

Programma di finanziamento europeo Life16 NAT/IT/000663

LIFE LAGOON REFRESH

COASTAL LAGOON HABITAT (1150*) AND SPECIES RECOVERY BY RESTORING THE
SALT GRADIENT INCREASING FRESH WATER INPUT

**Protocolli di monitoraggio del grado di
conservazione (GdC) dell'Habitat 1150*, delle
specie ittiche target, della qualità ecologica dei
corpi idrici (Dir. 2000/60/CE) e della biodiversità**

Deliverable D.1_1

- Ottobre 2017 -



Programma di finanziamento europeo Life16 NAT/IT/000663

LIFE LAGOON REFRESH

COASTAL LAGOON HABITAT (1150*) AND SPECIES RECOVERY BY RESTORING THE
SALT GRADIENT INCREASING FRESH WATER INPUT

Durata del progetto: 01 settembre 2017 - 31 agosto 2022

Deliverable D.1_1

***Protocolli di monitoraggio del grado di conservazione (GdC)
dell'Habitat 1150*, delle specie ittiche target, della qualità
ecologica dei corpi idrici (Dir. 2000/60/CE) e della biodiversità***

Project leader

Rossella Boscolo Brusà (ISPRA)

Project manager

Andrea Bonometto (ISPRA)

Responsabile dell'azione D.1

prof. A. Sfriso (UNIVE)

Autori

Sfriso A., Cacciatore F., Matticchio B., Ponis E., Feola A., Berto D., Franzoi F., Peretti
P., Canesso D., Boscolo Brusà R., Bonometto A.

Deliverable D.1_1

Data prevista: ottobre 2017

Data effettiva: ottobre 2017



Il progetto “LIFE16 NAT/IT/000663 LAGOON REFRESH. *Coastal Lagoon habitat (1150*) and species recovery by restoring the salt gradient increasing fresh water input*” viene realizzato grazie al contributo finanziario dell’Unione Europea nell’ambito del Programma LIFE Natura.

Il presente documento rappresenta il Protocollo di monitoraggio dell’azione D.1 “Monitoraggio dell’habitat Lagune costiere”, che comprende quindi misure, campionamento e analisi di parametri abiotici e biotici nelle matrici acqua e sedimento. Il documento descrive gli obiettivi, il cronoprogramma, il posizionamento dei siti di campionamento e rilievi, le modalità di esecuzione delle misure e di elaborazione dei dati.

Per i dettagli del monitoraggio degli habitat alofili e habitat di specie target (azione D.2) e del monitoraggio delle specie ornitiche target (azione D.3) si rimanda agli specifici protocolli.

LIFE LAGOON REFRESH

COASTAL LAGOON HABITAT (1150*) AND SPECIES RECOVERY BY RESTORING THE SALT GRADIENT
INCREASING FRESH WATER INPUT

Deliverable D.1_1

Protocolli di monitoraggio del grado di conservazione (GdC) dell’Habitat 1150*, delle specie ittiche target, della qualità ecologica dei corpi idrici (Dir. 2000/60/CE) e della biodiversità

Sommario

1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	9
1.1	Obiettivi del progetto	9
1.2	Azioni concrete previste dal progetto	9
1.3	Risultati attesi	13
1.3.1	Habitat 1150*: miglioramento del grado di conservazione	13
1.3.2	Miglioramento del grado di conservazione e protezione delle specie target (Dir. 2009/147/CE e Dir. 43/92/CEE)	13
1.3.3	Stato di qualità ecologica e biodiversità.....	13
1.4	Le azioni di monitoraggio	14
2	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO E ATTIVITÀ PREVISTE	15
3	LOCALIZZAZIONE DEI SITI DI MONITORAGGIO	17
4	MISURE DI SALINITÀ	23
4.1	Strategia di monitoraggio	23
4.1.1	Misure intensive tramite profilatori CTD.....	23
4.1.2	Misure di salinità in continuo con due sonde mobili.....	23
4.1.3	Misure di salinità con sonda fissa.....	24
4.2	Parametri da determinare e metodiche.....	24
5	RILIEVO BATIMETRICO	27
5.1	Strategia di monitoraggio	27
5.2	Metodiche di rilievo e restituzione dei dati.....	27
6	MONITORAGGIO DEI PARAMETRI ABIOTICI (ACQUA, SEDIMENTO, PARTICELLATO SEDIMENTATO).....	29
6.1	Definizione dello sforzo di campionamento.....	29
6.1.1	Matrice acqua	29
6.1.2	Matrice particellato sedimentato.....	29
6.1.3	Matrice sedimento	29

6.2	Identificazione della strategia di monitoraggio.....	29
6.3	Metodiche di campionamento e trattamento dei campioni.....	30
6.3.1	Campionamento dell'acqua.....	30
6.3.2	Campionamento dei sedimenti	30
6.3.3	Campionamento del materiale particellato sedimentato	31
6.4	Parametri da determinare	31
6.4.1	Matrice acqua	31
6.4.2	Matrice particellato sedimentato.....	32
6.4.3	Matrice sedimento	32
6.5	Metodi di analisi	32
6.5.1	Matrice Acqua	32
6.5.2	Matrice Sedimento	35
6.5.3	Matrice particellato sedimentato.....	36
7	MACROINVERTEBRATI BENTONICI	38
7.1	Definizione dello sforzo di campionamento.....	38
7.2	Identificazione della strategia di monitoraggio.....	38
7.3	Metodiche di campionamento e trattamento dei campioni.....	38
7.4	Parametri da determinare	38
7.5	Metodi di analisi	38
8	MACROFITE (MACROALGHE E FANEROGAME)	40
8.1	Definizione dello sforzo di campionamento.....	40
8.2	Identificazione della strategia di monitoraggio.....	40
8.3	Metodiche di campionamento e trattamento dei campioni.....	40
8.3.1	Copertura totale percentuale.....	40
8.3.2	Abbondanza relativa.....	41
8.3.3	Prelievo e trattamento dei campioni per il riconoscimento tassonomico in laboratorio	41
8.4	Parametri da determinare	42
8.5	Metodi di analisi	42
9	MAPPATURE DELLA VEGETAZIONE SOMMERSA	43
9.1	Definizione dello sforzo di campionamento.....	43
9.2	Identificazione della strategia di monitoraggio e metodiche di conduzione dei rilievi	43
10	FAUNA ITTICA	45
10.1	Definizione dello sforzo di campionamento.....	45
10.2	Identificazione della strategia di monitoraggio.....	45

10.2.1	Tratta	45
10.2.2	Bertovelli.....	46
10.3	Metodiche di campionamento e trattamento dei campioni.....	46
10.3.1	Tratta	46
10.3.2	Bertovelli.....	46
10.3.3	Conservazione dei campioni ed etichettatura.....	46
10.4	Parametri da determinare	47
11	ELABORAZIONE ED INTEGRAZIONE DEI DATI	49
11.1	Grado di Conservazione dell’Habitat 1150* (DIR 43/92/CEE).....	49
11.2	Grado di Conservazione delle specie ittiche target (DIR 43/92/CEE).....	49
11.3	Qualità ecologica dei corpi idrici (DIR.2000/60/CE) e biodiversità	50
12	DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE	51
13	CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	52
14	BIBLIOGRAFIA	54
	ALLEGATO 1	56

1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

1.1 Obiettivi del progetto

Il progetto LIFE LAGOON REFRESH prevede il ripristino nel SIC “Laguna Superiore di Venezia” (IT3250031) dell’ambiente ecotonale tipico delle lagune microtidali, caratterizzato da un marcato gradiente salino e da ampie superfici intertidali vegetate da canneto (principalmente *Phragmites australis*). Il progetto intende sfruttare le funzioni ecosistemiche fornite da tale ambiente ecotonale per raggiungere i seguenti obiettivi:

1) Migliorare il Grado di Conservazione dell’habitat 1150* Lagune costiere (Dir. 92/43/CEE) e contribuire al raggiungimento del buono stato ecologico (Dir. 2000/60/CE) dei corpi idrici:

a) ricreando ambienti oligo-mesoalini di tipo estuarino, così da contrastare l’impoverimento della comunità macrobentonica e ittica verificatasi negli anni in laguna in cui le specie salmastre sono state sostituite da quelle marine;

b) riducendo il grado di eutrofizzazione delle acque, grazie alla funzione fitodepurativa del canneto, favorendo la presenza di specie sensibili e di piante acquatiche di elevato valore ecologico.

2) Migliorare nella ZPS IT3250046 “Laguna di Venezia” lo stato di conservazione di specie ornitiche incluse nell’all. I della Dir. 2009/147/CE, che utilizzano l’ambiente a canneto in periodo di svernamento e/o riproduttivo per il foraggiamento, il riposo notturno o la nidificazione: *Phalacrocorax pygmeus**, *Botaurus stellaris**, *Ardea purpurea*, *Ixobrychus minutus*, *Circus aeruginosus*, *C. cyaneus*, *Alcedo atthis*.

3) Incrementare la presenza della specie ittica *Pomatoschistus canestrinii*, inclusa nell’all. II della Dir. 92/43/CEE, richiamata dalla presenza di ambienti a bassa salinità.

Il ripristino del gradiente salino e delle superfici di canneto contribuiranno inoltre all’aumento della biodiversità nel SIC, in linea con la strategia Biodiversità 2020. Oltre alle specie già citate, si prevede infatti l’incremento di altre specie ornitiche di particolare interesse conservazionistico, quali *Locustella luscionioides*, *Acrocephalus arundinaceus*, *Panurus biarmicus*, *Emberiza schoeniclus* e ittiche, quali la spigola (*Dicentrarchus labrax*), l’anguilla (*Anguilla anguilla*), i cefali (gen. *Mugil*, *Liza*, *Chelon*), il latterino (*Atherina boyeri*), la passera (*Piatichthys flesus*), novellame di varie specie e Decapodi (*Palaemon* spp. e *Palemonetes* sp.) anche di interesse commerciale.

1.2 Azioni concrete previste dal progetto

Per la ricreazione dell’ambiente ecotonale tipico della fascia di transizione laguna-terraferma, sono previsti i seguenti interventi (Figura 1 e Figura 2):

- diversione di una portata di acqua dolce fino a circa 1.000 l/s dal fiume Sile in laguna (azione C.1), indispensabile per la formazione di aree oligo/mesoaline;
- rimodellamento della morfologia del fondale (azione C.2) tramite la messa in opera di materassi a diversa resistenza (prevalentemente biodegradabili e con riempimento idoneo alla colonizzazione da parte del canneto), disposti in modo tale da rallentare la dispersione delle acque dolci immesse e orientare lo sviluppo del canneto secondo la configurazione di progetto;

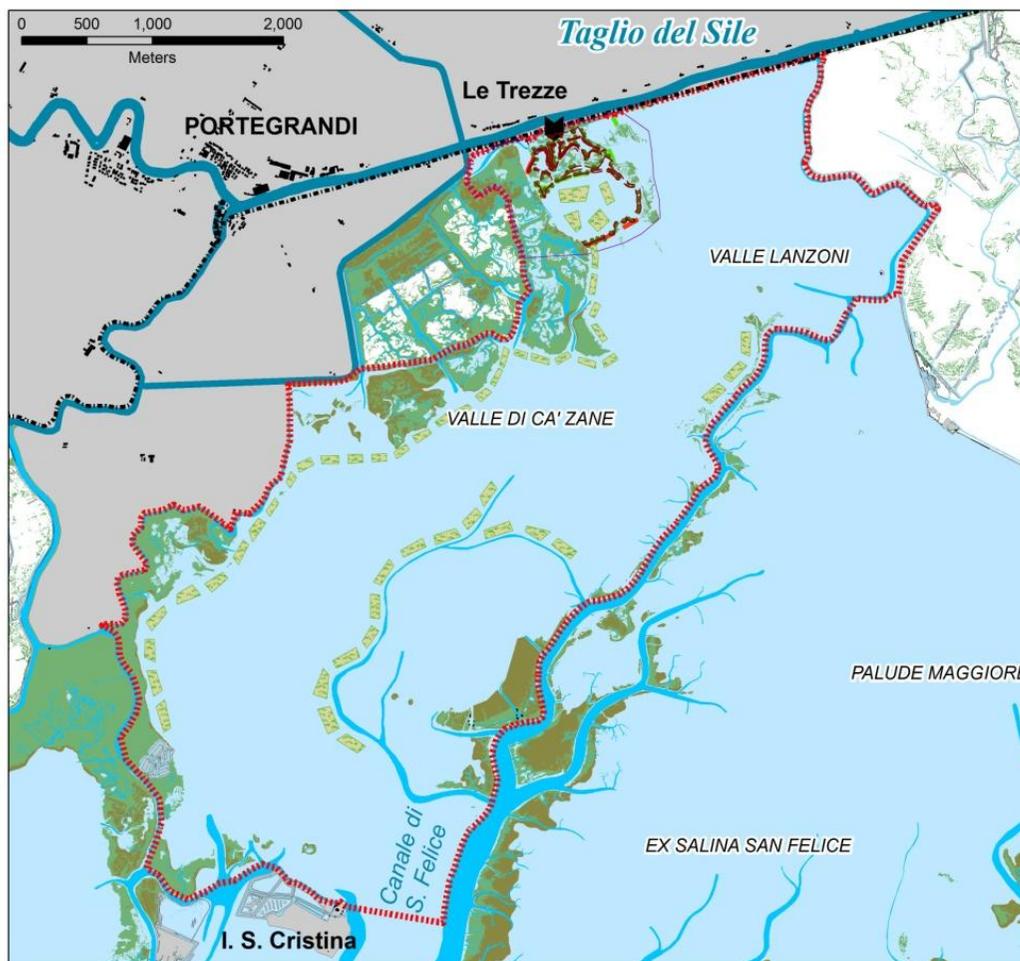
- piantumazione di zolle e rizomi di *Phragmites australis* al fine di accelerare lo sviluppo del canneto (azione C.3).

