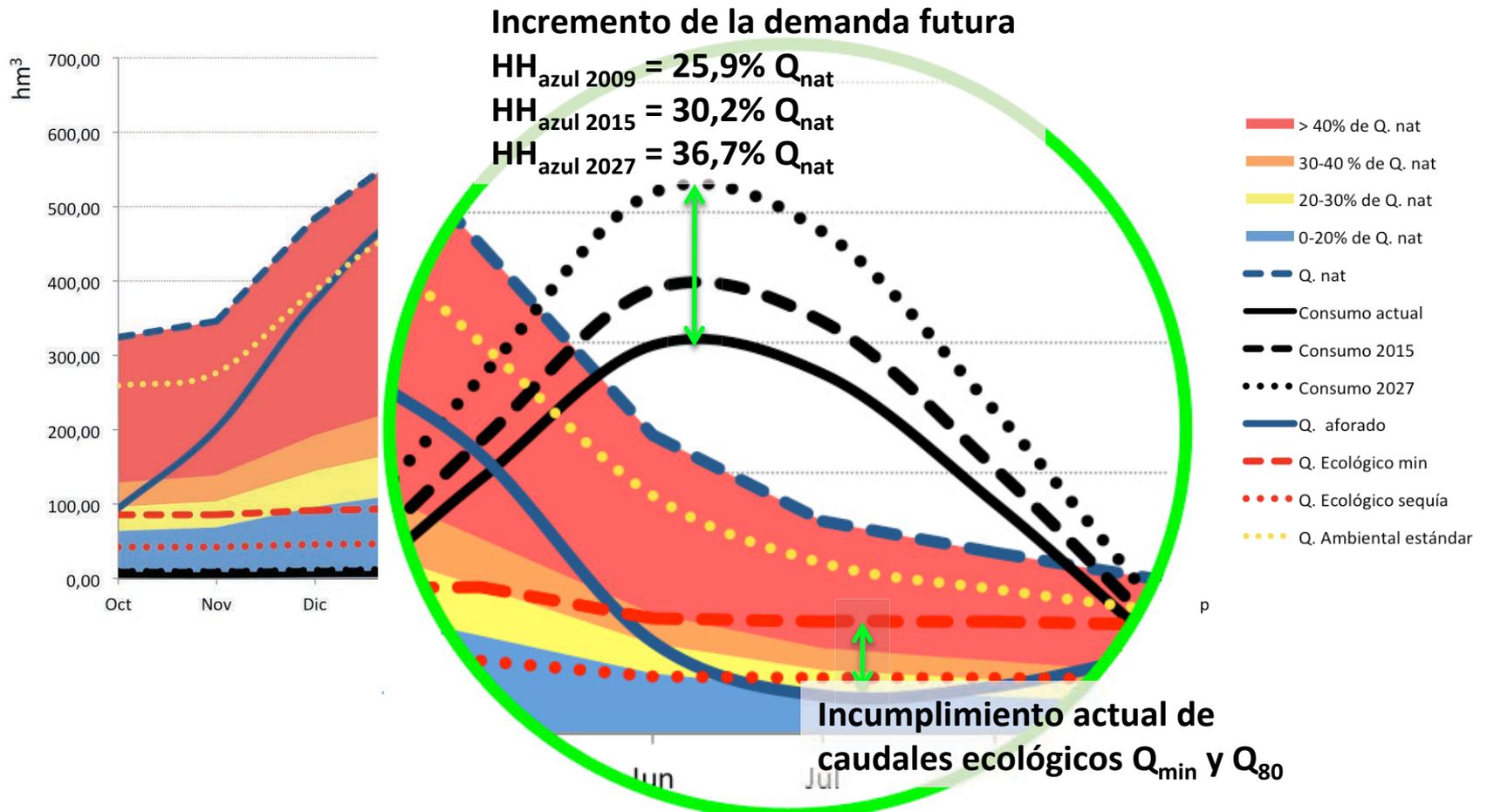
Sostenibilidad: 2. Índice Mensual de Escasez de Agua Azul

