DOCUMENTO STRATEGICO DELLE ACQUE DEL SEBINO

COMUNITÀ MONTANA DEL MONTE BRONZONE E DEL BASSO SEBINO
Provincia di Bergamo

COORDINARSI PER AGIRE INSIEME
SULLE ACQUE DEL SEBINO

Progetto finanziato con il contributo della Fondazione Cariplo
Bando: Gestione Sostenibile delle Acque

fondazione cariplo

IL Lago dal Cielo

DALLE ANALISI ALLE AZIONI

AZIONE 4

"Definizione del danno ambientale correlato agli utilizzi della risorsa idrica e analisi economica rispetto ai benefici"

Dott. Ing. Massimo Sartorelli
(G.R.A.I.A. S.r.l.)

Le Finalità dell'Azione

Individuare una metodologia di identificazione del danno ambientale arrecato al sistema lago dagli utilizzi attuali.

FASE 1: validazione della base di informazioni disponibili e completamento del quadro conoscitivo

→ SCHEDE MONOGRAFICHE

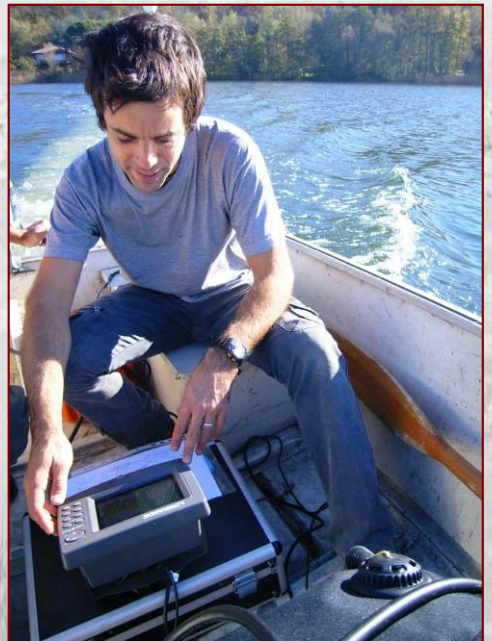
FASE 2: analisi statistica dei livelli lacuali, individuazione degli indicatori e definizione di una metodologia di valutazione.

→ CARTOGRAFIA TEMATICA E SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE PER LA VALUTAZIONE DEL DANNO AMBIENTALE

FASE 3: ricerca di altre metodologie per la valutazione del danno ambientale e applicazione a un caso pilota

La Fase 1

Ricognizione lungo l'intero perimetro del lago, volto alla realizzazione di un database informativo georeferenziato da utilizzare in sede di elaborazione dei dati.



La Fase 1

Schede monografiche

- *Georeferenziazione dei tratti*
- *Litologia del fondale*
- *Litologia della riva*
- *Uso del suolo*
- *Macrofite sommerse*
- *Canneto*
- *Strutture di difesa spondale*
- *Habitat riproduttivi per la fauna*

DATI GENERALI

Progressivo scheda	6	**Provincia**	Bergamo
Lunghezza tratto	232 *m*	**Comune**	Sarnico
Uso prevalente del suolo al di sopra della fascia di regolazione			abitazioni

INQUADRAMENTO (1 : 10.000)

VISTA DI INSIEME

FASCIA PERENNEMENTE SOMMERSA (sotto la quota di -30 cm rispetto allo Zero idrometrico)

Litologia del fondale entro i 50 m dalla costa	limo
Macrofite sommerse - grado di copertura	sporadico
Macrofite sommerse - tipologia	*Vallisneria spiralis*

FASCIA DI REGOLAZIONE (tra -30 cm e +110 cm rispetto allo Zero idrometrico)

ELEMENTI NATURALI

Presenza di una fascia "naturale" NO

Pendenza

Litologia

Quota sommitale < -30 cm

Fascia di canneto

grado di copertura assente

profondità

Potenzialità come habitat riproduttivo

Potenzialità per la riproduzione di specie ittiche litofile nulla

Potenzialità per la riproduzione di specie ittiche fitofile nulla

Potenzialità per la riproduzione di avifauna nulla

ELEMENTI ARTIFICIALI

Presenza di opere di protezione **SI**

Tipologia pali in legno fino a +30 cm rispetto allo Zero idrometrico e muro in sassi cementati oltre tale quota

Quota al piede < -30 cm rispetto allo Zero idrometrico

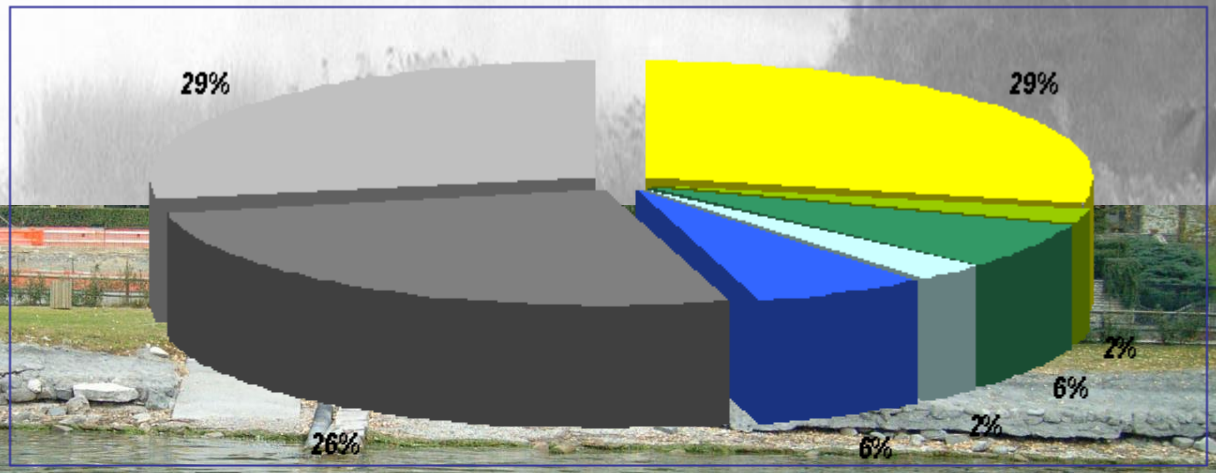
Pendenza 90°

Stato cattivo fino a +30 cm rispetto allo Zero idrometrico e buono oltre tale quota

La Fase 2

Elaborazione statistica dei dati raccolti durante il rilievo delle sponde

Litologia del fondale entro 50 m dalla linea di costa



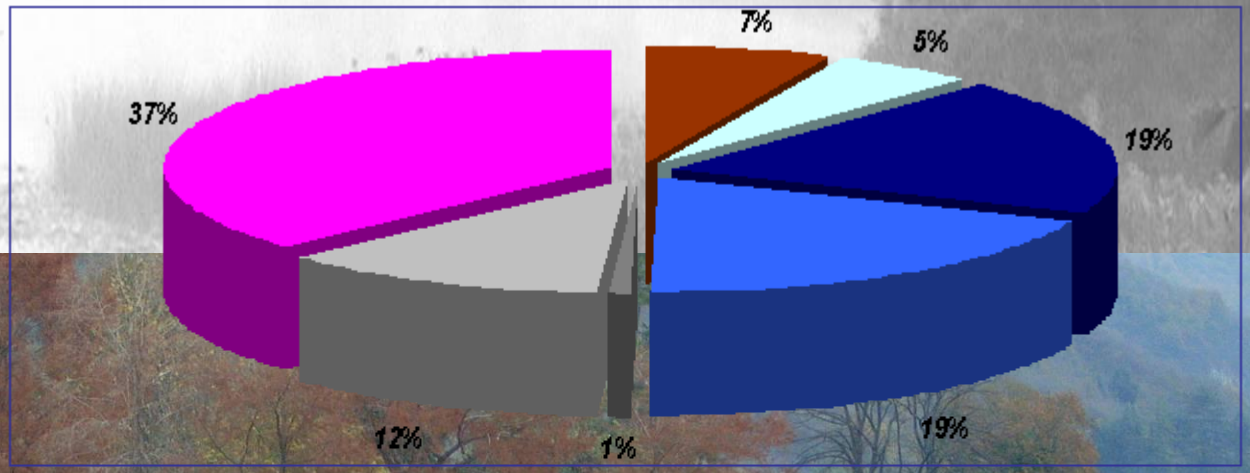
km di sponda	limo	limo e ghiaia	limo e massi	ghiaia	ciottoli e massi	roccia e massi	roccia
Bergamo	7,2	-	3,9	1,1	4,7	7,8	6,8
Brescia	14,1	1,6	1,0	0,7	-	12,1	14,4
Totale	21,3	1,6	4,8	1,9	4,7	19,9	21,1

La Fase 2

Elaborazione statistica dei dati raccolti durante il rilievo delle sponde

Litologia della sponda all'interno

Della fascia di regolazione

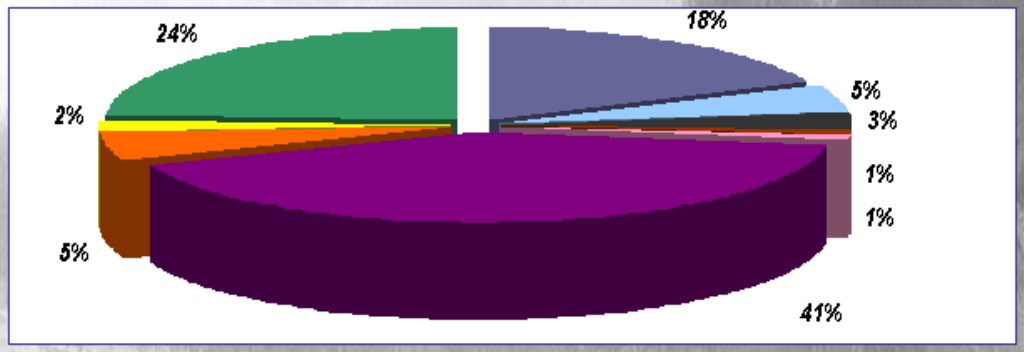


km di sponda	terra	ghiaia	ghiaia e ciottoli	ciottoli e massi	roccia e massi	roccia	completamente artificiale
Bergamo	1,4	2,2	3,6	7,7	0,6	3,7	12,5
Brescia	3,6	1,9	10,9	6,7	-	5,2	15,5
Totale	5,0	4,0	14,5	14,4	0,6	8,9	27,9

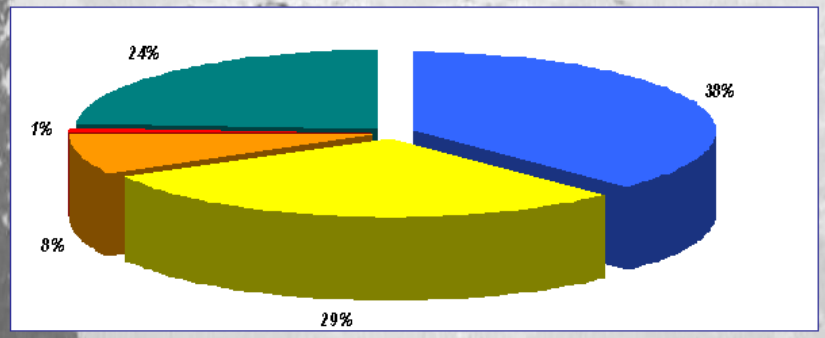
La Fase 2

Elaborazione statistica dei dati raccolti durante il rilievo delle sponde

Opere di difesa spondale: tipologia e stato



km di sponda	muro in c.a.	muro in c.a. + muro in sassi cem.	pali in c.a. + altra struttura	pali in legno + muro in sassi cem.	muro a secco	muro in sassi cem.	scogliera a secco	scogliera intasata	sponda naturale
Bergamo	6,4	0,3	0,5	0,7	0,6	11,9	3,0	0,8	7,4
Brescia	7,2	3,3	1,8	-	-	19,2	0,8	0,8	10,8
Totale	13,6	3,6	2,3	0,7	0,6	31,1	3,8	1,6	18,1

