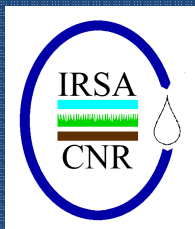




# Esempi di applicazione del metodo CARAVAGGIO nel contesto del progetto INHABIT

Andrea Buffagni, Marcello Cazzola, Elio Sesia, Antonietta Fiorenza, Teo Ferrero, Rita Casula, Mariano Pintus, Martina Coni, Stefania Erba

Corso di formazione "introduzione al metodo **CARAVAGGIO**"  
*Core Assessment of River habitat Value and hydro-morphoLOGIcal cOndition*



3-5 Ottobre 2012



## DM 8 novembre 2010, n. 260. Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali [...]

### *Condizioni di habitat*

Le condizioni di habitat sono valutate, secondo le modalità di seguito riportate, per i tratti di corpo idrico candidati a siti di riferimento. Le Regioni possono valutare le condizioni di habitat anche nei corpi idrici sottoposti a monitoraggio di sorveglianza per acquisire un quadro conoscitivo più articolato in relazione all'interpretazione del dato biologico. La valutazione delle caratteristiche degli habitat è realizzata sulla base di informazioni (scala locale: tratto) relative ai seguenti aspetti: substrato, vegetazione nel canale e detrito organico, caratteristiche di erosione/deposito, flussi, continuità longitudinale, struttura e modificazione delle sponde, tipi di vegetazione/struttura delle sponde e dei territori adiacenti, uso del suolo adiacente al corso d'acqua e caratteristiche associate. Ai fini dell'attribuzione di un tratto fluviale allo stato elevato o non elevato, gli elementi sopra riportati devono essere formalizzati nelle seguenti categorie:

- **diversificazione e qualità degli habitat fluviali e ripari;**
- **presenza di strutture artificiali nel tratto considerato;**
- **uso del territorio nelle aree fluviali e perifluviali.**

Le informazioni relative a tali categorie, opportunamente mediate, concorrono a definire lo stato di qualità dell'habitat (**Indice di Qualità dell'Habitat: IQH**).



p 68

**GIOVIALI**  
GIOVANI IDEE PER LA VALORIZZAZIONE  
DEGLI AMBIENTI FLUVIALI

**PROTHEA**  
prothesgroup.com

## DM 8 novembre 2010, n. 260 (segue)

La classificazione si basa sul rapporto tra le condizioni osservate e quelle attese in condizioni di riferimento. Nella sezione C dell'Appendice vengono riportati i valori di riferimento utili per il calcolo dei rapporti di qualità, qualora il metodo di valutazione IQH utilizzato fosse basato sull'applicazione del metodo "CARAVAGGIO".

Ai fini della classificazione, qualora si faccia anche ricorso alla valutazione delle condizioni di habitat, lo stato idromorfologico complessivo, come riportato in tabella 4.1.3/f, è ottenuto dall'integrazione delle seguenti componenti:

- la classe ottenuta dagli aspetti idromorfologici;
- la classe ottenuta dalla qualità dell'habitat.

**Tab. 4.1.3/f - Classificazione dello stato idromorfologico complessivo qualora sia valutata l'informazione relativa all'habitat.**

		ASPETTI IDROMORFOLOGICI	
		ELEVATO	NON ELEVATO
HABITAT	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO
	NON ELEVATO	ELEVATO	NON ELEVATO



p 69

**GIOVIALI**  
GIOVANI IDEE PER LA VALORIZZAZIONE  
DEGLI AMBIENTI FLUVIALI

**PROTHEA**  
prothesgroup.com

# Verifica siti di riferimento: Piemonte

		# domande	Ceronda	Sizzone	Pogallo	Savenca	Campiglia	Loana
Criteri REF	Inquinamento puntiforme – Score A	6	1	1	1	1	1	1
	Inquinamento diffuso – Score B	10	0.97	1	1	0.97	0.94	0.97
	Vegetazione riparia – Score C	9	0.87	1	1	1	0.93	1
	Alterazioni morfologiche – Score D	18	0.90	0.97	1	1	1	1
	Alterazioni idrologiche – Score E e F	7	1	1	1	1	1	1
	Pressioni biologiche – Score G	5	1	1	0.90	0.80	0.80	0.90
	Altre pressioni – Score H	2	1	1	1	1	1	1
	Punteggio finale	57	0.95	0.99	0.99	0.98	0.97	0.99
# domande con soglie superate	Irrinunciabile	referimento	1	-	-	-	-	-
		rifiuto	-	-	-	-	-	-
	Importante	referimento	-	1	1	1	1	1
		rifiuto	2	-	-	1	1	-
	Accessorio	referimento	2	1	-	-	2	1
		rifiuto	-	-	-	-	-	-
Indici HABITAT - EQR	<b>EQR HMS</b>		<b>0.99</b>	<b>0.96</b>	<b>0.99</b>	<b>0.99</b>	<b>0.91</b>	<b>0.99</b>
	<b>EQR LUI</b>		<b>0.99</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.97</b>	<b>0.987</b>
	<b>EQR HQA</b>		<b>0.98</b>	<b>0.89</b>	<b>0.74</b>	<b>0.87</b>	<b>0.99</b>	<b>0.93</b>
	<b>IQH</b>		<b>0.99</b>	<b>1</b>	<b>0.91</b>	<b>0.95</b>	<b>0.95</b>	<b>0.969</b>
Indici HABITAT - CLASSI	<b>CLASS HMS</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
	<b>CLASS LUI</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>CLASS HQA</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>CLASS IQH</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Risultato finale</b>		<b>Ok</b>	<b>Ok</b>	<b>Ok</b>	<b>Ok</b>	<b>Ok</b>	<b>Ok</b>