Al fine di garantire il raggiungimento dell'obiettivo generale di miglioramento del grado di conservazione dell'habitat 1150* "Lagune costiere" e di conservazione delle specie ornitiche e ittiche target, sono previste inoltre, le seguenti azioni:

- trapianto di piccole zolle di *Ruppia cirrhosa* e *Zostera noltei*, *Z. marina*, specie che caratterizzano l'habitat 1150* in elevato grado di conservazione e adatte ad ambienti a bassa salinità, per innescare e accelerare la ricolonizzazione dell'area da parte di piante acquatiche (azione C.4);
- istituzione di un'area di protezione di 70 ha, coincidente con l'area di ripristino del canneto, habitat di specie, con vincoli e limitazioni da definire a seguito di confronto e condivisione con gli stakeholder (azione C.5).

Nelle azioni di trapianto e nella modifica del regolamento di caccia e pesca saranno coinvolti i pescatori e cacciatori che abitualmente frequentano l'area di intervento.

Project title: Coastal lagoon habitat (1150*) and species recovery restoring the salt gradient by increasing fresh water input - LIFE LAGOON REFRESH



Localizzazione degli interventi



Legenda

C1 - OPERE IDRAULICHE PER L'IMMISSIONE DI ACQUA DOLCE

▣ Punto di immissione

C2 - OPERE DI RIMODELLAZIONE MORFOLOGICA

— Strutture ad elevata resistenza

— Strutture biodegradabili

C3 - TRAPIANTO DEL CANNETO

••• Phragmites australis - aree di trapianto

C4 - TRAPIANTO FANEROGAME MARINE

■ Aree di trapianto fanerogame (R. cirrhosa e Z. Noltei)

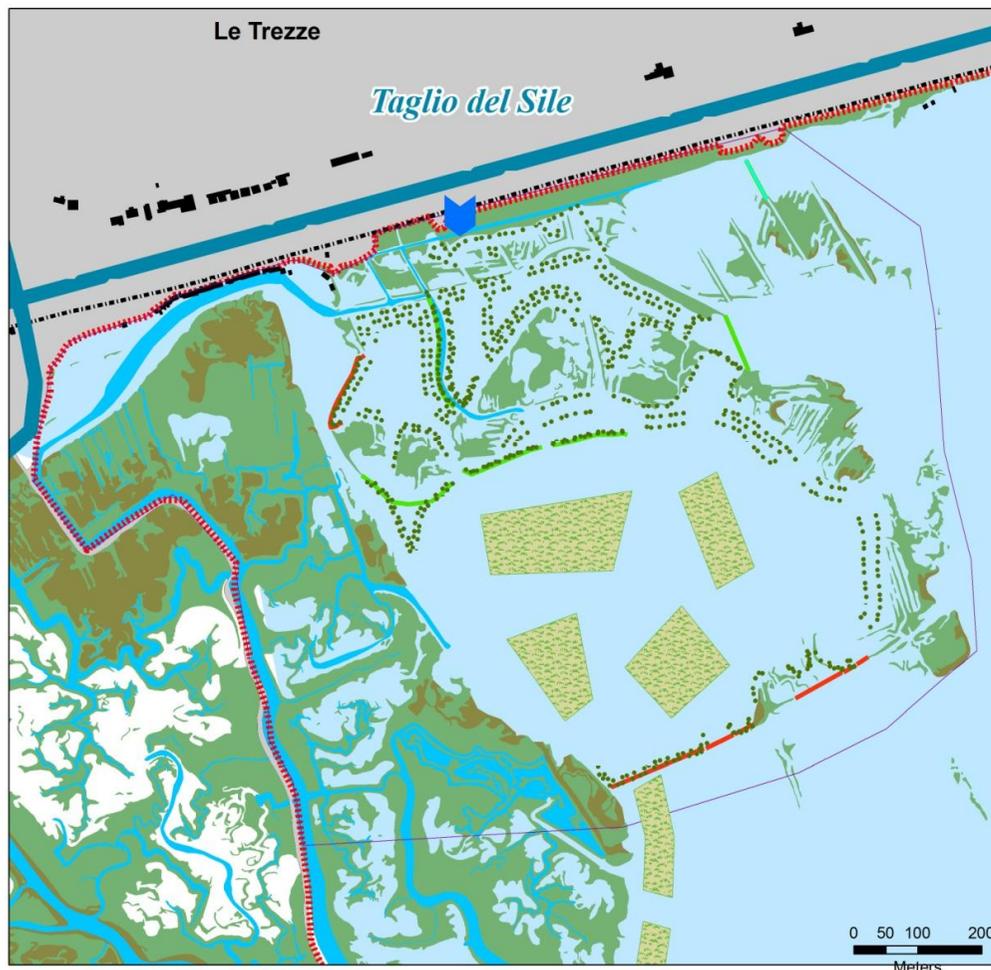
C5 - ADOZIONE FORME TUTELA CACCIA E PESCA

□ Confini preliminari

▭ Project Site

Figura 1. Localizzazione degli interventi previsti dal progetto LIFE LAGOON REFRESH.

Project title: Coastal lagoon habitat (1150*) and species recovery restoring the salt gradient by increasing fresh water input - LIFE LAGOON REFRESH



Localizzazione degli interventi - DETTAGLIO punto di immissione



Legenda

C1 - OPERE IDRAULICHE PER L'IMMISSIONE DI ACQUA DOLCE

Punto di immissione

C2 - OPERE DI RIMODELLAZIONE MORFOLOGICA

Strutture ad elevata resistenza

Strutture biodegradabili

C3 - TRAPIANTO DEL CANNETO

Phragmites australis - aree di trapianto

C4 - TRAPIANTO FANEROGAME MARINE

Aree di trapianto fanerogame (R. cirrhosa e Z. Noltei)

C5 - ADOZIONE FORME TUTELA CACCIA E PESCA

Confini preliminari

Figura 2. Interventi previsti dal progetto LIFE LAGOON REFRESH: dettaglio della zona di immissione dell'acqua dolce dal fiume Sile in laguna.

1.3 Risultati attesi

1.3.1 Habitat 1150*: miglioramento del grado di conservazione

È atteso il consolidamento e ripristino di un Grado di Conservazione (GdC) Buono (B) dell'habitat 1150* su una porzione di 1250 ha. In particolare sono attesi i seguenti risultati:

GdC della Struttura:

- Ripristino del gradiente di salinità: salinità media <5 psu su 5 ha; <15psu su 25 ha; <25psu su 70 ha;
- Riduzione del grado di eutrofizzazione: aumento valore indice di stato trofico TWQI e aumento copertura fanerogame (dopo 4 anni presenza nell'area di progetto di chiazze di fanerogame di 2-4 m di diametro; dopo 10 anni, copertura del 15-25%).

GdC delle Funzioni:

- miglioramento stato comunità macrofittica, ittica e bentonica (aumento indici MaQI, HFBI e M-AMBI);
- diminuzione della concentrazione dei nutrienti nelle aree di intervento durante gli eventi di sfioro del fiume Sile.

1.3.2 Miglioramento del grado di conservazione e protezione delle specie target (Dir. 2009/147/CE e Dir. 43/92/CEE)

Si prevede il ripristino di una superficie di canneto di circa 20 ha (+67% rispetto all'attuale superficie presente nell'intero Sic IT3250031). La ricreazione dell'habitat a canneto porterà ad un incremento delle specie ornitiche e ittiche. In particolare è atteso:

- un aumento del numero di individui di *Phalacrocorax pygmeus** (da 100 a 200 ind), di *Botaurus stellaris** (da 7 a 12 ind), di *Ardea purpurea*, *Ixobrychus minutus*, *Circus aeruginosus*, *C. cyaneus*, *Alcedo atthis*, con progressiva strutturazione della comunità;
- un incremento dell'abbondanza della specie ittica: *Pomatoschistus canestrinii* (da 0.1 ind/100m² a 12- 20 ind/100m², valori medi annui).

1.3.3 Stato di qualità ecologica e biodiversità

È atteso il raggiungimento del Buono stato ecologico (Direttiva 2000/60/CE) del corpo idrico EC "Palude Maggiore" e un miglioramento dello stato ecologico per il corpo idrico PC1 "Dese".

Inoltre è previsto un incremento di specie ornitiche tipiche del canneto di particolare interesse conservazionistico, anche se non incluse nell'Allegato I della Direttiva Uccelli, quali *L. luscionioides*, *A. arundinaceus*, *P. biarmicus*, *E. schoeniclus* e diverse specie di Passeriformi, e ittiche, quali la spigola (*D. labrax*), l'anguilla (*A. anguilla*), i cefali (gen. *Mugil*, *Liza*, *Chelon*), il latterino (*A. boyeri*), la passera (*P. flesus*), novellame di varie specie e Decapodi (*Palaemon* spp. e *Palemonetes* sp.) anche di interesse commerciale.

1.4 Le azioni di monitoraggio

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica del raggiungimento degli obiettivi generali del progetto e dei risultati attesi, tramite l'applicazione di indici di qualità e metodi di valutazione integrata tra componenti biotiche, abiotiche e analisi modellistiche.

Il monitoraggio operativo si articola in diverse azioni, ed in particolare:

- D.1: Monitoraggio dell'habitat Lagune costiere;
- D.2: Monitoraggio degli habitat alofili e habitat di specie target;
- D.3: Monitoraggio delle specie ornitiche target.

I risultati del monitoraggio saranno elaborati ed utilizzati anche per la Valutazione delle funzioni ecosistemiche (azione D.4) e dell'impatto socio-economico delle azioni di ripristino (D.5) derivanti dall'implementazione del progetto.

Una sintesi quantitativa dell'impatto del progetto su habitat e specie target e dei miglioramenti rispetto allo stato iniziale sarà inoltre fornita tramite una specifica tabella di indicatori "*life project specific indicators call 2016*" (azione D.6).

2 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO E ATTIVITÀ PREVISTE

Per verificare le variazioni delle condizioni ambientali nell'habitat acquatico, direttamente riconducibili alle azioni di ripristino condotte nell'ambito del progetto e quindi il raggiungimento dei risultati attesi (Par. 1.3), è previsto il monitoraggio di una molteplicità di parametri delle matrici acqua, sedimento e del biota.

L'azione D.1 è suddivisa in sottoazioni in relazione agli specifici obiettivi, ed in particolare:

- D.1.1 Monitoraggio del Grado di Conservazione dell'habitat 1150*;
- D.1.2 Monitoraggio delle Specie Ittiche Target;
- D.1.3 Monitoraggio della Qualità Ecologica dei Corpi Idrici (DIR.2000/60/CE) e della biodiversità (STRATEGIA BIODIVERSITÀ 2020).

L'azione si articola in campagne di monitoraggio per la definizione dello stato ambientale *ante operam* e campagne per la valutazione degli effetti degli interventi sulle diverse matrici. I dettagli delle frequenze di misura e campionamento sono riportate nei capitoli specifici di ciascuna matrice.

I dati raccolti, molti dei quali sono trasversali alle diverse sottoazioni (Figura 3), saranno elaborati ed integrati in funzione della valutazione del raggiungimento degli specifici obiettivi (par. 1.3), in particolare della valutazione del grado di conservazione di habitat e specie, dello stato ecologico e trofico e della biodiversità (Cap. 11).

Le attività previste dall'azione D.1 comprendono la conduzione di misure, campionamento e analisi di:

- matrice acqua, in particolare misure di salinità, temperatura e qualità della colonna d'acqua (nutrienti, carbonio e parametri generali);
- parametri sedimentari e del particolato (granulometria sedimento, tassi di sedimentazione, nutrienti, carbonio e parametri generali di sedimento e particolato);
- matrici ambientali biotiche, con particolare riferimento agli elementi di qualità biologica (EQB) macrofite, macroinvertebrati bentonici e fauna ittica;
- mappatura delle piante sommerse, funzionale alla stima del successo dei trapianti;
- rilievo batimetrico per stimare la variabilità morfologica dei bassi fondali indotta dal progetto.

Sono riportati nel seguito i dettagli sulla localizzazione delle stazioni, le tecniche e le frequenze di campionamento e trattamento dei campioni, i parametri da determinare e i metodi di analisi. Per il monitoraggio degli Elementi di Qualità Biologica sono stati utilizzati come riferimento i *"Protocolli per il campionamento e la determinazione degli elementi di qualità biologica e fisico-chimica nell'ambito dei programmi di monitoraggio ex 2000/60/CE delle acque di transizione"*, [ISPRA \(2011\)](#).