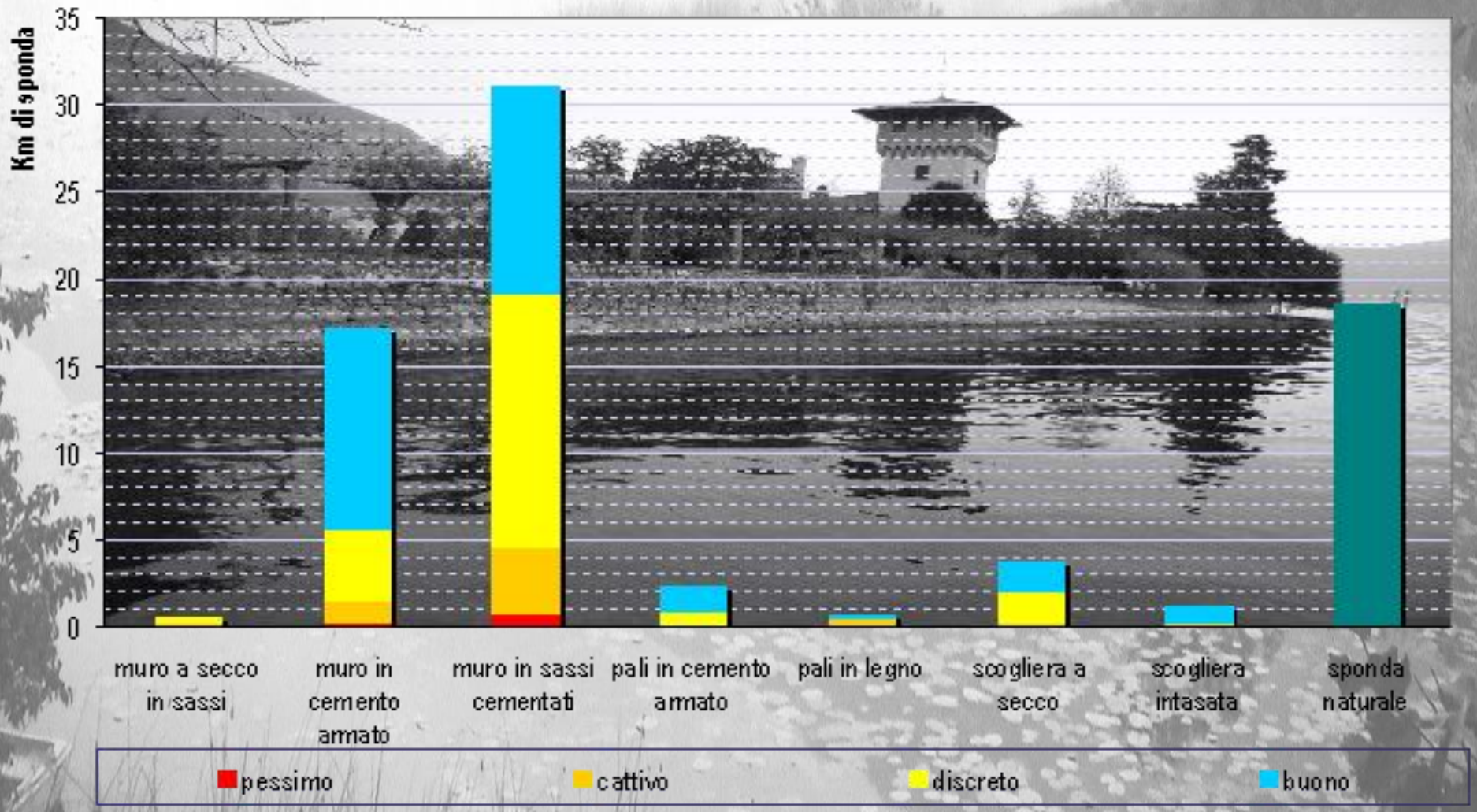


km di sponda	buono	discreto	cattivo	pessimo	sponda naturale
Bergamo	13,1	8,9	1,8	0,3	7,4
Brescia	15,1	13,3	4,4	0,5	10,6
Totale	28,2	22,2	6,2	0,8	18,0

La Fase 2

Elaborazione statistica dei dati raccolti durante il rilievo delle sponde

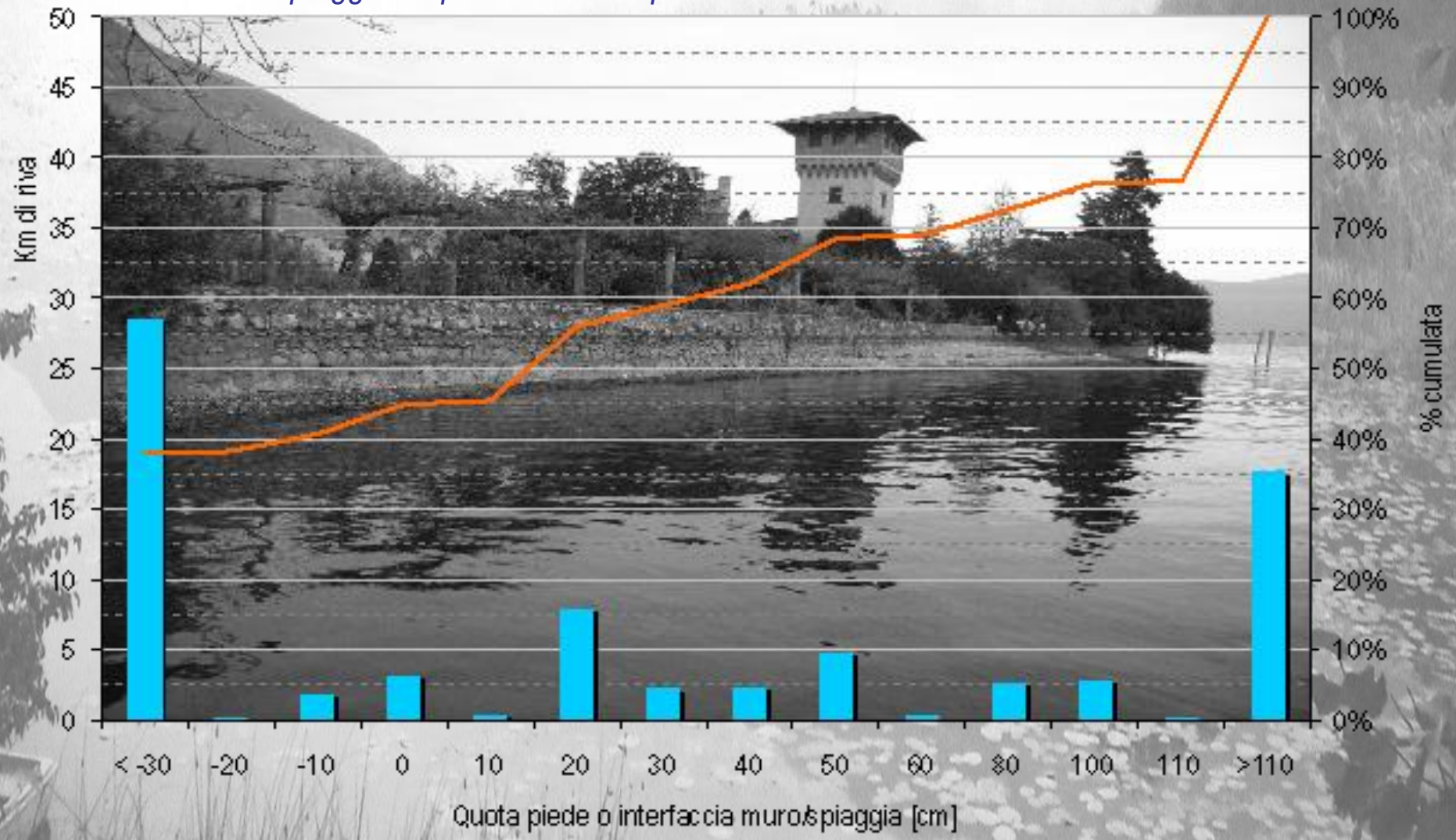
Opere di difesa spondale: tipologia e stato



La Fase 2

Elaborazione statistica dei dati raccolti durante il rilievo delle sponde

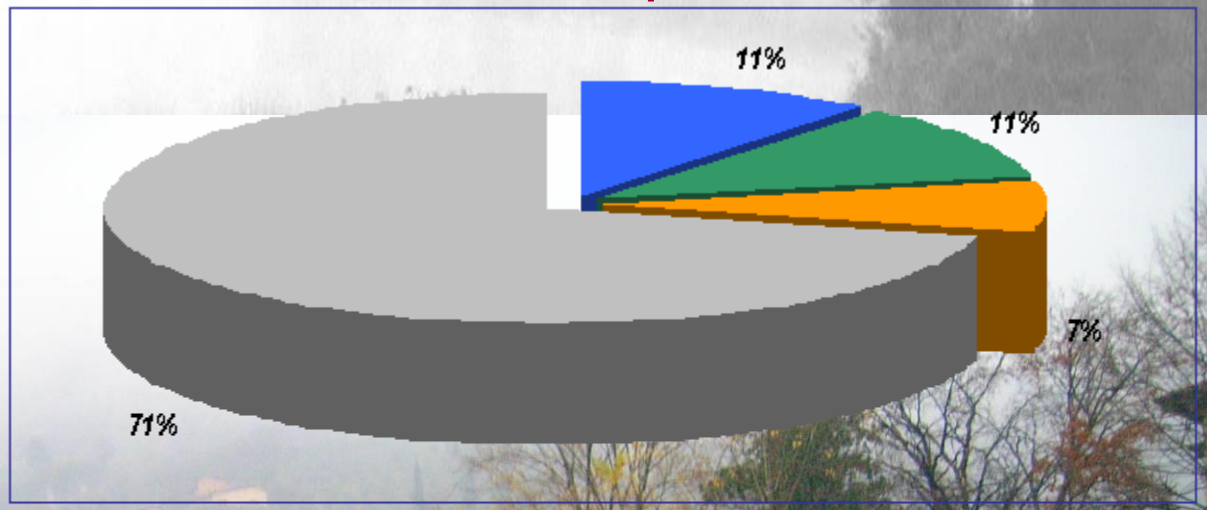
Quota dell'interfaccia spiaggia – opera di difesa spondale



La Fase 2

Elaborazione statistica dei dati raccolti durante il rilievo delle sponde

Fauna ittica: specie litofile

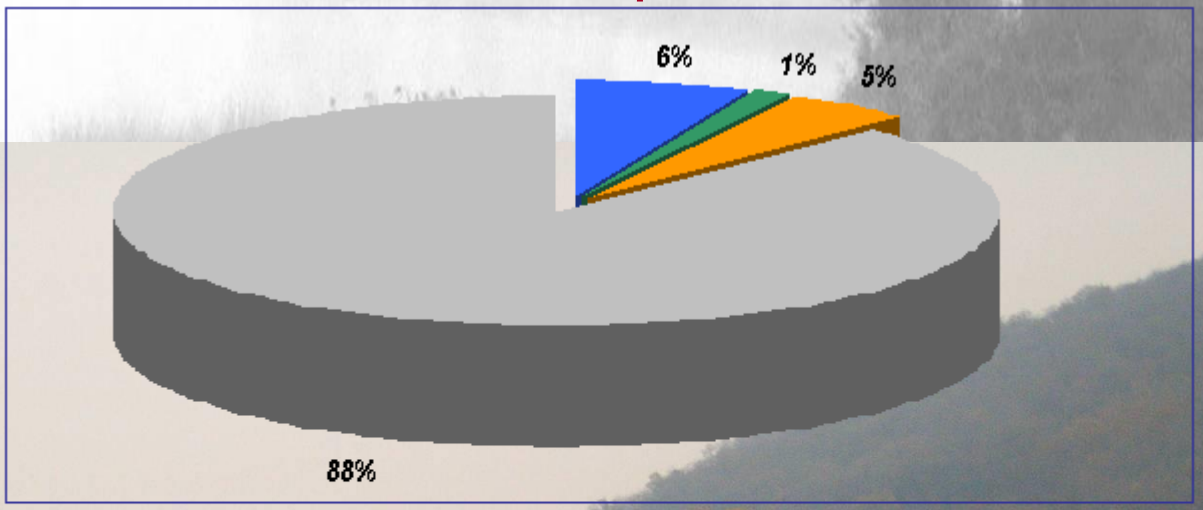


km di sponda	alta	media	bassa	nulla
Bergamo	6,2	4,3	1,6	19,4
Brescia	2,0	3,8	3,8	34,2
Totale	8,2	8,2	5,5	53,5