Nº de meses con escasez 3 - 5



Sostenibilidad: 2. Índice Mensual de Escasez de Agua Azul

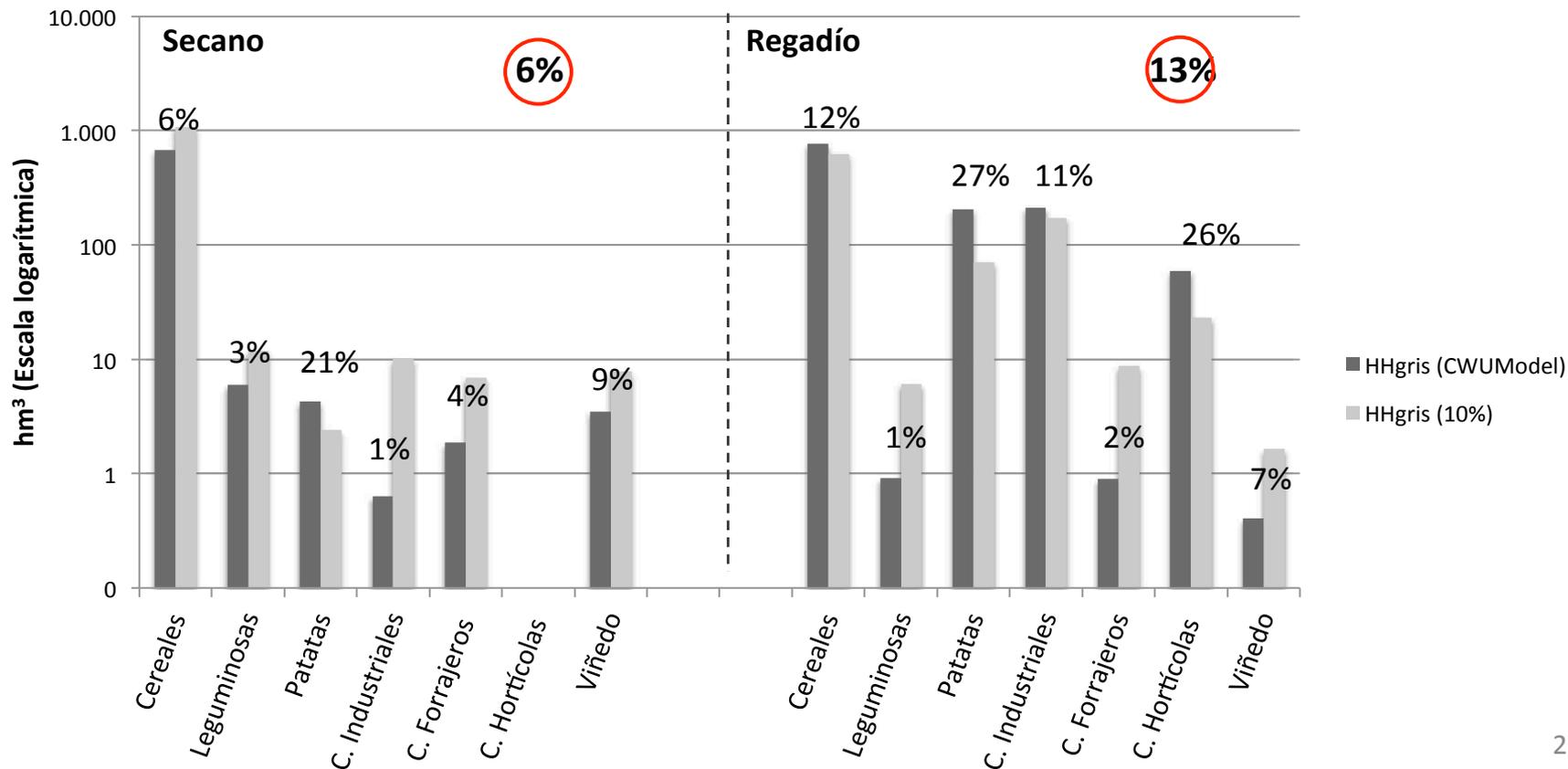
Nº de meses con escasez 3 - 5



Sostenibilidad: 3. HH gris de la aplicación de fertilizantes

$HH_{gris} = 1.934 \text{ hm}^3$ $N_{aplicado} = 227.000 \text{ ton}$ $N_{lixiviado} = 21.600 \text{ ton}$