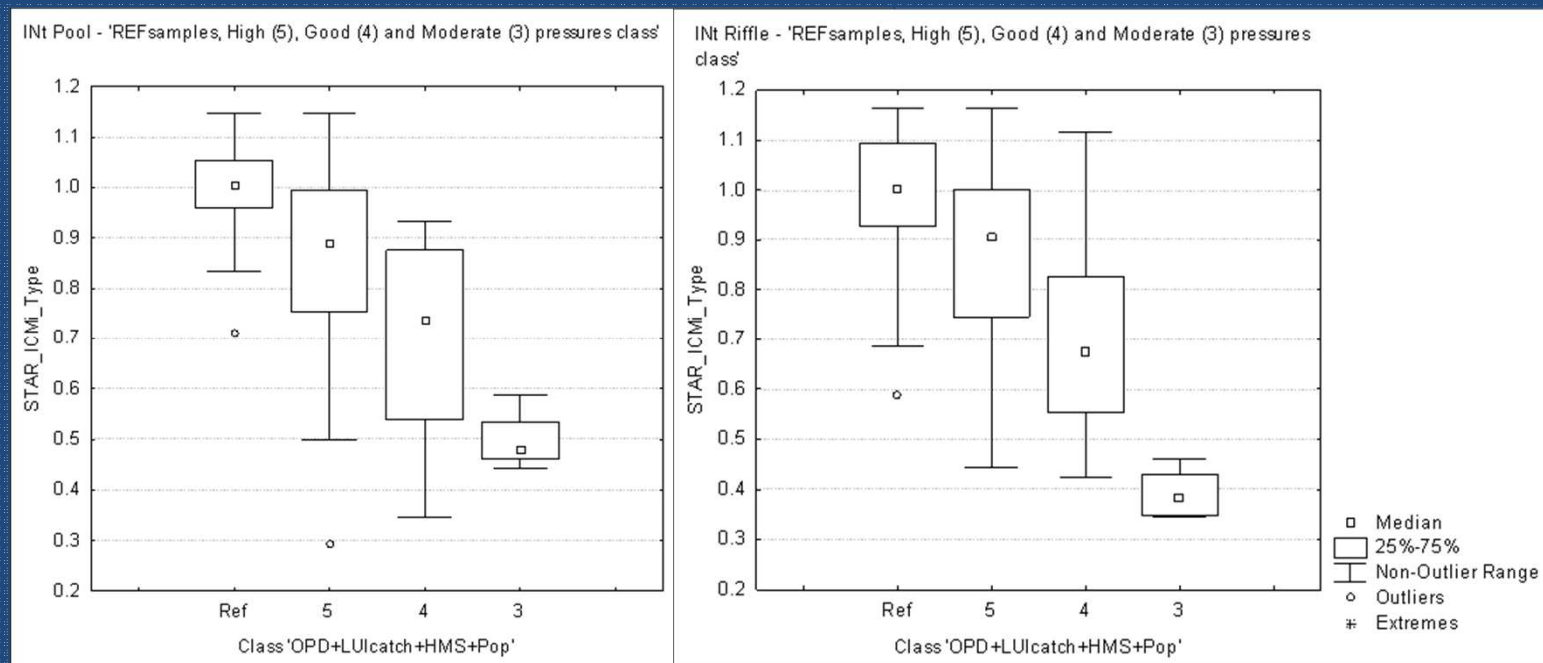


# Verifica siti di riferimento: Sardegna siti INHABIT

			# domande	Safaa Aglientu	Sperandeu	Terra Mala Ref	Saserra Ref	Posada Valle Guado	Posada Affluente	Flumineddu Gorroppu	Picocca Ref	Tirso Ref	E Gurue (1)
Categorie di criteri	Inquinamento puntiforme – Score A		6	0.81	0.90	1	0.90	0.90	0.90	1	0.90	0.90	0.81
	Inquinamento diffuso – Score B		10	0.97	0.88	0.97	0.84	0.88	0.88	0.84	0.84	0.84	0.88
	Vegetazione riparia – Score C		9	1	0.91	0.76	1	1	0.96	0.98	0.91	0.93	0.91
	Alterazioni morfologiche – Score D		18	1	0.95	0.96	0.99	0.91	0.97	0.97	0.93	0.96	0.72
	Alterazioni idrologiche – Score E e F		7	1	1	1	0.90	1	1	1	0.90	1	0.95
	Pressioni biologiche – Score G		5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Altre pressioni – Score H		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Punteggio finale		57	0.97	0.92	0.95	0.95	0.92	0.96	0.97	0.92	0.95	0.85
# domande con soglie superate	Irrinunciabile	riferimento		-	1	1	1	1	1	-	1	1	1
		rifiuto		1	1	-	-	1	-	-	-	-	3
	Importante	riferimento		-	1	1	1	2	2	2	4	3	3
		rifiuto		-	1	1	1	1	-	-	1	-	1
	Accessorio	riferimento		1	1	1	3	2	2	2	3	2	3
		rifiuto		-	2	1	-	-	1	1	1	1	-
Indici HABITAT - EQR	EQR HMS			1	0.97	0.99	1	1	1	1	0.93	1	0.79
	EQR LUI			1	1	0.996	1	1	1	1	0.996	0.996	0.974
	EQR HQA			1.255	0.809	0.957	0.745	1.085	0.83	1.087	1.043	0.891	0.978
	IQH			1.085	0.926	0.981	0.915	1.028	0.943	1.029	0.99	0.962	0.914
Indici HABITAT - CLASSI	CLASS HMS			1	1	1	1	1	1	1	2	1	3
	CLASS LUI			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	CLASS HQA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	CLASS IQH			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Risultato finale			Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Non Ok

# Use of CARAVAGGIO results: Pressure-response relationships

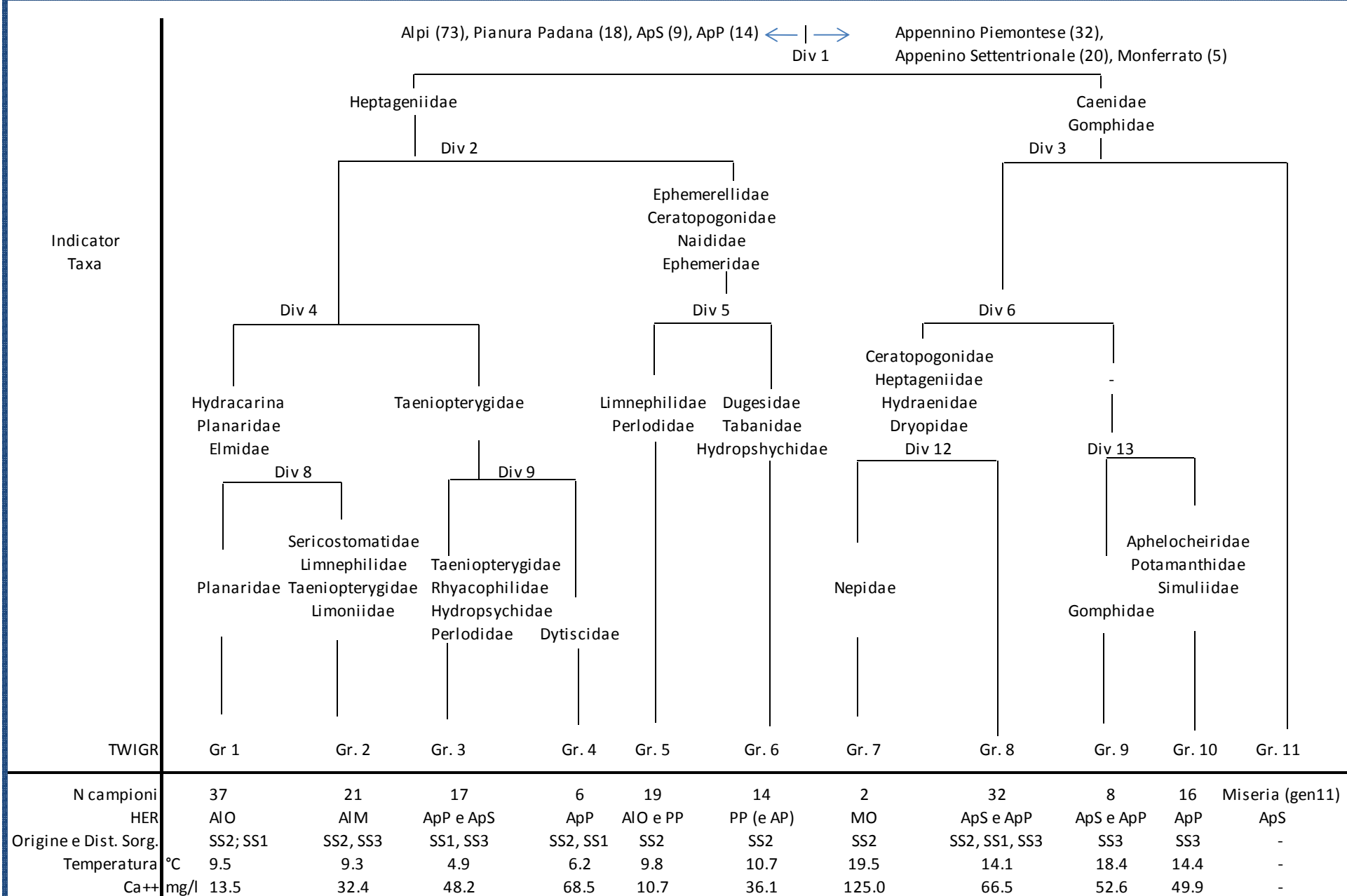
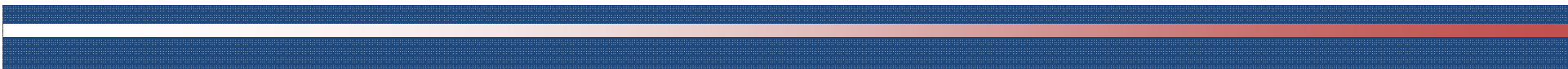
- Can we implement an ecological assessment system that can detect anthropological change in an hydrological driven environment?
- CARAVAGGIO indices, catchment & water chemistry → Clear separation between pressure classes for STAR\_ICMi in the different river types (CY example)



Valutazione dei fattori che maggiormente influenzano gli invertebrati bentonici sulla base dei dati raccolti in INHABIT e utilizzando anche dati disponibili presso i partner di INHABIT