		MATRICE	ACQUA				PARTICELLATO TRAPPOLE		SEDIMENTO	MORFOLOGIA	BENTHOS	ITTIOFAUNA		VEGETAZIONE SOMMERSA	
			ATTIVITA'	CTD INTENSIVO	SONDE SALINITÀ CONTINUO	CNP, TSS, salinità, Chl-a	T, O ₂ , pH, Eh, CONDUCEBILITÀ, TORBIDITÀ, TRASPARENZA, TRAS. LUCE	CNP, GRANULOMETRIA, DENSITA'; UMIDITA'; POROSITA'	TASSO SEDIMENTAZIONE	CNP, GRANULOMETRIA, DENSITA'; UMIDITA'; POROSITA'	BATIMETRIA FONDALI - VARABILITA' MORFOLOGICA	CAMPIONAMENTO M-AMBI	CAMPIONAMENTO BERTOVELLI	CAMPIONAMENTO TRATTA	MAPPATURA
D.1	D.1.1 MONITORAGGIO DEL GRADO DI CONSERVAZIONE DELL'HABITAT 1150*	D.1.1	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
	D.1.2 MONITORAGGIO DELLE SPECIE ITTICHE TARGET	D.1.2									X	X			
	D.1.3 Effetti sulla qualità ecologica dei corpi idrici (Dir.2000/60/CE) e sulla biodiversità (Strategia Biodiversità 2020)	D.1.3			X	X	X	X	X		X	X	X		X

Figura 3. Matrici oggetto di monitoraggio e obiettivi di monitoraggio a cui riferiscono (sottoazioni dell'azione D.1)

3 LOCALIZZAZIONE DEI SITI DI MONITORAGGIO

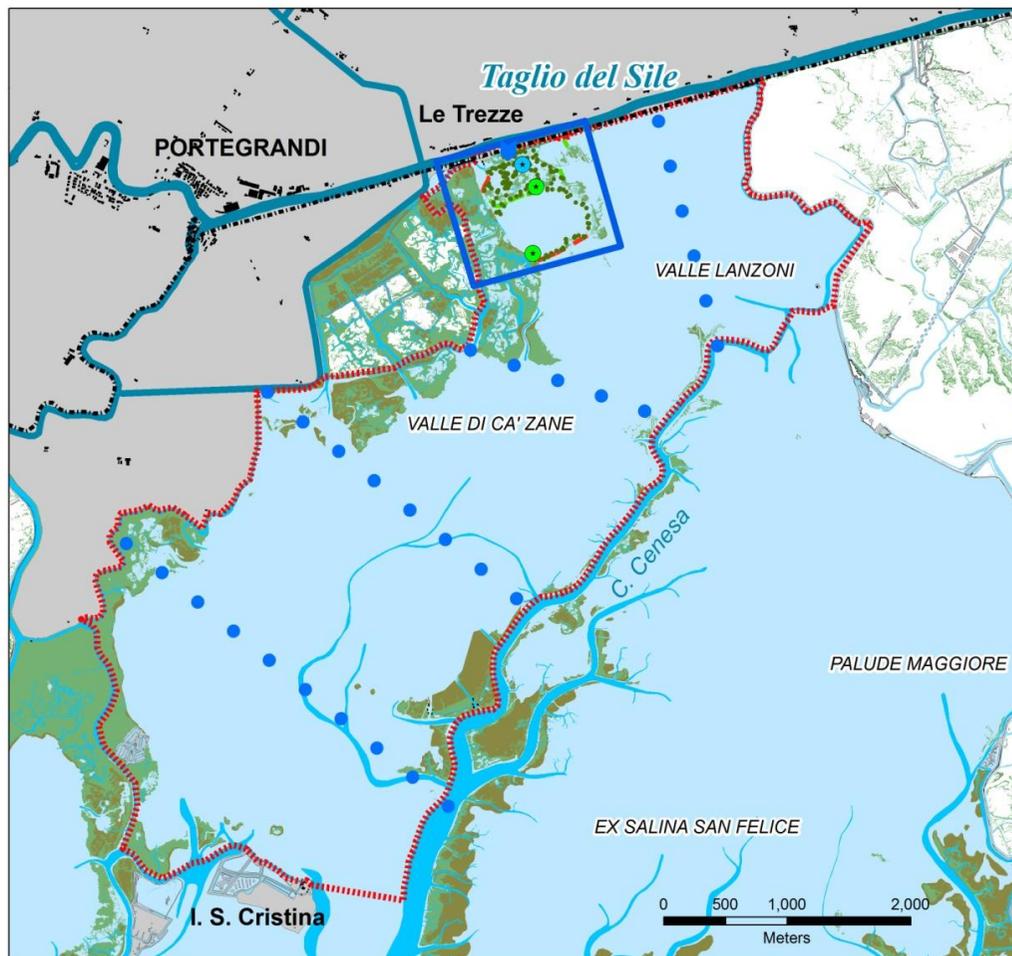
Le campagne di rilievo della salinità e i rilievi batimetrici (Capitoli 4 e 5) saranno concentrati nell'area prossima al punto di immissione di acqua dolce (azione C.1) e in cui sono realizzati gli interventi morfologici (azione C.2) e di trapianto del canneto (azione C.3) (Figura 4 e Figura 5).

I parametri ambientali di acqua e sedimento saranno rilevati in 6 stazioni, di cui 3 nell'area più prossima al punto di immissione di acqua dolce e 3 nel resto del sito di progetto (Figura 6 e Figura 7; vedi Capitoli da 6 a 10). La scelta del numero e del posizionamento delle stazioni tiene in considerazione la sinergia con altri monitoraggi in corso nell'area (Direttiva 2000/60/CE, Life SERESTO, vedi Allegato 1). In particolare 2 stazioni (LS-5 e LS-8) sono state scelte coincidenti con stazioni di monitoraggio del LIFE SERESTO, in modo da mantenere la serie storica di dati e il controllo delle variazioni del grado di conservazione dell'habitat 1150* su un ampio arco temporale.

I rilievi e campionamenti di particellato, macrofite, benthos e fauna ittica saranno effettuati su 4 delle 6 stazioni in cui si monitora acqua e sedimento. La mappatura della vegetazione sommersa sarà realizzata nelle aree di trapianto delle fanerogame (Figura 1).

Project title: Coastal lagoon habitat (1150*) and species recovery restoring the salt gradient by increasing fresh water input - LIFE LAGOON REFRESH

Mappa D.1
Localizzazione
dei rilievi di salinità



Sonde di salinità

Tipo

- Sonda fissa
- Sonda mobile

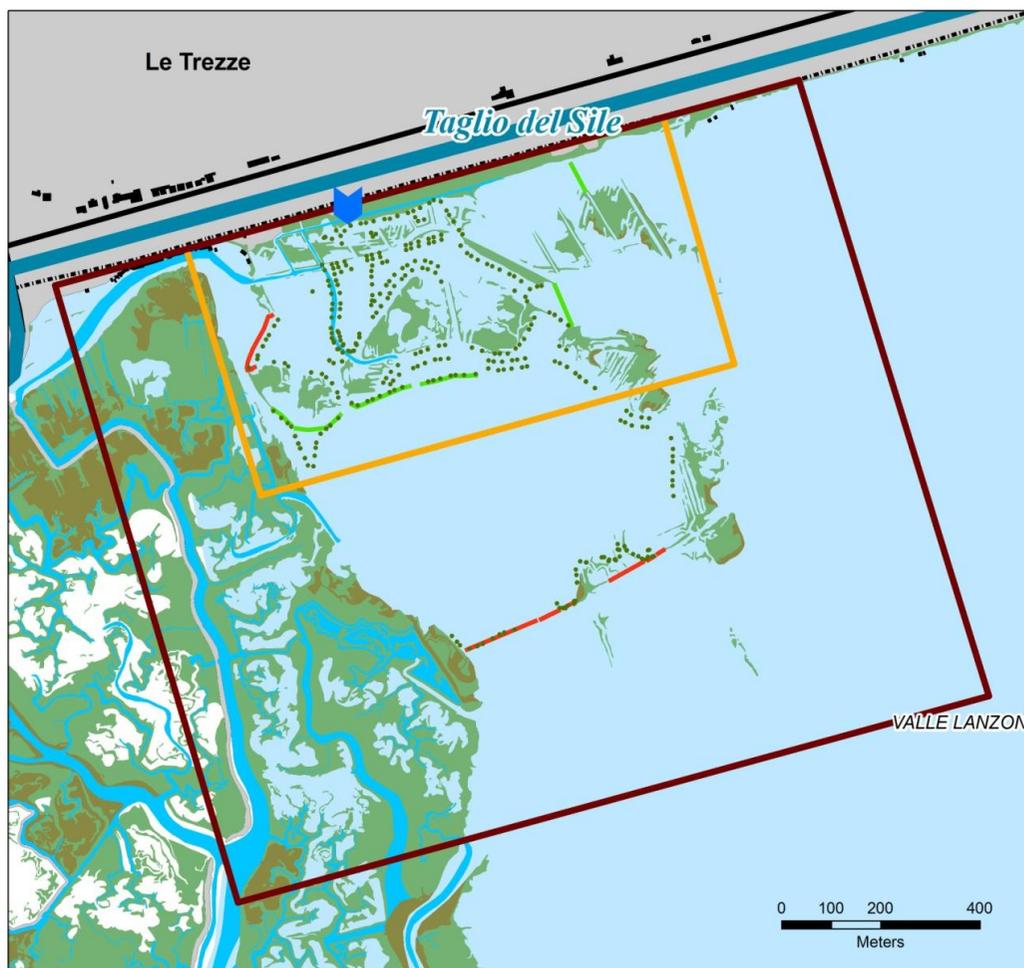
- Profili CTD - area vasta
- Profili CTD - area di dettaglio

Legenda

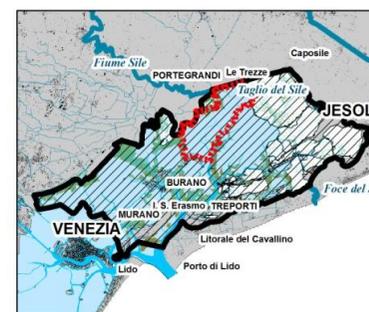
- Project Site
- C1 - OPERE IDRAULICHE PER L'IMMISSIONE DI ACQUA DOLCE**
- ▼ Punto di immissione
- C3 - TRAPIANTO DEL CANNETO**
- Phragmites australis - aree di trapianto
- C2 - OPERE DI RIMODELLAZIONE MORFOLOGICA**
- Strutture ad elevata resistenza
- Strutture biodegradabili

Figura 4. Mappa dell'area di progetto con la localizzazione di massima della griglia e dei transesti di punti di misura con profilatori CTD. È riportata inoltre la localizzazione di massima delle sonde per rilievi della salinità in continuo, ed in particolare due sonde mobili installate in finestre temporali di 7 gg e una sonda fissa.

Project title: Coastal lagoon habitat (1150*) and species recovery restoring the salt gradient by increasing fresh water input - LIFE LAGOON REFRESH



Mappa D.1
Localizzazione
del rilievo batimetrico



- Rilievo batimetrico
- Rilievo batimetrico di dettaglio

Legenda

- Project_Site_GBEST
- C1 - OPERE IDRAULICHE PER L'IMMISSIONE DI ACQUA DOLCE**
 - Punto di immissione
- C2 - OPERE DI RIMODELLAZIONE MORFOLOGICA**
 - Strutture ad elevata resistenza
 - Strutture biodegradabili
- C3 - TRAPIANTO DEL CANNETO**
 - Phragmites australis - aree di trapianto
- C4 - TRAPIANTO FANEROGAME MARINE**
 - Aree di trapianto fanerogame (R. cirrhosa e Z. Noltei)
- C5 - ADOZIONE FORME TUTELA CACCIA E PESCA**
 - Confini preliminari

Figura 5. Mappa dell'area di rilievo batimetrico effettuato nell'ambito dell'azione A.2.3 e da ripetere nell'ambito dell'azione D.1 al termine delle opere.

Project title: Coastal lagoon habitat (1150*) and species recovery restoring the salt gradient by increasing fresh water input - LIFE LAGOON REFRESH



Mappa D.1
Localizzazione delle stazioni di monitoraggio



Stazioni di monitoraggio

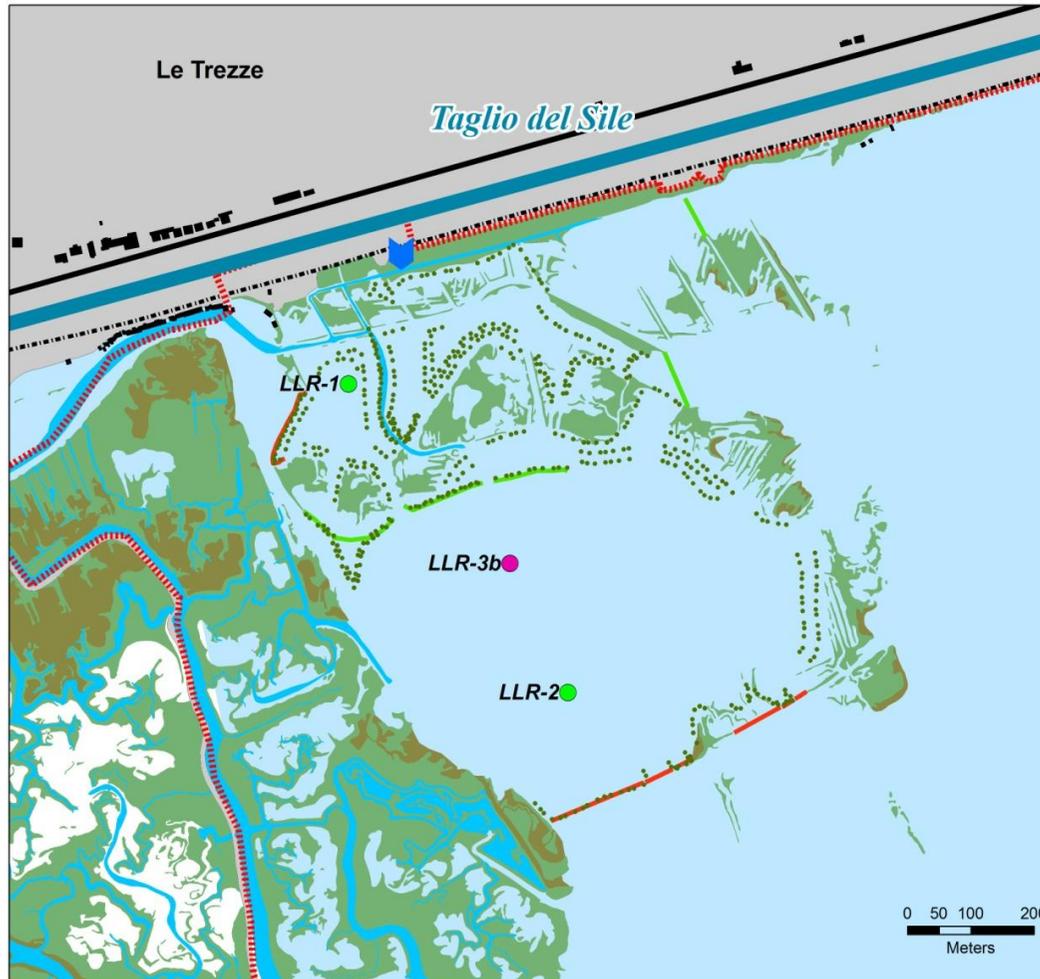
- acqua
- acqua - sedimento - macrofite - zoobenthos - fauna ittica

Legenda

- Project Site
- C1 - OPERE IDRAULICHE PER L'IMMISSIONE DI ACQUA DOLCE**
 - Punto di immissione
- C2 - OPERE DI RIMODELLAZIONE MORFOLOGICA**
 - Strutture ad elevata resistenza
 - Strutture biodegradabili
- C3 - TRAPIANTO DEL CANNETO**
 - Phragmites australis - aree di trapianto
- C4 - TRAPIANTO FANEROGAME MARINE**
 - Aree di trapianto fanerogame (R. cirrhosa e Z. Noltei)
- C5 - ADOZIONE FORME TUTELA CACCIA E PESCA**
 - Confini preliminari

Figura 6. Mappa dell'area di progetto con localizzazione delle stazioni di monitoraggio per le matrici acqua, sedimento, macrofite, macrozoobenthos e fauna ittica.

