



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



strategia nazionale per
lo sviluppo sostenibile



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

L'IMPRONTA IDRICA DELLA TOSCANA

I risultati del progetto Idroregio

Benedetto Rocchi
Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa
Università degli Studi di Firenze

“Risorse idriche e sistema economico in Toscana”
Sala Pegaso – Palazzo Strozzi Sacratì - Firenze
17 gennaio 2023

Sommario

- **Il progetto Idroregio**
- **I prelievi di acqua in Toscana**
- **Dai prelievi alla domanda estesa di acqua**
- **La pressione sulle risorse idriche**
- **La variabilità del bilancio idrologico**
- **Equilibrio idroeconomico**
- **L'impronta idrica della Toscana**

Il progetto Idroregio

[m_amte.SVI.REGISTRO UFFICIALE.INTERNA.Prot.0006930.25-07-2019](#)



*Ministero dell'Ambiente e della Tutela
del Territorio e del Mare*

DIREZIONE GENERALE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE, PER IL DANNO AMBIENTALE E PER I
RAPPORTI CON L'UNIONE EUROPEA E GLI ORGANISMI INTERNAZIONALI



strategianazionaleper
lovilupposostenibile



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DISEI
DIPARTIMENTO DI
SCIENZE PER L'ECONOMIA
E L'IMPRESA



IRPET

Regione Toscana



Istituto Nazionale
di Statistica

I risultati



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DISEI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
PER L'ECONOMIA E L'IMPRESA

WORKING PAPERS - ECONOMICS

An Input-Output Hydroeconomic Model to Asses the
Economic Pressure on Water Resources in Tuscany

GINO STURLA AND BENEDETTO ROCCHI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DISEI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
PER L'ECONOMIA E L'IMPRESA

WORKING PAPERS - ECONOMICS

Italy's Volumetric, Scarce and Social-scarce water footprint:
a Hydro Economic Input-Output Analysis

GINO STURLA, LORENZO CIULLA, BENEDETTO ROCCHI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DISEI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
PER L'ECONOMIA E L'IMPRESA

WORKING PAPERS - ECONOMICS

Incorporating Hydrological Variability into a
Hydro-economic Input-Output Model.
An application to Tuscany

GINO STURLA AND BENEDETTO ROCCHI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DISEI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
PER L'ECONOMIA E L'IMPRESA

WORKING PAPERS - ECONOMICS

An interregional Input-Output model with spatiotemporal
hydrological variability. The case of Tuscany

GINO STURLA AND BENEDETTO ROCCHI

Background

- **Domande di ricerca**
 - Considerare la *reale* domanda di acqua delle attività produttive
 - Considerare la *qualità* della risorsa idrica
 - Quantificare la domanda *indiretta* di acqua (flussi idrici virtuali)
 - Includere nel modello la *variabilità* del sistema idrologico
 - Misurare la *pressione* sulle risorse idriche regionali
 - Analizzare l'*impronta idrica* della Toscana

From Water-Use to Water-Scarcity Footprinting in Environmentally Extended Input–Output Analysis

Bradley G. Ridoutt,^{*,†,‡,§} Michalis Hadjikakou,[§] Martin Nolan,[⊥] and Brett A. Bryan[§]

LETTER

The water “shoesize” vs. footprint of bioenergy

Gerbens-Leenes et al. (1) quantify water use of the most relevant global bioenergy crops except palm oil. This is a well-

[Ecological Indicators 74 \(2017\) 420–426](#)

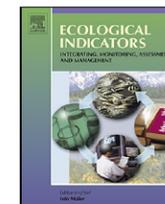


ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Ecological Indicators

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolind



Volumetric water footprints, applied in a global context, do not provide insight regarding water scarcity or water quality degradation

Dennis Wichelns



CrossMark

Multi-SLL modelli IO multiregionale

- 53 settori, 49 SLL



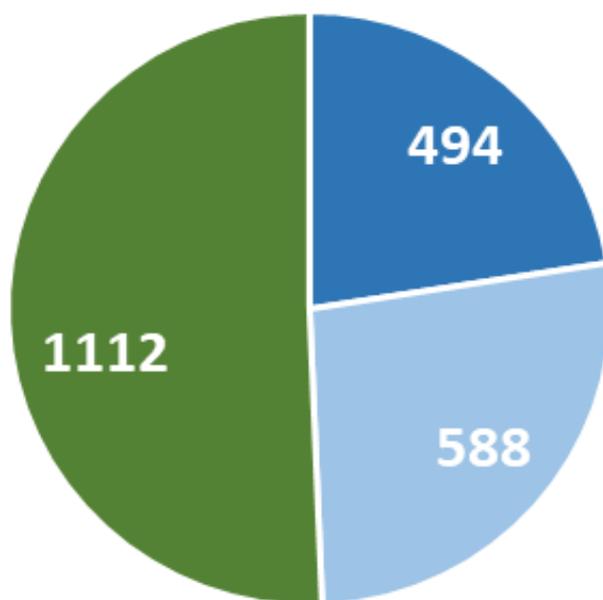
		SCAMBI INTERMEDI					DOMANDA FINALE					OUTPUT		
		901	902	948	999	901	902		948	999
SCAMBI INTERMEDI	901													
	902													
													
													
	948													
	999													
Valore Aggiunto														
Imposte Prodotti														
Importazioni Resto Italia														
Importazioni ESTERO														
OUTPUT														



I prelievi

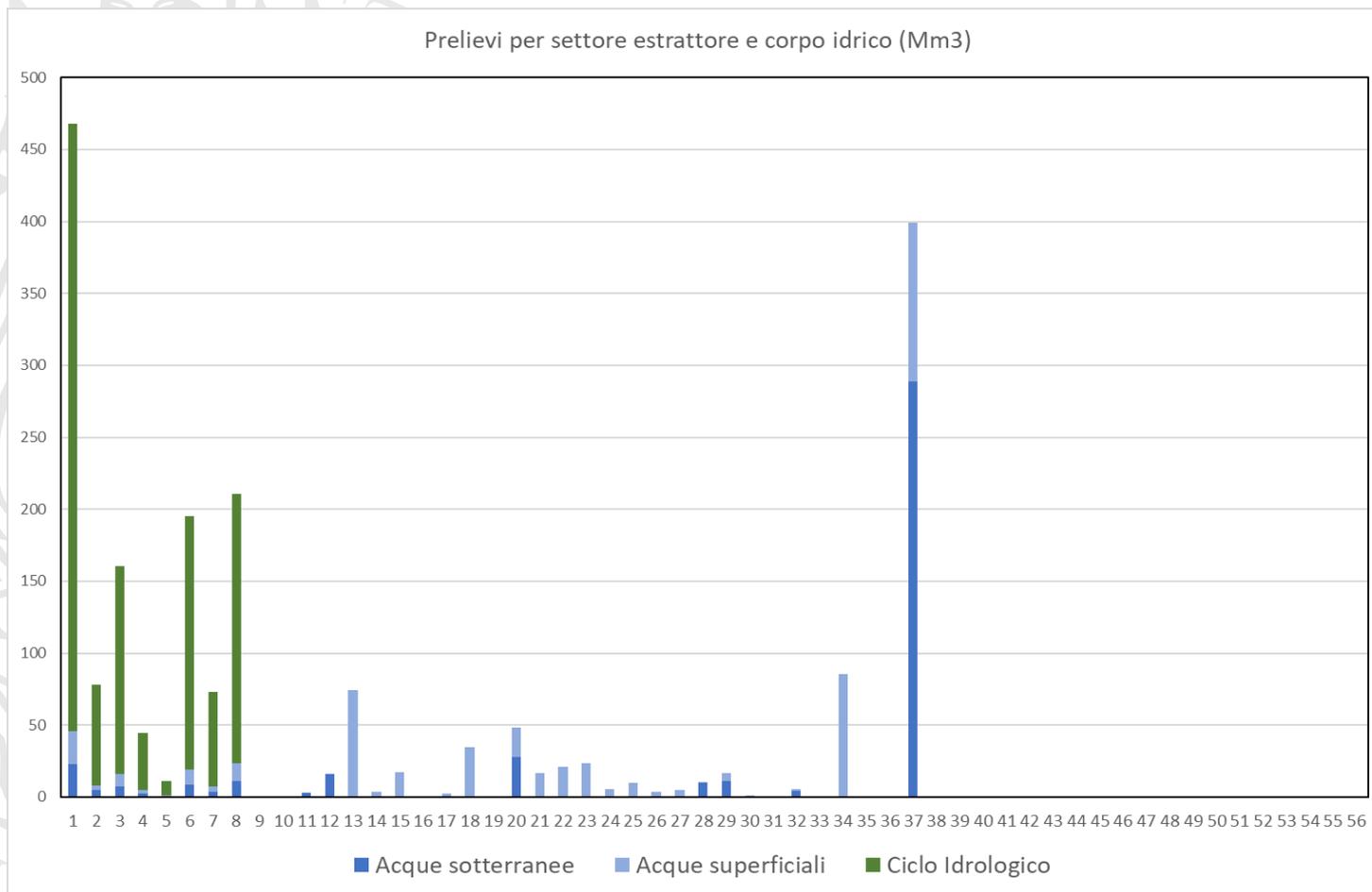
Prelievi per corpo idrico

Prelievi (Mm3)



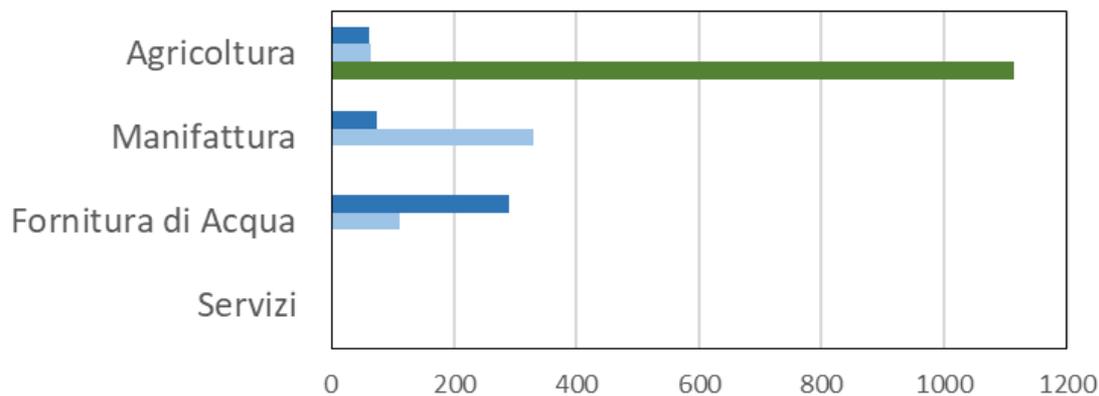
- Acque Sotterranee
- Acque Superficiali
- Ciclo idrologico