La Fase 2

Elaborazione statistica dei dati raccolti durante il rilievo delle sponde

Fauna ittica: specie fitofile

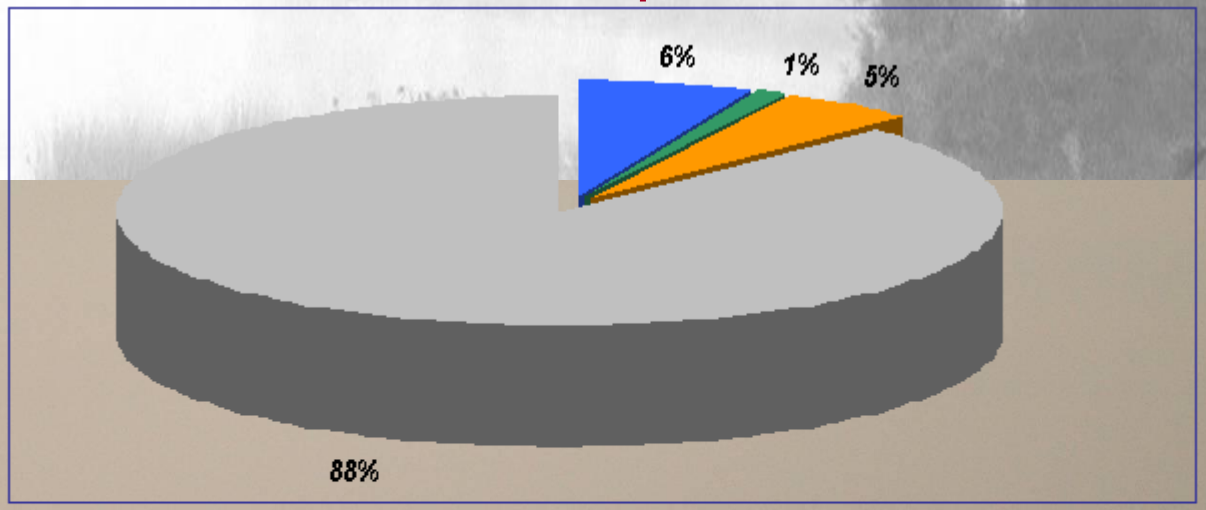


km di sponda	alta	media	bassa	nulla
Bergamo	0,9	0,1	1,7	28,9
Brescia	4,0	0,9	1,8	37,1
Totale	4,8	1,1	3,5	66,0

La Fase 2

Elaborazione statistica dei dati raccolti durante il rilievo delle sponde

Avifauna

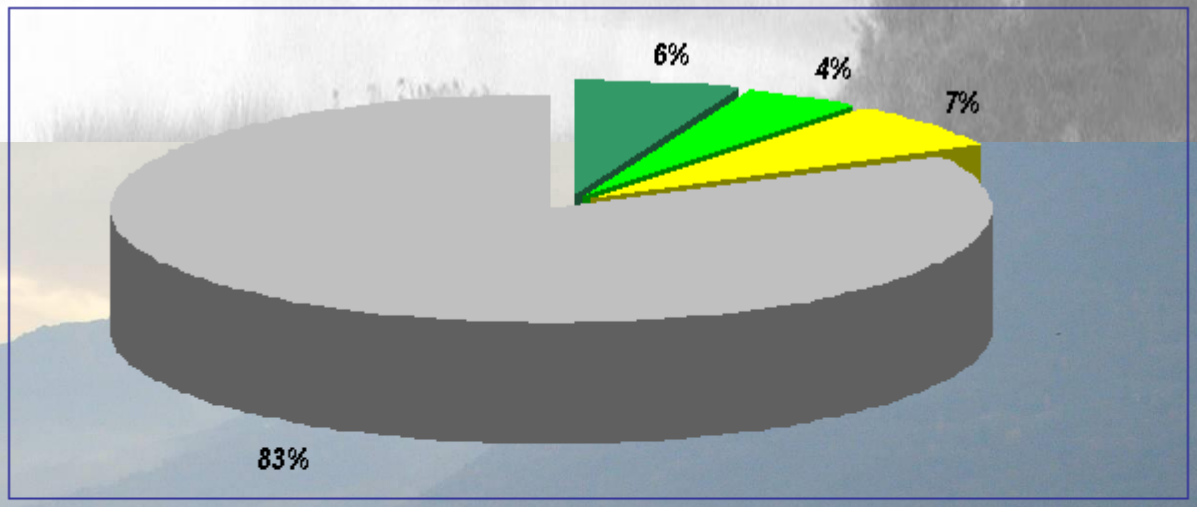


km di sponda	alta	media	bassa	nulla
Bergamo	0,8	0,2	2,2	28,4
Brescia	4,0	0,8	1,4	37,6
Totale	4,8	1,0	3,6	66,0

La Fase 2

Elaborazione statistica dei dati raccolti durante il rilievo delle sponde

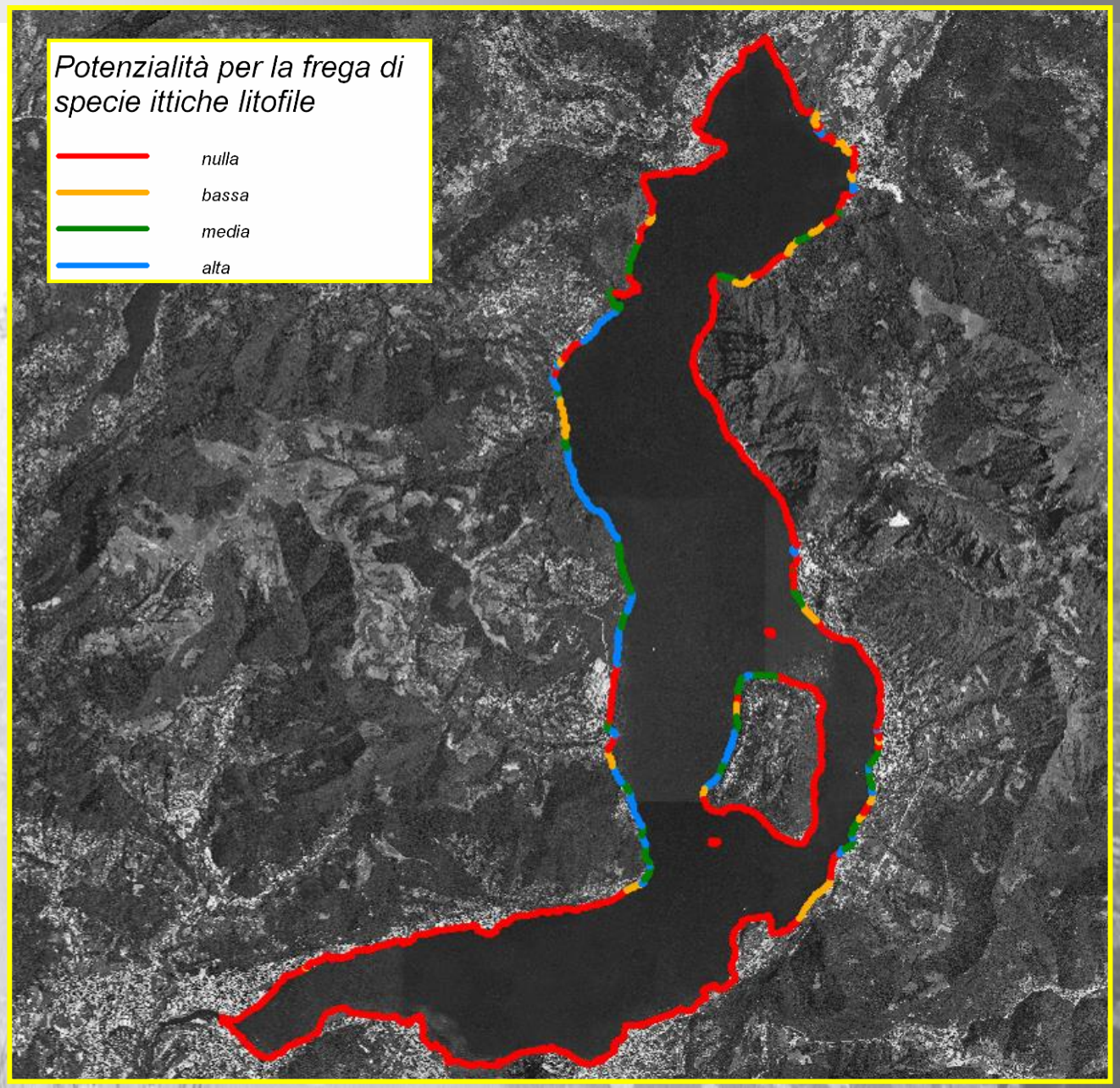
Canneto



km di sponda	continuo	irregolare	sporadico	assente	superficie totale stimata [ha]
Bergamo	1,0	1,6	0,7	28,2	**6**
Brescia	3,6	1,8	4,3	34,2	**85**
Totale	4,6	3,4	4,9	62,4	**91**