Project title: Coastal lagoon habitat (1150*) and species recovery restoring the salt gradient by increasing fresh water input - LIFE LAGOON REFRESH



Mappa D.1
Localizzazione delle stazioni
di monitoraggio -
DETTAGLIO punto di immissione



Stazioni di monitoraggio

Matrice

- acqua
- acqua - sedimento - macrofite - zoobenthos - fauna ittica

Legenda

- Project Site
- C1 - OPERE IDRAULICHE PER L'IMMISSIONE DI ACQUA DOLCE**
- Punto di immissione
- C2 - OPERE DI RIMODELLAZIONE MORFOLOGICA**
- Strutture ad elevata resistenza
- Strutture biodegradabili
- C3 - TRAPIANTO DEL CANNETO**
- Phragmites australis - aree di trapianto

Figura 7. Mappa di dettaglio del punto di immissione con localizzazione delle stazioni di monitoraggio per le matrici acqua, sedimento, macrofite, macrozoobenthos e fauna ittica.

4 MISURE DI SALINITÀ

4.1 Strategia di monitoraggio

Il monitoraggio della salinità prevede tre tipologie di misure:

- 1) misure intensive tramite profilatori CTD;
- 2) rilievi in continuo della durata di circa 7 gg ripetuti nel tempo con due sonde mobili;
- 3) rilievi in continuo con l'installazione di una stazione fissa.

Le campagne di rilievo della salinità saranno distribuite in tutta l'area di progetto, ma principalmente concentrate nell'area prossima al punto di immissione di acqua dolce e in cui sono realizzati gli interventi morfologici.

In Figura 4 sono riportate le aree in cui saranno effettuate le misure con profilatori CTD e le localizzazioni di massima delle postazioni delle sonde.

4.1.1 Misure intensive tramite profilatori CTD

Per le misure di salinità intensive tramite profilatori CTD sono previste, nell'ambito dell'azione D.1, attività analoghe a quelle svolte nell'ambito dell'azione A.2.4 nel primo anno di progetto. In particolare sono previste 2 campagne all'anno, al variare delle condizioni di marea (marea sizigia e di quadratura), di 2 gg. ciascuna, nei 2 anni successivi alla conclusione degli interventi (2020, 2021).

Lo sforzo complessivo di campionamento per le misure di salinità intensive è stimato in 4 campagne e 8 gg. di campo.

In analogia a quanto effettuato nell'azione A.2.4, le misure di salinità con profilatore CTD saranno effettuate in Laguna:

- su di una griglia di punti a maglia più fitta distribuiti su circa 1.3 km² nell'intorno dell'area dove saranno realizzati gli interventi (indicativamente 25 punti);
- lungo transetti ritenuti idonei a rappresentare i gradienti salini nell'intera area di intervento.

In Figura 4 è riportata l'area in cui è prevista la griglia e una configurazione di massima dei transetti in corrispondenza dei quali saranno effettuati i rilievi con profilatore CTD. Le misure saranno effettuate due volte nell'arco di ciascuna giornata in diverse condizioni di marea.

Verranno inoltre effettuate alcune misure nel Sile per la caratterizzazione dell'intrusione salina nell'alveo in prossimità dell'area di intervento.

4.1.2 Misure di salinità in continuo con due sonde mobili

Le misure di salinità in continuo con sonde mobili verranno effettuate con 2 apparecchi che acquisiscono dati per circa 7 gg. Sono previste 4 campagne all'anno sia prima degli interventi (2018) che nelle fasi successive alla conclusione degli stessi (set 2019-ago 2021).

Lo sforzo complessivo di campionamento per le misure di salinità in continuo con sonde mobili è stimato in 12 campagne e 84 gg. di acquisizione. Sono previste 2 uscite MOB/DEMOB per ogni campagna per un totale di 24 gg. di campo.

In Figura 4 sono riportate le localizzazioni di massima delle due sonde mobili, che potranno comunque essere variate sulla base di evidenze di campo e di necessità specifiche di rilievo.

4.1.3 Misure di salinità con sonda fissa

Una stazione per le misure di livello e salinità sarà installata in laguna nell'ambito dell'azione A.2.2, in sito accessibile, ad una distanza non superiore a 300m dalla zona di immissione, nei primi mesi di progetto e l'acquisizione avverrà durante tutto il progetto. La localizzazione di massima è indicata in Figura 4.

Nell'ambito di questa azione saranno effettuate campagne trimestrali di controllo e di acquisizione dei dati di tale stazione di misura per l'intera durata del progetto. Le campagne del primo anno sono finalizzate alla definizione dello stato ambientale ante operam, e le successive per la valutazione degli effetti degli interventi.

Sono previste regolari attività di manutenzione, durante le quali potrebbero verificarsi periodi di mancata acquisizione del dato.

4.2 Parametri da determinare e metodiche

Le misure intensive con profilatori CTD verranno effettuate mediante due sonde multiparametriche in grado di acquisire dati in continuo, lungo profili sull'intera colonna d'acqua. La prima sonda, Idronaut 316 plus le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 1, è in grado di rilevare, oltre ai dati di conducibilità, temperatura e pressione necessari per ottenere i profili CTD, anche altri parametri quali: ossigeno disciolto, potenziale redox, pH, clorofilla "a" mediante fluorimetro, torbidità.

Tabella 1. Caratteristiche dei sensori della sonda CTD (Idronaut 316 plus) utilizzati per le misure sulla matrice acqua

SENSORE	RANGE DI MISURA	ACCURATEZZA	SENSIBILITÀ
Conducibilità	0 / 70 mS/cm	0,003 mS/cm	0,0003 mS/cm
Pressione	0/1000 dbar	0,05 f.s.	0,002
Temperatura	-3 / +50 °C	0,003 °C	0,0002 °C
Ossigeno disciolto	0 / 50 ppm 0 / 500 % sat	0,1 ppm 1 % sat	0,001 ppm 0,1 % sat
Potenziale redox	-1000 / +1000 mV	1 mV	0,1 mV
pH	0 / 14	0,01	0,001
Turbidimetro Seapoint	0 / 750 FTU	5 FTU	0,5 FTU

I parametri non rilevati in modo diretto sono calcolati automaticamente secondo gli algoritmi descritti nei rapporti tecnici UNESCO pubblicati su marine science no. 44 "Algorithms for computation of fundamental properties of sea water". Al termine di ogni campagna i dati raccolti nel Data-logger interno della sonda verranno trasferiti su disco rigido, processati con il software dedicato REDAS5 e quindi verificati.

Come seconda sonda in grado di rilevare i parametri T, S, P, ad una frequenza di 5HZ, sarà utilizzata una sonda Sontek CastAway CTD con GPS e datalogger integrato le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 2.

Tabella 2. Caratteristiche dei sensori della sonda Sontek CastAway CTD utilizzata per le misure sulla matrice acqua

PARAMETRO	RANGE DI MISURA	ACCURATEZZA	SENSIBILITA'	METODO
Conducibilità	0 to 100,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.25% $\pm 5 \mu\text{S}/\text{cm}$	1 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Misura
Densità	990 to 1035 kg/m^3	$\pm 0.02 \text{ kg}/\text{m}^3$	0.04 $\text{kg}.\text{m}^3$	EOS80**
Profondità	0 to 100 m	$\pm 0.25\%$ FS	0.01 m	EOS80**
GPS	-	10m	-	-
Pressione	0 to 100 dBar	0.25% of FS	0.01 dBar	Misura
Salinità	Up to 42	± 0.1	0.01	PSS-78 [†]
Velocità del suono	1400 –1730 m/s	$\pm 0.15 \text{ m}/\text{s}$	0.01 m/s	Chen-Millero [‡]
Specific Conductivity [§]	0 to 250,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.25% $\pm 5 \mu\text{S}/\text{cm}$	1 $\mu\text{S}/\text{cm}$	EOS80**
Temperatura	-5 to +45°C	$\pm 0.05^\circ\text{C}$	0.01°C	Misura

*Based on temperature resolution and accuracy.

**International Equation of State for sea water (EOS-80).

[†]1978 Practical Salinity Scale

[‡] Chen-Millero, 1977. Speed-of-sound in sea water at high pressures.

[§] Based on 100,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ at -5°C.

Le sonde mobili per la misura in continuo della conducibilità/salinità sono predisposte per acquisire il dato di salinità a una profondità costante rispetto alla superficie dell'acqua (sonda dotata di piccola boa galleggiante ancorata sul fondo o soluzione analoga). Le sonde sono caratterizzate da sensori di conducibilità/salinità di elevato valore di accuratezza e di precisione all'interno del range di salinità (5-35 PSU) e sono dotate di datalogger per la conservazione dei dati acquisiti.

La stazione fissa per la misura in continuo della conducibilità/salinità è costituita da strumentazione montata su boa galleggiante ancorata sul fondo (o soluzione analoga) dotata di sistema di trasmissione e ricezione del dato; la stazione è provvista di alimentazione, in grado di raccogliere dati con un elevato valore di accuratezza e di precisione all'interno del range di salinità 5-35 PSU.

I dati ottenuti saranno inseriti all'interno di un database e saranno elaborati anche in funzione delle condizioni idrodinamiche.

I risultati delle attività verranno elaborati con opportuni strumenti statistici e cartografici idonei a valutare la variabilità temporale e spaziale dei parametri indagati.

5 RILIEVO BATIMETRICO

5.1 Strategia di monitoraggio

Il rilievo batimetrico dei bassi fondali nell'area di progetto viene condotto al fine di valutare le variazioni delle quote indotte dalla realizzazione del progetto. Un primo rilievo batimetrico sarà completato nella fase *ante operam*, nell'ambito dell'azione A.2.3. Nell'ambito dell'azione D.1 in fase conclusiva del monitoraggio (2021), dopo il completamento dell'opera, sarà effettuato un nuovo rilievo da confrontare con quanto effettuato nell'ambito dell'A.2.3.

Per ogni rilievo sono previsti indicativamente 5 gg. di campo.

I rilievi batimetrici saranno effettuati in laguna, con maggiore dettaglio nell'area dove saranno realizzati gli interventi (circa 0.5 km²) e con minor dettaglio negli specchi d'acqua lagunari circostanti (circa 2.0 km², Figura 5).

La campagna di rilievi sarà effettuata in opportune condizioni meteorologiche, di copertura della vegetazione sommersa, preferibilmente in situazioni astronomiche di quadratura o di alta marea sizigiale.

5.2 Metodiche di rilievo e restituzione dei dati

Il rilievo batimetrico in laguna sarà effettuato utilizzando un'imbarcazione di appoggio attrezzata con strumentazione specifica per bassi fondali (Figura 8). In particolare sarà utilizzato:

- eco-scandaglio single beam con antenna GPS-RTK, installato su trimarano galleggiante trainato dalla suddetta imbarcazione o manualmente da operatore;
- palina topografica con antenna GPS-RTK manovrata da operatore nelle zone non praticabili con ecoscandaglio.

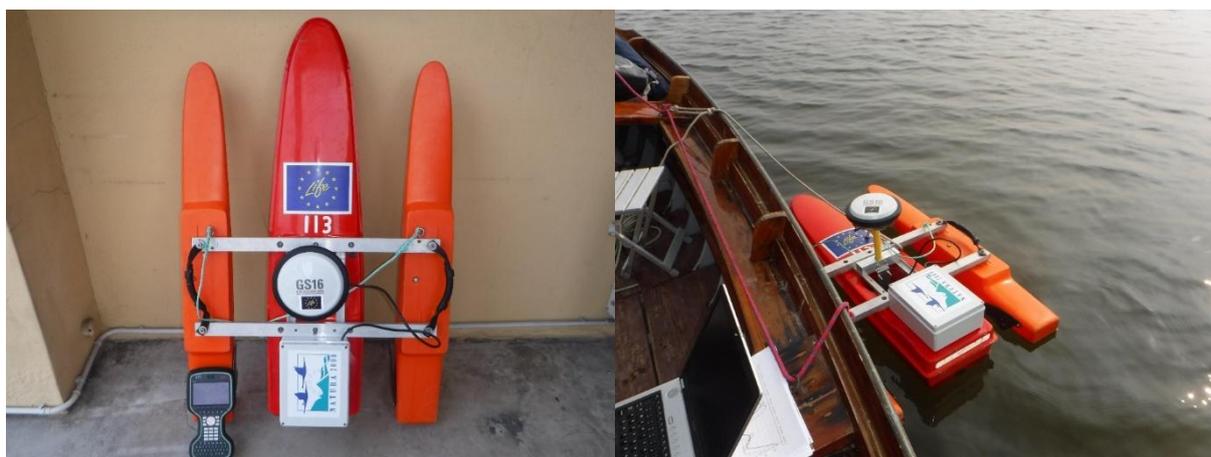


Figura 8. Trimarano attrezzato con ecoscandaglio e antenna GPS per rilievi batimetrici su bassi fondali

Per il rilievo batimetrico sarà utilizzato un ecoscandaglio single beam modello Omhex SonarMite v5, con sistema di trasmissione del dato via Bluetooth. Le prestazioni dello strumento sono riportate in Tabella 3.