Prelievi per settore produttivo

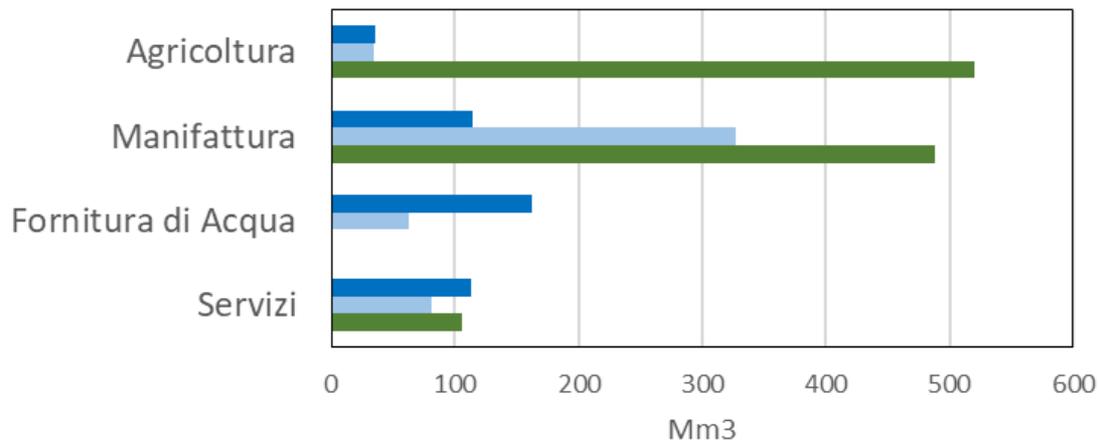


Settori estrattori e settori utilizzatori

Settori estrattori



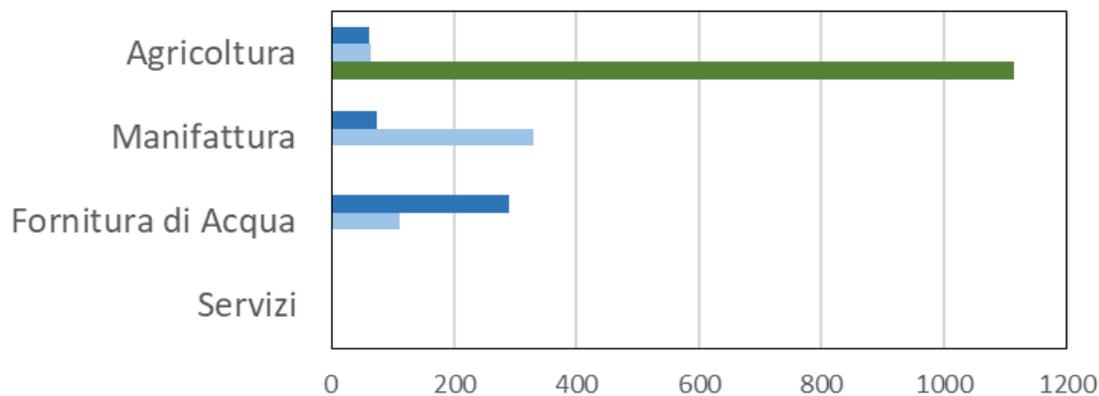
Settori utilizzatori



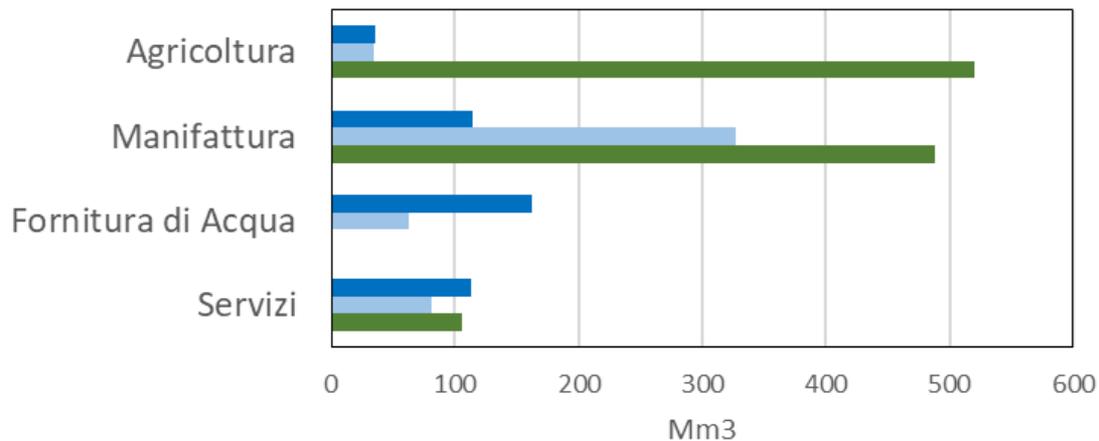
■ Acque sotterranee ■ Acque superficiali ■ Ciclo idrologico

Settori estrattori e settori utilizzatori

Settori estrattori

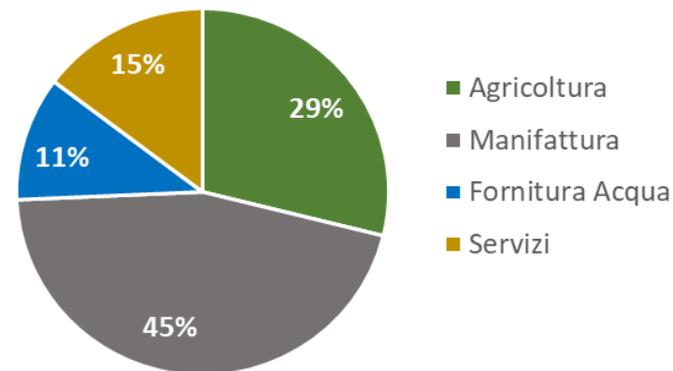


Settori utilizzatori



■ Acque sotterranee ■ Acque superficiali ■ Ciclo idrologico

Prelievi per macrosettore utilizzatore



La domanda estesa di acqua

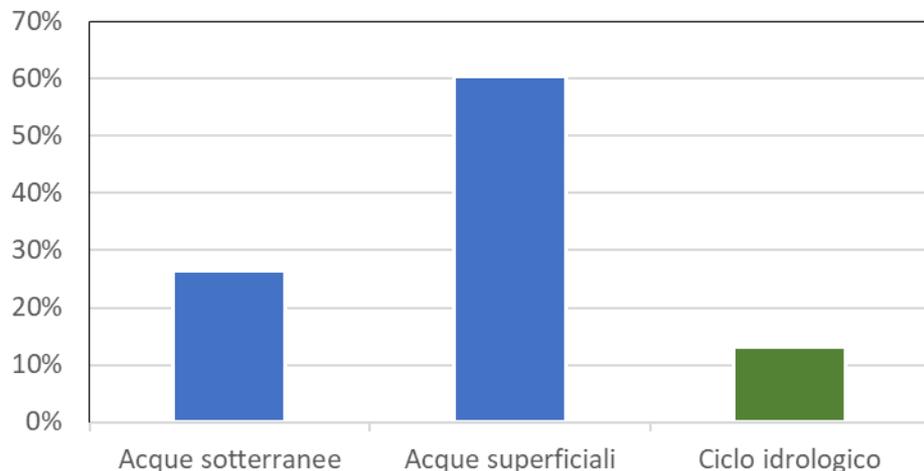
Le componenti della domanda

	Acque Sotterranee			Acque Superficiali			Ciclo idrologico	
	Prelievi	Restituzioni	Acqua Grigia	Prelievi	Restituzioni	Acqua Grigia	Prelievi	Restituzioni
Agricoltura	61	38	17	62	1	1	520	23
Manifattura	140	45	28	363	130	373	485	73
Fornitura d'acqua	169	102	0	66	0	0	0	1
Sistema fognario	0	0	0	0	165	349	0	6
Servizi	125	73	4	97	59	129	108	26
Totale	494	257	49	588	355	852	1 112	129

La domanda netta

	Acque Sotterranee			Acque Superficiali			Ciclo idrologico	
	Prelievi	Restituzioni	Acqua Grigia	Prelievi	Restituzioni	Acqua Grigia	Prelievi	Restituzioni
Agricoltura	61	38	17	62	1	1	520	23
Manifattura	140	45	28	363	130	373	485	73
Fornitura d'acqua	169	102	0	66	0	0	0	1
Sistema fognario	0	0	0	0	165	349	0	6
Servizi	125	73	4	97	59	129	108	26
Totale	494	257	49	588	355	852	1 112	129

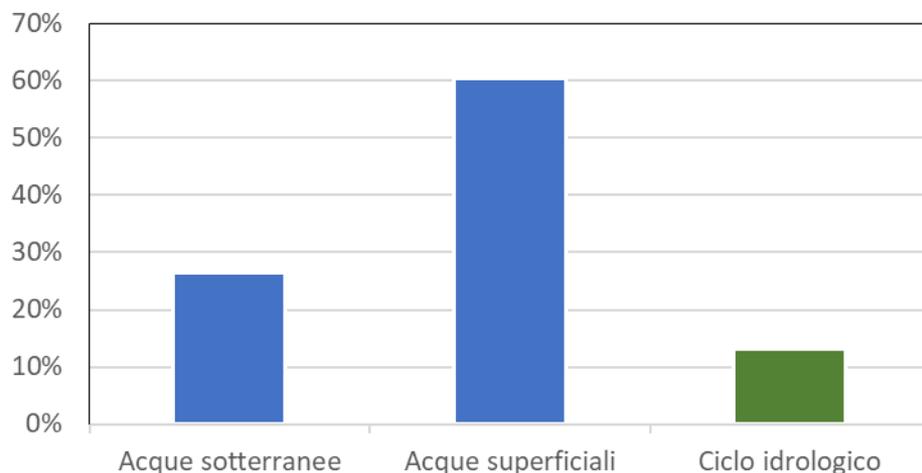
Restituzioni - Distribuzione per corpo idrico