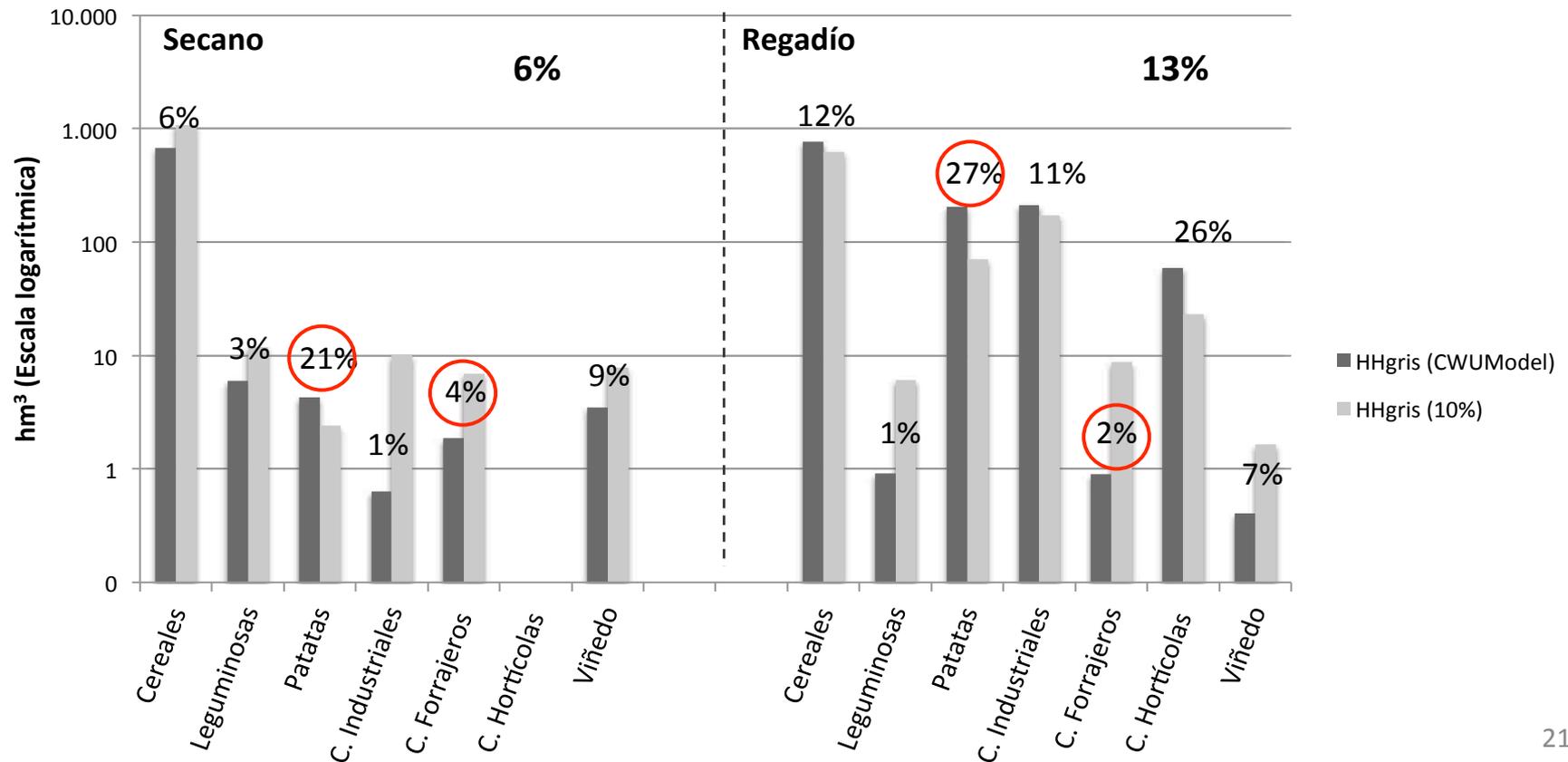
Secano: 57 kg/ha (317 m³/ha) **Regadío:** 238 kg/ha (2.870 m³/ha)



