

Programma di monitoraggio (MWEIT-D01-05, MADIT-D01-05, MICIT-D01-05)

Praterie di *Posidonia oceanica*-Condizione dell'habitat

1. Programma di monitoraggio

Monitoraggio di *Posidonia oceanica*-Condizione dell'habitat.

MWEIT-D01-05

MADIT-D01-05

MICIT-D01-05

2. Descrizione del Programma di monitoraggio

I siti di indagine dell'habitat marino 1120 "Praterie di posidonie (*Posidonion oceanicae*)" devono essere selezionati, sulla base di dati cartografici esistenti, a scala regionale in modo da essere rappresentativi di diverse condizioni ambientali e di impatti di intensità differenti, tenendo conto delle attività di monitoraggio già poste in essere in attuazione della Direttiva Quadro Acque (2000/60/CE) e Direttiva Habitat (92/43/CEE), e nei siti Natura 2000.

La condizione dell'habitat viene valutata da operatore scientifico subacqueo attraverso la valutazione dei seguenti parametri rilevati nella prateria, seguendo un disegno di campionamento gerarchico a livello di stazioni. L'unità di osservazione è formata dal transetto individuato dalla stazione a 15m (centro prateria) e dalla stazione sul limite inferiore secondo lo schema già definito nell'ambito del monitoraggio dell'EQB Angiosperme ai sensi del Dlgs. 152/06. Le unità di osservazione devono essere in numero rappresentativo dell'estensione della prateria oggetto di monitoraggio e comunque non inferiori a 3 unità di osservazione (transetti) ogni 3 km² (vedi estensione dell'habitat *P. oceanica*).

- Parametri strutturali
- Parametri funzionali
- Parametri ecologici
- Parametri ambientali

Inoltre, i parametri acquisiti nell'ambito del monitoraggio dell'estensione dell'habitat, forniranno indicazioni utili alla valutazione della condizione dell'habitat a scala di 3 km² (vedi Estensione dell'habitat).

3. Collegamento ai programmi di altre Direttive e/o accordi internazionali

La Direttiva del Consiglio del 21 maggio 1992 Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche detta Direttiva "Habitat"

Direttiva Quadro sulle acque (WFD 2000/60/CE – D.lgs. 152/06)

4. Cooperazione regionale

La cooperazione regionale viene condotta in ambito Convenzione di Barcellona, Programma MAP dell'UNEP e tramite il Programma di Ricerca MEDREGION ("Support Mediterranean Member States

towards implementation of the MSFD new GES Decision and programmes of measures and contribute to regional/subregional cooperation”), finanziato dalla CE, DG-ENV.

5. Intervallo temporale

2021-2026.

6. Copertura spaziale

- ✓ Acque costiere

7. Marine Reporting Unit

Le *marine reporting units* del programma corrispondono alle tre sottoregioni: Mar Mediterraneo Occidentale, Mar Ionio e Mediterraneo centrale, Mare Adriatico.

8. Scopo del programma di monitoraggio

Lo scopo del programma di monitoraggio si inquadra nelle seguenti tematiche:

- ✓ Stato ambientale e impatti
- ✓ Efficacia delle misure

9. Tipo di monitoraggio

- ✓ Campionamento *in situ* costiero

10 Metodo di monitoraggio (Sintesi della Scheda Metodologica completa-ALLEGATO denominato con il CODICE del programma di monitoraggio)

Elemento monitorato.

Habitat (D6C4, D6C5)

Parametri monitorati (per i parametri derivati si rimanda all'allegato metodologico).

Stime visive e misure in mare

Mediante operatore subacqueo

- continuità della prateria
- tipo di substrato
- composizione prateria
- presenza alghe alloctone
- copertura (percentuale di matte morta, percentuale di P. oceanica viva, percentuale di *C. nodosa*, percentuale di *C. prolifera*, percentuale di *C. taxifolia*, percentuale di *C. cylindracea*),
- densità dei fascifogliari
- scalzamento dei rizomi ortotropi e plagiotropi

- Portamento rizomi
- presenza di fioritura
- tipo di limite inferiore
- profondità del limite inferiore
- fonti di disturbo evidenti

Mediante sonda multiparametrica

- parametri chimico-fisici in colonna (%O₂; trasparenza Disco Secchi m; pH; salinità psu; temperatura °C; Chl_a µg/l; O₂ disciolto µmol O₂/l; conducibilità S/cm)