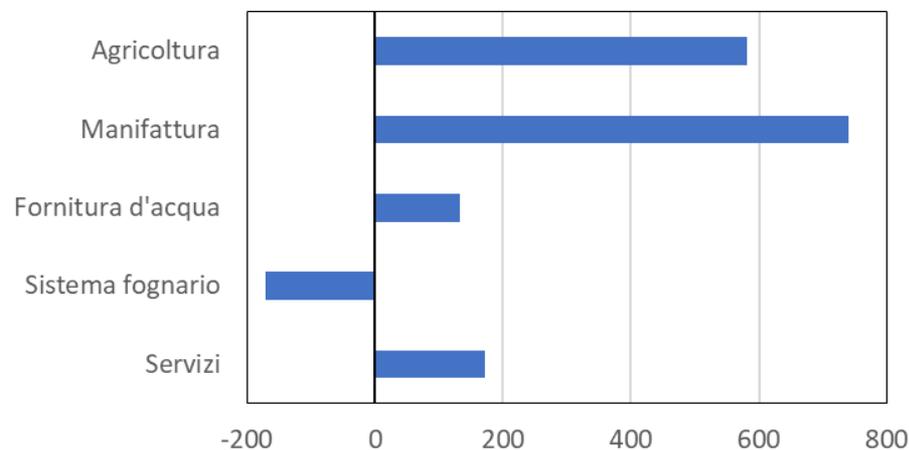
La domanda netta

	Acque Sotterranee			Acque Superficiali			Ciclo idrologico	
	Prelievi	Restituzioni	Acqua Grigia	Prelievi	Restituzioni	Acqua Grigia	Prelievi	Restituzioni
Agricoltura	61	38	17	62	1	1	520	23
Manifattura	140	45	28	363	130	373	485	73
Fornitura d'acqua	169	102	0	66	0	0	0	1
Sistema fognario	0	0	0	0	165	349	0	6
Servizi	125	73	4	97	59	129	108	26
Totale	494	257	49	588	355	852	1 112	129

Restituzioni - Distribuzione per corpo idrico



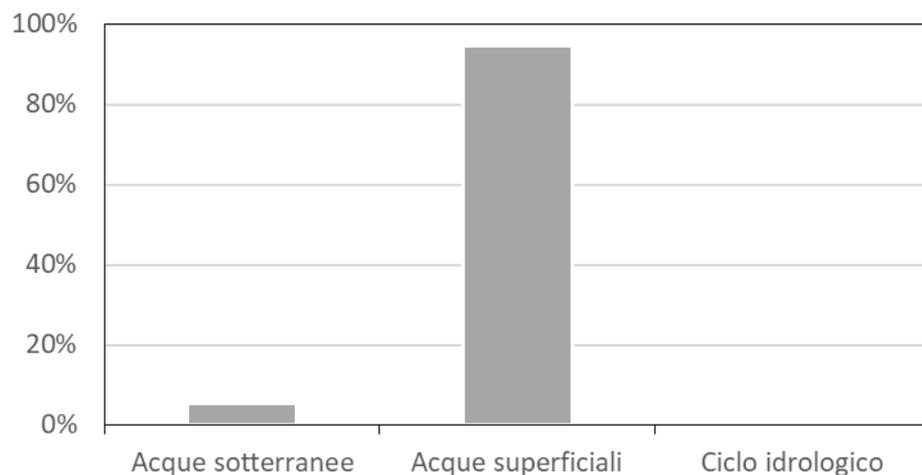
Domanda netta per macrosettore (Mm3)



La domanda di acqua grigia

	Acque Sotterranee			Acque Superficiali			Ciclo idrologico	
	Prelievi	Restituzioni	Acqua Grigia	Prelievi	Restituzioni	Acqua Grigia	Prelievi	Restituzioni
Agricoltura	61	38	17	62	1	1	520	23
Manifattura	140	45	28	363	130	373	485	73
Fornitura d'acqua	169	102	0	66	0	0	0	1
Sistema fognario	0	0	0	0	165	349	0	6
Servizi	125	73	4	97	59	129	108	26
Totale	494	257	49	588	355	852	1 112	129

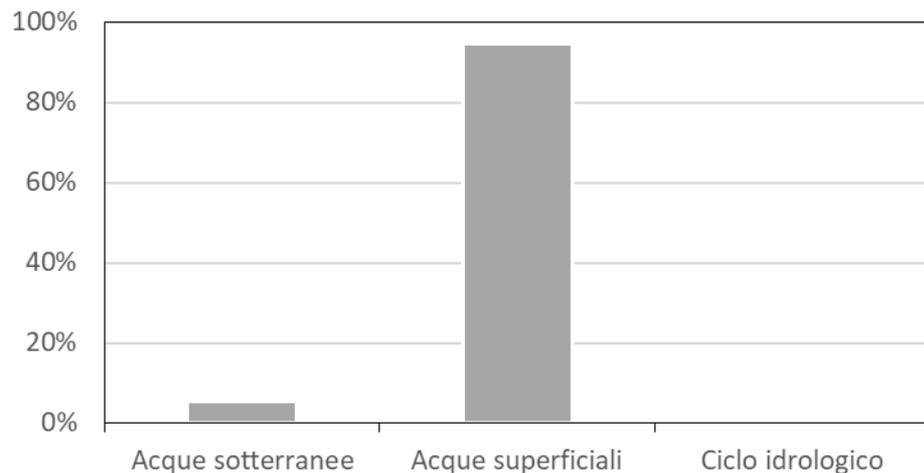
Acqua grigia - Distribuzione per corpo idrico



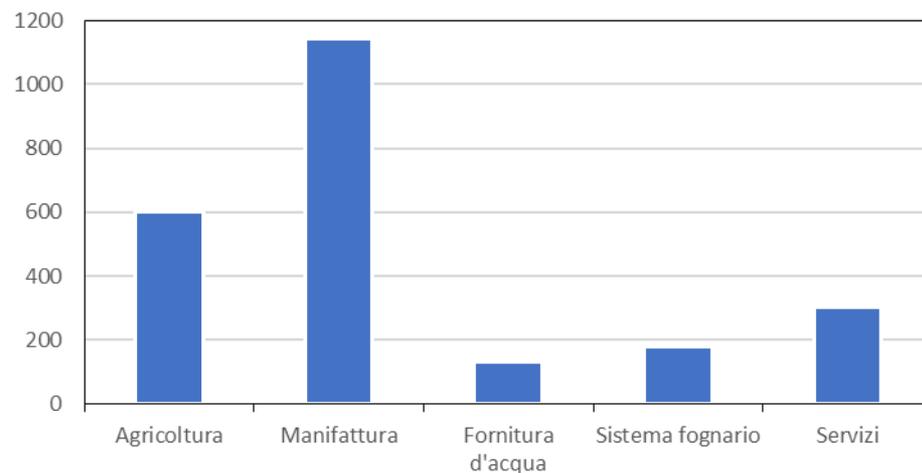
La domanda estesa di acqua

	Acque Sotterranee			Acque Superficiali			Ciclo idrologico	
	Prelievi	Restituzioni	Acqua Grigia	Prelievi	Restituzioni	Acqua Grigia	Prelievi	Restituzioni
Agricoltura	61	38	17	62	1	1	520	23
Manifattura	140	45	28	363	130	373	485	73
Fornitura d'acqua	169	102	0	66	0	0	0	1
Sistema fognario	0	0	0	0	165	349	0	6
Servizi	125	73	4	97	59	129	108	26
Totale	494	257	49	588	355	852	1 112	129

Acqua grigia - Distribuzione per corpo idrico



Domanda **estesa** per macrosettores (Mm3)



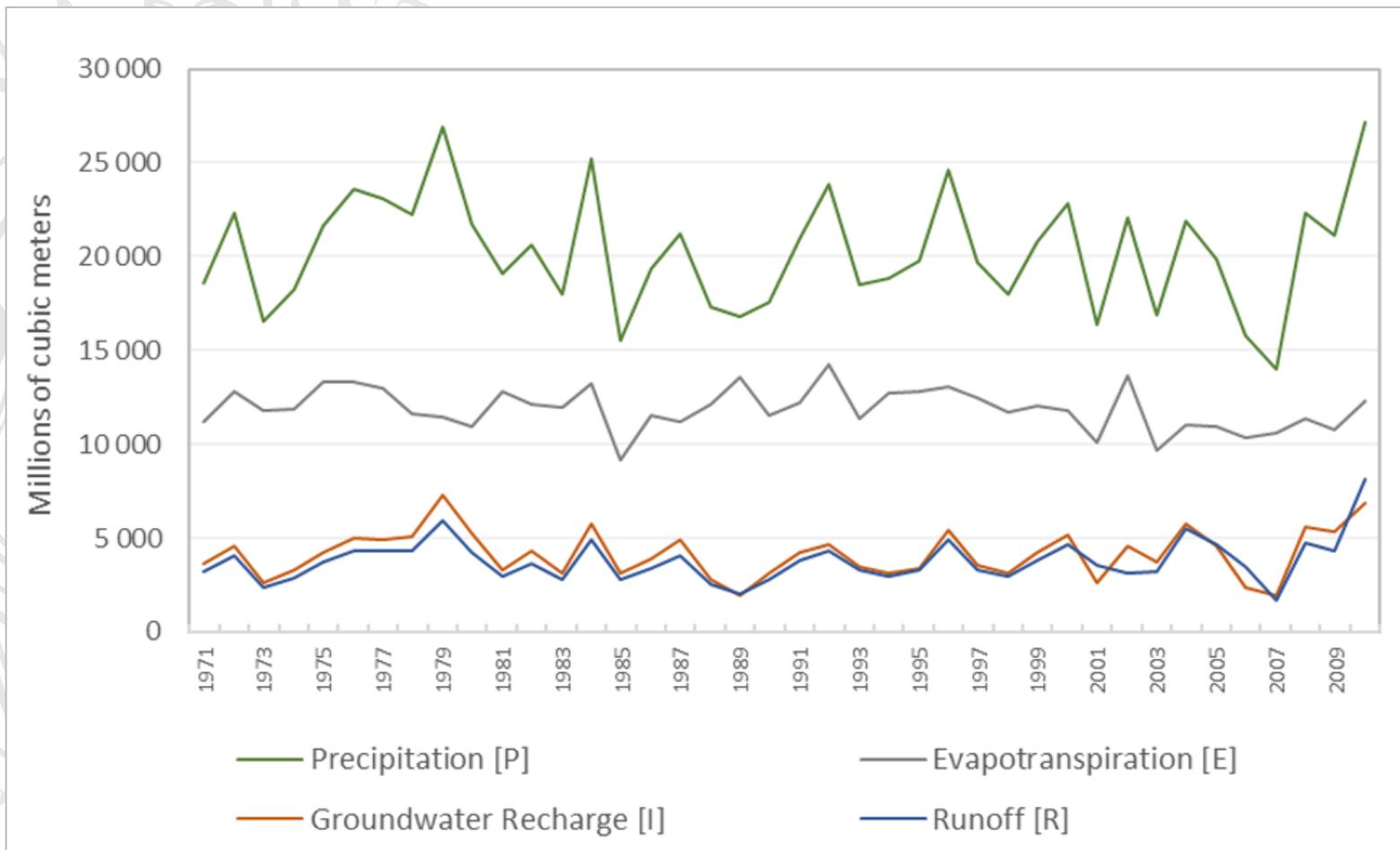
La domanda estesa (Mm3)