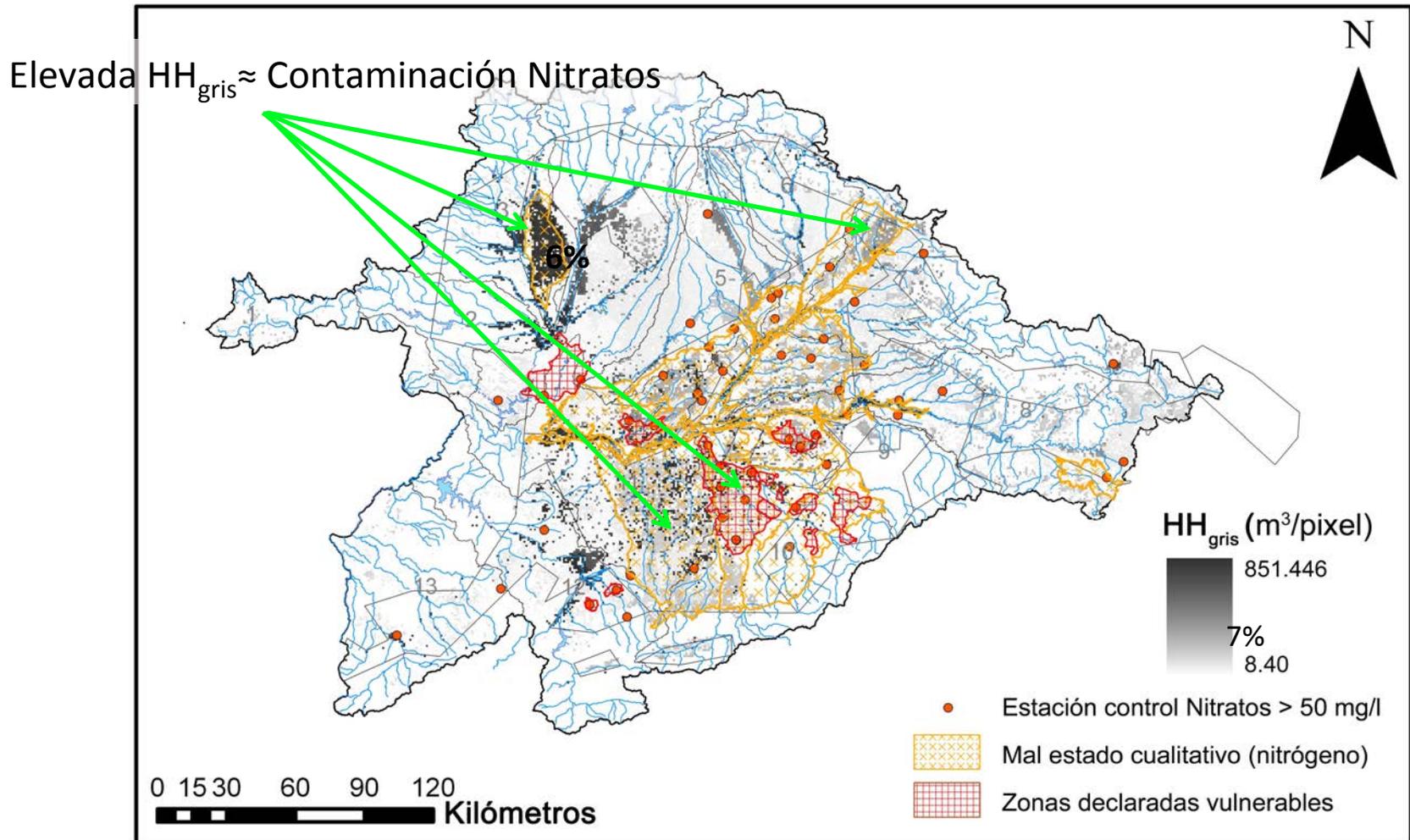
Sostenibilidad: 3. HH gris de la aplicación de fertilizantes