La Fase 2

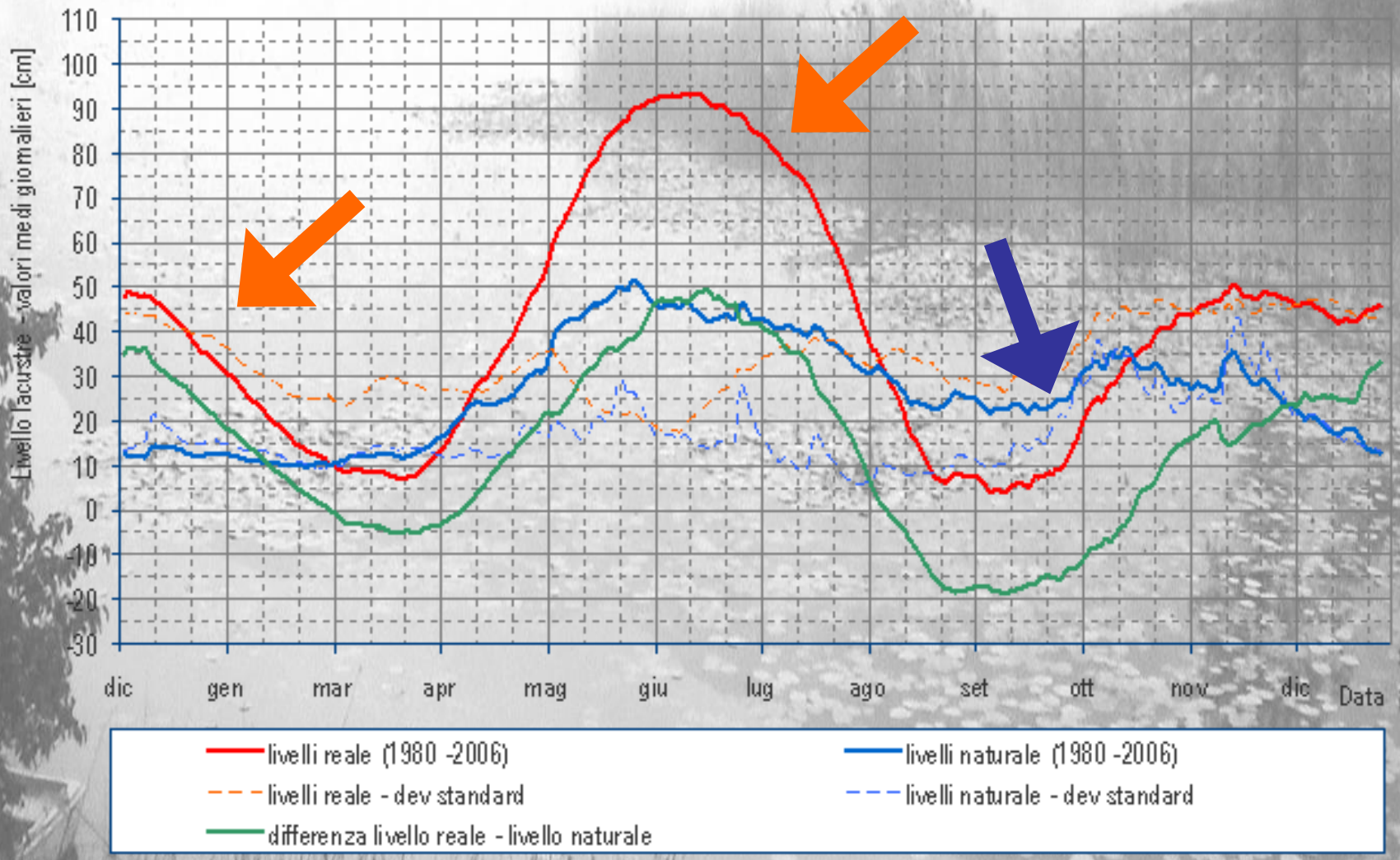
Cartografia tematica



La Fase 2

Elaborazione statistica dei livelli lacustri

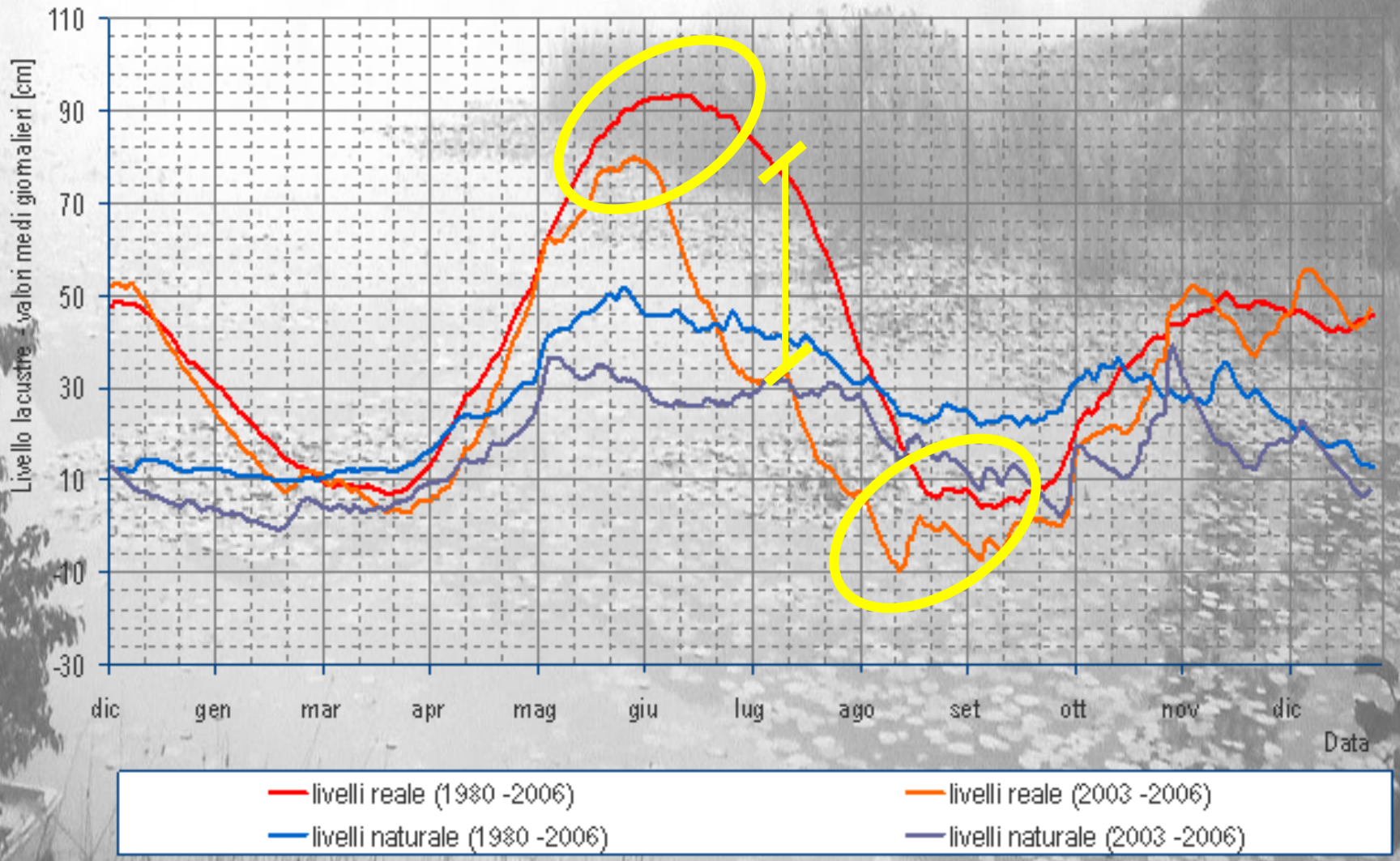
Andamento del livello lacustre nell' "anno medio": livello reale, livello naturale e differenza



La Fase 2

Elaborazione statistica dei livelli lacustri

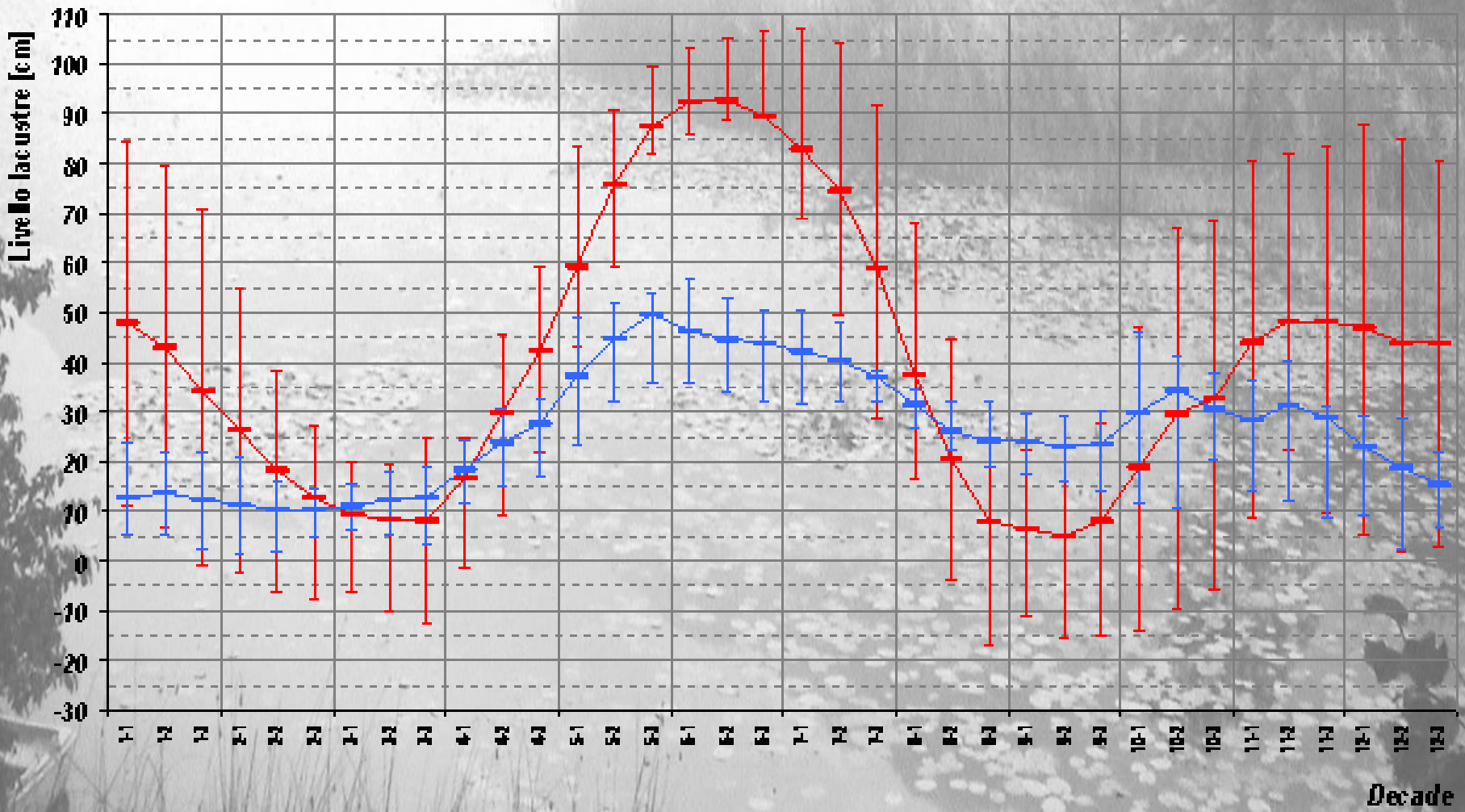
Andamento del livello lacustre nell' "anno medio": la scarsa piovosità degli ultimi anni



La Fase 2

Elaborazione statistica dei livelli lacustri

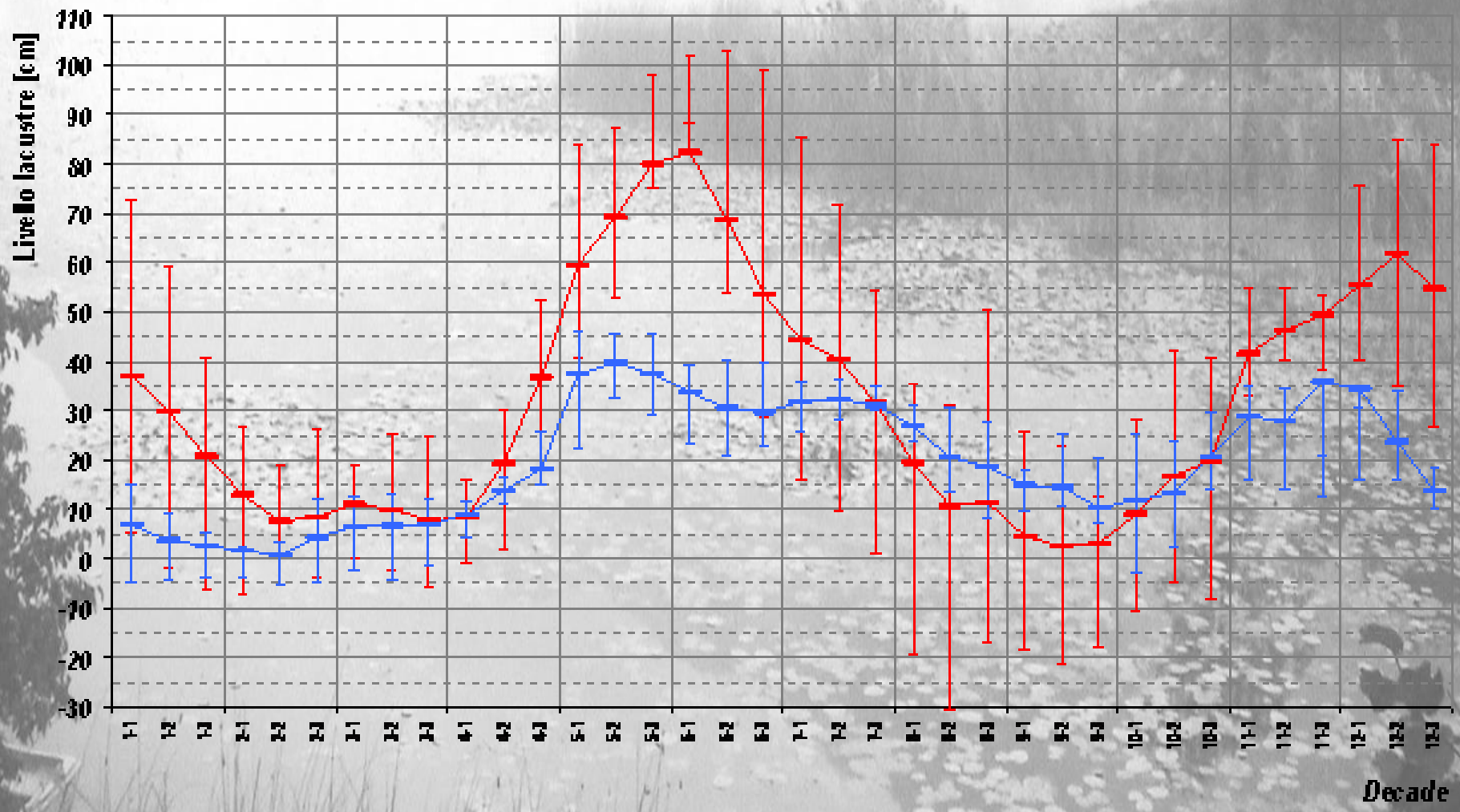
Analisi statistica per decadi: media, 25° percentile e 75° percentile (1980-2006)