Tabella 3. Caratteristiche dell’ecoscandaglio Omhex SonarMite v5 utilizzato per i rilievi batimetrici

Frequenza trasduttore	235KHz Active Transducer
Beam Spread	+/- 4 Degrees minimum
Range di profondità	0.30m to 75.00m
Accuratezza	+/-0.025m (RMS)
Range velocità del suono	1400 to 1600 m/sec
Data Output Range	2Hz
Ultrasonic Ping Rate	3 to 6 Hz (funzione della profondità)

Il sistema di posizionamento GPS, sia nel caso delle misure con l’ecoscandaglio che con la palina, sarà effettuato in modalità RTK utilizzando un ricevitore GNSS Leica Viva GS16, le cui prestazioni sono sintetizzate in Tabella 4.

Tabella 4. Sintesi delle prestazioni dell’antenna GNSS Leica Viva GS16

PRESTAZIONI DELLA MISURA E PRECISIONI		
Tempo di inizializzazione		Generalmente 4s
Real-time cinematico (conforme allo standard ISO17123-8)	Base singola	Orizz.: 8 mm + 1 ppm / Vert.: 15 mm + 1 ppm
	RTK Network	Orizz.: 8 mm + 0,5 ppm / Vert.: 15 mm + 0,5 ppm
Post-elaborazione	Statico (fase), lunghe osservazioni	Orizz.: 3 mm + 0,1 ppm / Vert.: 3,5 mm + 0,4 ppm
	Statico e Statico rapido (fase)	Orizz.: 3 mm + 0,5 ppm / Vert.: 5 mm + 0,5 ppm
Differenza di codice	DGPS / RTCM	Tipicamente 25 cm

Nel caso del rilievo con ecoscandaglio, il dato GPS sarà integrato con il dato di profondità utilizzando apposito software di navigazione/acquisizione.

A scopo di controllo e di verifica, durante tutti i periodi di rilievo, sarà rilevato con continuità anche il livello della marea, mediante un sensore mareografico che sarà appositamente installato in loco. A tale scopo sarà impiegato un sensore ad ultrasuoni Terry Ferraris modello MU – C3, con precisione sub-centimetrica, il cui riferimento altimetrico sarà determinato con la stessa strumentazione GPS-RTK precedentemente illustrata.

Tutti i dati topo-batimetrici saranno acquisiti in coordinate geografiche WGS84 (quote ellissoidiche) con correzione in tempo reale (RTK) acquisita dalle stazioni più vicine all’area di rilievo. I dati stessi saranno restituiti in coordinate piane nel sistema di riferimento Gauss Boaga Fuso Est e quote ortometriche riferite allo zero della rete altimetrica dello stato italiano (IGM95). A tale scopo sarà impiegato il software di conversione della Regione Veneto (ConVE) con i grigliati di riferimento più aggiornati.

Si provvederà a verificare l’accuratezza del dato altimetrico così ottenuto con apposite rilevazioni sui più vicini capisaldi della rete IGM dei quali saranno acquisite le monografie.

I rilievi saranno restituiti nella forma seguente:

- relazione metodologica e descrizione dettagliata delle attività in campo;
- libretto delle misure di campagna;
- planimetria con semina dei punti battuti in scala adeguata;
- mappe a curve di livello e/o coperture a scala di colori in scala adeguata.

6 MONITORAGGIO DEI PARAMETRI ABIOTICI (ACQUA, SEDIMENTO, PARTICELLATO SEDIMENTATO)

Il monitoraggio dei parametri abiotici include campionamenti e analisi della colonna d'acqua, dei sedimenti e del materiale particellato sedimentato.

6.1 Definizione dello sforzo di campionamento

6.1.1 Matrice acqua

Nelle 6 stazioni indicate in Figura 6 verranno effettuati campionamenti mensili nei periodi novembre 2017 – ottobre 2018 e settembre 2020 - agosto 2021; nel periodo settembre 2019 – agosto 2020 saranno condotti n.4 campionamenti trimestrali.

Lo sforzo complessivo di campionamento della matrice acqua è il seguente:

I e II anno (nov 17 – ott 18): n. 6 stazioni – n. 12 campionamenti/anno– n. 72 campioni;

III anno (sett 19 – ago 20): n. 6 stazioni – n. 4 campionamenti/anno – n. 24 campioni;

IV anno (sett 20 –ago 21): n. 6 stazioni – n. 12 campionamenti/anno – n. 72 campioni;

TOTALE: n. 28 campionamenti, n. 168 campioni

6.1.2 Matrice particellato sedimentato

Questa attività prevede il campionamento, tramite trappole di sedimentazione, dei solidi sospesi che si depositano sul fondale su una superficie nota in un determinato periodo di tempo. Le trappole di sedimentazione verranno posizionate nelle 4 stazioni indicate in Figura 6 e il materiale sedimentato verrà prelevato per le analisi una volta al mese. Questa attività di monitoraggio verrà effettuata nel periodo novembre 2017 – ottobre 2018 e settembre 2020 - agosto 2021, in sinergia con i campionamenti mensili della matrice acqua, in tutte 6 le stazioni di monitoraggio.

Lo sforzo complessivo di campionamento della matrice particellato è il seguente:

I e II anno (nov 17 – ott 18): n. 4 stazioni – n. 12 campionamenti/anno– n. 48 campioni;

IV anno (sett 20 –ago 21): n. 4 stazioni – n. 12 campionamenti/anno – n. 48 campioni;

TOTALE: n. 24 campionamenti, n. 96 campioni

6.1.3 Matrice sedimento

Nelle 6 stazioni indicate in Figura 6 verranno effettuati due campionamenti all'anno (aprile e ottobre) nel 2018 e nel 2021.

Lo sforzo complessivo di campionamento della matrice sedimento è il seguente:

I e II anno (2018): n. 6 stazioni – n. 2 campionamenti/anno– n. 12 campioni;

IV e V anno (2021): n. 6 stazioni – n. 2 campionamenti/anno– n. 12 campioni.

TOTALE: n. 4 campionamenti, n. 24 campioni

6.2 Identificazione della strategia di monitoraggio

Le campagne condotte nel I e II anno sono finalizzate alla definizione dello stato ambientale *ante operam* e durante la fase di lavorazione, mentre le successive per la valutazione degli effetti degli interventi sulle diverse matrici.

Le stazioni sono state posizionate in modo tale da rilevare le variazioni delle caratteristiche fisico-chimiche di acqua e sedimento sull'intero sito di progetto, con maggiore dettaglio nell'area più prossima al punto di immissione di acqua dolce (Figura 6 e Figura 7), dove ci si aspettano le variazioni più significative. La scelta del posizionamento delle stazioni tiene in considerazione, in particolare per il monitoraggio a scala di intero sito di progetto, la presenza di altri monitoraggi in corso nell'area (2000/60/CE, LIFE SERESTO). Due stazioni (LS-5 e LS-8) sono state selezionate in corrispondenza di quelle monitorate nell'ambito del progetto LIFE SERESTO, in modo da mantenere la serie storica di dati e permettere quindi un'analisi dell'evoluzione a lungo termine degli effetti di entrambi i progetti (termine LIFE SERESTO: aprile 2018). La stazione LLR-4, posizionata lungo il Canale San Felice/Cenesa, è stata identificata come rappresentativa delle nuove aree di trapianto di fanerogame.

I campionamenti saranno effettuati in opportune condizioni meteorologiche e di marea astronomica.

6.3 Metodiche di campionamento e trattamento dei campioni

6.3.1 Campionamento dell'acqua

Durante il campionamento della colonna d'acqua sono previste:

- la misura di profondità e trasparenza mediante il disco Secchi e di temperatura, pH, Eh, ossigeno disciolto e salinità con strumentazione portatile.
- la raccolta di un campione di acqua con bottiglia scura e filtrazione *in situ*, con apparato filtrante portatile con filtri GF/F in fibra di vetro con porosità 0.7 μm , dei campioni di acqua per la determinazione dei nutrienti disciolti (composti dell'azoto, del fosforo e silice) e del carbonio organico disciolto (DOC);
- per la determinazione del fosforo totale (TP) prelievo di un campione di acqua non filtrata in provette in HDPE da 10 ml da conservare congelate a -20 °C fino alle analisi in laboratorio;
- per la determinazione dei nutrienti particolati (POC e TPN), della clorofilla-*a* e dei solidi sospesi, verrà prelevato un campione di circa 1 l di acqua con una bottiglia scura, da filtrare *in situ* su filtri in fibra di vetro da 0.7 μm con filtrazione manuale. I filtri verranno conservati a -20°C fino al momento delle determinazioni analitiche.

6.3.2 Campionamento dei sedimenti

Durante il campionamento del sedimento sono previste:

- la misura del pH e del potenziale di ossidoriduzione (Eh);
- il prelievo dei primi 5 cm di sedimento tramite carotatore in Plexiglas da 10 cm di diametro o con benna Ekman 15x15 cm;
- la raccolta di un campione di sedimento omogeneizzato di ca. 50 ml per le analisi della frazione fine, della densità, porosità ed umidità;
- la raccolta di un campione di sedimento omogeneizzato di ca. 100 ml. Questo viene refrigerato a -18 °C e liofilizzato per le analisi dei nutrienti.

6.3.3 Campionamento del materiale particellato sedimentato

Il campionamento del materiale particellato sedimentato avverrà mediante trappole di sedimentazione a piramide tronca (base: 20x20 cm, bocca: 15x15, altezza 10 cm, Figura 9) messe a punto per i bassofondali lagunari (Sfriso *et al.*, 2005). Le trappole sono provviste di una rete nella parte aperta per impedire l'entrata di pesci e granchi che altrimenti impedirebbero una corretta sedimentazione. Il materiale sedimentato sulle trappole verrà raccolto mensilmente, segnandone il volume su un *becher* tarato e trattenendo due sub-campioni volumetrici di 100-200 ml. Questi vengono lasciati sedimentare, viene tolta l'acqua sovrastante, poi vengono refrigerati e liofilizzati per la determinazione del peso secco totale, della percentuale di frazione fine (<63 μm) e dei nutrienti.



Figura 9. Trappola di sedimentazione in una prateria di *Cymodocea nodosa* durante la stagione invernale.

6.4 Parametri da determinare

6.4.1 Matrice acqua

I parametri da determinare nei campioni di acqua sono:

- *Azoto*: la forma ridotta dell'ammonio (N-NH_4^+), le forme ossidate dei nitriti (N-NO_2^-) e nitrati (N-NO_3^-), l'azoto inorganico disciolto (DIN = somma di ammonio, nitriti e nitrati), l'azoto totale disciolto (TDN) e l'azoto totale particellato (TPN);
- *Fosforo*: fosforo inorganico disciolto (SRP), fosforo totale disciolto (TDP);
- *Carbonio*: carbonio organico particellato (POC); carbonio organico disciolto (DOC);
- Silicati disciolti (SiO_4^-);
- Solidi sospesi (TSS);
- *Altri parametri*: Clorofilla-*a* (Chl-*a*), feofitine (Phaeo-*a*), Clorofilla-*a* totale (Chl-*a* tot), trasparenza (Tr); temperatura (T); ossigeno disciolto (DO); pH; Eh; salinità (S); profondità (D).

6.4.2 Matrice particellato sedimentato

I parametri da determinare nei campioni di particellato sedimentato sono:

- *Nutrienti*: azoto totale (TN); fosforo totale (TP), fosforo inorganico (IP), fosforo organico (OP); carbonio organico totale (TOC) e carbonio totale (TC);
- *Caratteristiche fisiche*: densità a umido e a secco (Dsed); umidità, porosità; percentuale di frazione fine < 63 µm (Pelite);
- *Tasso di sedimentazione*: peso secco.

6.4.3 Matrice sedimento

I parametri da determinare nei campioni di sedimento sono:

- *Nutrienti*: azoto totale (TN), carbonio organico totale (TOC) e carbonio totale (TC), fosforo totale (TP), inorganico (IP), organico (OP);
- *Caratteristiche fisiche*: densità a umido e a secco (Dsed); umidità, porosità; percentuale di frazione fine < 63 µm (Pelite).

6.5 Metodi di analisi

6.5.1 Matrice Acqua

Determinazione della temperatura:

Le determinazioni della temperatura della colonna d'acqua lagunare verranno effettuate a ca. 30 cm di profondità tramite sonda a termocoppia abbinata al pH-metro portatile Delta Ohm HD8705 (precisione 0.1 °C).

Determinazione dell'ossigeno disciolto:

Le determinazioni dell'ossigeno disciolto a ca. 30 cm di profondità verranno effettuate tramite un Oximeter (OXI 196) della Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH (Germany). I dati sono espressi in mg L⁻¹ e poi convertiti in percentuale di saturazione tenendo conto dei valori di temperatura e di salinità.

Determinazione della salinità:

La determinazione della salinità nella colonna d'acqua verrà effettuata con salinometro portatile oppure per precipitazione dei cloruri mediante la metodologia di Mohr adattata da Knudsen all'acqua di mare. In tal caso i dati sono forniti in clorinità che poi è trasformata in salinità mediante la formula: $S = \text{Clorinità} * 1.805 + 0.03$. Tuttavia in presenza di immissioni di acque dolci è più corretto tener conto della sola clorinità.