Analisi di laboratorio sui fasci ortotropi campionati *in situ*

Parametri lepidocronologici

- Produzione annuale rizoma
- allungamento annuale del rizoma
- numero foglie fascio anno
- lunghezza intera rizoma
- Età rizoma
- Paleofioritura

Parametri fenologici

- Larghezza foglie intermedie
- Lunghezza foglie intermedie
- Lunghezza tessuto bruno foglie intermedie
- Larghezza foglie adulte
- Lunghezza totale foglie adulte
- Lunghezza tessuto bruno foglie adulte
- Lunghezza della base foglie adulte
- Lunghezza foglia intermedia più lunga
- Numero foglie per fascio (giovanili)
- Numero foglie per fascio (intermedie)
- Numero foglie per fascio (adulte)
- Coefficiente A foglie adulte
- Coefficiente A foglie intermedie

Parametri di biomassa

- Biomassa fogliare fascio (adulte + intermedie)
- Biomassa epifiti

Parametri ambientali

- granulometria e TOC del sedimento

Frequenza di monitoraggio.

Ogni 3 anni.

Controllo della qualità del dato

Il dato raccolto viene archiviato secondo gli standard informativi elaborati in ambito SINA e condivisi con ARPA e con gli enti preposti al campionamento. Il controllo dati finali è affidato ad ISPRA.

11 Indicatore associato al programma di monitoraggio

Gli indicatori associati al programma di monitoraggio, con riferimento al Traguado ambientale T1.2, sono:

- struttura dell'habitat (parametri strutturali funzionali ecologici ed ambientali).
- estensione dell'habitat.



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Scheda Metodologica

Posidonia oceanica (L.) Delile

Descrittore 1 Biodiversità (Dlgs 190/10)

Elemento di Qualità Biologica Angiosperme (Dlgs 152/06)

A Cura di: Tiziano Bacci, Marina Penna, Francesco Sante Rende (ISPRA); Agostino Tomasello, Sebastiano Calvo, (DiSTeM Università di Palermo).

Responsabile Descrittore1: Leonardo Tunesi, Massimo Dalù (ISPRA)

dicembre 2020

PREMESSA	3
1. INTRODUZIONE	3
2. PIANO DI CAMPIONAMENTO	5
3. SCELTA DELLE AREE DI INDAGINE	5
4. STRUMENTI DI CAMPIONAMENTO E INDAGINE	6
5. STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO	6
6. PARAMETRI	8
6.1 STIME VISIVE E MISURE IN MARE	8
6.2 STIME VISIVE E MISURE A MARE (SOLO SUL LIMITE INFERIORE DELLA PRATERIA)	9
6.3 ANALISI IN LABORATORIO	9
6.3.1 PARAMETRI LEPIDOCRONOLOGICI	10
6.3.2 PARAMETRI MORFOMETRICI	10
6.3.3 PARAMETRI DI BIOMASSA	11
6.3.4 GRANULOMETRIA DEL SEDIMENTO E MISURA DI TOC (CARBONIO ORGANICO TOTALE)	12
7. PARAMETRI IDROMORFOLOGICI E CHIMICO-FISICI A SOSTEGNO	12
8. FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO	12
9. RACCOLTA E RESTITUZIONE DEI DATI E DELLE INFORMAZIONI	12
BIBLIOGRAFIA	14

PREMESSA

Il presente documento rappresenta uno strumento metodologico d'indagine dello stato delle praterie a *Posidonia oceanica* delle coste italiane. Tale strumento è di utilità al Sistema Nazionale di Protezione Ambientale (SNPA) per l'implementazione territoriale delle Direttive Comunitarie: Direttiva Quadro Sulle Acque (2000/60/CE) e Direttiva Strategia Marina (2008/56/CE).