- Piemonte



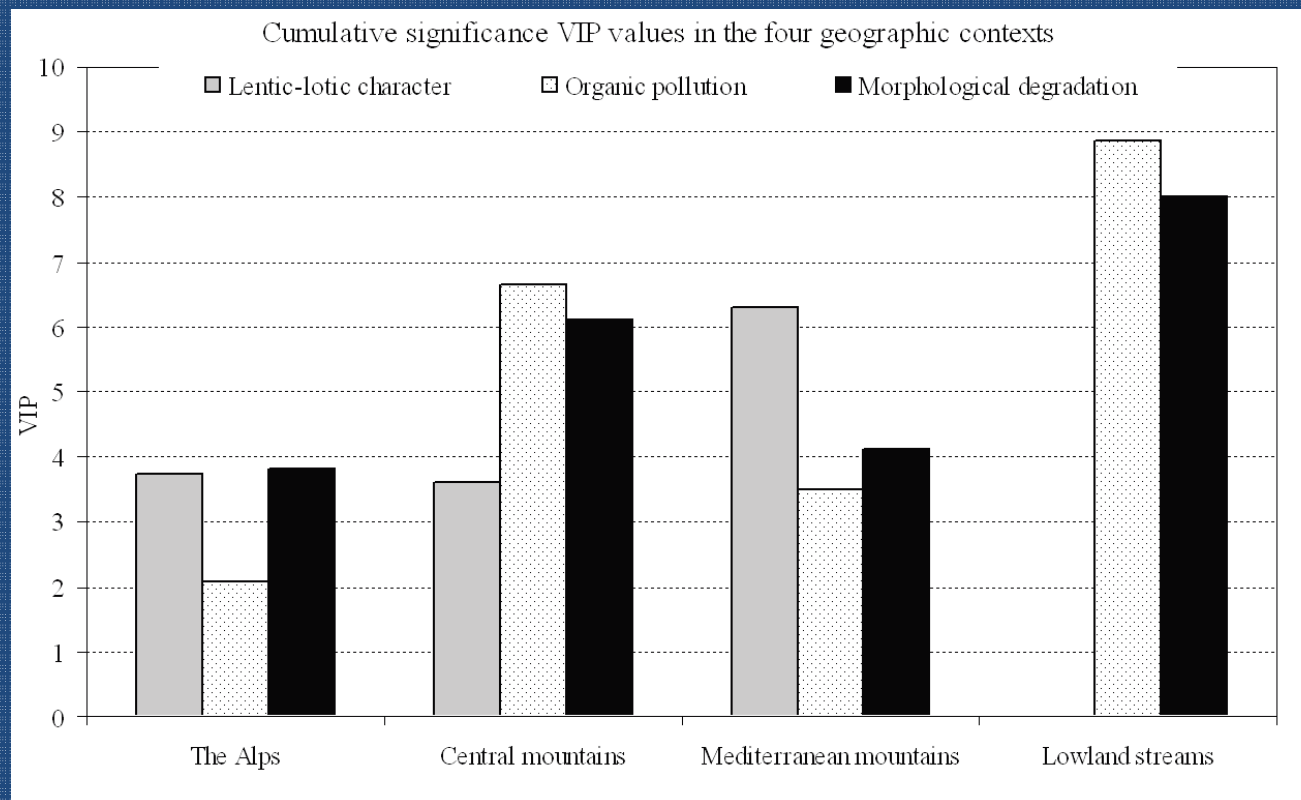




# Habitat information: is that useful??

## INHABIT: the main theme

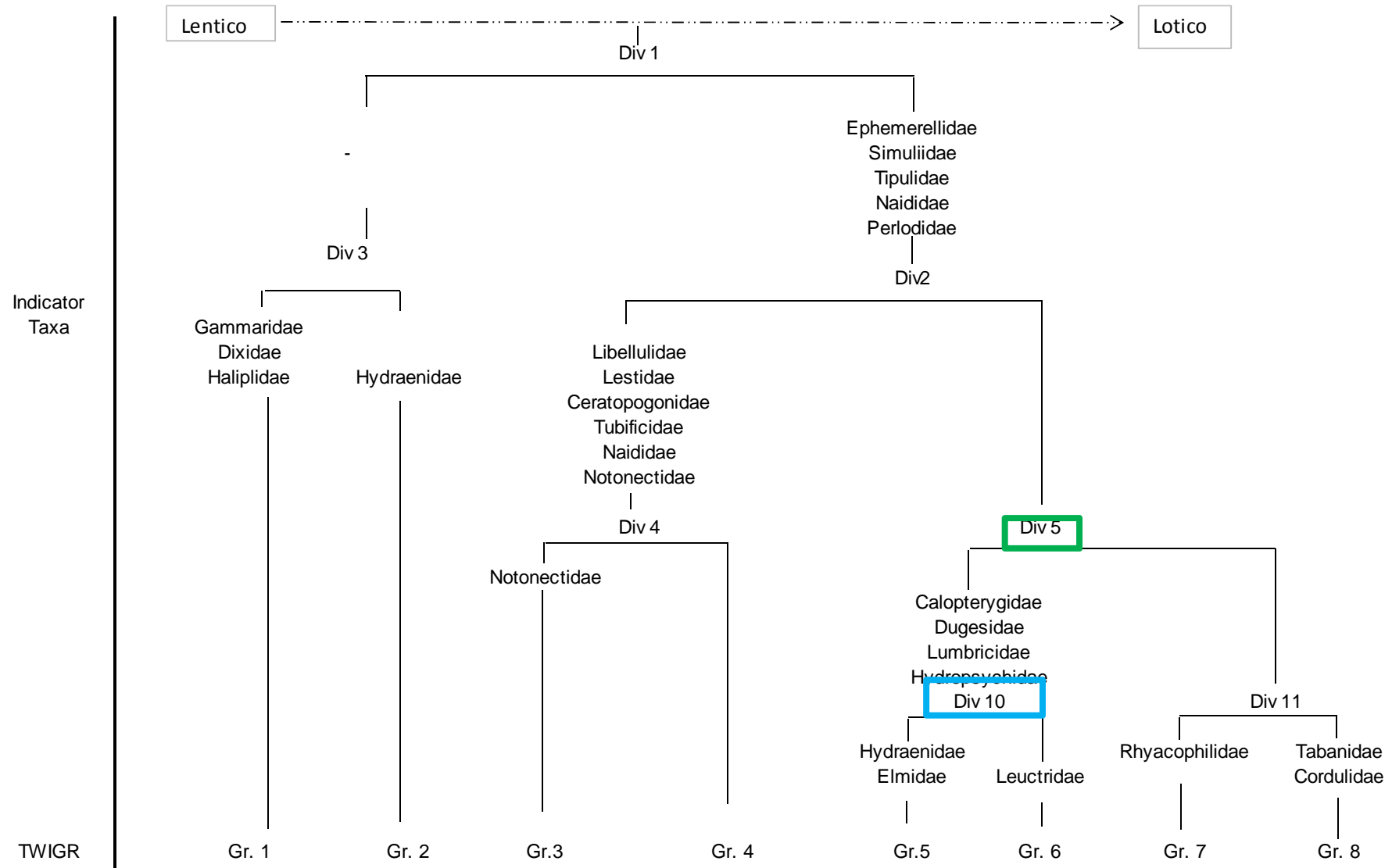
- Relative importance of different pressures (stressors) in European rivers
- the Lentic-lotic River Descriptor (LRD) was derived
- HMS: Morphological degradation; OPD: Physiochemical pollution



Valutazione dei fattori che maggiormente influenzano gli invertebrati bentonici sulla base dei dati raccolti in INHABIT e utilizzando anche dati disponibili presso i partner di INHABIT