La Fase 2

Elaborazione statistica dei livelli lacustri

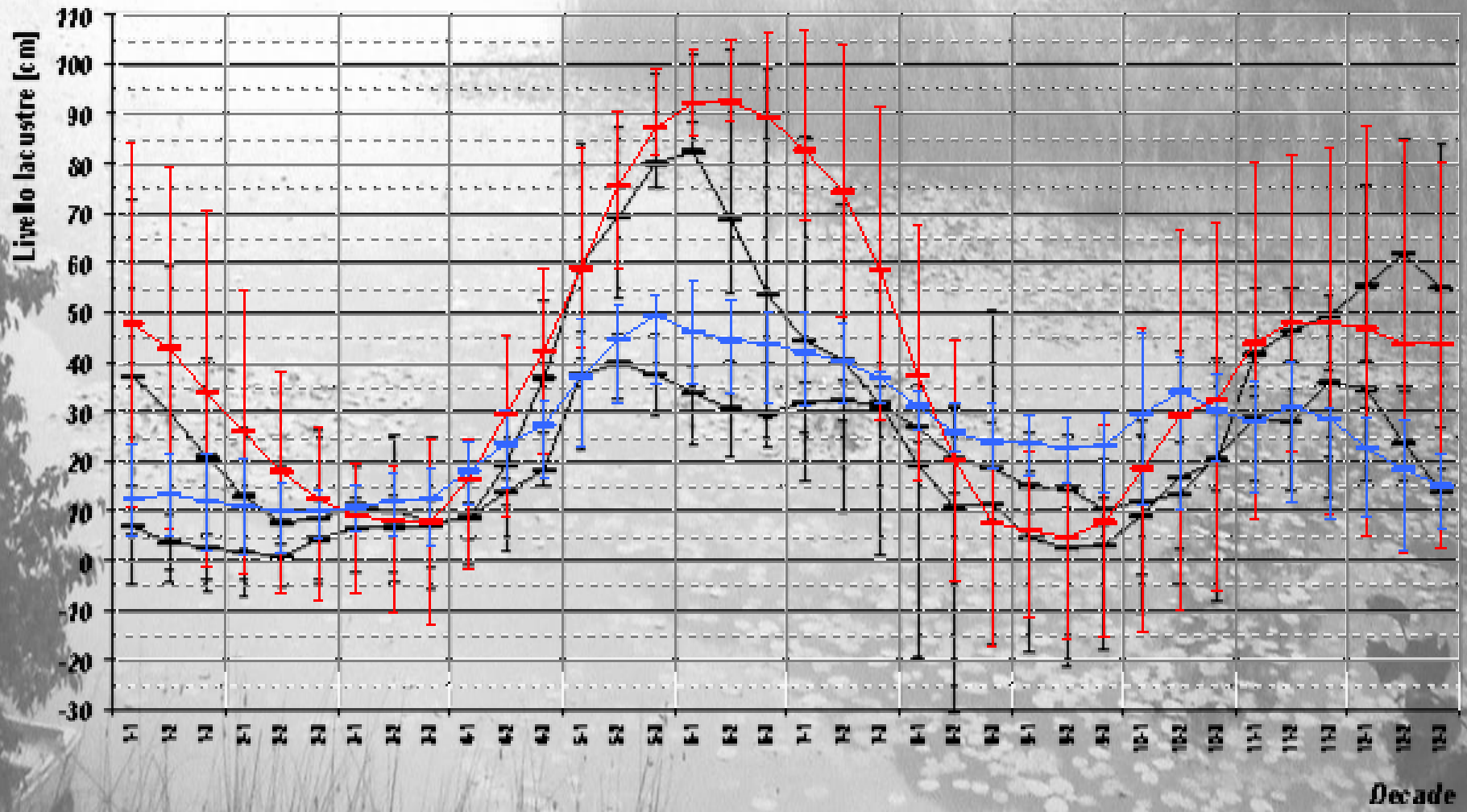
Analisi statistica per decadi: media, 25° percentile e 75° percentile (2003-2006)



La Fase 2

Elaborazione statistica dei livelli lacustri

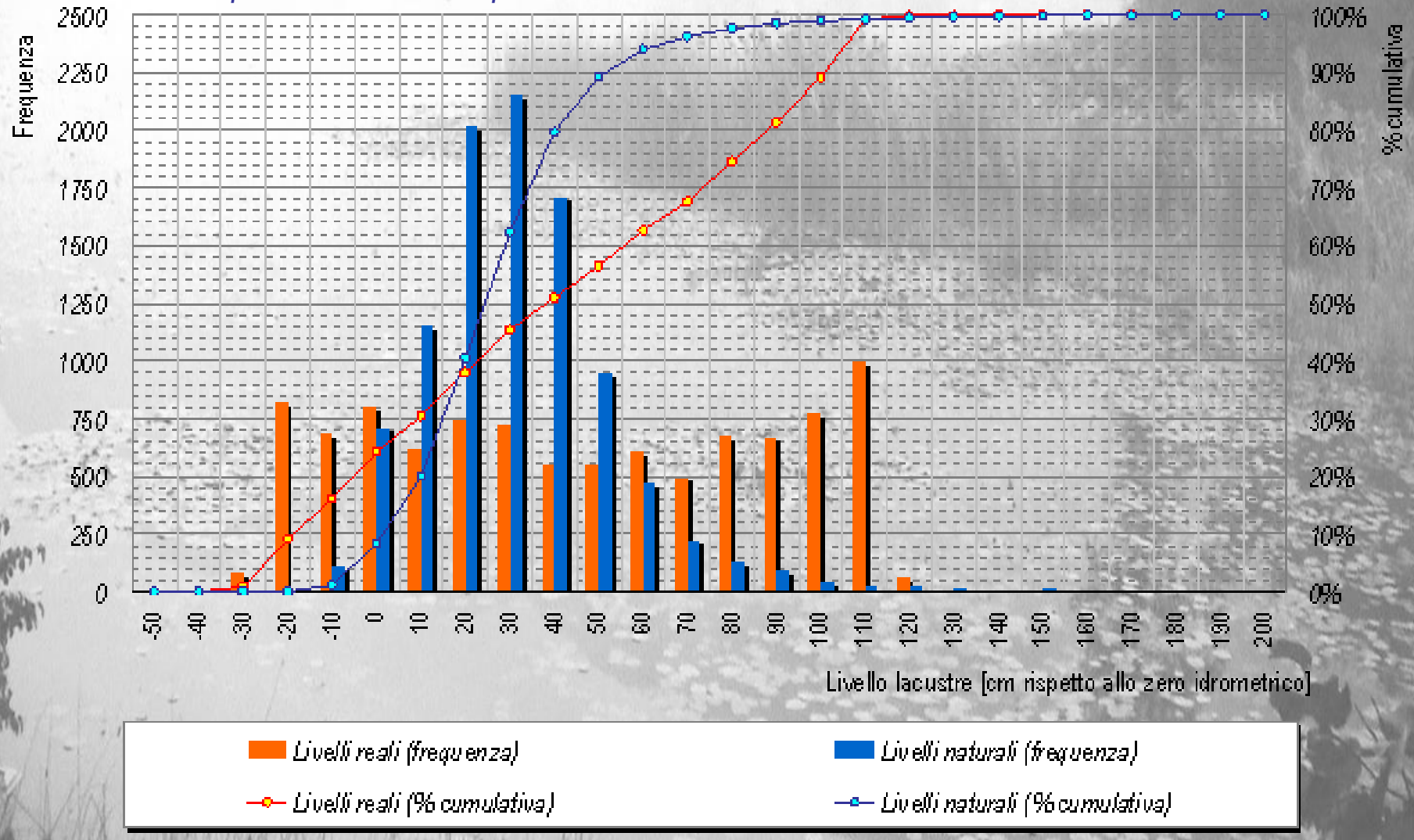
Analisi statistica per decadi: media, 25° percentile e 75° percentile – confronto tra i due set di dati



La Fase 2

Elaborazione statistica dei livelli lacustri

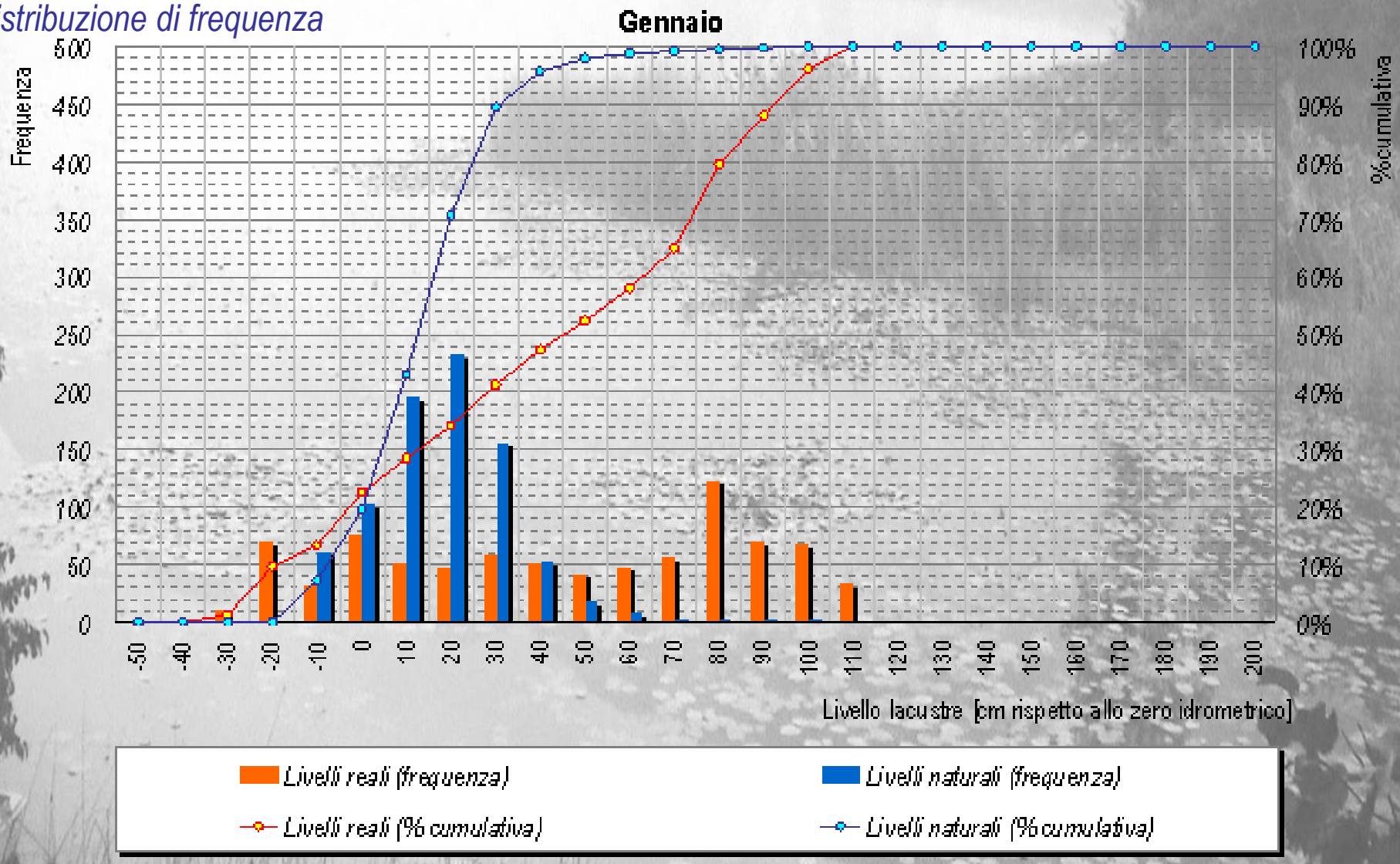
Distribuzione di frequenza – anno completo