Il presente documento sostituisce e integra la “Scheda metodologica ISPRA per il calcolo dello stato ecologico secondo la metodologia PREI. Procedure di campionamento per la raccolta dati. Febbraio 2012”.¹

1. INTRODUZIONE

Il Decreto Legislativo 13 ottobre 2010, n. 190, è il provvedimento che dà attuazione alla Direttiva Strategia Marina, fornendo gli strumenti diretti all'elaborazione di strategie per l'ambiente marino e all'adozione delle misure necessarie a conseguire e a mantenere un buono stato ambientale. I decreti attuativi del Decreto Legislativo 190/10 sono:

- **Decreto Ministeriale 15 febbraio 2019:** aggiornamento della determinazione del buono stato ambientale delle acque marine e definizione dei traguardi ambientali;
- **D.P.C.M. 11 ottobre 2017** Approvazione del Programma di misure ai sensi dell'art. 12 del decreto legislativo 13 ottobre 2010, n. 190;
- **Decreto Ministeriale 11 febbraio 2015:** determinazione degli indicatori associati ai traguardi ambientali e dei programmi di monitoraggio, predisposto ai sensi degli articoli 10, comma 1 e 11, comma 1, del Decreto Legislativo n. 190/2010;

Il Decreto Legislativo 152 del 2006 che recepisce la Direttiva Quadro sulle Acque, considera l'effetto delle pressioni e degli impatti sull'ecosistema marino costiero e ha come obiettivo il raggiungimento del buono stato ecologico. I decreti attuativi del Decreto Legislativo 152/06 sono:

- **Decreto Ministeriale 131/2008:** regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione corpi idrici, analisi delle pressioni);
- **Decreto Ministeriale Ambiente 14 aprile 2009, n. 56:** regolamento recante i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del Decreto Legislativo medesimo;
- **Decreto Ministeriale 260/2010:** regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo Decreto Legislativo.

¹Aggiornamento a cura di: Tiziano Bacci, Sante Francesco Rende (ISPRA), Monica Montefalcone (DipTeRis Università di Genova). L'aggiornamento si riferisce alla Scheda ISPRA 2008 redatta a cura di: Cecilia Lopez y Royo, Gianna Casazza (APAT), Tiziano Bacci, Sante Francesco Rende (ICRAM), Maria Cristina Buia (Stazione Zoologica “Anton Dohrn” di Napoli). L'aggiornamento è stato redatto con il supporto di: Nicola Ungaro (ARPA Puglia), Enrico Cecchi (ARPA Toscana), Benedetto Sirchia (ARPA Sicilia), Bruno Floris (ARPA Sardegna), Lucia Mura (ARPA Sardegna), Stefano Coppo (Regione Liguria), Veronica Parodi (ARPA Liguria), Emilio Cellini (Arpa Calabria).

Applicazione del D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

Nell'ambito dei dispositivi di legge richiamati, *Posidonia oceanica* rappresenta l'oggetto di classificazione del corpo idrico per quanto riguarda l'Elemento di Qualità Biologica (EQB) Angiosperme. La classificazione viene effettuata applicando l'Indice Ecologico PREI (*Posidonia Rapid Easy Index*, Gobert et al., 2009) ai dati ottenuti dal monitoraggio.

Applicazione del D.lgs. 190/10 e ss.mm.ii.

Per l'applicazione della Direttiva Strategia Marina (2008/56/CE) nell'ambito del Descrittore 1 "Biodiversità" l'habitat *Posidonia oceanica* rappresenta uno degli habitat che contribuisce al raggiungimento del GES "G 1.2 *Gli habitat marini elencati nella Direttiva Habitat e riferiti al protocollo SPA/BD della Convenzione di Barcellona mantengono o conseguono uno stato di conservazione soddisfacente*". Il monitoraggio valuta l'estensione e la condizione dell'habitat. Il presente documento fornisce gli elementi metodologici per la valutazione della "condizione" dell'habitat a *Posidonia oceanica*.

2. PIANO DI CAMPIONAMENTO

Nello schema di fig. 1 si descrive il piano di campionamento e di analisi per l'indagine delle praterie a *Posidonia oceanica*. Tale piano di campionamento è valida sia per l'applicazione del **D.lgs. 190/10** (Direttiva Strategia Marina) sia per il **D.lgs.152/06** (Direttiva Quadro sulle Acque).