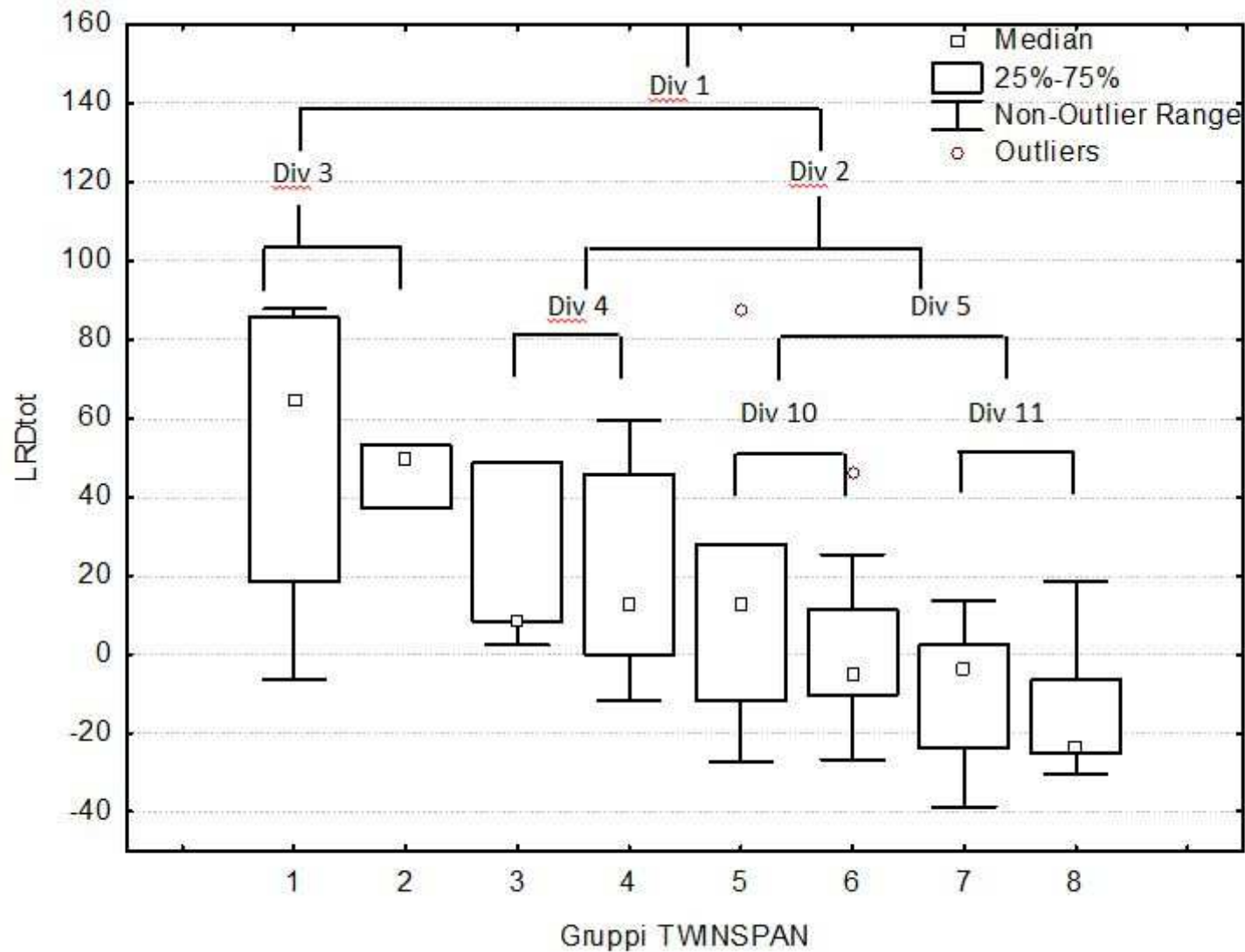
Sardegna



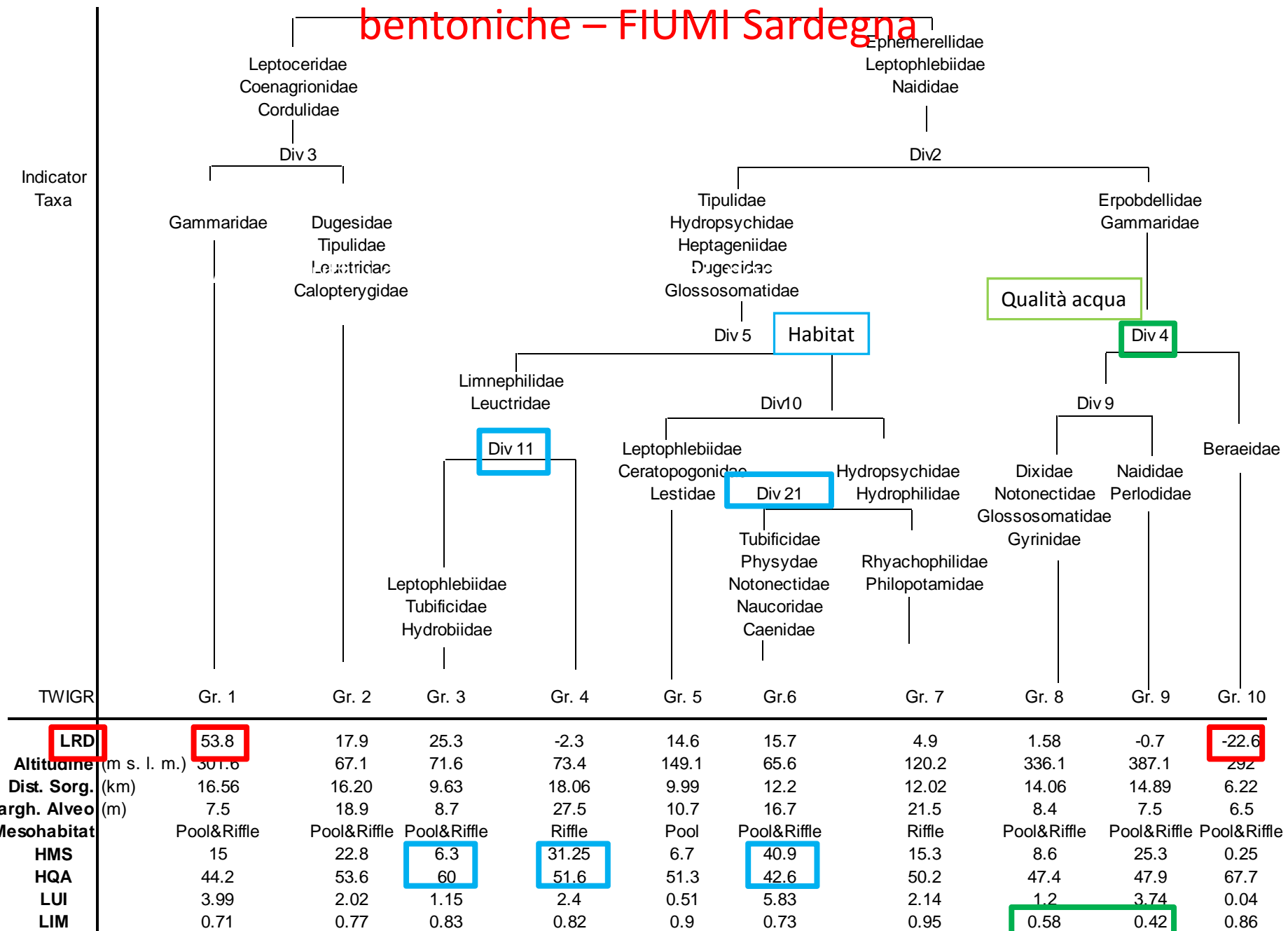


Indicator Taxa	TWIGR	Gr. 1	Gr. 2	Gr.3	Gr. 4	Gr.5	Gr. 6	Gr. 7	Gr. 8
<b>LRD</b>		57.1	46.6	19.5	19.4	18.4	-0.3	-8.6	-16.6
<b>Altitudine</b> (m s. l. m.)	151.3	329.4	108	121.9	92.7	96.4	280.6	296.6	
<b>Dist. Sorg.</b> (km)	11.30	11.20	10.90	11.9	12.9	11.3	10.5	9.1	
<b>Largh. Alveo</b> (m)	5.4	13.2	13.8	11.6	27.2	9.3	12.5	7.1	
<b>Perennita</b>	IN	IN	EF/IN	SS/INEF	IN	IN/EF	EF/IN/SS/SR	IN	
<b>Mesohabitat</b>	Pool	Pool&Riffle	Pool	Pool	Riffle	Riffle	Riffle	Pool&Riffle	

# Variabilità del carattere lentico-lotico nei gruppi TWINSPAN (Sardegna)



# Valutazione della variabilità antropica: analisi delle comunità bentoniche – FIUMI Sardegna



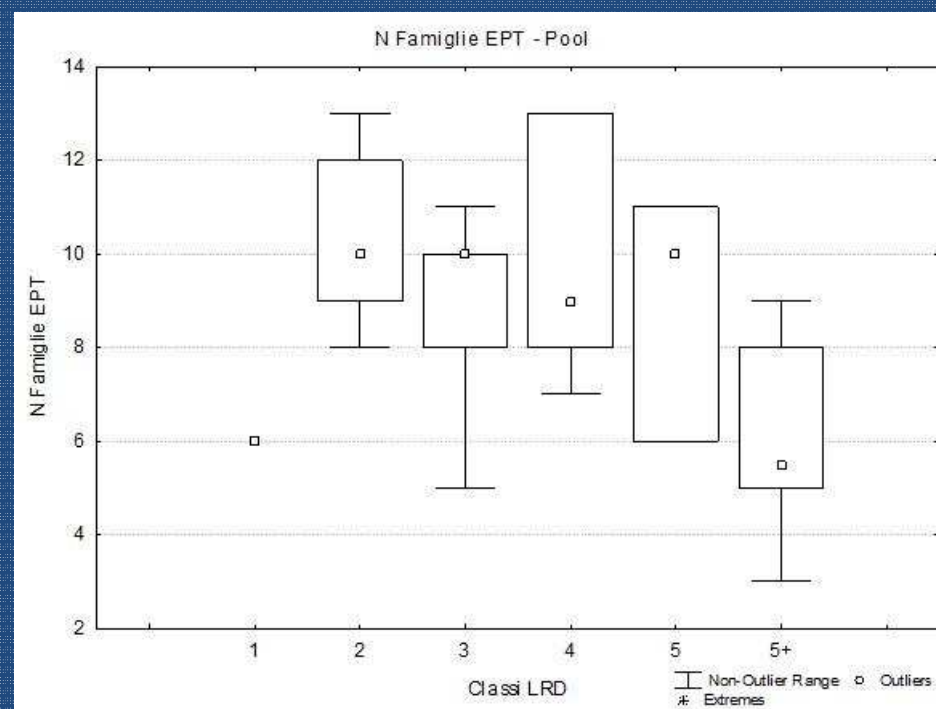
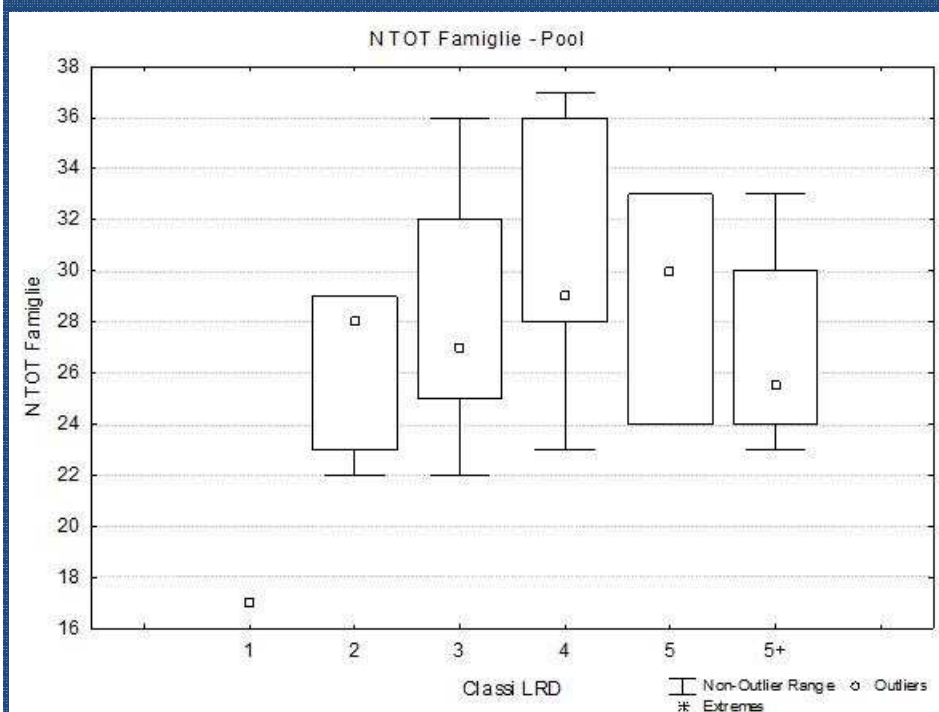
# Current ecological assessment method

- As part of the Inter-calibration exercise for the WFD, Intercalibration Common Metrics (ICMs) and the STAR ICMi were used (Buffagni et al., 2005, 2006, 2007)
- → Permanent and Temporary rivers (R-M5)