	Acque sotterranee	Acque superficiali	Ciclo idrologico	Totale
Agricoltura	40	63	497	600
Manifattura	123	606	411	1 141
Fornitura d'acqua	67	66	-1	132
Sistema fognario	0	184	-6	178
Servizi	56	167	81	304
Totale	286	1 086	983	2 355

	Mm3	%
Corpi idrici	1 372	58%
Ciclo idrologico	983	42%

La pressione sulle risorse idriche

Offerta naturale di acqua



Offerta naturale di acqua

	Precipitazioni	Evapo- traspirazione	Ricarica	Ruscella- mento
Media (Mm3)	20 269	11 892	4 155	3 803
Dev. St. (Mm3)	3 084	1 129	1 258	1 156
Coeff. Var.	15%	9%	30%	31%
Asimmetria	0.2	-0.2	0.4	1.3

Offerta «fattibile» di acqua

- Tiene conto di vincoli **ambientali** (deflusso minimo ecologico), **tecnologici** (opere di prelievo e raccolta) e **istituzionali** (sistema delle concessioni)

Mm3	Acque sotterranee	Acque Superficiali	Totale
Offerta Naturale	4 155	3 803	7 958
Offerta Fattibile	4 148	2 882	7 030

Offerta «fattibile» di acqua

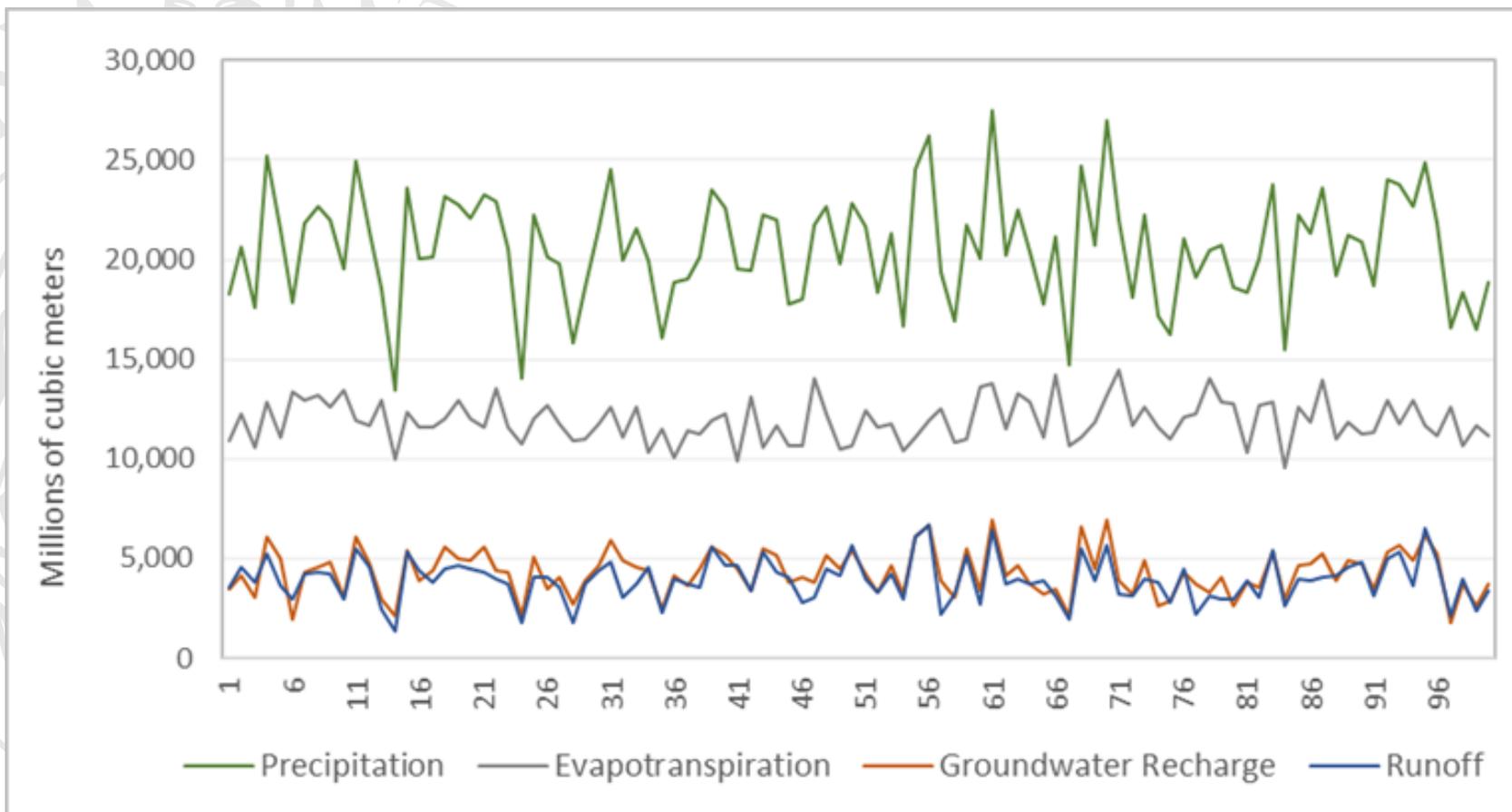
- Tiene conto di vincoli **ambientali** (deflusso minimo ecologico), **tecnologici** (opere di prelievo e raccolta) e **istituzionali** (sistema delle concessioni)

Mm3	Acque sotterranee	Acque Superficiali	Totale
Offerta Naturale	4 155	3 803	7 958
Offerta Fattibile	4 148	2 882	7 030