Determinazione del pH:

La determinazione del pH (acidità o basicità o neutralità) nella colonna d'acqua verrà effettuata tramite pH-metro portatile Delta Ohm HD8705, provvisto di elettrodo combinato (precisione 0.01 unità di pH).

Determinazione del potenziale di ossido-riduzione (potenziale re-dox o Eh):

La determinazione del potenziale redox nella colonna d'acqua verrà effettuata tramite pH-metro portatile Delta Ohm HD8705 provvisto di elettrodo combinato ad Ag (AgCl).

Determinazione della concentrazione di ammoniaca come ammonio (NH₄⁺):

La determinazione della concentrazione dell'Ammonio nella colonna d'acqua sarà eseguita seguendo le metodologie di [Strickland & Parsons \(1984\)](#). La misura verrà effettuata in quadruplo dopo filtrazione in filtri fibra di vetro Whatman GF/F (porosità ca. 0.7 μm).

Determinazione della concentrazione di nitriti (NO_2^-):

La determinazione della concentrazione di Nitriti nella colonna d'acqua sarà eseguita seguendo le metodologie [Strickland & Parsons \(1984\)](#). La misura verrà effettuata in triplo dopo filtrazione in filtri in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità ca. 0.7 μm).

Determinazione della concentrazione di nitrati (NO_3^-):

La determinazione della concentrazione di Nitrati nella colonna d'acqua sarà eseguita seguendo le metodologie [Strickland & Parsons \(1984\)](#). La misura verrà effettuata in doppio dopo filtrazione in filtri in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità ca. 0.7 μm).

Determinazione della concentrazione dell'azoto inorganico disciolto (DIN)

La determinazione dell'azoto inorganico disciolto (DIN) deriva dalla somma delle concentrazioni dello ione ammonio (NH_4^+), dei nitriti (NO_2^-) e dei nitrati (NO_3^-).

Determinazione del carbonio organico e dell'azoto totale particellato (POC e TPN):

La determinazione del carbonio organico particellato (POC) sarà effettuata mediante un analizzatore elementare CHN Flash 2000 (Thermo Fisher) previa acidificazione dei filtri con HCl 1N per l'eliminazione dei carbonati ([ISPRA, 2010](#)), mentre la determinazione dell'azoto totale particellato (TPN) sarà effettuata allo stesso modo, ma senza acidificazione del filtro. L'accuratezza dell'analisi sarà effettuata mediante analisi ripetute di materiali di riferimento certificati (BCSS e PACS - 1, NRC, Canada).

Determinazione della concentrazione di fosforo reattivo (SRP):

La determinazione della concentrazione di Ortofosfati nella colonna d'acqua sarà eseguita seguendo le metodologie [Strickland & Parsons \(1984\)](#). La misura verrà effettuata in quadruplo dopo filtrazione in filtri in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità ca. 0.7 μm).

Determinazione della concentrazione di fosforo totale disciolto (TDP):

L'analisi del fosforo totale disciolto viene effettuata mediante determinazione spettrofometrica tramite analizzatore in microflusso continuo (QuAAtro SEAL Analytical %), ([ISPRA, 2010](#)).

Determinazione del carbonio organico disciolto (DOC) e dell'azoto totale disciolto (TDN)

Le analisi del DOC e del TDN saranno effettuate mediante combustione catalitica attraverso l'analizzatore TOC/TN (Shimadzu) e determinazione mediante detector ad infrarossi e chemiluminescenza, rispettivamente ([ISPRA, 2010](#)). L'accuratezza dell'analisi sarà mediante la partecipazione a circuiti di intercalibrazione internazionale (QUASIMEME).

Determinazione della concentrazione di silicato reattivo:

La determinazione della concentrazione di Silicati nella colonna d'acqua sarà eseguita seguendo le metodologie [Strickland & Parsons \(1984\)](#). La misura verrà effettuata in triplo dopo filtrazione in filtri in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità ca. 0.7 μm).

Determinazione della concentrazione di solidi filtrabili (sospesi):

La determinazione della concentrazione di Solidi filtrabili nella colonna d'acqua lagunare sarà effettuata mediante filtrazione manuale su portafiltri Swinnex della Millipore usando filtri in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità ca. 0.7 μm) preventivamente essiccati a 130°C per un'ora.

Prima di essere riposti per le successive analisi di laboratorio i filtri verranno lavati con 2-3 aliquote da 20 ml di acqua bidistillata per togliere i sali. In laboratorio i filtri verranno essiccati a 110 °C per due ore e ripesati. L'incremento di peso riportato al volume dell'acqua filtrata fornirà il peso del particolato sospeso per unità di volume (mg L^{-1}). Le misure saranno eseguite in doppio e i dati riportati sarà la media delle due misure.

Determinazione della concentrazione della clorofilla-a e dei feopigmenti:

Queste determinazioni saranno effettuate in laboratorio nei filtri usati in campo per filtrare le acque per le analisi dei nutrienti. Il volume dell'acqua filtrata sarà compreso tra 100 e 1000 ml in funzione delle quantità di fitoplancton o di materiale risospeso presenti. I pigmenti saranno estratti in acetone al 90% seguendo le metodologie [Strickland & Parsons \(1984\)](#).

6.5.2 Matrice Sedimento

Determinazione del pH:

La determinazione del pH (acidità, basicità o neutralità) nel sedimento superficiale lagunare sarà effettuata tramite pH-metro portatile Delta Ohm HD8705 provvisto di elettrodi combinati (precisione 0.01 unità di pH). La misura verrà effettuata su un campione di 3 sub-campioni (5 cm superficiali) accuratamente omogeneizzati raccolti mediante carotatore in Plexiglas (i.d. 10 cm) o benna Ekman 15x15 cm. La misura su un campione omogeneizzato evita le enormi variazioni che avvengono a seconda di piccolissime variazioni di inserimento dell'elettrodo nel sedimento superficiale.

Determinazione del potenziale di ossido-riduzione (potenziale red-ox o Eh):

La determinazione del Potenziale red-ox nel sedimento superficiale lagunare avverrà tramite pH-metro portatile Delta Ohm HD8705 provvisto di elettrodo combinato ad Ag (AgCl), (precisione 1 mV). La misura verrà effettuata su un campione di 3 sub-campioni (5 cm superficiali) accuratamente omogeneizzati raccolti mediante carotatore in Plexiglas (i.d. 10 cm) o benna Ekman 15x15 cm. La misura su campione omogeneizzato evita le enormi variazioni che avvengono a seconda di piccolissime variazioni di inserimento dell'elettrodo nel sedimento superficiale. Il valore ottenuto deve essere sommato al valore del potenziale dell'elettrodo ad Ag(AgCl) in modo da ottenere il potenziale in riferimento a quello dell'elettrodo ad Idrogeno che per convenzione è zero. Il potenziale da sommare è ca. 180 mV ed è determinato con delle soluzioni Fe₂/Fe₃ ogni volta che si cambia elettrodo.

Determinazione dell'umidità:

Questo parametro sarà determinato in sub-campioni di sedimento superficiale per essiccazione a 110 °C in crogioli a volume e peso noto. Il dato è espresso in percentuale dal rapporto: ml di acqua / g sedimento umido. Il sedimento umido è un sub-campione ottenuto dall'omogeneizzazione dei primi 5 cm di tre carote di sedimento superficiale raccolto con carotatore da 10 cm di diametro o benna Ekman 15x15 cm.

Determinazione della porosità:

Questo parametro sarà determinato in sub-campioni di sedimento superficiale per essiccazione a 110 °C in crogioli a volume e peso noto. Il dato sarà espresso in percentuale dal rapporto: ml d'acqua / ml sedimento umido. Il sedimento umido è un sub-campione prelevato dall'omogeneizzazione dei primi 5 cm di tre carote di sedimento superficiale raccolto con carotatore da 10 cm di diametro o benna Ekman 15x15 cm.

Determinazione della densità:

Saranno determinate sia la Densità a umido che quella a secco. Entrambe verranno determinate in sub-campioni di sedimento superficiale per essiccazione a 110 °C in crogioli a volume e peso noto. I dati verranno espressi rispettivamente dai rapporti: peso umido / volume del sedimento umido e peso secco / volume del sedimento umido. Il sedimento analizzato è un sub-campione prelevato dall'omogeneizzazione dei primi 5 cm di tre carote di sedimento superficiale raccolto con carotatore da 10 cm di diametro o benna Ekman 15x15 cm.

Determinazione della frazione fine (<63 micron):

La Frazione <63 μm nel sedimento superficiale avverrà per setacciatura ad umido di ca. 50 g di sedimento secco mediante setacci della Endecotts separando la frazione conchilifera >1mm. Il sedimento è un sub-campione ottenuto dall'omogeneizzazione dei primi 5 cm di tre carote di sedimento superficiale raccolto con carotatore da 10 cm di diametro o benna Ekman 15x15 cm.

Determinazione del carbonio totale, carbonio organico e dell'azoto totale:

Il carbonio totale e l'Azoto Totale saranno determinati mediante combustione controllata (1000 °C) immediatamente seguita da un'ossidazione catalitica (Cromo ossido) e da una riduzione ad opera del rame metallico (Cu) (Pella & Colombo, 1973) attraverso un analizzatore elementare CHN Thermo Scientific Flash 2000. Per la determinazione del carbonio organico il campione sarà trattato più volte con 20 μl di HCl 1N in modo da eliminare il carbonio inorganico presente mediante la formazione di CO_2 volatile (Hedges & Stern, 1984). L'accuratezza dell'analisi sarà misurata su sedimenti marini certificati (MESS e BCSS-National Research Council Canada).

Determinazione del fosforo totale

La determinazione del Fosforo Totale nei sedimenti superficiali sarà effettuata per estrazione in HCl 0.1 N dopo combustione a 550 °C di 0.2-0.3 g di campioni finemente omogeneizzati seguendo le metodologie di digestione di Aspila *et al.* (1976) e le analisi colorimetriche di Strickland & Parsons (1984). Il sedimento è un sub-campione ottenuto dall'omogeneizzazione dei primi 5 cm di tre carote di sedimento superficiale raccolto con carotatore da 10 cm di diametro o benna Ekman 15x15 cm.

Determinazione del fosforo inorganico

La determinazione del Fosforo Inorganico nei sedimenti superficiali avverrà per estrazione in HCl 0.1 N di 0.2-0.3 g di campione finemente omogeneizzato seguendo le Metodologie di digestione di Aspila *et al.* (1976) e le analisi colorimetriche di Strickland & Parsons (1984). Il sedimento è un sub-campione ottenuto dall'omogeneizzazione dei primi 5 cm di tre carote di sedimento superficiale raccolto con carotatore da 10 cm di diametro.

Determinazione del fosforo organico

La determinazione della concentrazione di Fosforo Organico nei sedimenti superficiali si ottiene per differenza tra le due forme precedenti.

Queste analisi saranno effettuate in doppio e replicate in giorni diversi in modo da ottenere una precisione analitica >95%. In caso i valori non rientrino nel margine d'errore del 5% verranno replicati finché non si ottenga la precisione stabilita.

6.5.3 Matrice particellato sedimentato

Le metodiche per la determinazione dei parametri fisico-chimici e dei nutrienti sono le stesse indicate per l'analisi dei sedimenti. Sulla base dei pesi dei campioni raccolti durante un periodo annuale saranno calcolati i tassi di sedimentazione giornalieri, mensili ed annuali.

7 MACROINVERTEBRATI BENTONICI

7.1 Definizione dello sforzo di campionamento

Nelle 4 stazioni indicate in Figura 6 verranno condotte due campagne di campionamento all'anno (primavera e autunno) nel 2018 e nel 2021, in sinergia con il campionamento del sedimento. Sono previste tre repliche per ciascuna stazione.

Lo sforzo di campionamento è il seguente:

I e II anno (2018): n. 4 stazioni – n. 2 campionamenti/anno – n. 8 campioni;

IV e V anno (2021): n. 4 stazioni – n. 2 campionamenti/anno – n. 8 campioni.

TOTALE: n. 4 campionamenti, n. 16 campioni

7.2 Identificazione della strategia di monitoraggio

Le campagne anno svolte nel 2018 sono finalizzate alla definizione dello stato ambientale *ante operam*, mentre quelle svolte nel 2021 sono finalizzate alla valutazione degli effetti degli interventi sui macroinvertebrati bentonici.

Le 4 stazioni sono state scelte tra le 6 stazioni in cui si monitora acqua e sedimento secondo i seguenti criteri:

- *Area in prossimità al punto di immissione di acqua dolce*: 2 stazioni tra le 3 monitorate, scelte in base al gradiente di salinità, quindi una in prossimità del punto di immissione (st. LLR-1), l'altra a distanza maggiore (LLR-2);
- *Restante area di progetto*: 2 stazioni tra le 3 monitorate, scelte in continuità con quelle della rete di monitoraggio del progetto SERESTO (LS-5, LS-8).

7.3 Metodiche di campionamento e trattamento dei campioni

Il sedimento sarà campionato tramite benna tipo Ekman Birge o strumento analogo con una superficie minima di 200 cm² per replica. Il sedimento verrà vagliato su di un setaccio con vuoto di maglia di 1 mm.

Il materiale raccolto sarà trasferito in contenitori di plastica rigida o meno mantenuti refrigerati a 4-6°C fino all'arrivo in laboratorio.

7.4 Parametri da determinare

I parametri che dovranno essere determinati sono:

- riconoscimento tassonomico fino al raggiungimento del livello di specie per crostacei, molluschi, policheti ed echinodermi;
- abbondanza e ricchezza specifica.

Tali parametri sono necessari per l'applicazione dell'indice M-AMBI (Muxika et al., 2007), indicatore previsto dalla normativa italiana per la classificazione dello stato ecologico delle lagune italiane, e di altri indici per la descrizione della comunità (es. indice di diversità di Shannon, indice di ricchezza di Margalef, indice di equitabilità di Pielou, indice BITS).