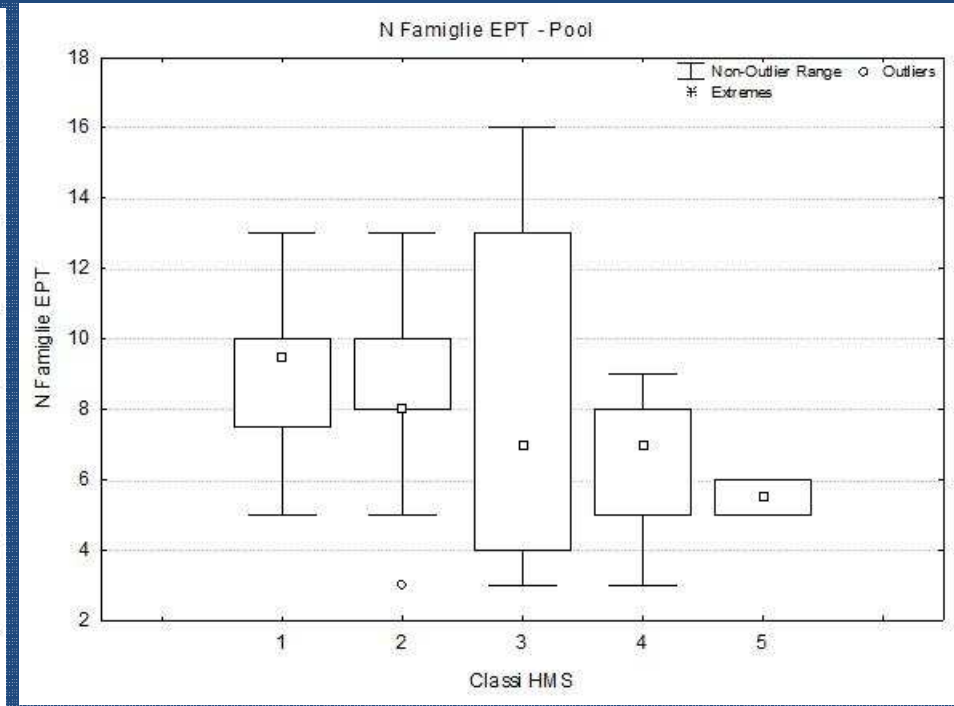
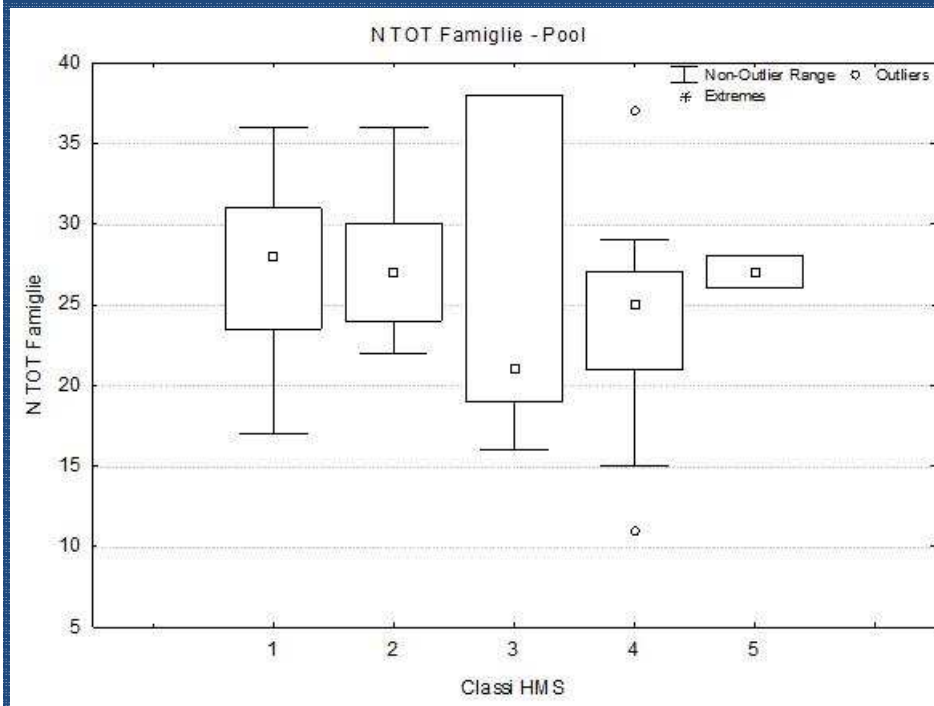
Intercalibration Common Metrics (ICMs) used in the STAR ICMi						
Type	Metric type	Metric name	Taxa considered in the metric	Literature reference	weight	
Tolerance	Index	ASPT	Whole community (Family level)	e.g. Armitage et al., 1983	0.333	
Abundance/ Habitat	Abundance	Log <sub>10</sub> (Sel_EPTD +1)	Log(sum of Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae & Nemouridae)	Buffagni et al., 2004; Buffagni & Erba, 2004	0.266	
	Abundance	1-GOLD	1 - (relative abundance of Gastropoda, Oligochaeta and Diptera)	Pinto et al., 2004	0.067	
Richness and Diversity	Taxa number	Total number of Families	Sum of all Families present at the site	e.g. Ofenböch et al., 2004	0.167	
	Taxa number	number of EPT Families	Sum of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera taxa	e.g. Ofenboch et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083	
	Diversity index	Shannon-Wiener diversity index	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left( \frac{n_i}{A} \right)$	e.g. Hering et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083	



# Valutazione della variabilità naturale (solo siti High-Good): analisi delle metriche biologiche – FIUMI Sardegna



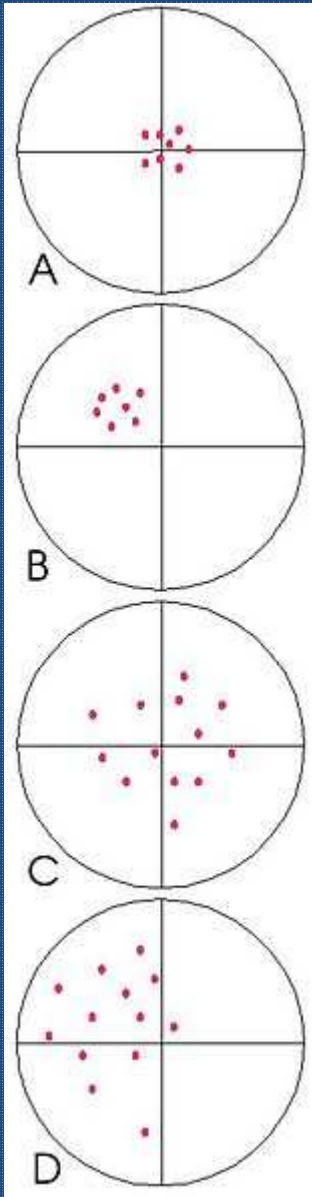
# Valutazione della variabilità antropica: analisi delle metriche biologiche – FIUMI Sardegna





# WFD: quantificazione dell'incertezza della classificazione: ma cosa importa davvero?

## Condizioni biologiche di riferimento??

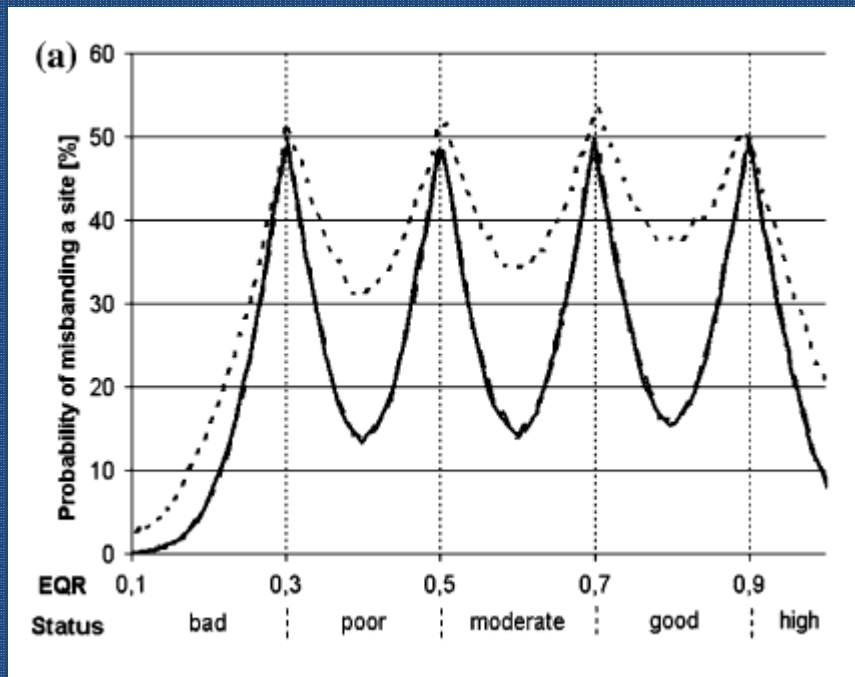


A conceptual example of accuracy and precision of a series of data (red dots).