$$\text{EWEI} = \text{Domanda Estesa} / \text{Offerta Fattibile} \\ = 19,5\%$$

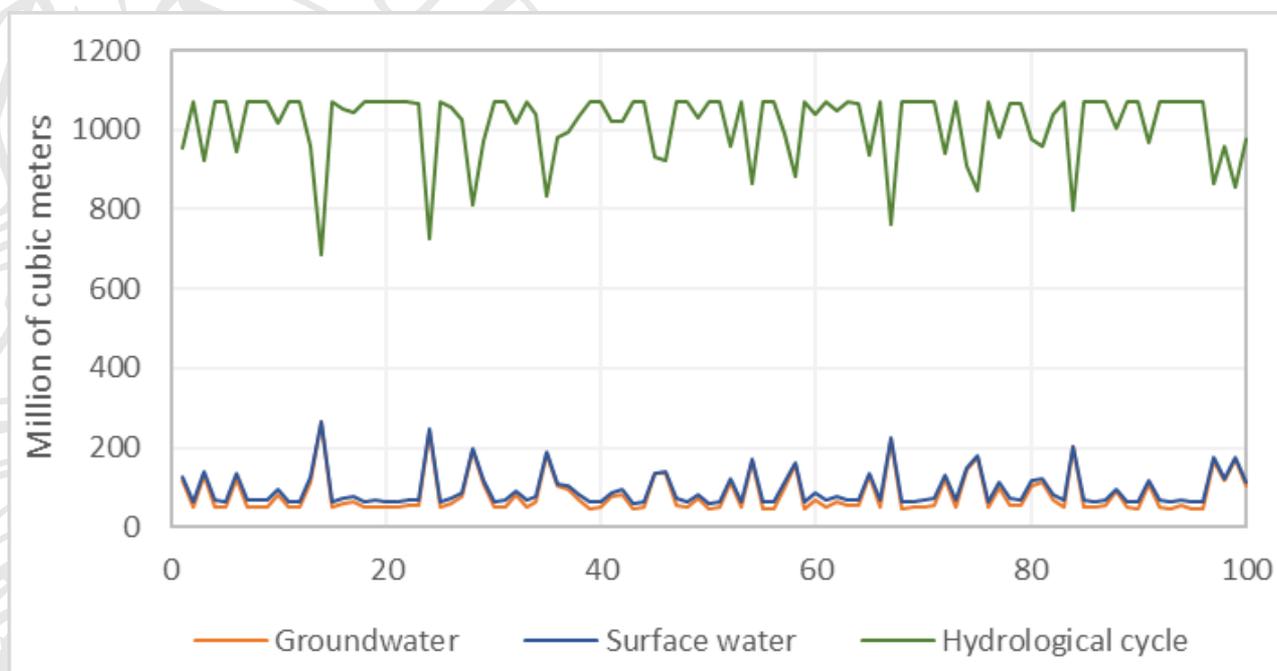
Variabilità del bilancio idrologico

Variabilità Idrologica



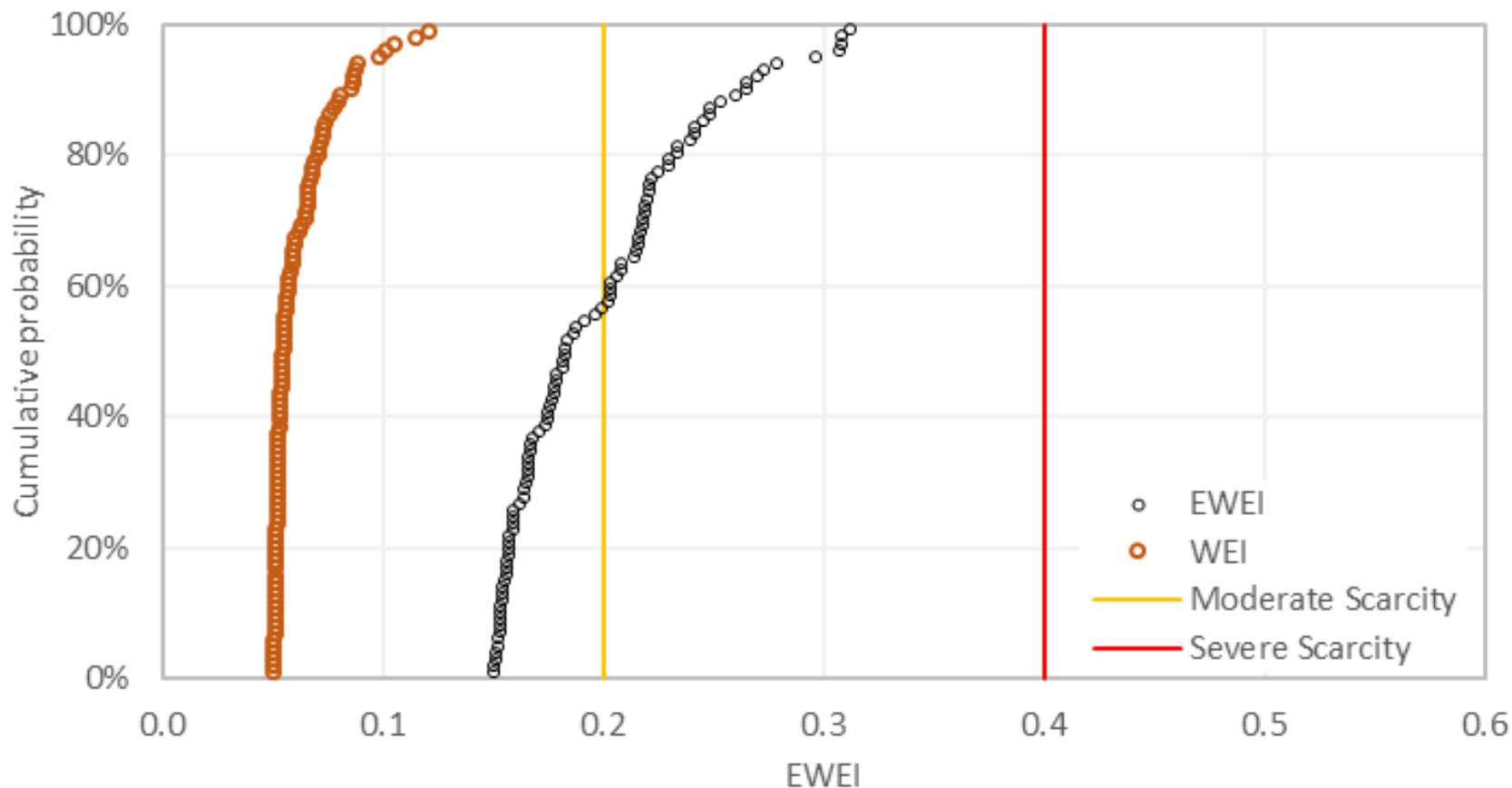
Componenti di variabilità endogena

- **Agricoltura**

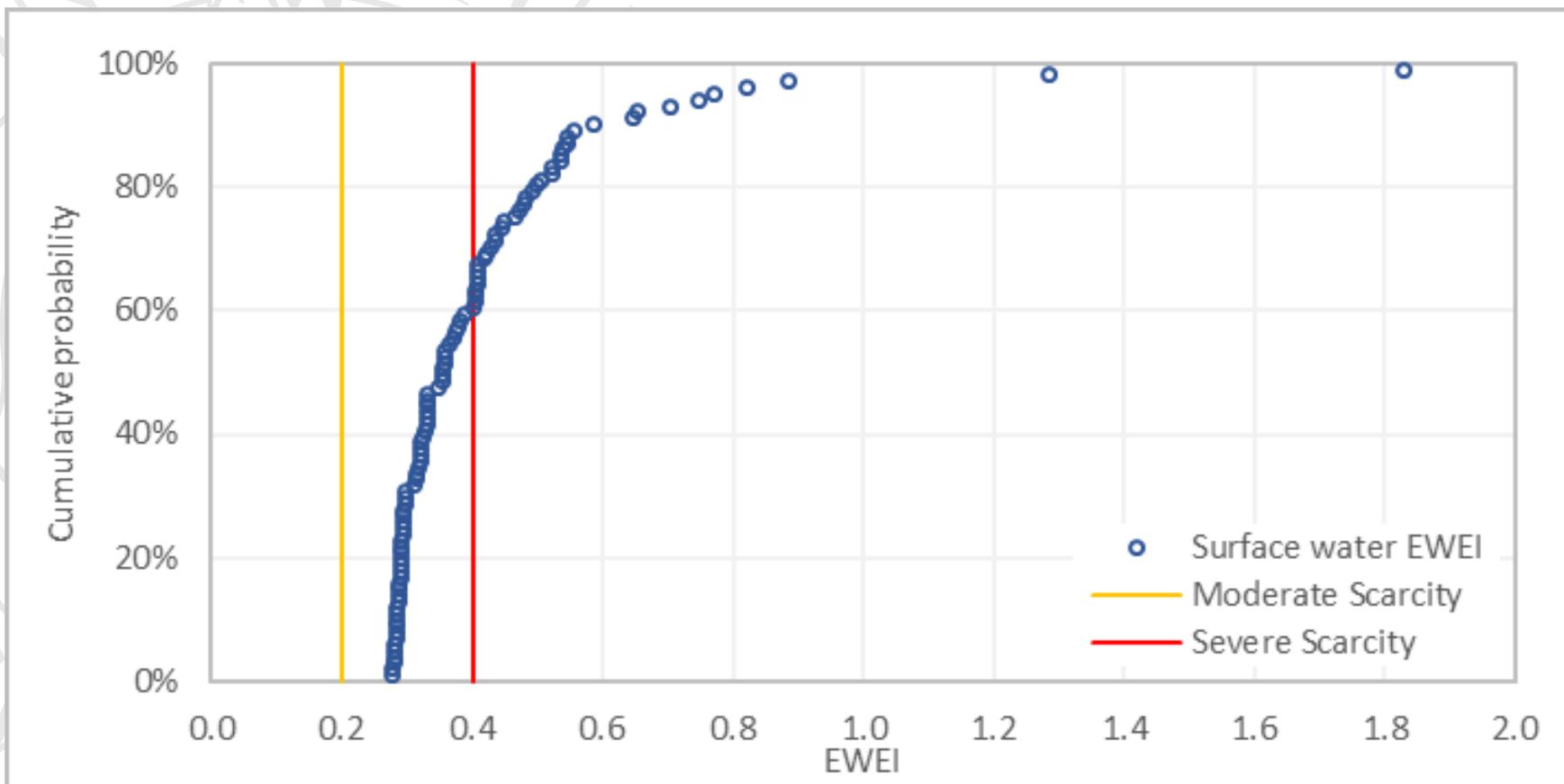


- **Diluizione: la variabilità idrologica modifica la domanda di acqua grigia**

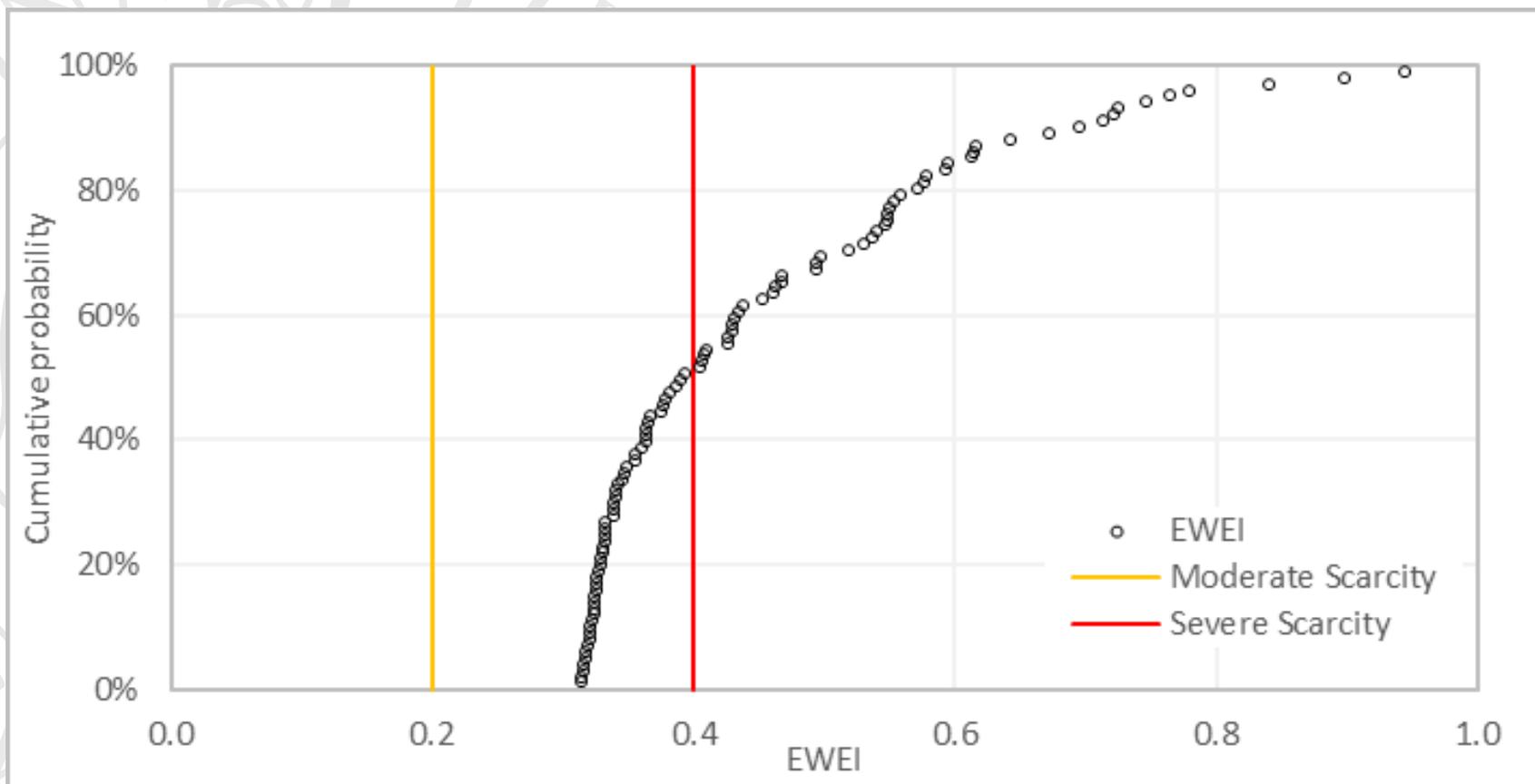
Variabilità inter-annuale della pressione Totale acqua blu