La Fase 2

Elaborazione statistica dei livelli lacustri

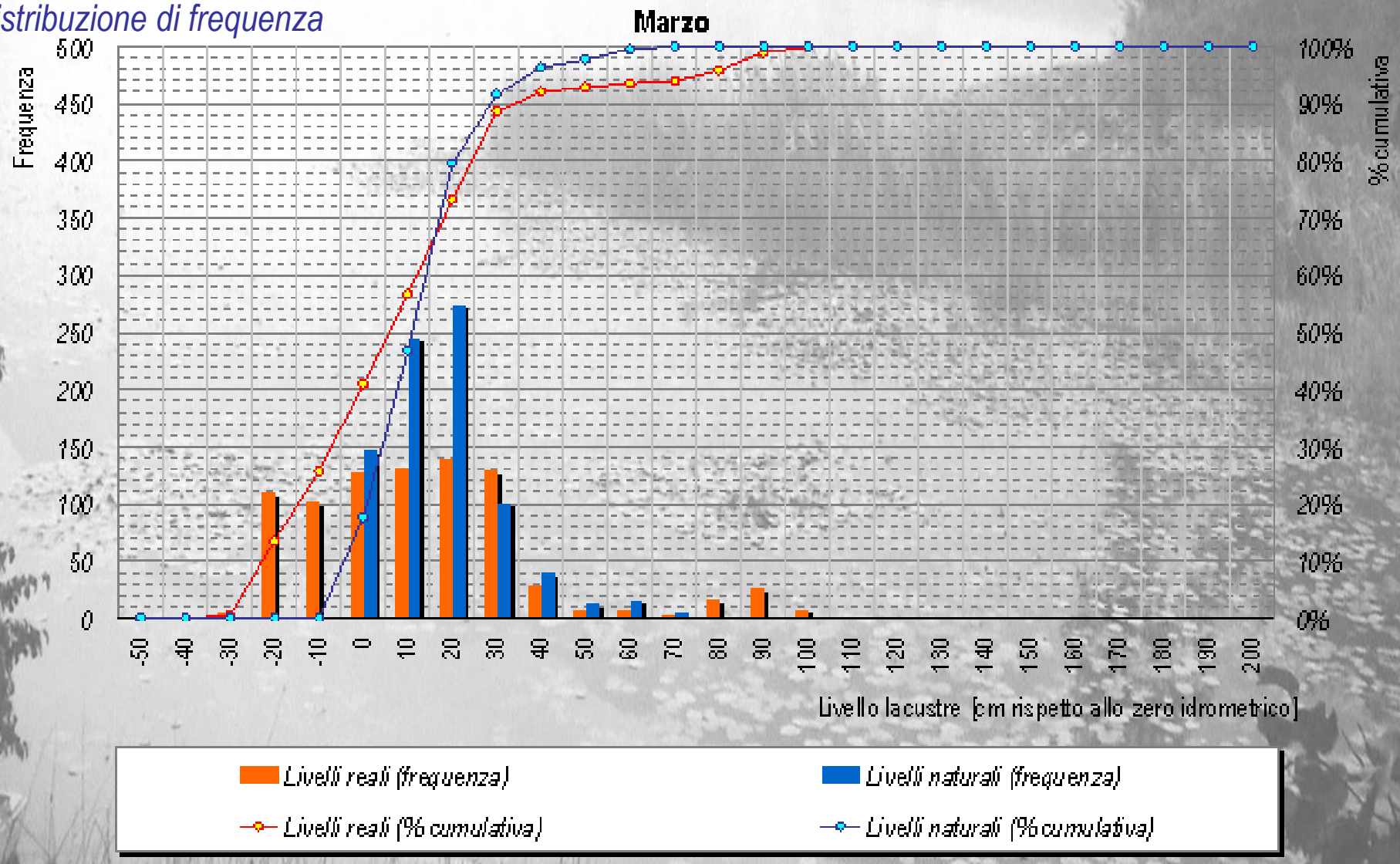
Distribuzione di frequenza



La Fase 2

Elaborazione statistica dei livelli lacustri

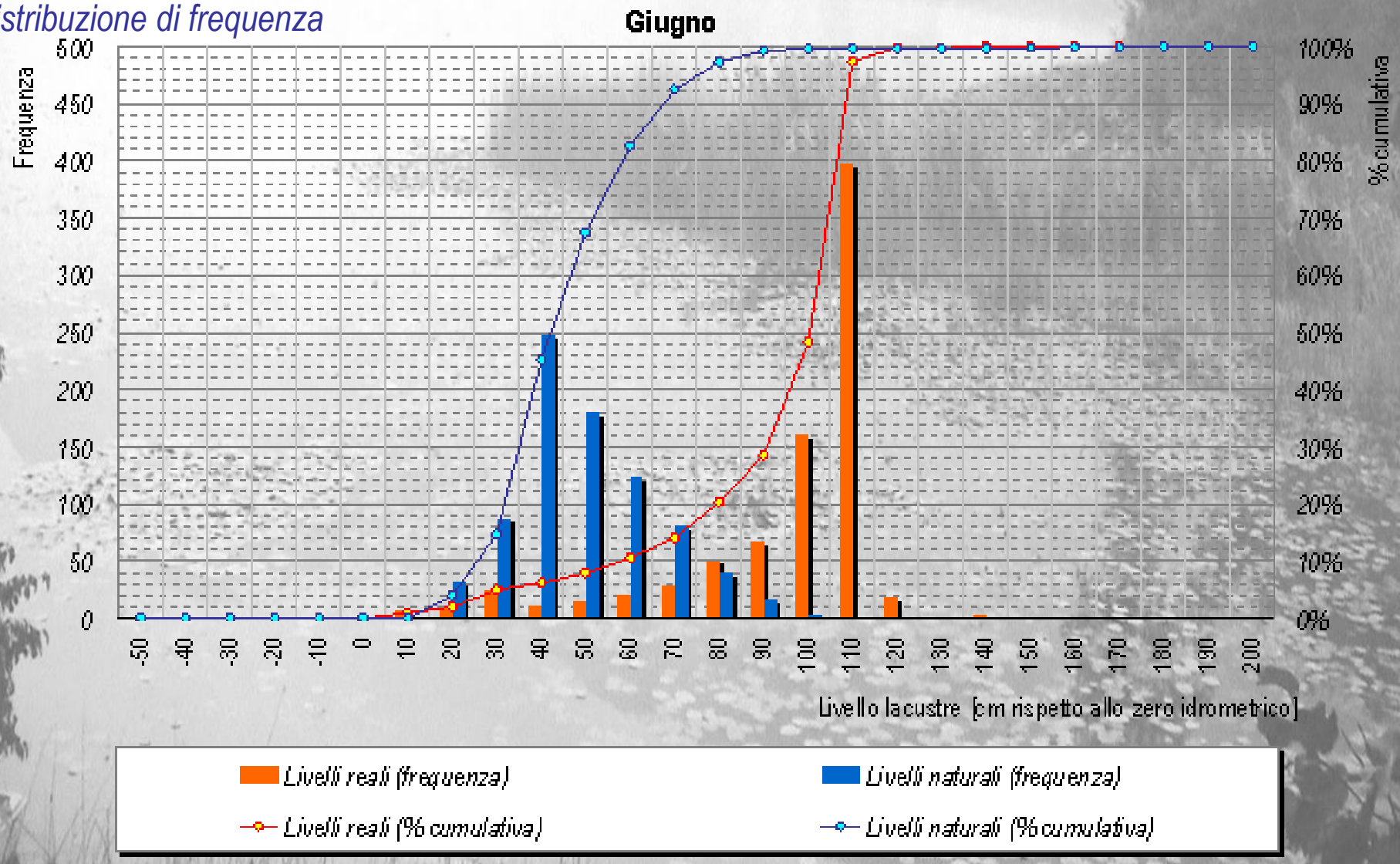
Distribuzione di frequenza



La Fase 2

Elaborazione statistica dei livelli lacustri

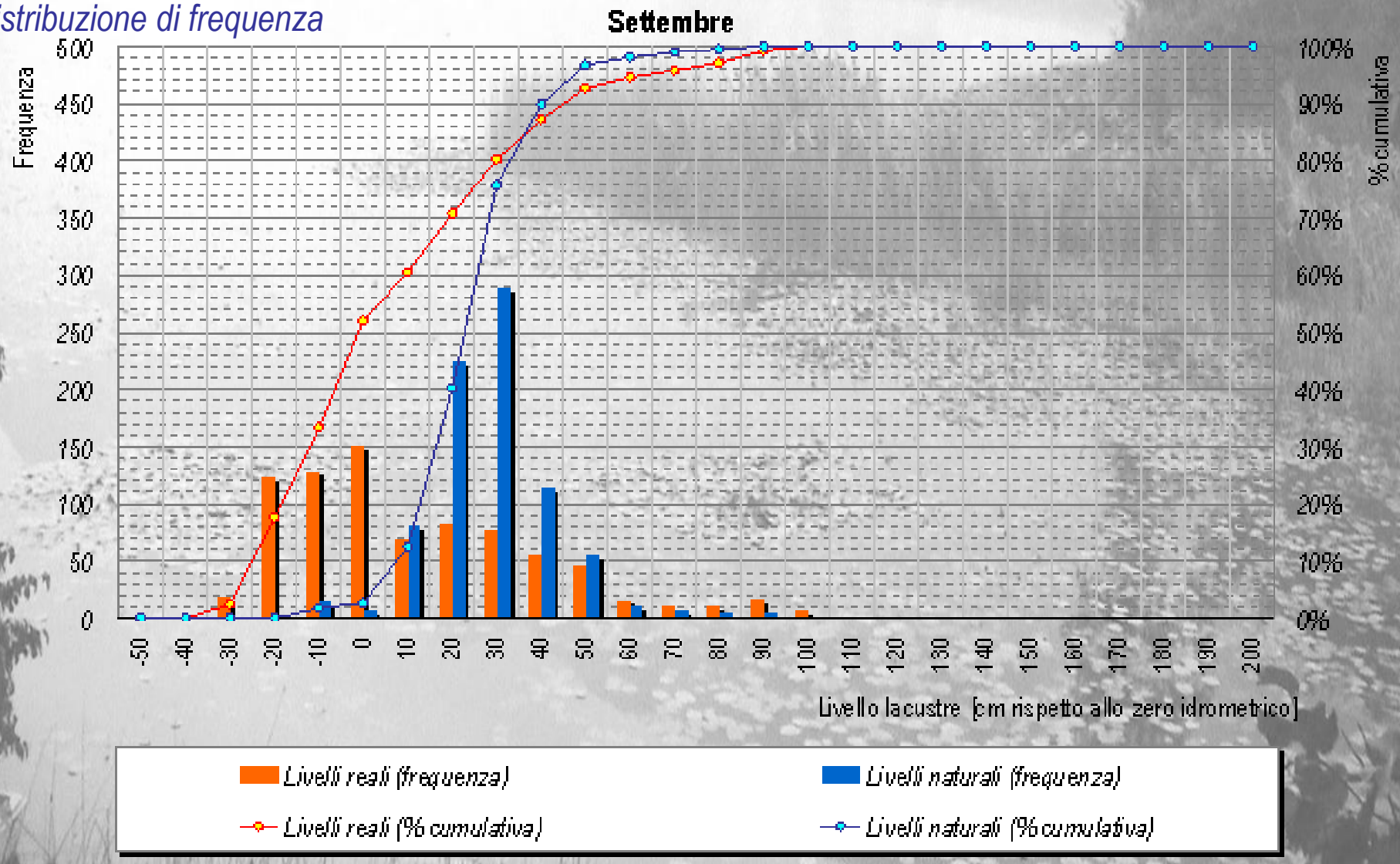
Distribuzione di frequenza



La Fase 2

Elaborazione statistica dei livelli lacustri

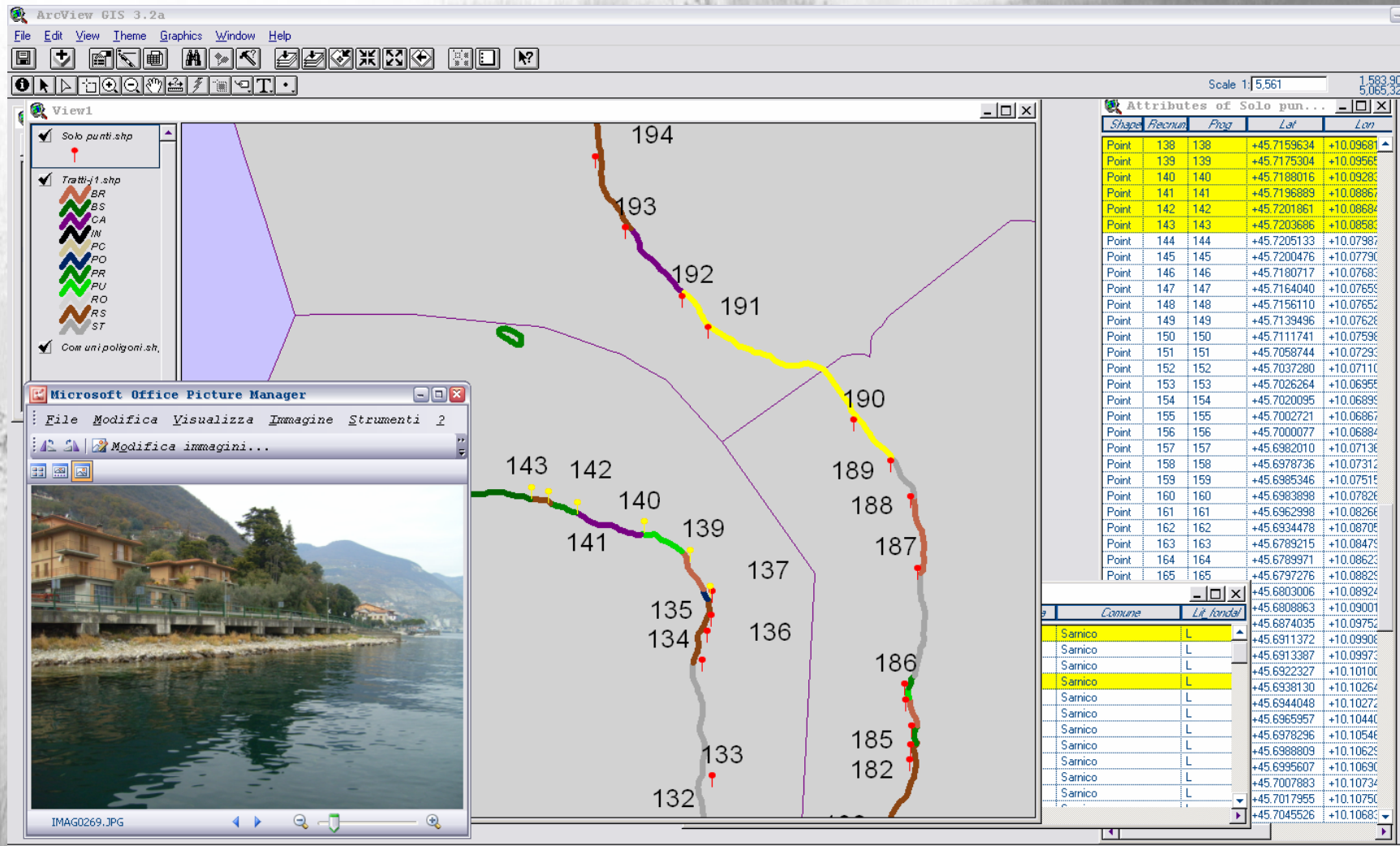
Distribuzione di frequenza



La Fase 2

Il GIS come modello di valutazione

Elaborazioni dei dati geografici



La Fase 2

Il GIS come modello di valutazione

Il database georeferenziato

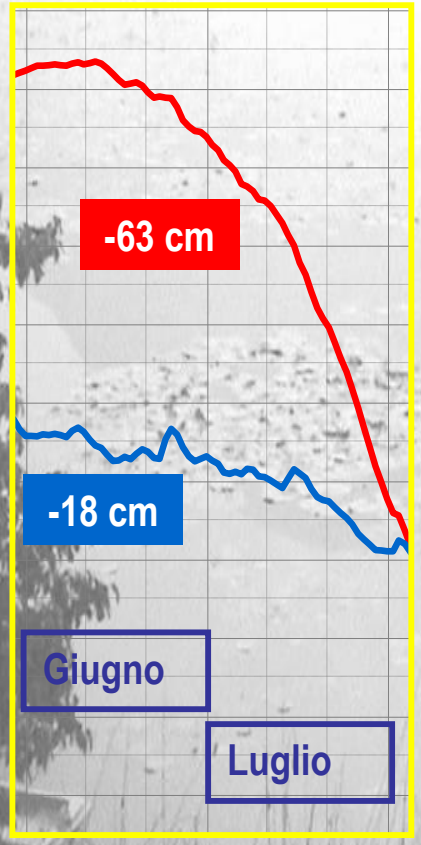
GPS_2	FOTO_1	FOTO_2	PROVINCIA	COMUNE	LIT_FONDAL	LIT_RIV	TIP_DIF1	TIP_DIF2	H_RIVA_DIF	H_DIF1_DIF	P_RIVA	P_DIF1	P_DIF2	STATO_DIF	STATO_DIF	USO_SUOL	CANN_ABE	CANNETO_PR	MACR_ABE	MACR_TIP	PESCI_L	PESCI_F	UCCELL	NOTE
9	1	33	BG	Sarnico	L		MCA	MCA	-50	100		90	90	1	3	ST	A		C	V	0	0	0	evidente erosione
10	34	40	BG	Sarnico	L	GC			150		20					PU	A		I	V	0	0	0	
11	41	43	BG	Sarnico	L	GC			150		20					PR	A		I	V	0	0	0	
12	44	52	BG	Sarnico	L		PL	MSC	-50	10		90	90	1	3	PR	A		I	V	0	0	0	
13	53	55	BG	Sarnico	L		MSS	MSC	-50	100		90	90	1	2	PR	A		I	V	0	0	0	
14	56	64	BG	Sarnico	L		PL	MSC	-50	30		90	90	1	3	RS	A		S	V	0	0	0	
15	65	68	BG	Sarnico	L	G	MSC		30	150	10	90		3		PU	C	10	S	V	0	3	2	
16	69	70	BG	Sarnico	L	G			150		20					PU	A		S	V	0	0	0	
17	71	79	BG	Sarnico	L	G	SC		40	150	20	45		1		PU	A		S	V	0	0	0	
18	80	81	BG	Sarnico	L		SS		-50	150		20		2		PU	A		S	V	1	0	0	
19	82	82	BG	Sarnico	L		MSS	SC	-50	50		90	45	2	3	ST	A		S	V	0	0	0	
20	83	84	BG	Sarnico	L		SS	SC	-50	50		90	45	2	3	ST	C	10	S	V	0	0	0	
21	84	86	BG	Sarnico	L		MCA		-50	150		90		2		PO	A		S	V	0	0	0	porto con rimessa
22	87	93	BG	Sarnico	L	G	MCA		20	150	20	90		3		PU	A		A		0	0	0	
23	94	99	BG	Sarnico	L	G	MCA	MSC	10	50	20	90	90	2	2	RS	A		A		0	0	0	
24	100	102	BG	Sarnico	L	G	MSS		10	150	20	90		1		PR	C	15	A		0	3	3	
25	105	106	BG	Sarnico	L	G	MSC		10	150	20	90		3		PR	S	3	A		0	1	0	
26	107	111	BG	Sarnico	L		MCA		-50	150		90		3		IN	A		S	V	0	0	0	cantieri riva
27	112	119	BG	Sarnico	L		MSC	MSC	-50	50		90	90	0	2	PU	I	3	S	V	0	1	1	
28	117	120	BG	Sarnico	L	G			150		20					ST	I	5	S	V	0	1	1	filare arboreo adi
29	121	122	BG	Sarnico	L	G			150		20					ST	C	15	S	V	0	2	2	filare arboreo adi
30	123	125	BG	Sarnico	L	G			150		20					ST	I	5	S	V	0	1	1	filare arboreo adi
31	126	138	BG	Predore	G		MCA		-50	150		90		3		PR	A		CO	VLM	0	0	0	albergo