- A- Precise and accurate
- B- Precise but not accurate
- C- Accurate but imprecise
- D- Not accurate nor precise

[http://it.wikipedia.org/wiki/File:Accuracy\\_and\\_precision\\_example.jpg](http://it.wikipedia.org/wiki/File:Accuracy_and_precision_example.jpg)





Staniszewski, Szoszkiewicz, Zbierska, Lesny, Jusik & Clarke. 2006. Hydrobiologia (2006) 566:235–246

**INHABIT – stima precisione  
→ STARBUGS (Clarke)**

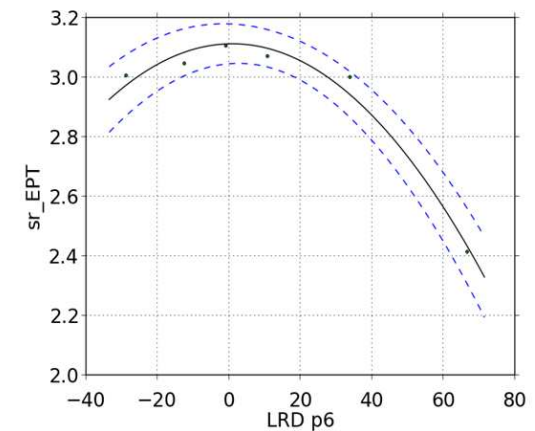
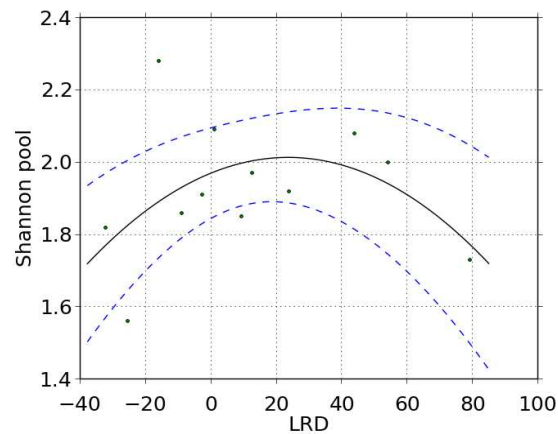
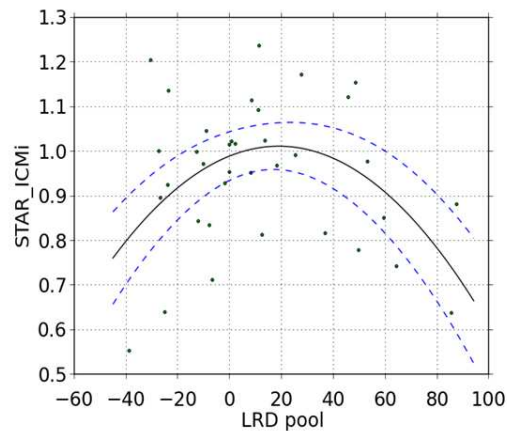
**06 SS XX - Classificazione: valori medi per sito**

SITO	Stato Ecologico	%high	%good	%moderate	%poor	%bad	%HG	livello di rischio MI
1	BUONO	0.3	56.2	43.4	0.1	0	56.5	probabilmente a rischio
2	ELEVATO	58.8	41.2	0.1	0	0	100	non a rischio
3	BUONO	37.9	61.8	0.3	0	0	99.7	non a rischio
4	BUONO	34.7	64.8	0.5	0	0	99.5	non a rischio
5	BUONO	0.3	57.5	42.2	0.1	0	57.8	probabilmente a rischio

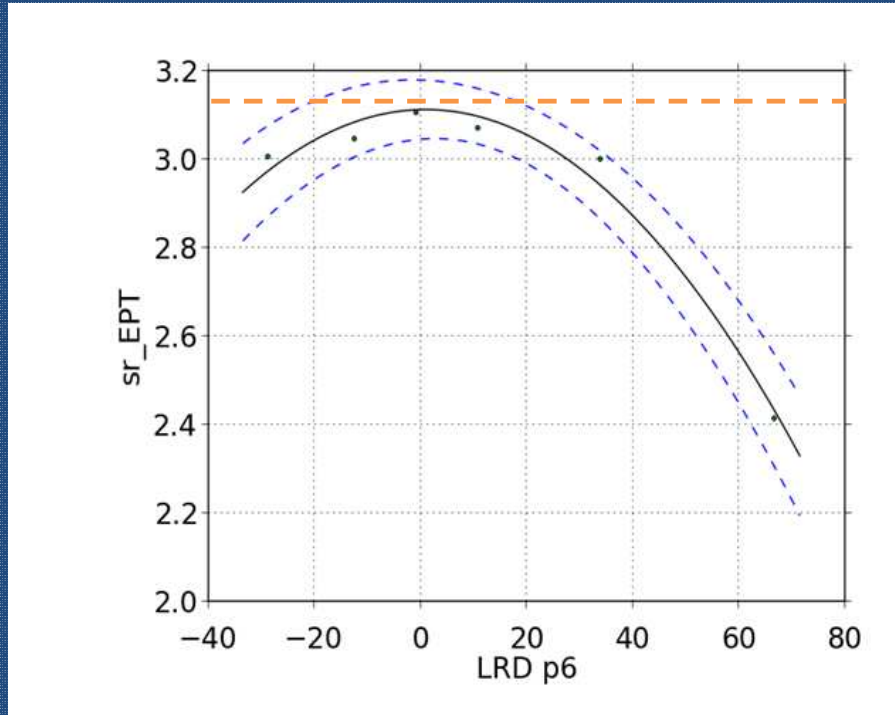


# Habitat control on biota: Lentic-Lotic character

'Pool' mesohabitat / Sardinia REF&slightly perturbed sites		STAR_ICMi	STAR_ICMi	ASPT	sr_FAM	sr_EPT	arcsinr_1-GOLD	Shannon	log(SeI(EPTD+1))
		all samples						NS	
LRD (Reach scale, 500 m)	p	0.025	<b>0.006</b>	<b>0.017</b>	<b>0.002</b>	<b>0.003</b>	<b>0.020</b>	0.319	<b>0.060</b>
	sl	*	**	*	***	***	*	NS	(*)
	F	4.1	<b>9.8</b>	<b>20.9</b>	<b>14.3</b>	<b>71.6</b>	<b>19.1</b>	1.3	<b>8.3</b>
	R-sq adj	0.15	0.61	0.89	0.71	0.97	0.88	0.05	0.74
	AIC	-0.9	-2.6	-2.4	-0.7	-2.9	-3.6	-0.4	-1.5
	F/ass_AIC	4.8	3.8	8.7	19.4	24.5	5.3	3.5	5.6

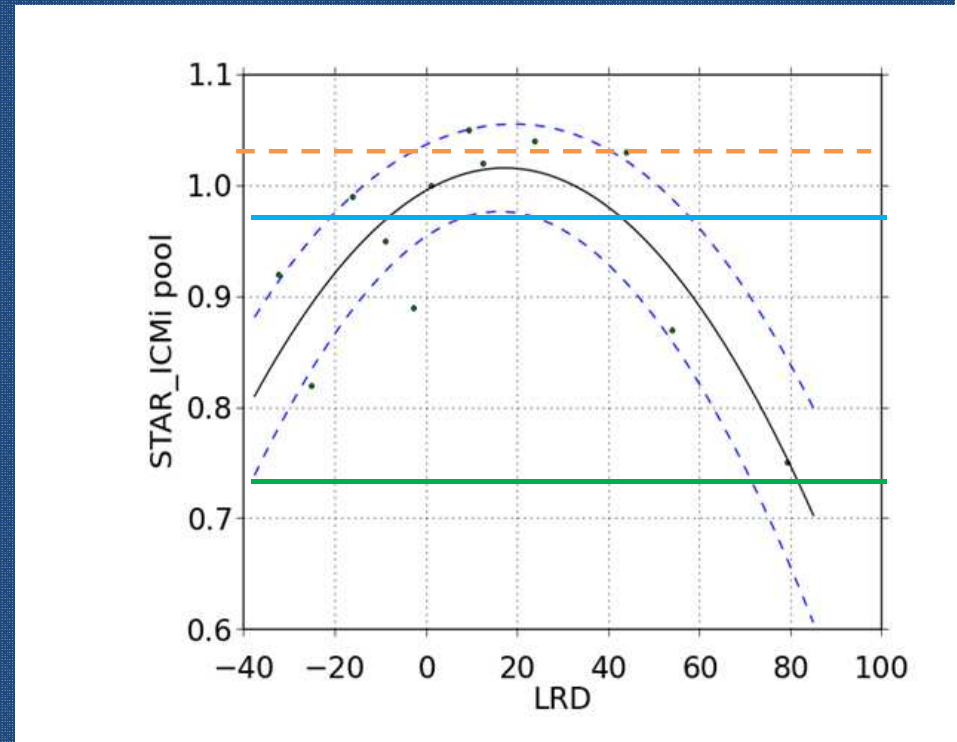


# Classificazione accurata??



REF value  
EPT: 10 ( $3.16^2$ )  
STAR\_ICMi: 1.019

Class boundaries  
HG: 0.97  
GM: 0.73

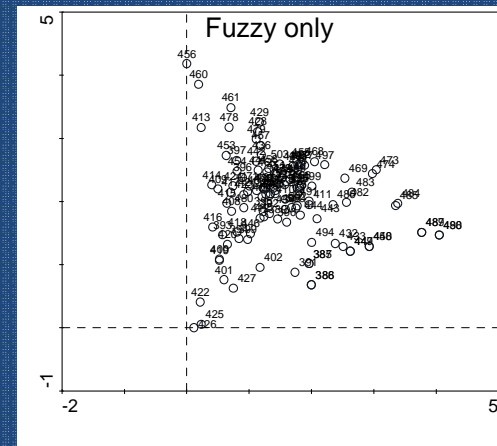
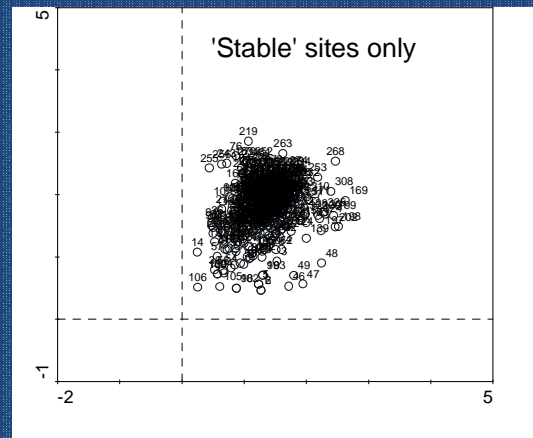