Variabilità inter-annuale della pressione Acque superficiali



Variabilità inter-annuale della pressione Totale acque blu, **mese critico**



Soglia critica SLL Grosseto (S)

Grosseto

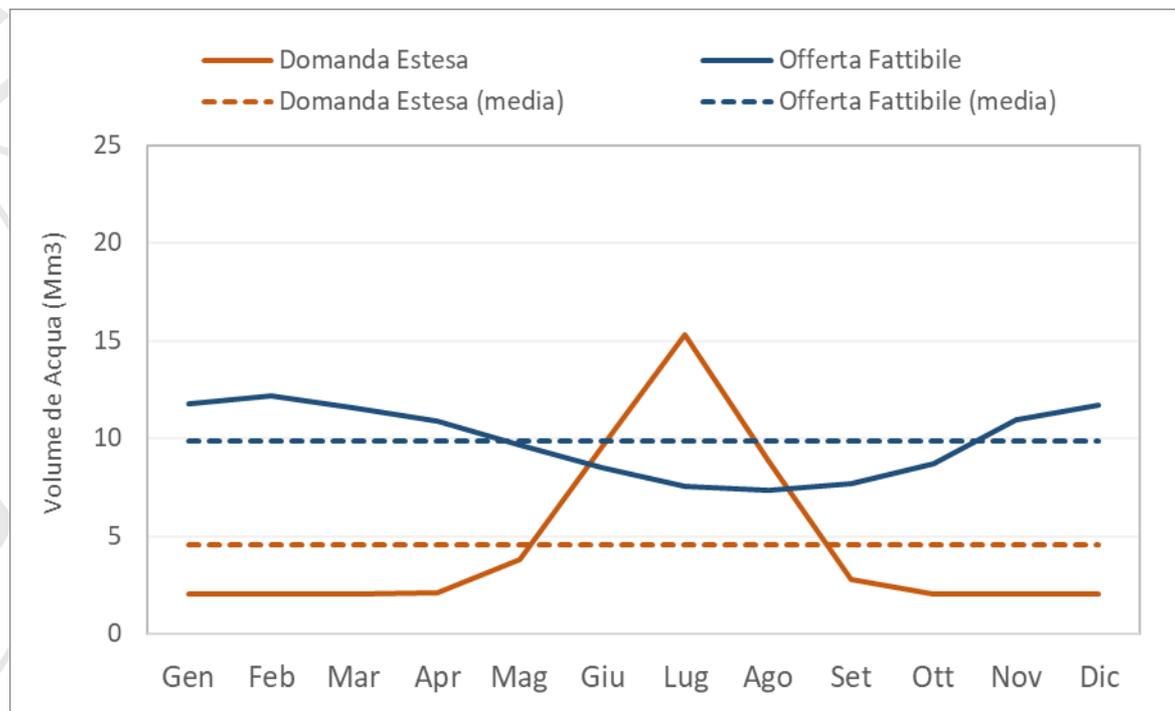
DE Totale: 54 Mm³

OF Totale: 118 Mm³

EWEI: 0.46

DE Agricoltura: 59%

OF Superficiale: 29%



Soglia critica SLL Grosseto (S)

Grosseto

DE Totale: 54 Mm³

OF Totale: 118 Mm³

EWEI: 0.46

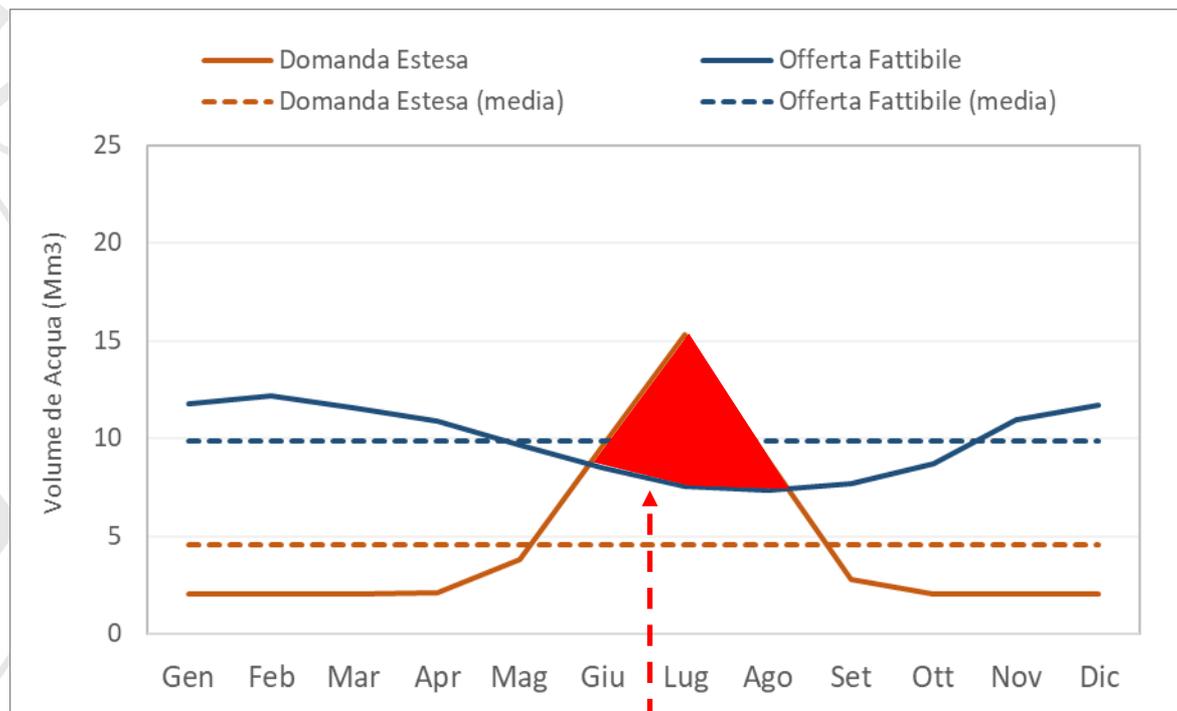
DE Agricoltura: 59%

OF Superficiale: 29%

EWEI Giugno: 1.14

EWEI Luglio: 2.04

EWEI Agosto: 1.20



Deficit

Domanda superiore all'offerta

Qual è il valore della Soglia Critica nel SLL di Grosseto?

Grosseto

DE Totale: 54 Mm³

OF Totale: 241 Mm³

EWEI: 0.23 (S Critica)