7.5 Metodi di analisi

In laboratorio il materiale sarà sottoposto a *sorting*, cioè separazione della frazione morta (tanatocenosi) dalla frazione viva, e quest'ultima separata nelle varie frazioni (molluschi, crostacei, policheti, ecc.); le

frazioni così ottenute, fino alla successiva fase di classificazione, saranno conservate in alcol etilico al 70% o altra soluzione conservante a bassa tossicità.

Le varie frazioni saranno quindi sottoposte a classificazione mediante microscopio binoculare (1-7 X)/microscopio ottico e chiavi dicotomiche disponibili in letteratura.

Per la metodologia dello studio dei macroinvertebrati bentonici consultare il manuale [APAT/SIBM/ICRAM \(2003\)](#) e il manuale ICRAM - MATT ([Cicero and Di Girolamo, 2001](#)).

8 MACROFITE (MACROALGHE E FANEROGAME)

8.1 Definizione dello sforzo di campionamento

Nelle 4 stazioni indicate in Figura 6 verranno effettuati due campionamenti (primavera e autunno) nel 2018, 2020 e 2021 per la determinazione dell'indice MaQI (Macrophyte Quality Index).

In ciascun sito, sarà indagata un'area indicativamente di circa 15-30 m di diametro, rappresentativa del sito campionato (par. 8.3).

Lo sforzo di campionamento è il seguente:

I e II anno (2018): n. 4 stazioni – n. 2 campionamenti/anno – n. 8 campioni;

III e IV anno (2020): n. 4 stazioni – n. 2 campionamenti/anno – n. 8 campioni;

IV e V anno (2021): n. 4 stazioni – n. 2 campionamenti/anno – n. 8 campioni;

TOTALE: 6 campionamenti, 24 campioni

8.2 Identificazione della strategia di monitoraggio

Le campagne del 2018 sono finalizzate alla definizione dello stato ambientale *ante operam*, mentre le successive per la valutazione degli effetti degli interventi sulle diverse matrici.

Il campionamento primaverile permetterà di raccogliere anche le specie macroalgali invernali, quello autunnale permetterà di raccogliere le specie estive e potrà valutare se è avvenuta qualche crisi distrofica.

Le 4 stazioni sono state scelte tra le 6 stazioni in cui si monitora acqua e sedimento secondo i seguenti criteri:

- *Area in prossimità al punto di immissione di acqua dolce*: 2 stazioni tra le 3 monitorate, scelte in base al gradiente di salinità, quindi una in prossimità del punto di immissione (st. LLR-1), l'altra a distanza maggiore (LLR-2);
- *Restante area di progetto*: 2 stazioni tra le 3 monitorate, scelte in continuità con quelle della rete di monitoraggio del progetto SERESTO (LS-5, LS-8).

8.3 Metodiche di campionamento e trattamento dei campioni

8.3.1 Copertura totale percentuale

Macroalghe

Al primo livello va stimata la copertura totale percentuale nell'area della stazione (15-30 m di diametro) tramite numero di saggi puntuali per valutare la presenza/assenza della biomassa e riportarla percentualmente all'area esaminata (Sfriso, 2008; Sfriso, 2010). Il saggio deve essere il più possibile puntuale; a tal fine va quindi utilizzato un rampone o l'estremità di un rastrello, che non deve essere fatto strisciare sul fondale. E' richiesto per ciascuna stazione di campionamento un numero minimo di 10 saggi di presenza/assenza. Nelle stazioni caratterizzate da una copertura molto rada la corretta applicazione dell'indice richiede un numero minimo di 20 saggi di presenza/assenza.

In caso di visibilità sufficiente del fondale, la stima fatta tramite i saggi puntuali può essere verificata applicando la *Visual Census Technique*.

Anche se per l'applicazione dell'indice è importante definire se la copertura totale percentuale delle macroalghe è maggiore o minore del 5%, ai fini dell'ulteriore interpretazione dei risultati è opportuno riportare la copertura stimata in intervalli del 5-10% circa.

Si sottolinea che nel calcolo dell'indice MaQI la *Vaucheria* non va considerata nella copertura totale.

Fanerogame

La copertura specifica delle fanerogame eventualmente presenti viene determinata tramite *Visual Census Technique* da barca o in immersione qualora il fondale non sia visibile. Anche se per l'applicazione del MaQI è sufficiente l'assegnazione della copertura specifica a intervalli del 25%, ai fini dell'ulteriore interpretazione dei risultati è opportuno riportare la copertura stimata in intervalli del 5% circa.

8.3.2 Abbondanza relativa

Al secondo livello va considerata l'abbondanza relativa dei taxa macroalgali dominanti.

Per la definizione dell'abbondanza relativa in funzione dell'applicazione del MaQI è richiesta la raccolta, con un rastrello o in immersione, di 3-6 campioni di macroalghe, a seconda della variabilità spaziale del sito. Tale campionamento va condotto in modo da raccogliere il maggior numero di specie presenti.

Queste poi vengono suddivise nei taxa principali, avendo cura dove possibile di separare soprattutto le specie di alto valore ecologico ([Sfriso, 2010](#)); tra le specie con punteggio 0 o 1 è necessario separare le Chlorophyta e le Rhodophyta.

Per la stima dell'abbondanza relativa, le macroalghe così raccolte e suddivise devono essere pesate con una bilancia elettronica (precisione: $\pm 1g$) dopo sgocciolamento tramite una centrifuga per verdure.

In tal modo si ottiene l'abbondanza (in percentuale):

- delle Chlorophyta (soprattutto Ulvaceae e Cladophoraceae) con score 0 e 1;
- delle Rhodophyta (soprattutto Gracilariaceae e Solieriaceae) con score 0 e 1;
- di tutti i taxa con score 0 e 1 raggruppati;
- di eventuali taxa con score 2.

L'abbondanza relativa può essere successivamente trasformata in copertura specifica percentuale in relazione alla copertura totale percentuale stimata con i saggi di presenza/assenza.

8.3.3 Prelievo e trattamento dei campioni per il riconoscimento tassonomico in laboratorio

Dalla biomassa algale raccolta per la stima dell'abbondanza relativa (punto precedente) vanno prelevati campioni del maggior numero di specie presenti per il successivo riconoscimento tassonomico in laboratorio. Se nel sito di monitoraggio sono presenti anche fanerogame, vanno prelevate alcune foglie per il riconoscimento tassonomico delle eventuali epifite.

La fissazione e conservazione dei campioni prelevati per le analisi di laboratorio va effettuata in soluzione al 4% di acqua marina e formalina, ottenuta aggiungendo quantità note di formalina concentrata (40% ca.) tamponata all'acqua di mare (ca. 40 ml per litro). Essendo tale sostanza nociva per la salute umana, per la conservazione dei campioni si consiglia di preparare volumi contenuti di soluzione; a tal fine, è sufficiente che le alghe siano appena un po' più che umide. I campioni vanno conservati in contenitori di adeguate dimensioni e con chiusura ermetica.

In laboratorio, prima della determinazione allo stereoscopio o al microscopio, i campioni vanno accuratamente lavati con acqua di mare in modo da eliminare il più possibile la formalina.

8.4 Parametri da determinare

I parametri che dovranno essere determinati sono quelli necessari all'applicazione dell'indice MaQI:

- Taxa macroalgali presenti, definiti a livello di specie;
- Copertura totale percentuale delle macroalghe;
- Abbondanza relativa percentuale delle macroalghe dominanti (divise almeno in Taxa di alto valore ecologico – score 2 – e Rhodophyta e Chlorophyta di score 0 o 1);
- Taxa di fanerogame marine presenti, definiti a livello di specie, e copertura percentuale delle singole specie.

8.5 Metodi di analisi

Prima della determinazione in laboratorio, ciascun campione va estratto dal fissativo e lavato con acqua di mare. Tutte le operazioni saranno eseguite sotto cappa.

Si procede all'identificazione delle specie mediante stereoscopio e microscopio ottico, chiavi dicotomiche e check-list disponibili in letteratura e/o su supporti elettronici e siti web.

9 MAPPATURE DELLA VEGETAZIONE SOMMERSA

9.1 Definizione dello sforzo di campionamento

Per la mappatura della vegetazione sommersa sono previste due campagne, negli anni 2018 e 2021, di 2 giorni ciascuna da effettuarsi nel mese di giugno.

Lo sforzo di campionamento è il seguente:

I anno (2018): n. 1 campagna/anno – n. 2 giorni/campagna

IV anno (2021): n. 1 campagna/anno – n. 2 giorni/campagna

TOTALE: 2 campagne, 4 gg di mappatura

9.2 Identificazione della strategia di monitoraggio e metodiche di conduzione dei rilievi

La mappatura della vegetazione sommersa è finalizzata alla verifica della diffusione delle fanerogame marine nel sito di progetto, in risposta agli interventi sia diretti, trapianto di fanerogame marine, sia indirettamente in relazione al miglioramento dello stato trofico dell'area.

La campagna del primo anno è finalizzata alla definizione dello stato ambientale *ante operam*, mentre la campagna del 2021 fornirà informazioni utili alla valutazione degli effetti degli interventi sulla vegetazione sommersa.

Le mappature della vegetazione sommersa saranno condotte nelle aree di trapianto.

Le operazioni di rilievo della distribuzione di fanerogame verranno condotte annualmente all'interno del periodo vegetativo, per facilitare il riconoscimento delle specie.

In ciascun sito i rilievi verranno effettuati procedendo:

- per fasce parallele, indicando su una mappa la presenza di fanerogame e la relativa copertura per aree omogenee;
- lungo i limiti coincidenti con il contorno di eventuali patch di vegetazione (in neo-formazione).

La copertura delle fanerogame verrà indicata in percentuale per intervalli di:

- **0 - 5%** - presenza di ciuffi radi, derivanti dagli innesti e da dispersione naturale
- **5 – 10%** - presenza di singoli patch di vegetazione
- **25%** - presenza di patch di fanerogame
- **25 – 50%; 50 - 75%; 75 - 100%** - presenza di praterie a diverso grado di copertura.

Per ciascun sito verranno predisposte delle mappe cartografiche di dettaglio per l'annotazione delle coperture di fanerogame rilevate. Le operazioni di monitoraggio saranno opportunamente documentate tramite la compilazione di schede di campo, predisposizione di mappe e di riprese fotografiche e sintetizzate nei report di monitoraggio.

10 FAUNA ITTICA

Il monitoraggio della fauna ittica prevede 2 diverse tipologie di campionamento: 1) campionamento con sciabica da spiaggia (del tipo conosciuto localmente come “tratta da pesce novello”), finalizzata alla valutazione dello stato della comunità ittica tramite l’indice HFI, quale indicatore della qualità ecologica dell’area; 2) campionamento tramite la posa di reti di sbarramento/invito e bertovelli per la stima dell’abbondanza delle specie di interesse commerciale.

10.1 Definizione dello sforzo di campionamento

Nei pressi delle 4 stazioni dove verranno monitorati gli altri elementi di qualità biologica, macrofite e zoobenthos (stazioni: LLR-1, LLR-2, LS-5, LS-8), verranno condotte due campagne di campionamento all’anno con tratta e con i bertovelli, nel periodo primaverile (aprile) ed autunnale (ottobre) nel 2018, 2020 e 2021.

È prevista una stazione per sito per ciascuno degli strumenti di campionamento (tratta e bertovelli). Per la tratta è previsto un minimo di almeno due cale (repliche) per campagna di campionamento. I bertovelli saranno lasciati in opera per un periodo minimo di 12 ore per ciascun campionamento.

Lo sforzo di campionamento è il seguente:

Tratta

I e II anno (2018): n. 4 stazioni – n. 2 campagne/anno – n.1 giorni n. 8 campioni;
 III e IV anno (2020): n. 4 stazioni – n. 2 campagne/anno – n.1 giorni n. 8 campioni;
 IV e V anno (2021): n. 4 stazioni – n. 2 campagne/anno – n.1 giorni n. 8 campioni;
 TOTALE: n. 6 campagne da 1 giorno

Bertovelli

I e II anno (2018): n. 4 stazioni – n. 2 campagne/anno – n.2 giorni n. 8 campioni;
 III e IV anno (2020): n. 4 stazioni – n. 2 campagne/anno – n.2 giorni n. 8 campioni;
 IV e V anno (2021): n. 4 stazioni – n. 2 campagne/anno – n.2 giorni n. 8 campioni;
 TOTALE: n. 6 campagne da 2 giorni

10.2 Identificazione della strategia di monitoraggio

Le 4 stazioni di monitoraggio sono state scelte tra le 6 stazioni in cui si monitora acqua e sedimento secondo i seguenti criteri:

- *Area in prossimità al punto di immissione di acqua dolce*: 2 stazioni tra le 3 monitorate, scelte in base al gradiente di salinità, quindi una in prossimità del punto di immissione (LLR-1), l’altra a distanza maggiore (LLR-2);
- *Restante area di progetto*: 2 stazioni tra le 3 monitorate, scelte in continuità con quelle della rete di monitoraggio del progetto SERESTO (LS-5, LS-8).

Il campionamento del 2018 verrà considerato rappresentativo delle condizioni *ante operam*, mentre le campagne successive daranno informazioni utili alla valutazione dell’effetto degli interventi sulla fauna ittica.

10.2.1 Tratta

Il campionamento dei pesci con la tratta verrà effettuato nei ghebi o bassofondi più prossimi alle quattro stazioni di monitoraggio scelte tra le 6 stazioni, una prossima al punto di immissione (LLR-1), l’altra a

distanza maggiore, e due scelte in continuità con quelle della rete di monitoraggio del progetto SERESTO (LS-5, LS-8)

I campionamenti dovranno essere effettuati nelle ore diurne e, per quanto possibile, nella stessa fase di marea (quadratura) per tutte le stazioni di monitoraggio.