32	138	147	BG	Predore	G	G	MSC		20	150	20	90		2		PR	A		CO	VLM	0	0	0	
33	148	155	BG	Predore	G		MSC		-50	150		90		3		PR	A		CO	VLM	0	0	0	
34	156	159	BG	Predore	G		SC		-50	150		45		3		PR	A		CO	VLM	0	0	0	
0	160	161	BG	Predore	L		PL	SC	-50	10		90	90	1	3	PU	A		C	VLM	0	0	0	
0	162	163	BG	Predore	L	GC	MCA		20	150	20	90		2		PU	A		C	VLM	0	0	0	
0	164	168	BG	Predore	L		MSC		-50	150		90		2		RS	A		C	VLM	0	0	0	
36	168	172	BG	Predore	L		MSC		-50	150		90		0		RS	A		C	VLM	0	0	0	
37	173	178	BG	Predore	L		MSC		-50	150		90		2		PO	A		C	VLM	0	0	0	
38	179	189	BG	Predore	L		MSC		-50	150		90		2		PR	A		C	VLM	0	0	0	
39	190	198	BG	Predore	CM		MSC		-50	150		90		1		BR	A		CO	VLM	0	0	0	
40	199	208	BG	Predore	CM	G	MSC		30	150	10	90		3		RS	A		CO	VLM	0	0	0	
41	209	212	BG	Predore	CM	GC	MCA	MSC	30	100	20	90	90	3	3	PU	A		CO	VLM	0	0	0	
42	213	219	BG	Predore	CM		PL	SC	-50	1		90	20	3	3	PU	A		CO	VLM	0	0	0	
43	220	237	BG	Predore	CM	GC	MSC		20	150	20	90		2		ST	A		CO	VLM	0	0	0	tratto eterogeno:
44	238	243	BG	Predore	CM	GC	MSC		100	150	20	90		3		ST	A		CO	VLM	0	0	0	
45	244	246	BG	Tavernola Bergamasca	R	R			150		70					RO	A		CO	VLM	1	0	0	galleria - a tratti s
46	247	248	BG	Tavernola Bergamasca	CM	CM			150		20					RO	A		CO	VLM	3	0	0	galleria - a tratti s
47	249	251	BG	Tavernola Bergamasca	R	R			150		70					RO	A		CO	VLM	2	0	0	galleria - a tratti s
48	252	254	BG	Tavernola Bergamasca	RM	RM			150		20					RO	A		CO	VLM	3	0	0	galleria - a tratti s
49	255	257	BG	Tavernola Bergamasca	RM	CM	MCA		20	150	45	90		3		ST	A		CO	VLM	2	0	0	massi e spiaggia
50	258	262	BG	Tavernola Bergamasca	CM	CM	MCA		50	150	20	90		3		ST	A		CO	VLM	3	0	0	massi e spiaggia
51	263	265	BG	Tavernola Bergamasca	CM	CM	MCA		30	150	45	90		3		ST	A		CO	VLM	2	0	0	
52	266	269	BG	Tavernola Bergamasca	CM	CM	MCA		30	150	20	90		3		ST	A		CO	VLM	3	0	0	
53	270	273	BG	Tavernola Bergamasca	CM	CM	MCA		1	150	10	90		2		ST	A		CO	VLM	3	0	0	
54	274	277	BG	Tavernola Bergamasca	CM		MCA		-50	150		90		1		ST	A		CO	VLM	2	0	0	

La Fase 3

Risultati

Problematiche correlate direttamente con la regolazione del lago

Vegetazione sommersa → il distaccamento delle alghe è accentuato dalla regolazione del livello lacustre



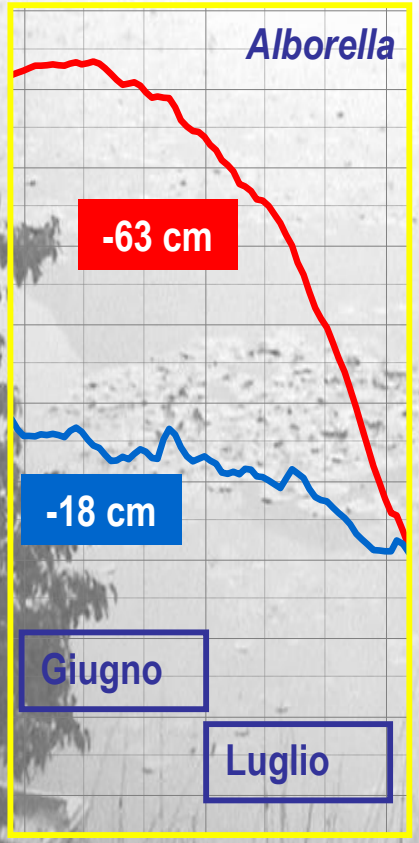
L'abbassamento del livello lacustre tra giugno e luglio, in regime di lago regolato è molto più ingente e rapido. La Vallisneria spiralis, in piena fase vegetativa, non è in grado di tollerare un cambiamento di condizioni ambientali di tale entità.