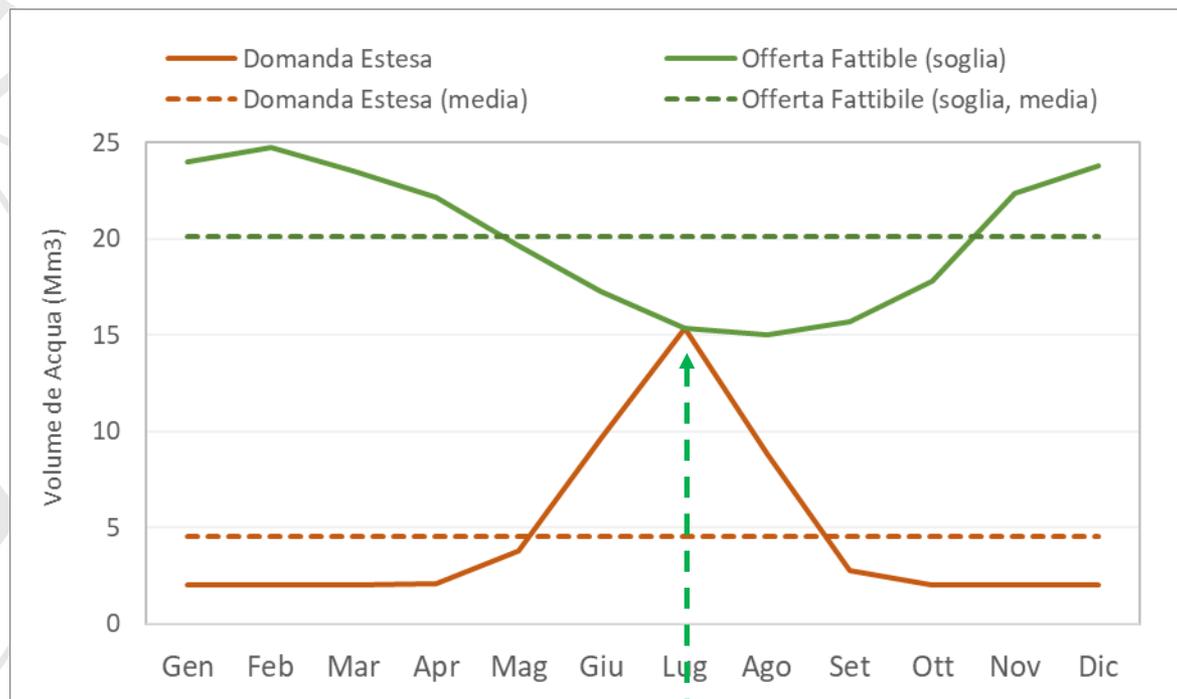
ED Agricoltura: 59%

OF Superficiale: 29%

EWEI Giugno: 0.56

EWEI Luglio: 1.00

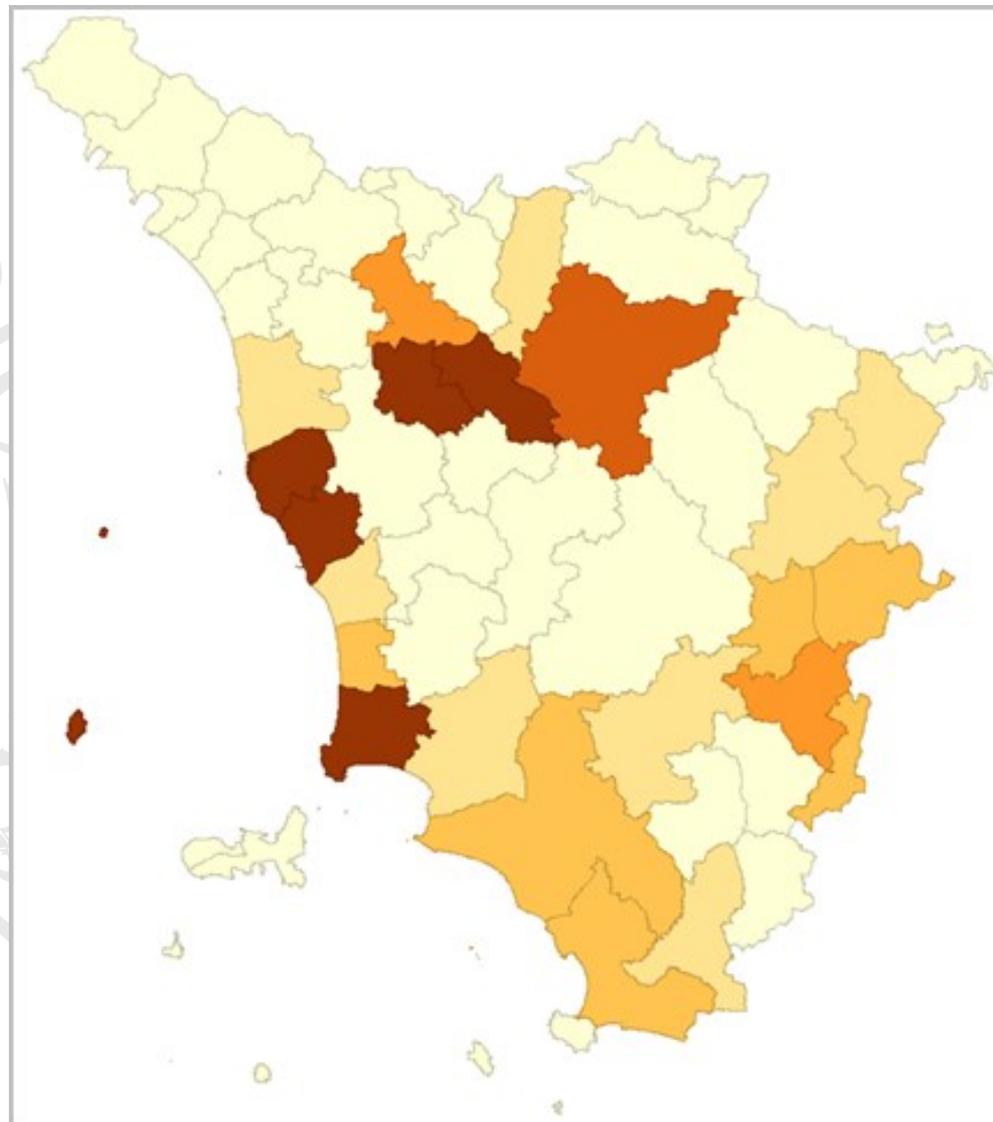
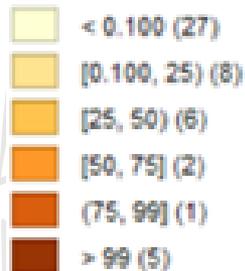
EWEI Agosto: 0.59