$HH_{gris} = 1.934 \text{ hm}^3$ $N_{aplicado} = 227.000 \text{ ton}$ $N_{lixiviado} = 21.600 \text{ ton}$

Secano: 57 kg/ha (317 m³/ha) **Regadío:** 238 kg/ha (2.870 m³/ha)



Sostenibilidad: 3. HH gris de la aplicación de fertilizantes



Sostenibilidad: 4. Valor económico de la HH

Se ha calculado la productividad del agua consumida por la agricultura

Productividad Aparente del Agua

$$AWP = \frac{P_c}{HH_{con}} \quad \begin{matrix} P_c & \text{Precio de mercado (€/t)} \\ HH_{con} & \text{Huella Hídrica (m}^3\text{/t)} \end{matrix}$$

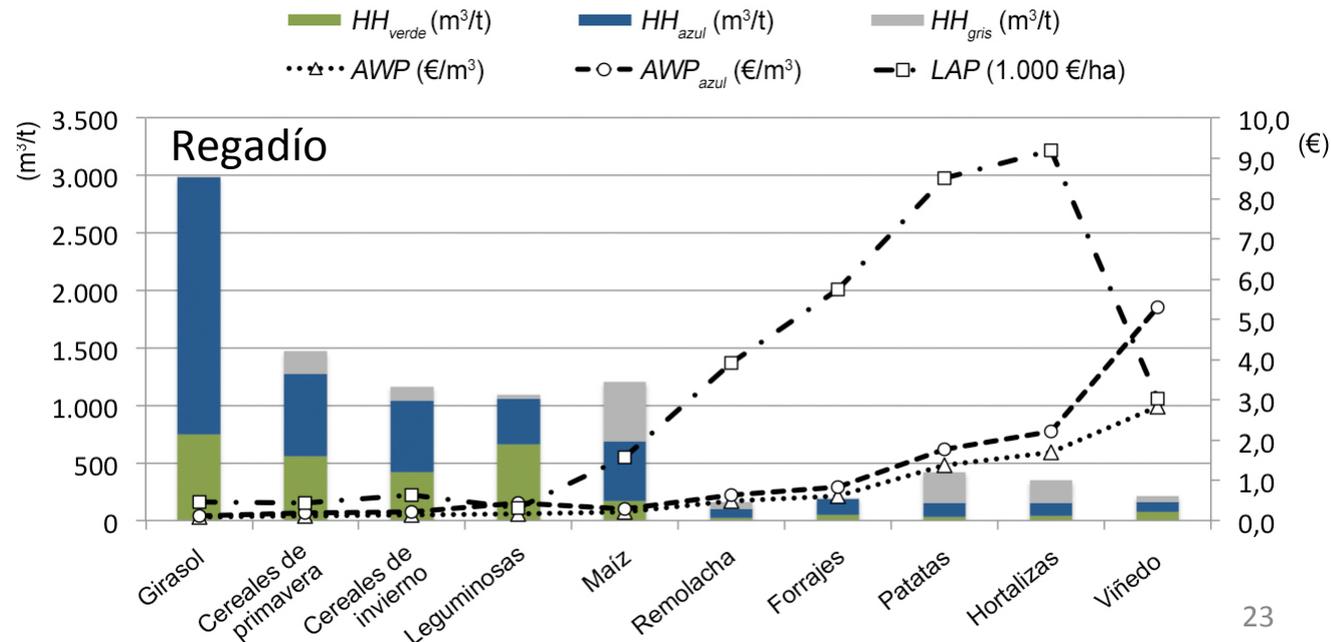
Productividad Aparente de la Tierra

$$LAP = P_c \times Y_a \quad Y_a \text{ Rendimiento (kg/ha)}$$

Incremento de Productividad de Uso de Agua de Riego

$$\Delta \text{€}/\text{m}^3 = \frac{LAP_{reg} - LAP_{sec}}{\text{Vol. agua riego}}$$