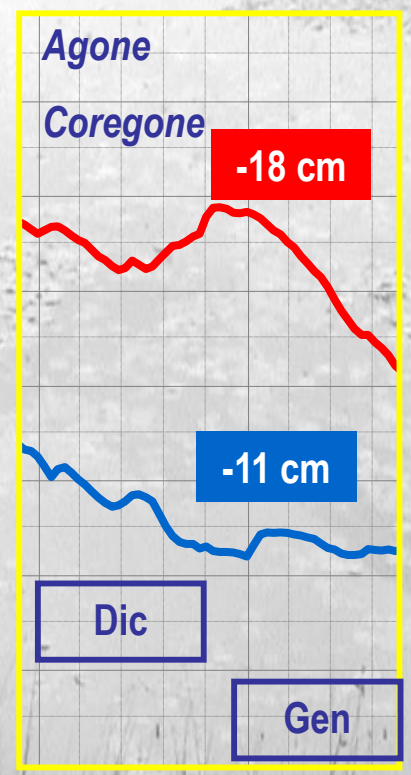
La Fase 3

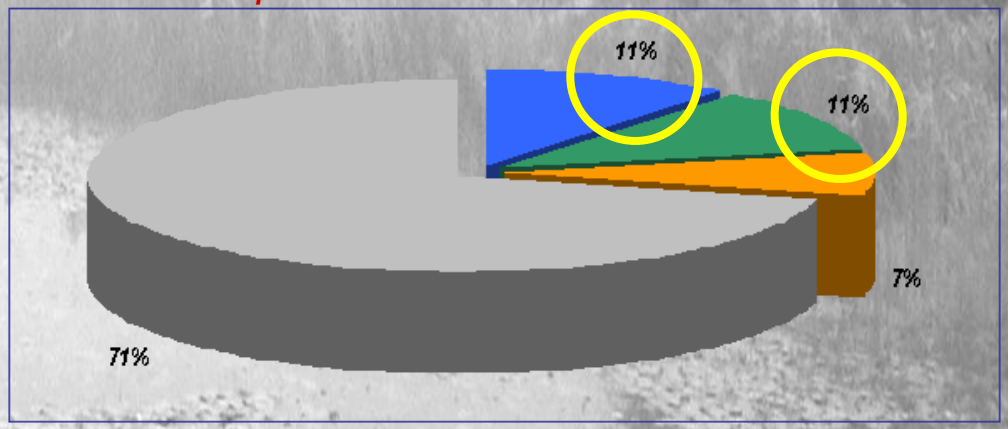
Risultati

Problematiche correlate direttamente con la regolazione del lago

Fauna ittica → *la regolazione ha un effetto sicuramente negativo nei confronti del successo riproduttivo delle specie ittiche litofile.*







km di spiaggia	alta	media	bassa	nulla
Bergamo	6,2	4,3	1,6	19,4
Brescia	2,0	3,8	3,8	34,2
Totale	8,2	8,2	5,5	53,5

Nei periodi di frega, l'abbassamento in regime regolato è più marcato rispetto a quello che si avrebbe in condizioni di deflussi naturali

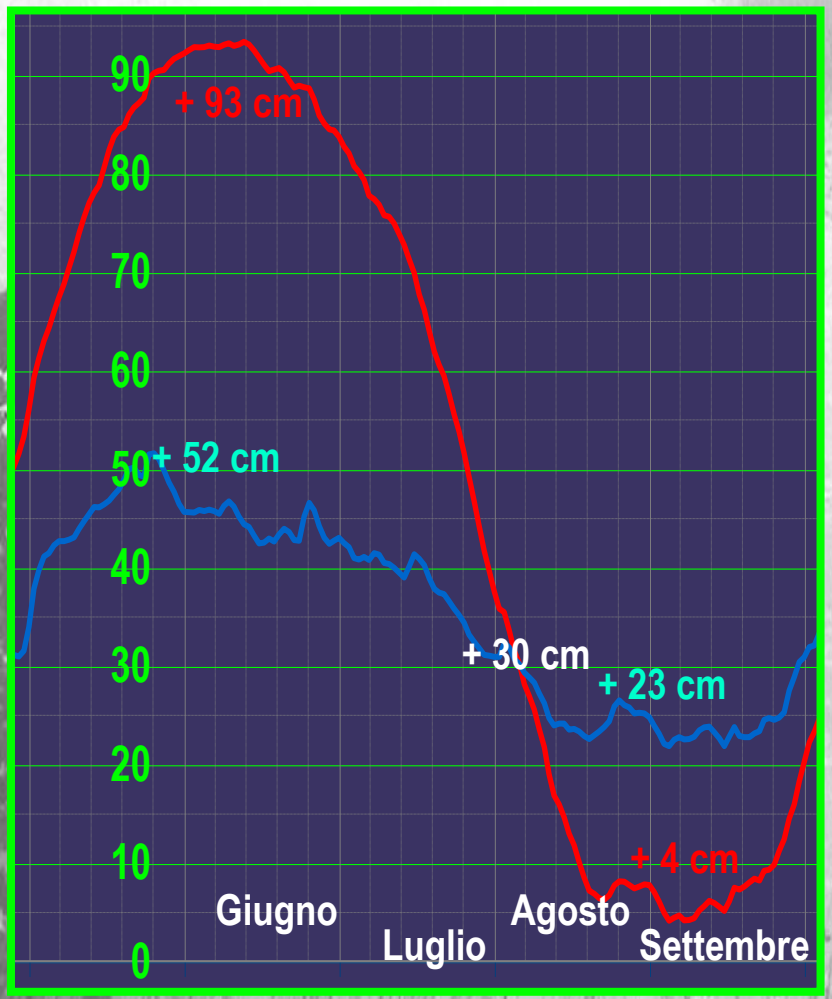
La Fase 3

Risultati

Problematiche correlate direttamente con la regolazione del lago

Scena visiva / paesaggio →

in particolari condizioni, a livelli bassi del lago corrisponde un peggioramento della qualità paesaggistica della sponda



Nei mesi di giugno e luglio il livello regolato è mediamente 30/40 cm più alto rispetto al corrispondente livello naturale.

Nei mesi di agosto e settembre la situazione si inverte ed il livello regolato è mediamente 15 cm più basso rispetto al livello naturale.

Le due condizioni opposte, in due periodi dell'anno ugualmente critici in quanto a fruibilità e turismo, si compensano.

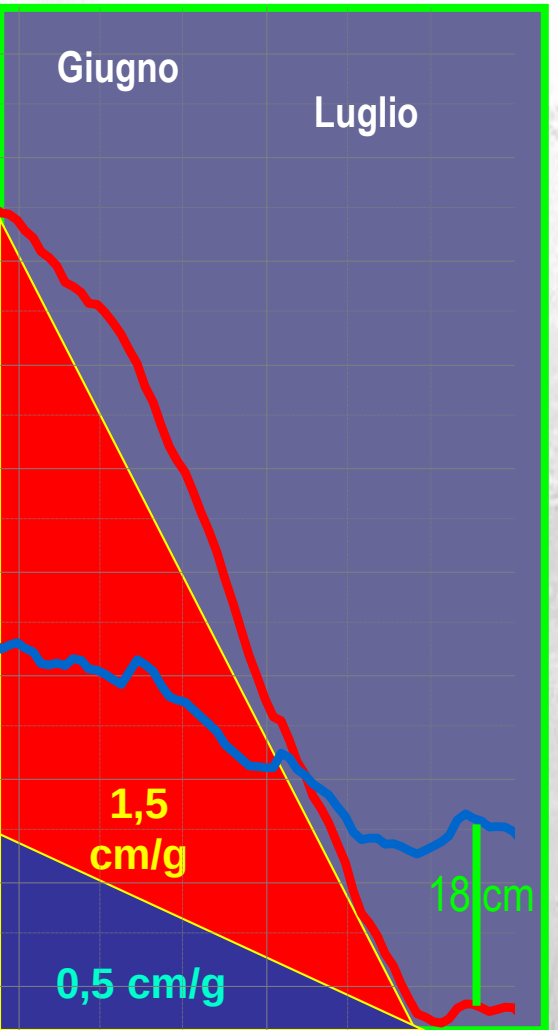
La Fase 3

Risultati

Problematiche correlate direttamente con la regolazione del lago

Strutture →

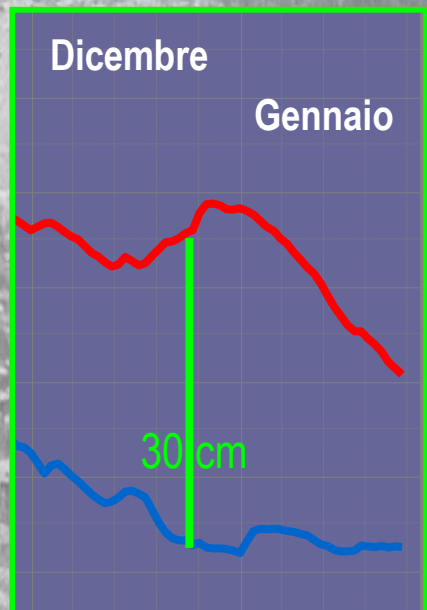
i bruschi abbassamenti del lago ed i bassi livelli che si registrano nel periodo estivo hanno effetti negativi sulla stabilità delle strutture.



Tra giugno e luglio il lago si abbassa con un gradiente 3 volte superiore a quello corrispondente all'abbassamento naturale e raggiunge livelli di 18 cm inferiori il minimo livello estivo naturale.

Entrambi i fenomeni risultano dannosi per le strutture.

Per contro, nel periodo invernale il livello regolato è più alto di quello naturale, compensando, almeno in parte, i maggiori danni dovuti all'abbassamento estivo.



La Fase 3

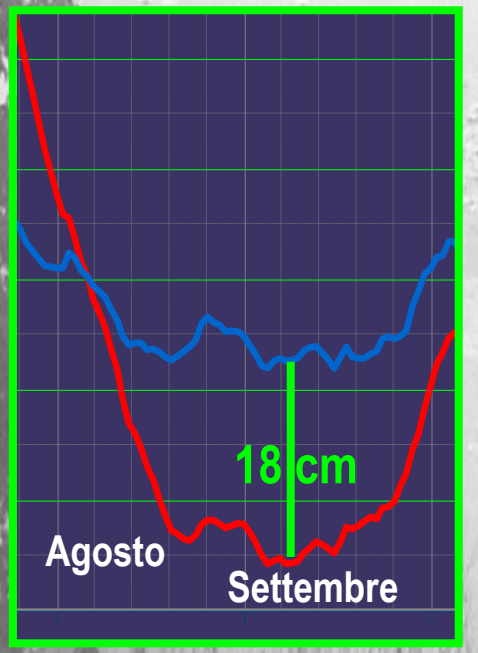
Risultati

Problematiche correlate direttamente con la regolazione del lago

Navigazione →

i livelli bassi, concentrati nella stagione estiva, comportano un aumento sensibile del numero di posti barca e di darsene inaccessibili.

la regolazione ed i bassi livelli estivi richiedono una maggior frequenza degli interventi di dragaggio.



La Fase 3

Quadro sinottico

Problematiche correlate direttamente con la regolazione del lago

Vegetazione sommersa →	*il distaccamento delle alghe è riconducibile, almeno in parte, alla regolazione del livello lacustre.*
Fauna ittica →	*la regolazione ha un effetto sicuramente negativo nei confronti del successo riproduttivo delle specie ittiche litofile.*
Scena visiva / paesaggio →	*in particolari condizioni, il livello basso del lago nel periodo estivo comporta un peggioramento della qualità paesaggistica della sponda*
Strutture →	*i bruschi abbassamenti del lago ed i bassi livelli che si registrano nel periodo estivo hanno effetti negativi sulla stabilità delle strutture.*
Navigazione →	*i livelli bassi, concentrati nella stagione estiva, comportano un aumento sensibile del numero di posti barca e di darsene inaccessibili.*
	la regolazione ed i bassi livelli estivi richiedono una maggior frequenza degli interventi di dragaggio.
Fruizione →	*nel periodo estivo, grazie ai livelli bassi, vi è un aumento significativo delle spiagge accessibili in termini di numero e di superficie, comunque condizionata dalle conseguenze indirette legate alla presenza di macrofite*

La Fase 3

Quadro sinottico

Problematiche correlate indirettamente con la regolazione del lago

Vegetazione sommersa →	*le alghe depositate in cumuli sulle spiagge generano cattivi odori*
	le alghe depositate in cumuli sulle spiagge ne limitano la fruibilità
	le alghe fluttuanti e depositate in cumuli sulle spiagge hanno un effetto negativo sul paesaggio
	la presenza di alghe fluttuanti crea problemi alla navigazione
Fauna ittica →	*la minore natività di specie ittiche edibili ha un effetto negativo sulla pesca professionale*
	la minore natività di specie ittiche edibili ha un effetto negativo sulla pesca sportiva
Scena visiva / paesaggio →	*in particolari condizioni, un peggioramento della scena visiva ha ripercussioni negative in termini di fruizione*

Progetto finanziato con il contributo
della Fondazione CARIPLO
Bando: Gestione Sostenibile delle Acque

fondazione cariplo

DOCUMENTO STRATEGICO DELLE ACQUE DEL SEBINO

G·R·A·I·A
Gestione e Ricerca Ambientale Ittica Acque

Graia S.r.l.
via Repubblica, 2 - 21020 VARANO BORGHI (VA)
tel. 0332.961097 - fax 0332.961162
web: www.graia.com - e-mail: info@graia.eu
Responsabile
Dott. Ing. Massimo Sartorelli
Attività Tecniche
Dott. Ing. Beniamino Barenghi
Dott. Ing. Roberto Bendotti