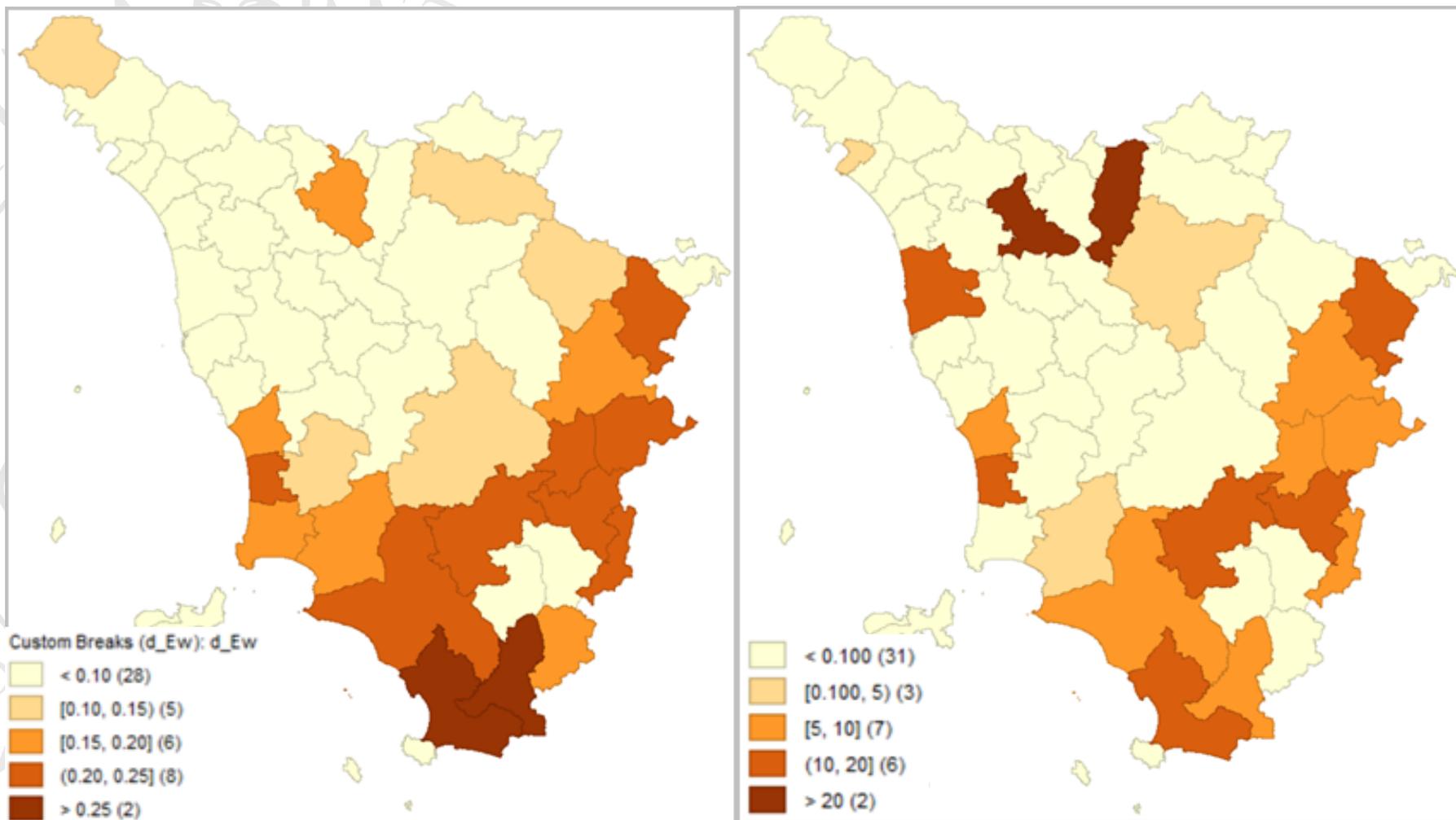
Equilibrio

Domanda = Offerta

Variabilità geografica delle pressioni sulle risorse



Scenario con Climate Change

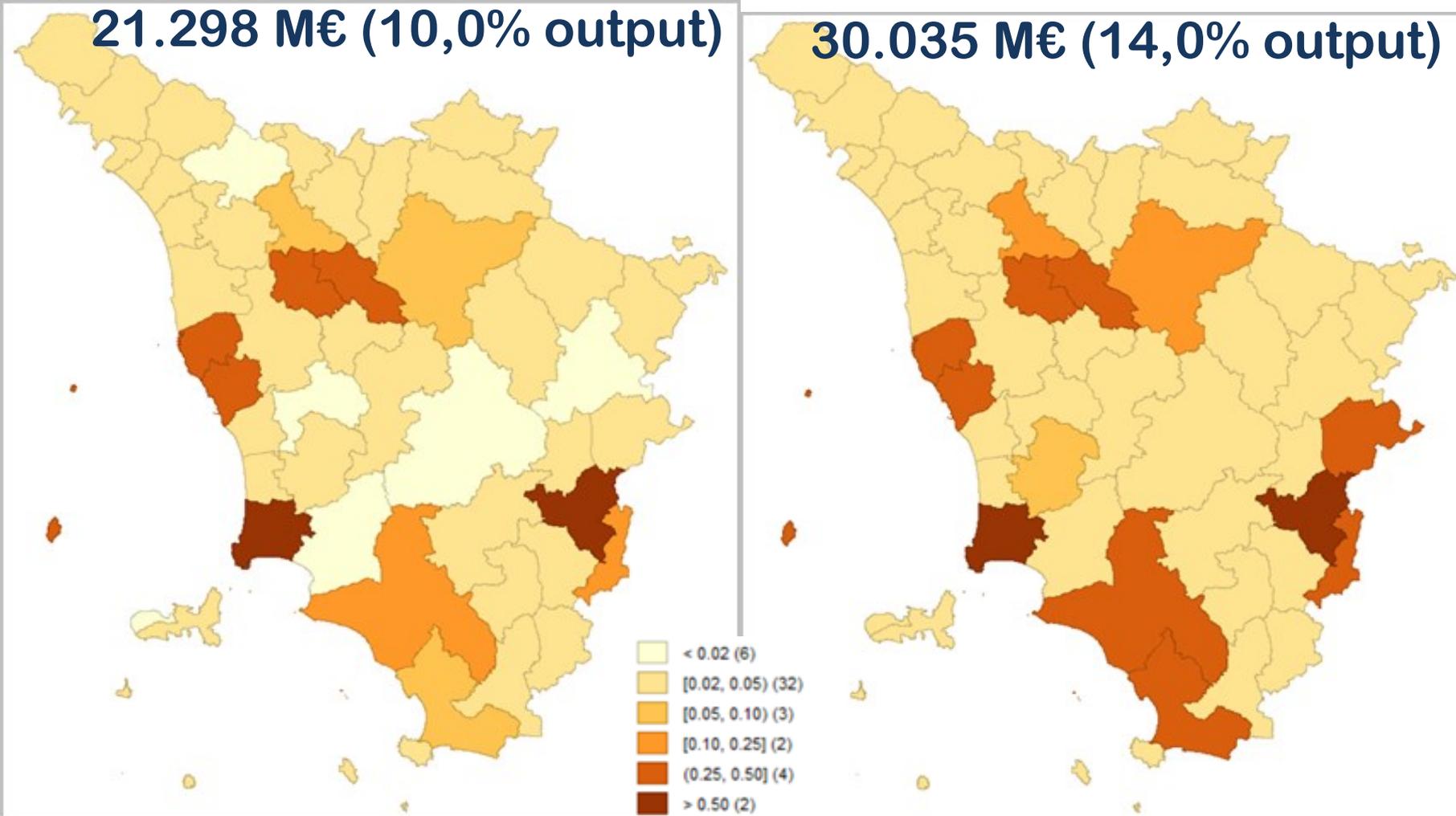


Equilibrio idroeconomico

Prezzo ombra dell'equilibrio idroeconomico

21.298 M€ (10,0% output)

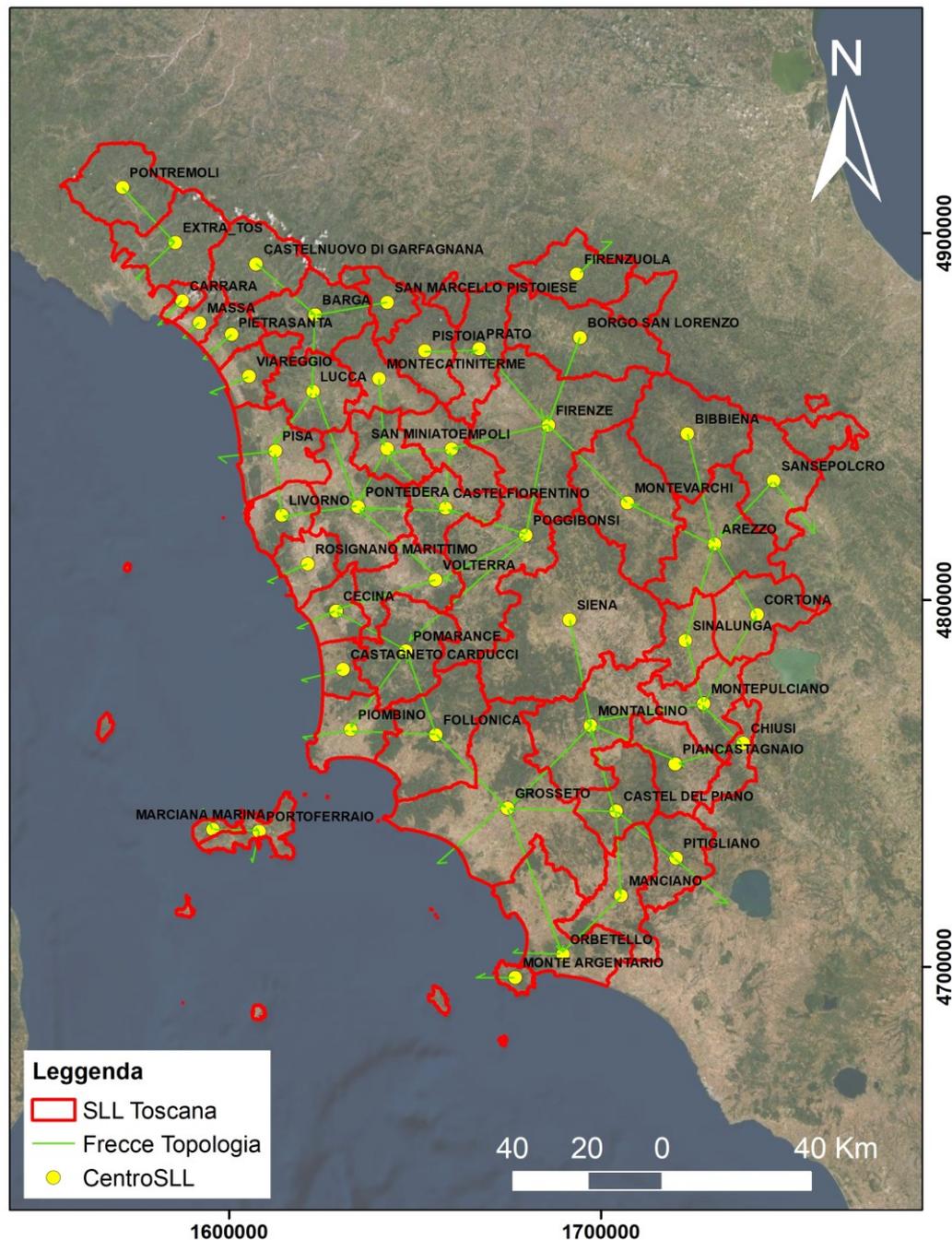
30.035 M€ (14,0% output)



Trasferimento Concessioni

Per migliorare l'equilibrio idroeconomico, viene valutata la possibilità di ottimizzare la distribuzione geografica delle concessioni di acque superficiali.

Le concessioni possono essere trasferite quando esiste un collegamento idraulico (superficiale) tra 2 SLL limitrofi.



Un possibile schema di ottimizzazione

- Un SLL può ricevere concessioni da diversi SLL
- Un SLL può cedere concessioni a diversi SLL
- Come **destinatari**, la priorità è data agli SLL con il deficit maggiore
- Come **cedenti**, la priorità è data agli SLL con la eccedenza maggiore
- Quando un SLL riceve (*cede*) delle concessioni, il suo EWEI diminuisce (*aumenta*), ma anche la soglia critica (S) diminuisce (*aumenta*). Questo perché cambia la quota di offerta superficiale.

Come cambierebbe il prezzo ombra

SCENARIO BASE

- Senza Trasferimento Concessioni: € 21.298 M€
- Con Trasferimento Concessioni: € 19.658 M€
- Differenza: € 1.640 milioni

SCENARIO CLIMATE CHANGE

- Senza Trasferimento Concessioni: € 21.298 M€
- Con Trasferimento Concessioni: € 30.035 M€
- Differenza: € 5.510 milioni

L'impronta idrica della Toscana

Pressioni non solo in Toscana

- **Commercio internazionale e flussi di acqua virtuale.**
- **Quanta acqua virtuale importa il sistema produttivo toscano?**
- **Dove esporta le sue pressioni il sistema economico toscano?**
- **Su che tipo di risorse il sistema toscano esporta le sue pressioni?**

L'impronta idrica: ripartizione geografica - **Totale**

	Impronta della Produzione			Impronta dei Consumi		
	Totale	Scarce	Social Scarce	Totale	Scarce	Social Scarce
Toscana	35%	1%	1%	19%	1%	0%
Resto d'Italia	10%	3%	3%	19%	5%	4%
Cina	16%	47%	45%	17%	42%	40%
India	3%	7%	8%	3%	8%	8%
Resto del Mondo	36%	42%	44%	42%	45%	47%
Totale	100%	100%	100%	100%	100%	100%

L'impronta idrica: ripartizione geografica - Scarce

	Impronta della Produzione			Impronta dei Consumi		
	Totale	Scarce	Social Scarce	Totale	Scarce	Social Scarce
Toscana	35%	1%	1%	19%	1%	0%
Resto d'Italia	10%	3%	3%	19%	5%	4%
Cina	16%	47%	45%	17%	42%	40%
India	3%	7%	8%	3%	8%	8%
Resto del Mondo	36%	42%	44%	42%	45%	47%
Totale	100%	100%	100%	100%	100%	100%

L'impronta idrica: ripartizione geografica – **Social Scarce**

	Impronta della Produzione			Impronta dei Consumi		
	Totale	Scarce	Social Scarce	Totale	Scarce	Social Scarce
Toscana	35%	1%	1%	19%	1%	0%
Resto d'Italia	10%	3%	3%	19%	5%	4%
Cina	16%	47%	45%	17%	42%	40%
India	3%	7%	8%	3%	8%	8%
Resto del Mondo	36%	42%	44%	42%	45%	47%
Totale	100%	100%	100%	100%	100%	100%



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



strategia nazionale per
lo sviluppo sostenibile



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

L'IMPRONTA IDRICA DELLA TOSCANA

I risultati del progetto Idroregio

Benedetto Rocchi
Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa
Università degli Studi di Firenze

“Risorse idriche e sistema economico in Toscana”
Sala Pegaso – Palazzo Strozzi Sacrati - Firenze
17 gennaio 2023