10.2.2 Bertovelli

La localizzazione di dettaglio dei Bertovelli verrà individuata con il supporto dei pescatori coinvolti nel progetto, sulla base delle caratteristiche morfologiche e idrodinamiche dell'area, che determinano le vie preferenziali negli spostamenti della fauna ittica.

10.3 Metodiche di campionamento e trattamento dei campioni

Le variabili che descrivono il metodo di campionamento sono riassunte in Tabella 5.

Tabella 5. Variabili per descrivere il metodo di campionamento.

Tipo di rete	Sciabica o bertovello
Dimensioni rete (m)	Lunghezza x altezza
Tipo di maglia	Distanza internodo
Apertura della rete (m)	Dato riguardante il campionamento con sciabica, si ottiene misurando la distanza (m) tra le due estremità della rete in pesca
Lunghezza della tirata (m)	Dato riguardante il campionamento con sciabica, si ottiene misurando la distanza (m) percorsa trainando manualmente la rete in pesca.
Superficie campionata (m ²)	Dato riguardante il campionamento con sciabica, si ottiene combinando le due misure precedenti
Tempo di cala (h, min)	Dato riguardante il campionamento con i bertovelli, si ottiene calcolando il tempo di messa in opera e di salpaggio dell'attrezzo.

10.3.1 Tratta

I campionamenti verranno eseguiti mediante l'uso di rete a traino manuale, del tipo tratta, in aree con profondità massima inferiore a 1.5 m. La tratta avrà le seguenti caratteristiche:

- distanza internodo 2 mm (almeno nel segmento mediano corrispondente al "sacco");
- lunghezza da 8 a 20 m; altezza massima (nella porzione/sacco centrale) da 1.5 a 3 m.

Durante il traino manuale della rete, l'ampiezza della stessa sarà mantenuta il più possibile costante nell'avanzamento, e la distanza complessivamente coperta sarà effettuata lungo un transetto predefinito, in modo tale da esplorare un'area di almeno 150 m² per replica. In ogni stazione saranno effettuate almeno due cale (repliche) per stagione/campagna di campionamento.

10.3.2 Bertovelli

Nelle postazioni equipaggiate con reti di sbarramento/invito e di un bertovello (6 mm di distanza internodo), il tempo minimo di messa in opera e di salpaggio dell'attrezzo sarà prefissato in 24 ore, in maniera da coprire almeno una notte.

10.3.3 Conservazione dei campioni ed etichettatura

I pesci durante le operazioni di cattura devono essere manipolati con cautela, in modo tale da minimizzare i danni e le lesioni causate dalle operazioni di pesca. Nei casi di difficile riconoscimento sul campo (es.

specie molto simili, individui giovanili), gli esemplari potranno essere sacrificati e trasportati in laboratorio per un'analisi più accurata. A tal fine, essi dovranno essere anestetizzati in una soluzione acquosa di anestetico (tricaina metasulfonata, 2-fenossietanolo) in dosi letali, per essere poi riposti in sacchetti di polietilene marcati (separatamente per ogni replica), conservati con ghiaccio a 0°C durante il trasporto in laboratorio e quindi congelati a -20°C o trasferiti in fissativi (vedi oltre) fino al momento dell'analisi.

Gli esemplari delle specie di interesse conservazionistico dovranno, quando possibile, essere trattati con una soluzione acquosa di anestetico (tricaina metasulfonata, 2-fenossietanolo) prima di effettuare le misurazioni, per poi essere liberati una volta riacquisite le funzioni vitali, onde minimizzare l'impatto del monitoraggio sulle popolazioni.

Per la conservazione di esemplari o di parti anatomiche possono essere utilizzati i seguenti fissativi:

- Alcool etilico al 70%, utilizzabile per la conservazione di esemplari di piccola taglia;
- Altra sostanza conservante, non nociva o poco nociva per la salute umana, per la conservazione di esemplari di taglia maggiore.

10.4 Parametri da determinare

I parametri che dovranno essere determinati sono quelli necessari per l'applicazione dell'Habitat Fish Index e per la valutazione della presenza/abbondanza di specie di particolare interesse conservazionistico.

L'analisi dei campioni dovrà quindi comprendere:

- l'identificazione tassonomica degli individui a livello di specie, effettuato sulla base di chiavi di identificazione e manuali disponibili in letteratura (ad es.: [Fisher et al., 1987](#); [Gandolfi et al., 1991](#));
- il conteggio di tutti gli individui pescati;
- per ciascuna delle specie rinvenute, nei campioni con meno di 100 individui dovranno essere rilevati la taglia (lunghezza totale, in mm) ed il peso corporeo (umido, in gr) di ciascun individuo. Qualora il campione sia più numeroso, le misure di cui sopra dovranno essere rilevate su un campione di 100 individui per specie scelti in maniera casuale.

Per non compromettere la vitalità degli individui da rilasciare, soprattutto nel caso delle specie di interesse conservazionistico, gli esemplari catturati, previamente anestetizzati (vedi sopra), potranno essere fotografati direttamente sul campo dopo averli posizionati su una tavoletta metrica. Dopo tale operazione, una volta riacquistata la piena vitalità, gli individui potranno essere liberati nell'ambiente di cattura. In laboratorio, le foto prese in campo saranno esaminate tramite un software per l'analisi di immagini, in modo da ottenere una stima delle lunghezze corporee; i pesi individuali saranno calcolati sulla base di specifiche relazioni lunghezza-peso, o reperibili in letteratura oppure messe a punto su un campione iniziale di individui sufficientemente adeguato.

11 ELABORAZIONE ED INTEGRAZIONE DEI DATI

I dati derivanti dalle diverse attività di monitoraggio nell'ambito dell'azione D.1 verranno elaborati ed integrati attraverso specifici indicatori al fine di verificare l'efficacia del progetto nel perseguire gli obiettivi di ripristino dell'ambiente acquatico (par. 1.1, Cap. 2) e il raggiungimento dei risultati attesi (par. 1.3). In linea con le tre sottoazioni di monitoraggio (Cap. 2), la valutazione dei risultati verrà condotta per valutare gli effetti del progetto in termini di:

- variazione del grado di conservazione dell'habitat 1150* (D.1.1);
- variazione del grado di conservazione delle specie ittiche target (D.1.2);
- variazione della qualità ecologica dei corpi idrici della biodiversità (D.1.3).

11.1 Grado di Conservazione dell'Habitat 1150* (DIR 43/92/CEE)

L'efficacia del progetto in termini di miglioramento del Grado di Conservazione (GdC) dell'habitat 1150* Lagune costiere verrà valutato attraverso una serie di indicatori rappresentativi della struttura e delle funzioni dell'habitat, in linea con quanto previsto dalla Dir. 92/43/CEE.

Il GdC della struttura verrà valutata attraverso i seguenti indicatori:

- gradiente di salinità derivante dai dati dei rilievi effettuati con campagne intensive CTD e dai dati registrati in continuo dalle sonde mobili e dalla sonda fissa;
- grado di eutrofizzazione, quantificato tramite l'Indice TWQI (Giordani et al., 2009) e la copertura della vegetazione sommersa;

Il GdC delle funzioni verrà valutata attraverso i seguenti indicatori:

- stato di qualità della fauna ittica, bentonica e della vegetazione sommersa, attraverso gli indici HFBI (Franco et al., 2010), M-AMBI (Muxika et al., 2007) e MaQI (Sfriso et al., 2009);
- qualità chimico-fisica dell'acqua (nutrienti, clorofilla, trasparenza, etc.).

A supporto della valutazione del miglioramento dello stato dell'habitat 1150* verranno utilizzati, inoltre, i dati relativi alle matrici sedimento, particellato e rilievi batimetrici dei fondali.

La modalità di integrazione dei dati per la definizione del Grado di Conservazione verrà definita in occasione del report di monitoraggio D.1 – *ante operam* di monitoraggio (Deliverable D.1_2).

11.2 Grado di Conservazione delle specie ittiche target (DIR 43/92/CEE)

Il grado di conservazione/protezione delle specie ittiche target *Pomatoschistus canestrinii* verrà valutata attraverso la stima della densità di individui (ind/100m²) presenti nell'area di progetto, con particolare riferimento alla zona di immissione dell'acqua dolce, in cui il gradiente salino risulterà più marcato.

11.3 Qualità ecologica dei corpi idrici (DIR.2000/60/CE) e biodiversità

La qualità ecologica dei corpi idrici verrà valutata tramite gli indicatori e le soglie messi a punto per la classificazione degli ambienti di transizione italiani ai sensi della Dir. 2000/60/CE, integrati da ulteriori parametri abiotici:

- gli indici ecologici per gli elementi di qualità biologica fauna ittica, macroinvertebrati bentonici e macrofite (HFBI, M-AMBI, MaQI);
- i parametri chimico-fisici analizzati nella colonna d'acqua e nel sedimento a supporto della classificazione ecologica;

La biodiversità dell'ambiente acquatico nell'area di intervento verrà quantificata da ulteriori specifici indici (Shannon&Weaver: H'; Margalef: D; Pielou: J').

Relativamente alla fauna ittica verrà valutata anche l'abbondanza delle specie di interesse commerciale, a supporto della valutazione delle funzioni e servizi ecosistemici derivanti dall'implementazione del progetto.

12 DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE

I risultati delle attività di monitoraggio saranno raccolti in un geo-database ed elaborati per fornire indicazioni sintetiche sull'efficacia degli interventi di ripristino dell'habitat 1150* e dei corpi idrici nel SIC "Laguna Superiore di Venezia" (IT3250031).

Nel corso delle attività previste dall'azione D.1 "Monitoraggio Dell'Habitat Lagune Costiere" verranno prodotti i seguenti elaborati (*deliverable*):

DELIVERABLES		data prevista
D.1_1	Protocollo di monitoraggio D.1 – Habitat Lagune Costiere	10/2017
D.1_2	Report di monitoraggio D.1 – <i>ante operam</i>	04/2019
D.1_3	Report intermedio di monitoraggio	02/2021
D.1_4	Report finale azione D.1	04/2022

Nel report di monitoraggio intermedio saranno descritte le attività di campionamento condotte in ciascun anno e presentati i risultati delle analisi. I risultati di alcune analisi potrebbero non essere disponibili in tempo utile per la produzione del report intermedio, ma in ogni caso il report finale conterrà l'elaborazione e discussione integrata di tutti i risultati.

Una prima sintesi delle attività condotte e dei risultati preliminari verrà presentata in occasione del I Progress Report, previsto per maggio 2018.

14 BIBLIOGRAFIA

APAT/SIBM/ICRAM (2003). Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. M.C. Gambi & M. Dappiano (Eds).

Aspila, K., Agemian, H., Chair, A.S.J., 1976. A semi-automated method for the determination of inorganic, organic and total phosphorus in sediments. *Analyst* 101, 187–97.

Cicero A.M., Di Girolamo I., 2001. Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003). Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM@ICRAM, Roma 2001.

Chen C.T., Millero F.J., 1997. Speed of sound in seawater at high pressures. *J. Acoust. Soc. Am.* 62(5) pp 1129-1135

Fischer W., Bauchot M.L., Schneider M., 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zones de pêche 37 (1) e (2) Vertébrés. FAO, Rome.

Franco, A., Riccato, F., Torricelli, P., Franzoi, P. (2009). Fish assemblage response to environmental pressure in the Venice lagoon. *Transitional Waters Bulletin*, 5: 29-44.

Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P., Marconato A. 1991. I pesci delle acque interne italiane. Istituto Poligrafico Zecca dello Stato, Roma: pp 616

Giordani, G., Zaldivar, J.M., Viaroli, P. (2009). Simple tools for assessing water quality and trophic status in transitional water ecosystems. *Ecological Indicators*, 9: 982-991.

Hedges, J.I. and J.H. Stern, 1984. Carbon and nitrogen determinations of carbonate-containing solids. *Limnol. Oceanogr.*, 29: 657-663.

ISPRA, 2010. Metodologie di studio del Plancton marino. Manuali e linee guida 56/2010. ISBN: 978-88-448-0427-5.

ISPRA, 2011. Protocolli per il campionamento e la determinazione degli elementi di qualità biologica e fisico-chimica nell'ambito dei programmi di monitoraggio ex 2000/60/CE delle acque di transizione. El-Pr-TW-Protocolli Monitoraggio-03.06.

Mistri M. e Munari C., 2008. BITS: a SMART indicator for soft-bottom, non-tidal lagoons. *Marine Pollution Bulletin* 56, (2008) 587-599.

Muxika I., Borja A., Bald J., 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55 (2007) 16–29

Pella, E., Colombo B., 1973. Study of carbon, hydrogen and nitrose determination by combustion-gas chromatography. *Mikrochim. Acta*, 1973:697-719.

Sfriso, A. (2008). Ecogovernance. Lezione 8: Scale spaziali applicate a comunità di macroalghe e fanerogame marine: Parte I Macroalghe. Ecogovernance, Ecologia, modulo 4.a: Principi ecologici del biomonitoraggio. Ferrara. Testo, 8 pp. + lezione in Power Point + Lezione audio di 45 minuti.

Sfriso, A. (2010). Macrophyte Quality Index (MaQI) per la valutazione dello stato ecologico dei sistemi di transizione dell'ecoregione-Mediterranea. In: Bonometto, A., Gennaro, P., Boscolo Brusà, R. (Eds.). Linee Guida per l'applicazione del Macrophyte Quality Index (MaQI). Implementazione della Direttiva (2000/60/CE). ISPRA, pp. 34.

Sfriso, A., Facca, C., Marcomini, A. (2005). Sedimentation rates and erosion processes in the lagoon of Venice. *Environment International*, 31(7): 983-992.

Strickland, J. D. H., Parsons, T.R. (1984). A Practical Handbook of Seawater Analysis. 2nd ed., *Bull. Fish. Res.*
Bd. Can. No. 167, 310 pp