	Valor Medio	Secano	Regadío
AWP_{con} (€/m ³)	0,24	0,19	0,35
AWP_{azul} (€/m ³)	-		0,52
LAP (€/ha)	711	425	2.156
$\Delta \text{€}/\text{m}^3$	-	-	0,32



La HH y el Plan Hidrológico

HH vs. Usos y Demandas del PH del Duero

El PH del Duero basa su evaluación sobre los RRHH azules asignados

	Plan Hidrológico del Duero				CWUModel		
	Superficie anual asignada (ha)	Volumen Asignado (Hm ³)	Superficie anual regada (ha)	Volumen teóricamente utilizado (Hm ³)	Superficie anual simulada (ha)	Volumen Consumido (Hm ³)	Volumen Utilizado (Hm ³)
Superficial	373.591	3121	305.200	2550	-	1163	234
Subterránea	160.385	792	154.401	762	-	688	917
Total	533.976	3.913	459.601	3.368	431.530	1.851	3.266

HH vs. Usos y Demandas del PH del Duero

El PH del Duero basa su evaluación sobre los RRHH azules asignados

	Plan Hidrológico del Duero				CWUModel		
	Superficie anual asignada (ha)	Volumen Asignado (Hm ³)	Superficie anual regada (ha)	Volumen teóricamente utilizado (Hm ³)	Superficie anual simulada (ha)	Volumen Consumido (Hm ³)	Volumen Utilizado (Hm ³)
Superficial	373.591	3121	305.200	2550	-	1163	234
Subterránea	160.385	792	154.401	762	-	688	917
Total	533.976	3.913	459.601	3.368	431.530	1.851	3.266

HH vs. Usos y Demandas del PH del Duero

El PH del Duero basa su evaluación sobre los RRHH azules asignados

	Plan Hidrológico del Duero				CWUModel		
	Superficie anual asignada (ha)	Volumen Asignado (Hm ³)	Superficie anual regada (ha)	Volumen teóricamente utilizado (Hm ³)	Superficie anual simulada (ha)	Volumen Consumido (Hm ³)	Volumen Utilizado (Hm ³)
Superficial	373.591	3121	305.200	2550	-	1163	234
Subterránea	160.385	792	154.401	762	-	688	917
Total	533.976	3.913	459.601	3.368	431.530	1.851	3.266

Volumen Asignado \neq Volumen Utilizado \neq Volumen Consumido

Sobrestimación de los RRHH necesarios en el escenario actual y a futuro

La huella hídrica dentro del Plan Hidrológico del Duero

La HH se incluye como un indicador dentro del apartado

3. Usos, Demandas y Presiones

3.2.1 Caracterización económica de los Usos del Agua

Necesidad de evaluar la HH de la Cuenca (objetivos)

- Cálculo de la HH interna (consumo)
- Cálculo de los flujos de AV asociados (importación/exportación)

Análisis muy somero, basado en estudios previos (MARM, 2011)

La huella hídrica dentro del Plan Hidrológico del Duero

La HH se incluye

3. Usos, I

3.2.