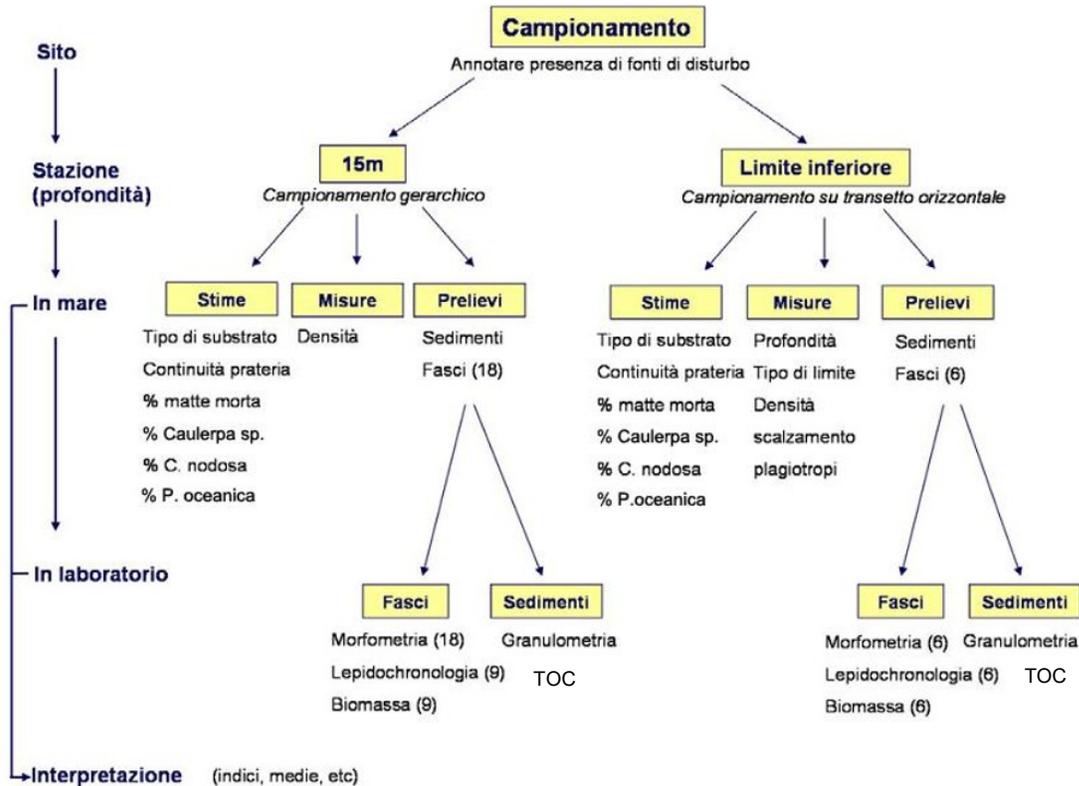


Fig. 1 – Schema di campionamento per l'indagine delle praterie a *P. oceanica*

3. SCELTA DELLE AREE DI INDAGINE

Ai fini dell'applicazione del **DM 260/10** in attuazione della Direttiva Quadro Acque (2000/60/CE), il posizionamento ed il numero di transetti nel corpo idrico devono essere definito in numero sufficiente per descrivere lo stato delle praterie in relazione ai fattori di pressione identificati e all'estensione del corpo idrico e delle praterie. In particolare per i corpi idrici definiti "fortemente modificati" i transetti devono essere posizionati in modo tale da intercettare la pressione idromorfologica permettendo quindi di confermare o meno l'impatto della pressione idromorfologica sull'EQB Angiosperme.

L'unità di osservazione è formata dal transetto individuato dalla stazione a 15m (centro prateria) e dalla stazione sul limite inferiore secondo lo schema sopra riportato (fig.1) e già definito nell'ambito del monitoraggio dell'EQB Angiosperme ai sensi del D.lgs. 152/06.

Per la definizione della "condizione" dell'Habitat Marino 1120 "Praterie di *Posidonia oceanica* (*Posidonium oceanicae*)" (Codice 1120 - All.1 Direttiva Habitat) ai sensi del **D.lgs. 190/10**, il posizionamento ed il numero di transetti devono essere selezionati, sulla base di dati cartografici

esistenti, a scala regionale in modo da essere rappresentativi di diverse condizioni ambientali e di impatti di intensità differenti, tenendo conto delle attività di monitoraggio già poste in essere in attuazione della Direttiva Quadro Acque (2000/60/CE) e Direttiva Habitat (92/43/CEE), e ai siti Natura 2000.

Le unità di osservazione, così come già definite (fig.1), devono essere in numero rappresentativo dell'estensione della prateria oggetto di monitoraggio e comunque non inferiori a 3 unità di osservazione (transetti) ogni 3 km², sulla base del monitoraggio per la definizione dell' "estensione" dell'Habitat Marino 1120 "Praterie di *Posidonia oceanica* (*Posidonium oceanicae*)" (Codice 1120 - All.1 Direttiva Habitat) ai sensi del D.lgs. 190/10.