GIOVANI IDEE PER LA VALORIZZAZIONE  
DEGLI AMBIENTI FLUVIALI



# Typology: Fuzzy areas – Cyprus example

- A simple temporary vs. perennial type is an over-simplistic classification of Cyprus river. *Fuzzy zones/areas* (Uys & O’Keeffe, 1997), i.e. the flow character of rivers changes seasonally and yearly, are an important component of the system.
- Preliminarily, Baetidae abundances were used to classify stable vs. fuzzy sites
- By mean of multivariate analyses, a series of ordination has shown that clear relationship between environmental drivers and biological communities were observed only when accounting for this typological difference



# Typology

- A potential approach to address hydrological uncertainty in ecological assessment is currently under development in the LIFE+ INHABIT project
- A correction factor for benthic metric values can be derived based on the LRD index

LRDp	STAR_
------	-------

Coefficient and Fit Statistics

From `scipy.odr.odrpack` and <http://www.scipy.org/Cookbook/OLS>

Degrees of freedom (error): 8

Degrees of freedom (regression): 2

Chi-squared: 0.023995464455

R-squared: 0.810097452088

R-squared adjusted: 0.762621815109

Model F-statistic: 17.0634351354

**Model F-statistic p-value: 0.001**

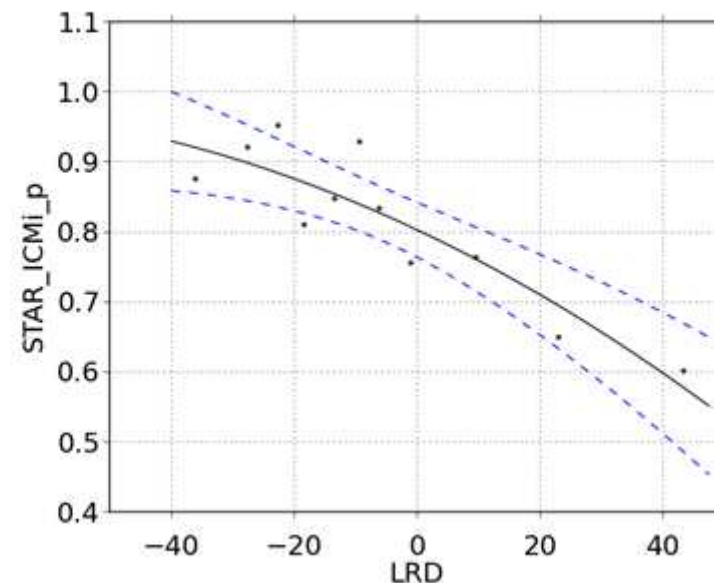
Model log-likelihood: 18.0944975966

AIC: -2.74445410847

BIC: -2.63593721589

Root Mean Squared Error (RMSE): 0.0467055227949

STAR\_ICMip vs. LRD with 95% confidence intervals



Polynomial fitting ( $y = a + bx + cx^2$ ) of STAR\_ICMi as a function of LRD for POOL samples



Grazie per l'attenzione!!



Milano, 5 Ottobre 2012

# Hydrological characterization – Cyprus rivers

- Hydrological measuring stations and the biomonitoring networks are usually paired across the country
- WDD has performed a preliminary hydrological classification based on the Indicators of Hydrological Alteration (IHA) and Oueslati et al. (2010)

Type Code	Type name	Type characteristics
1a	PERENNIAL	less than 4 dry weeks
1b	PERENNIAL HIGHLY PREDICTABLE	less than 4 dry weeks, Colwell's predictability around 0.6
1c	PERENNIAL (ARTIFICIAL PERENNIAL)	non-natural perennial flow (sewage outfall u/s, ...)
2a	INTERMITTENT	Dry period 1-4 ½ months, R-B index <0.4
2b	INTERMITTENT FLASHY	Dry period 1-4 ½ months, R-B index 0.4-0.8
3a	PROLONGED INTERMITTENT	Dry period 4 ½ - 8 months, R-B index <0.4
3b	PROLONGED INTERMITTENT FLASHY	Dry period 4 ½ - 8 months, R-B index 0.4-0.8
4a	HARSH INTERMITTENT	Dry period 8-11 months, R-B index <0.4
4b	HARSH INTERMITTENT FLASHY	Dry period 8-11 months, R-B index 0.4-0.8
4c	HARSH INTERMITTENT HIGHLY FLASHY	Dry period 8-11 months, R-B index 0.8-1.2
5	EPHEMERAL/EPISODIC HYPERFLASHY	Flow period < 1 month, R-B index >1.2



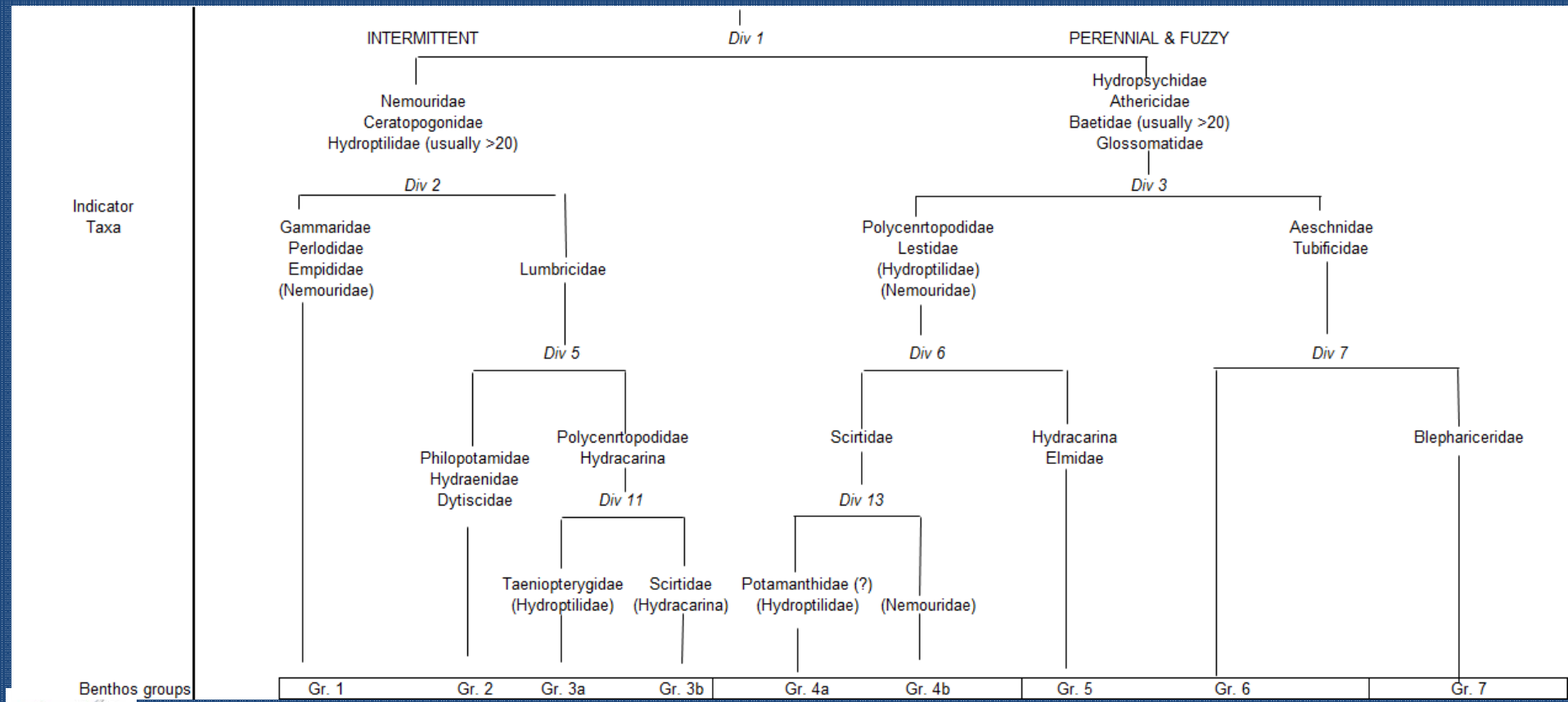
- Issue: natural regime modelling of impaired sites currently not available





# Typology

- Can we develop a biologically valid typology that account for the hydrological gradient experienced in Cyprus rivers?