Necesidad de e

- Cálculo

- Cálculo

Análisis muy s

	CONSUMO (hm ³ /año)	ABASTECIMIENTO	INDUSTRIA	ENERGÍA	GANADERÍA	AGRICULTURA	TOTAL
CONSUMIDO	VERDE	0	0	0	0	576	576
	AZUL	66	28	30	15	1.679	1.818
	GRIS	263	28	0	10	420	721
EXPORTADO	VERDE	0	0	0	0	332	332
	AZUL	0	9	270	0	965	1.244
	GRIS	0	9	0	0	241	250
TOTAL INTERNO	VERDE	0	0	0	0	908	908
	AZUL	66	37	300	15	2.644	3.062
	VERDE+AZUL	66	37	300	15	3.552	3.970
	GRIS	263	37	0	10	661	971
IMPORTADO	VERDE	0	0	0	0	252	252
	AZUL	0	8	0	0	735	743
	VERDE+AZUL	0	8	0	0	987	995
	GRIS	0	8	0	0	184	192
TOTAL	VERDE	0	0	0	0	1.160	1.160
	AZUL	66	45	300	15	3.379	3.805
	GRIS	263	45	0	10	845	1.163
	VERDE+AZUL	66	45	300	15	4.539	4.965

La huella hídrica dentro del Plan Hidrológico del Duero

La HH se incluye

3. Usos, I

		CONSUMO (hm ³ /año)	ABASTECIMIENTO	INDUSTRIA	ENERGÍA	GANADERÍA	AGRICULTURA	TOTAL
UMIDO	VERDE	0	0	0	0	0	576	576
	AZUL	66	28	30	15	1.679	1.818	
		0	10	420	721			
		0	0	332	332			
		270	0	965	1.244			
EX	GRIS	0	9	0	0	241	250	
TOTAL INTERNO	VERDE	0	0	0	0	908	908	
	AZUL	66	37	300	15	2.644	3.062	
		300	15	3.552	3.970			
	GRIS	263	37	0	10	661	971	
IMPORTADO	VERDE	0	0	0	0	252	252	
	AZUL	0	8	0	0	735	743	
	VERDE+AZUL	0	8	0	0	987	995	
	GRIS	0	8	0	0	184	192	
TOTAL	VERDE	0	0	0	0	1.160	1.160	
	AZUL	66	45	300	15	3.379	3.805	
	GRIS	263	45	0	10	845	1.163	
	VERDE+AZUL	66	45	300	15	4.539	4.965	