4. STRUMENTI DI CAMPIONAMENTO E INDAGINE

Le stime e i prelievi in immersione devono essere effettuati da personale scientifico qualificato ovvero da Operatori Scientifici Subacquei (Buone Prassi per la subacquea ISPRA/SNPA Manuali e linee guida ISPRA 94/2013).

Strumenti di campionamento

- Quadrato 40cm X 40cm
- Retino
- Carotiere manuale in PVC
- Lavagna subacquea

5. STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO

Stazione a 15 m

La strategia di campionamento gerarchica richiesta per la stazione a 15m (fig. 2), include la definizione di 3 aree (400m² circa ciascuna, distanziate di 10m tra loro) in ciascuna delle quali verranno effettuati:

- 3 repliche per le misure di densità dei fasci;
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi;

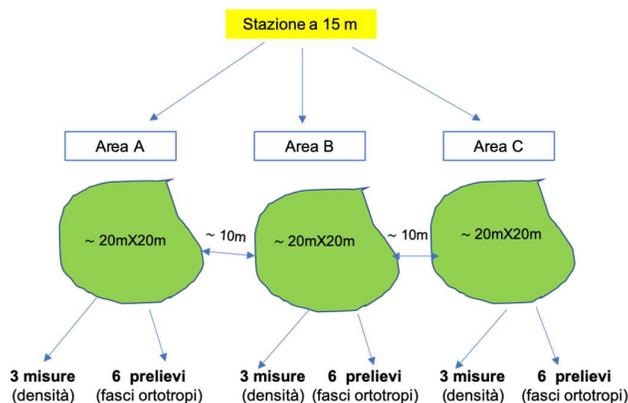


Fig. 2 - Strategia di campionamento gerarchica, richiesta per il monitoraggio di *P. oceanica* sulla stazione di 15m.

Le repliche in una stessa area devono essere distanziate, tra di loro, di almeno 1 metro. L'ultima replica in un'area e la prima replica dell'area seguente, devono essere distanziate di circa 10 metri. In totale verranno effettuate quindi 9 misure di densità dei fasci e verranno prelevati 18 fasci ortotropi.

Il campionamento dei fasci fogliari eseguito ai fini dell'applicazione del **D.M. 260/10** deve essere condotto preferibilmente su praterie impiantate su substrati sabbiosi o su *matte* (escluso roccia). Tale preferenza di substrato non si applica al campionamento dei fasci fogliari eseguito ai fini dell'applicazione del **D.lgs. 190/10**. I fasci da prelevare non devono essere né terminali, né doppi (in divisione), bensì ortotropi e possibilmente lunghi (con rizomi di almeno 15 cm nella stazione a 15 metri e 10 cm nella stazione sul limite inferiore) e condotti in modo da staccare il rizoma sino al punto di inserzione con il rizoma plagiotropo.²

Per ciascuna delle 3 aree, oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, dovrà essere annotata la presenza di fioriture, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la composizione della prateria, effettuando stime percentuali di copertura relative a: *P. oceanica*, *matte* morta, *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*.

Nella stazione a 15 metri, inoltre, verrà effettuato il prelievo dei sedimenti superficiali (2 cm) mediante carotiere manuale in PVC (es: falcon), tale da mantenere la stratigrafia del sedimento.

I dati acquisiti *in situ* e quelli risultanti dalle analisi di laboratorio dovranno essere valutati e restituiti secondo le indicazioni riportate nel paragrafo 9.

Transetto orizzontale (stazione sul limite inferiore)

Sul limite inferiore indagato, la strategia di campionamento dovrà essere realizzata lungo un transetto orizzontale (i.e. transetto di 50-60m). In presenza di attività di monitoraggio integrative (non obbligatorie) relative al marcaggio del limite inferiore della prateria di *P. oceanica* (*balisage*), si auspica una corrispondenza tra il transetto orizzontale oggetto di monitoraggio e la rete di *balise*.

Verranno effettuati:

- 6 repliche per le conte di densità dei fasci;
- 6 prelievi di fasci ortotropi;

Le repliche saranno casuali lungo il transetto e distanziate tra loro minimo 1m.