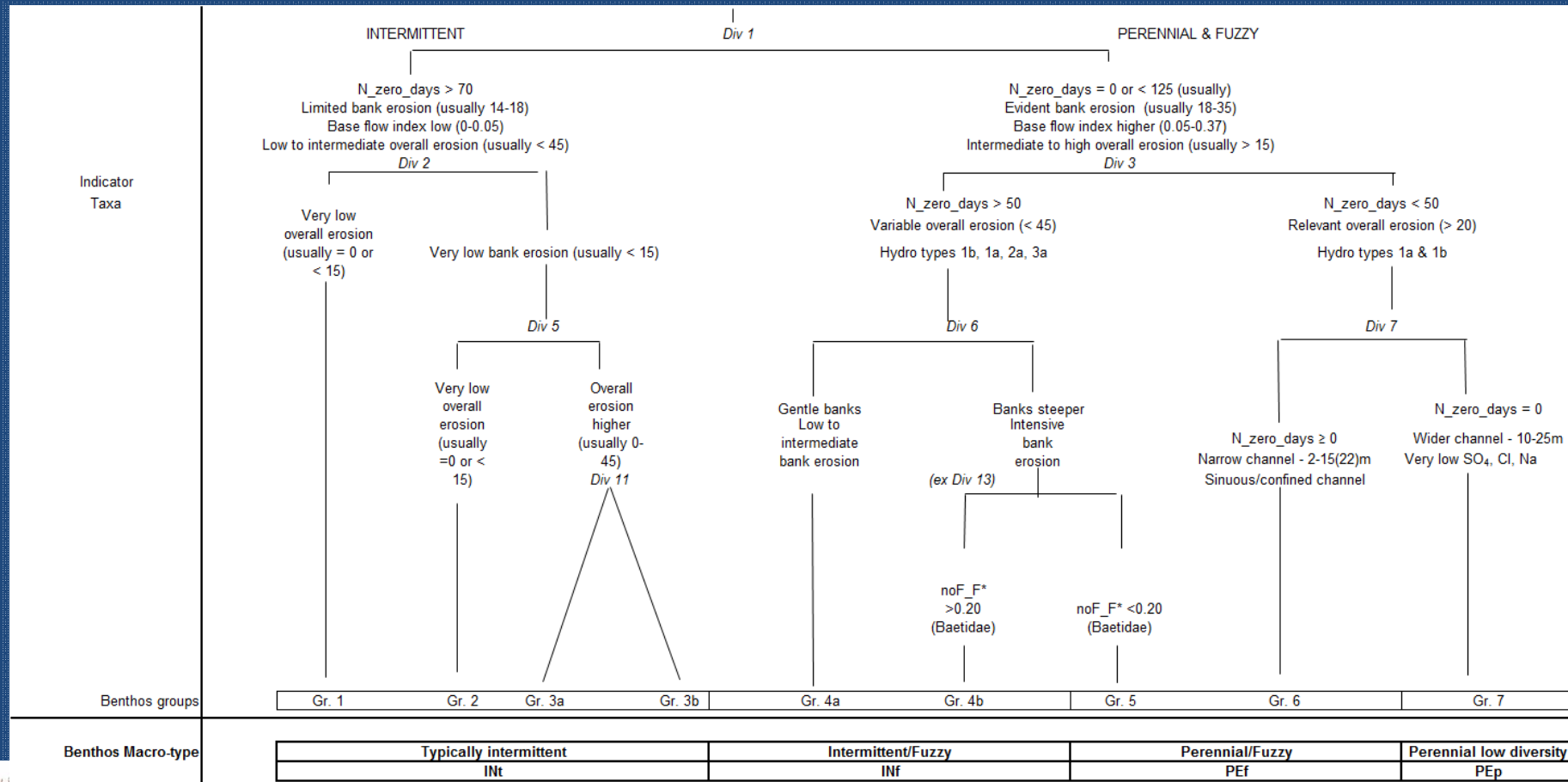


By mean of a TWINSpan analysis, the main biological clusters were identified



# Typology

- Can we develop a biologically valid typology that account for the hydrological gradient experienced in Cyprus rivers?



Biological clusters were interpreted by mean of a range of environmental information



# Valutazione dell'ambiente

## Analisi Multivariata di

Axes

Eigenvalues :

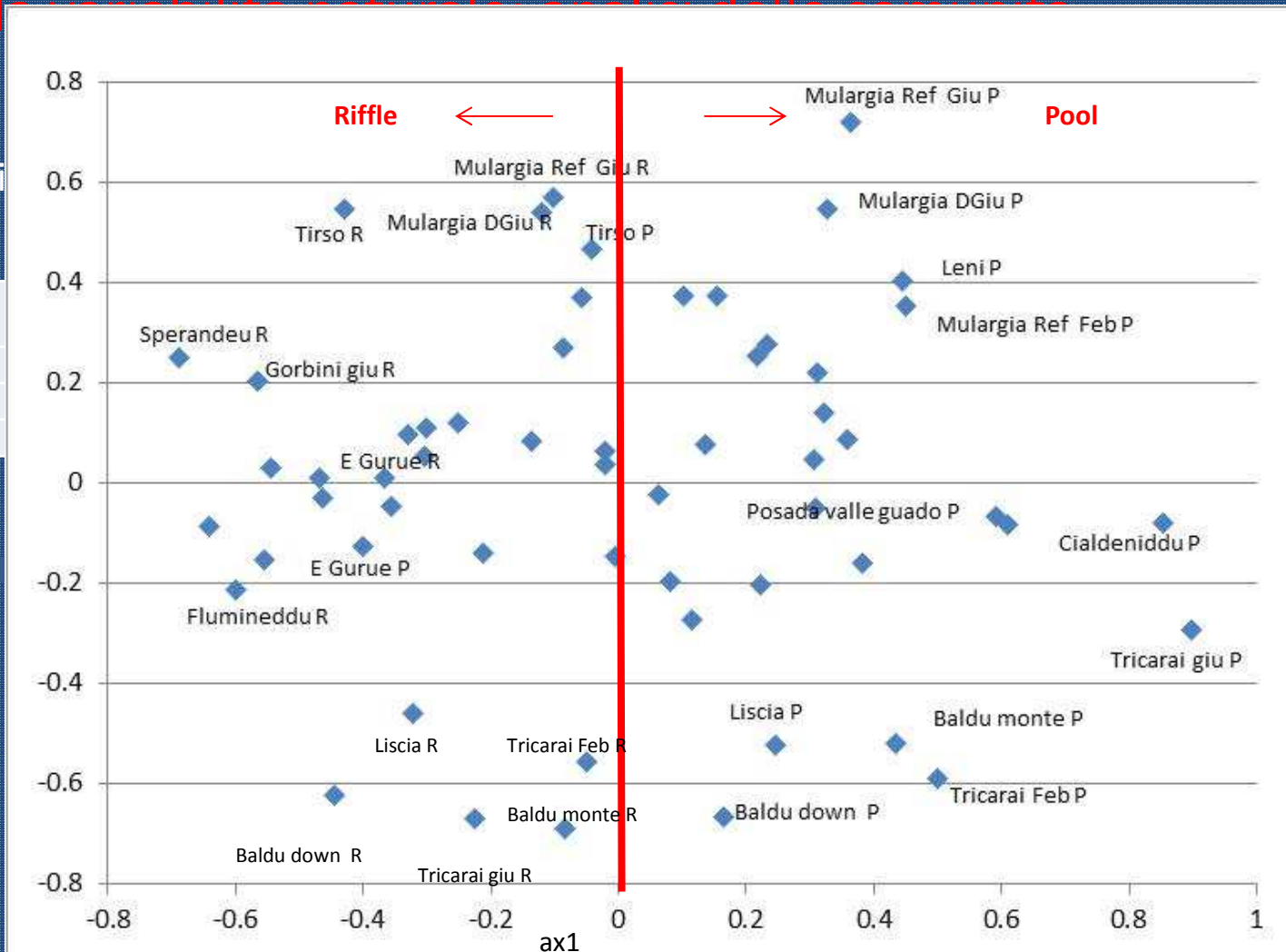
Species-environment correlations :

### Correlazioni asse 1

LRDtot	0.5178
Vmean_R	-0.6138

### Correlazione ax1, no LRD

wi_mean	-0.3305
HQA	0.3016



# Riflessioni

- Importanza dell'LRD → dalle alpi al mediterraneo
- Necessità di correggere le metriche sulla base del carattere lenticoloitico al fine di quantificare le risposte delle biocenosi all'alterazione antropica in maniera più accurata



# Valutazione della variabilità antropica: analisi delle comunità bentoniche – FIUMI Sardegna (2)

Analisi Multivariata di **ordinamento** (PCA) tutti i campioni

Eigenvalues	:	0.144	0.107	0.084	0.069	1
Species-environment correlations	:	0.861	0.764	0.852	0.64	

Correlazione ax1

LRDtot_s	0.4332
Vmean_R	-0.5132

Correlazione ax2

N-NO3	-0.3432
pH	-0.2912
HMS	0.1815
LUIcara	0.2191
alt	-0.5817