Sólo Consumos Agrarios
Excluye Consumos forestales
Valores muy bajos

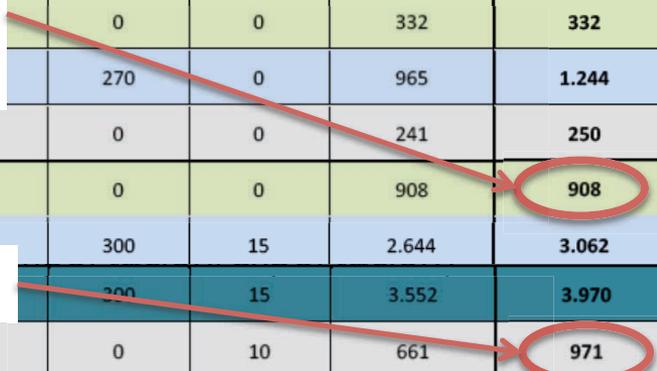
Necesidad de

- Cálculo

Cálculo

Volumen vertido o retornos directos

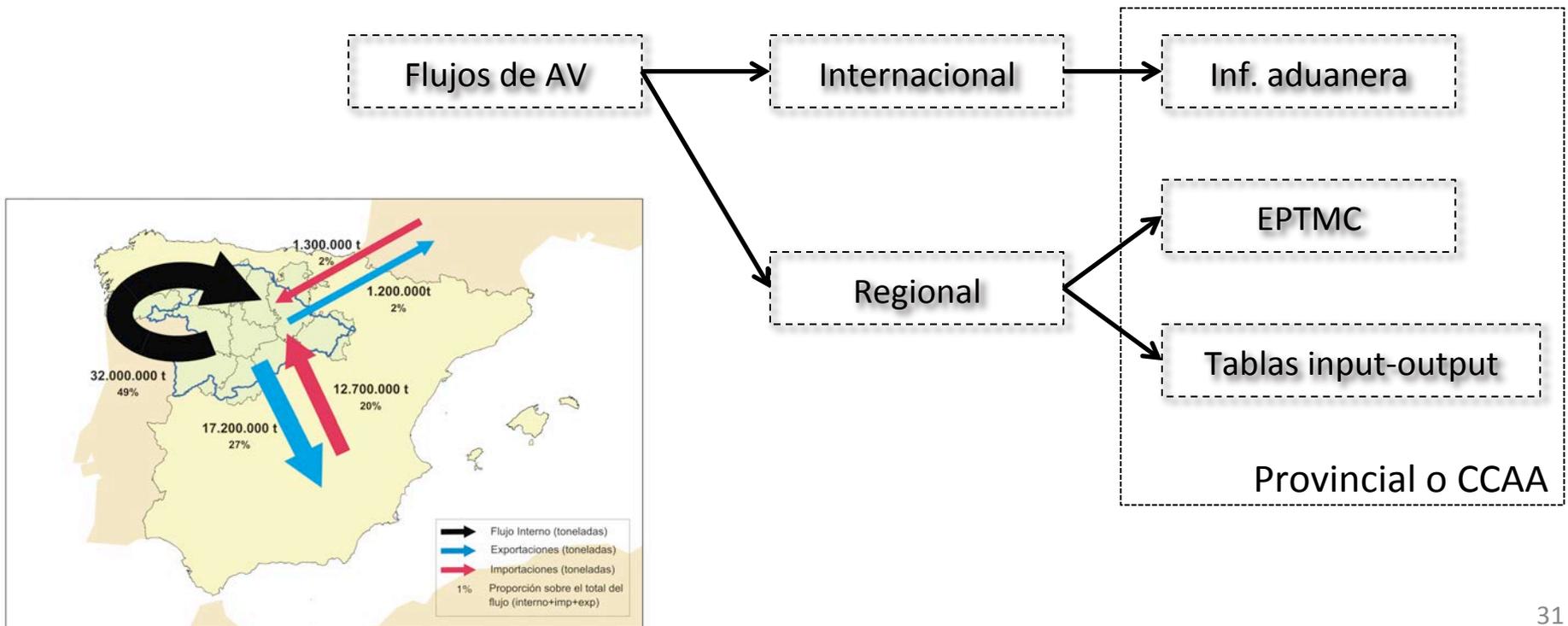
Análisis muy s



Limitaciones: Análisis de los flujos de Agua Virtual a escala de cuenca

Identificar los flujos de agua asociados al intercambio de mercancías es imprescindible para una mejor comprensión de la HH a escala de cuenca

Importantes problemas metodológicos: complejidad para establecer flujos interregionales



Consideraciones finales

Huella Hídrica como indicador de presiones y/o impactos

- Las limitaciones de una evaluación de HH condicionarán los resultados
 - a) Contabilidad de la HH acumulativa (directo e indirecto)
 - b) Análisis en escala temporal y geográfica
 - c) Evaluación de las 3 componentes y presentación por separado
 - d) Cuantificación de los flujos
 - e) Contextualización de resultados (disponibilidad y/o calidad en momento de consumo)
- Ofrece una visión integral sobre las presiones ejercidas sobre los recursos hídricos
- Necesidad de mejorar las evaluaciones de sostenibilidad
- Visión simplista, sólo enfocada sobre el agua dulce (integración con otros indicadores)

Consideraciones finales

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

- Visión integral: más allá del agua azul: verde y gris
- Comparación con criterios económicos, sociales o ambientales
- Permite identificar las conexiones entre distintos agentes implicados
 - a) Importancia del sector ganadero en el consumo indirecto de recursos hídricos
 - b) Importancia de la agricultura de secano en la gestión hídrica y/o agraria
- Información espacial de gran utilidad en la planificación (no exclusivo)
- Permite evaluar las posibles consecuencias de futuras políticas ambientales (PAC, DMA, Directiva 20-20-20)