Oltre alle conte e i prelievi di cui sopra, dovrà essere annotato la presenza di fioriture, la profondità, il tipo di limite, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la composizione della prateria, effettuando stime percentuali di copertura relative a: *P. oceanica*, *matte* morta, *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*. Inoltre, dovrà essere stimolato scalzamento e il portamento dei rizomi. Tali dati dovranno essere acquisiti lungo la totalità del transetto ed essere rappresentativi dello stesso.

Nella stazione sul limite inferiore, inoltre, verrà effettuato il prelievo dei sedimenti superficiali (2 cm) mediante carotiere manuale in PVC (es: falcon), tale da mantenere la stratigrafia del sedimento.

² Laddove la lunghezza del fascio dovesse essere minore rispetto a quanto riportato nel protocollo di monitoraggio, giustificare nelle note le limitazioni del campionamento.

I dati acquisiti *in situ* e quelli risultanti dalle analisi di laboratorio dovranno essere valutati e restituiti secondo le indicazioni riportate nel paragrafo 9.

6. PARAMETRI

I parametri di seguito indicati sono obbligatori per la valutazione della “condizione” dell’habitat *Posidonia oceanica* ai sensi del **Dlgs 190/10** (Direttiva Strategia Marina).

Per la classificazione ecologica dei corpi idrici marino costieri attraverso l’EQB Angiosperme ai sensi del **DM 260/10**(Direttiva Quadro sulle Acque) i parametri obbligatori sono quelli necessari per l’implementazione dell’indice ecologico PREI (*Posidonia Rapid Easy Index*, Gobert et al., 2009).

6.1 Stime visive e misure in mare

Le stime visive e le misure riportate di seguito sono effettuate in entrambe le stazioni a diversa profondità in immersione subacquea (o a bordo di un natante per valutare le fonti di disturbo).

Tabella 1: Stime visive da effettuare in mare a 15m e sul limite inferiore

Parametro	Unità di misura
Tipo di substrato	1= roccia 2=sabbia 3=matte 4=mista
Continuità della prateria	1=continua2=discontinua
Composizione prateria	1=pura 2=mista
Copertura % <i>P.oceanica</i> viva	%(nel formato 0-100)
Copertura % matte morta	%(nel formato 0-100)
Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i>	%(nel formato 0-100)
Copertura % <i>Caulerpa prolifera</i>	%(nel formato 0-100)
Copertura % <i>Caulerpa taxifolia</i>	%(nel formato 0-100)
Copertura % <i>Caulerpa racemosa</i>	%(nel formato 0-100)
Presenza alghe alloctone	1= <i>Caulerpa racemosa</i> 2= <i>Caulerpataxifolia</i> 3=entrambe
Presenza fioritura	1=presenza 2=assenza
Fonti di disturbo evidenti	1=presenza 2=assenza
Densità dei fasci fogliari	Numero fasci/ metro quadrato

Di seguito si riportano per alcuni descrittori alcune indicazioni metodologiche:

Copertura: espresso come percentuale (%) di substrato ricoperto dalle piante, rispetto a quello non ricoperto (sabbia, roccia, *matte* morta, etc.) da stimare per ciascuna area nei seguenti modi:

- Mediante due operatori si valuta indipendentemente la porzione di substrato ricoperto da *Posidonia oceanica* viva, all’interno di un’area di circonferenza di circa 5 metri di raggio ad una distanza fissa dal fondo pari a 3 metri. La media delle stime espresse dai due operatori fornisce il valore di copertura (Buia *et al.*,2004).
- In alternativa, all’interno di un’area di circa 10 metri di raggio, mediante l’ausilio di una griglia trasparente 30cm x 30cm, tenuta ad una distanza fissa dal fondo pari a 3 metri (Lerique *et al.*, 2006). La media delle osservazioni fornirà il valore di copertura.

- c) Lungo uno più transetti per una lunghezza minima di 20 metri, mediante l'ausilio di un apparecchio digitale video fotografico condotto ad una velocità costante, effettuare l'analisi di copertura mediante foto mosaico (Rende et al., 2015).

Densità: conta dei fasci fogliari nel quadrato 40cmx40cm (Panayotidis et al., 1981). Considerata l'elevata *patchness* a piccola scala spaziale, non obbligatoriamente si suggerisce di incrementare il numero di conte di densità fogliare (Bacci et al. 2015).

6.2 Stime visive e misure a mare (solo sul limite inferiore della prateria)

Le stime visive e le misure riportate di seguito sono effettuate solo nella stazione posta sul limite profondo della prateria in immersione subacquea.

Tabella 2: Misure da effettuare in mare solo sul limite inferiore.

Parametro	Unità di misura
Profondità limite inferiore	metri
Tipo di limite	1=netto 2=progressivo 3= erosivo 4= regressivo 5= sparso
Scalzamento rizomi	%
Portamento rizomi	%

Di seguito si riportano alcune indicazioni metodologiche:

Profondità del limite inferiore: osservazione mediante operatore subacqueo o mediante l'ausilio di strumentazione video fotografica (R.O.V). Si considera il valore più profondo del limite inferiore rilevato su un transetto di 50 metri.

Tipo di limite inferiore: osservazione diretta mediante operatore subacqueo, o mediante l'ausilio di strumentazione video fotografica (R.O.V). Il limite inferiore viene poi definito in uno dei 4 limiti definiti da Meinesz & Laurent (1978) aggiornato (Pergent et al. 1995).

Scalzamento della prateria e Portamento dei rizomi (% di rizomi plagiotropi): possono essere stimati direttamente nello stesso quadrato utilizzato per misurare la densità; dopo il conteggio dei fasci in ciascun quadrato stimare la % di rizomi scalzati e la % di rizomi plagiotropi rispetto al numero totale di rizomi (conte di densità).

6.3 Analisi in laboratorio

Le misure di laboratorio sui fasci prelevati devono essere effettuate nel seguente ordine: parametri lepidocronologici– parametri morfometrici – parametri di biomassa

A 15 m, la misure morfometriche sono effettuate sui 18 fasci prelevati, mentre le misure lepidocronologiche sono effettuate solo su 9 di questi fasci. I 9 fasci saranno selezionati in base al criterio di lunghezza del rizoma: per ogni area saranno selezionate i 3 fasci con il rizoma più lungo,

dotati del punto di inserzione con il rizoma plagiotropo. A tal riguardo, può essere indicativa la presenza della curvatura molto accentuata dell'orientamento del rizoma ortotropo nella porzione distale rispetto al fascicolo fogliare.

Sul limite inferiore sono prelevati solo 6 fasci, le misure morfometriche e lepidocronologiche sono effettuate su tutti i fasci.

6.3.1 Parametri lepidocronologici

I parametri lepidocronologici sono misurati seguendo il protocollo di Pergent (1990) presentato anche in Buia *et al.* (2003) e Tomasello *et al.*, 2016.

Tabella 3: Parametri lepidocronologici

Parametro	Unità di misura
Lepidocronologia -Produzione annuale rizoma	milligrammi/anno
Lepidocronologia – peso totale del rizoma	milligrammi
Lepidocronologia - Allungamento annuale del rizoma	millimetri/anno
Lepidocronologia - Numero foglie rizoma anno	numero foglie/anno
Lepidocronologia – numero totale di foglie per rizoma	numero
Lepidocronologia: lunghezza scaglie	millimetri
Lepidocronologia - Lunghezza rizoma	millimetri
Lepidocronologia -Età rizoma	anni
Lepidocronologia -Paleofioritura	anno/i fioritura
Lepidocronologia – anni lepidocronologici esaminati	numero

Produzione annuale del rizoma e Allungamento annuale del rizoma: moltiplicare sia la produzione del rizoma che la lunghezza del rizoma relative all'ultimo anno lepidocronologico *1,5 come riportato in Personnic *et al.* (2014). Successivamente, calcolare il valore medio di produzione annuale del rizoma e l'allungamento annuale medio del rizoma utilizzando tutti i valori di produzione e lunghezza del rizoma degli anni lepidocronologici disponibili.

Peso totale del rizoma: è calcolata come sommatoria dei singoli valori di produzione annuale.

Età del rizoma: intendere il numero di anni lepidocronologici in esso contenuti, solo se il rizoma è stato prelevato sino al punto di inserzione con il rizoma plagiotropo. Altrimenti la sua età non è determinabile.

Lunghezza rizoma: è calcolata come sommatoria delle singole lunghezze del rizoma già calcolate per ciascun anno lepidocronologico.

Numero totale di foglie per rizoma: è calcolata come sommatoria del numero delle foglie del rizoma già calcolate per ciascun anno lepidocronologico.

6.3.2 Parametri morfometrici

I parametri morfometrici sono misurati seguendo il protocollo di Giraud (1979), presentato anche in Buia *et al.* (2003). Una volta misurati i parametri morfometrici, conservare le foglie per la misura dei parametri di biomassa.

Tabella 4: Parametri morfometrici.

Parametro	Unità di misura
Larghezza foglie intermedie	centimetri
Lunghezza foglie intermedie	centimetri
Lunghezza foglia intermedia più lunga	centimetri
Lunghezza tessuto bruno foglie intermedie	centimetri
Larghezza foglie adulte	centimetri
Lunghezza totale foglie adulte	centimetri
Lunghezza tessuto bruno foglie adulte	centimetri
Lunghezza della base foglie adulte	centimetri
Numero foglie giovanili	numero
Numero foglie intermedie	numero
Numero foglie adulte	numero
Lunghezza base foglia più esterna integra di rango 1	centimetri
Lunghezza base foglia più esterna integra di rango 2	centimetri
Lunghezza foglia più esterna integra di rango 1	centimetri
Lunghezza foglia più esterna integra di rango 2	centimetri
Coefficiente A (foglie adulte)	adulte con apice rotto su numero totale adulte (%)
Coefficiente A (foglie intermedie)	intermedie con apice rotto su numero totale intermedie (%)
Superficie fogliare fascio (ad.+interm)* *La superficie fogliare per fascio risulta dal calcolo dei dati precedenti (larghezza, lunghezza e numero di foglie)	centimetri quadri /fascio

6.3.3 Parametri di biomassa

I parametri di biomassa sono espressi in mg o g di peso secco. Foglie ed epifiti vengono quindi seccati, in una stufa a 60°C fino ad ottenere un peso costante (48h), e poi pesati.

Biomassa fogliare: separare le foglie di rango 1 e di rango 2 con apice integro dalle altre. Seccare e pesare entrambe separatamente: i) la foglia con apice integro di rango 1, ii) la foglia con apice integro di rango 2, iii) il resto delle foglie del fascio. Per ottenere il parametro di biomassa fogliare del fascio sommare i), ii), iii). Se nel fascio non ci sono foglie di rango 1 o 2 con apice integro pesare direttamente tutto il fascio.

Densità delle foglie più vecchie: ottenuta dal calcolo dei dati precedenti, come rapporto tra la biomassa della foglie di rango 1 e 2 con apice integro e la loro rispettiva lunghezza.

Tabella 5: Parametri di biomassa

Parametro	Unità di misura
Biomassa fogliare fascio (ad.+interm.)	grammi/fascio
Biomassa epifiti	milligrammi/fascio
Densità delle foglie più vecchie	milligrammi/cm

6.3.4 Granulometria del sedimento e misura di TOC (carbonio organico totale)

Per l'analisi granulometrica del sedimento fare riferimento a Romano et al. (2018). e per la misura del TOC a Cicero & Di Girolamo (2001).

Tabella 6: Parametri di granulometria del sedimento

Parametro	Unità di misura
Sabbia (0.063 mm<x<2mm)	% su totale sedimento
Ghiaia (diametro > 2mm)	% su totale sedimento
Peliti (diametro < 0.063mm)	% su totale sedimento
TOC (carbonio organico totale)	% su sedimento

7. PARAMETRI IDROMORFOLOGICI E CHIMICO-FISICI A SOSTEGNO

Applicazione D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii.: riferirsi al documento “Classificazione dello Stato Ecologico dei corpi idrici delle acque marino costiere, EQB Macroalghe, Macroinvertebrati bentonici, Angiosperme-implementazione della Direttiva 2000/60/CE”

http://www.sintai.isprambiente.it/faces/public/DLGS152_06/acq_mar_cos.xhtml

Applicazione D.lgs. 190/10e ss.mm.ii.: l'acquisizione dei parametri chimico-fisici in colonna d'acqua (%O₂; pH; salinità psu; temperatura °C; Chl_a µg/l; O₂ disciolto µmol O₂/l; conducibilità µS/cm) dovrà essere effettuata mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica. La trasparenza dovrà essere valutata mediante Disco Secchi (m).

8. FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO

Applicazione D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii.: campionamento da effettuarsi tra giugno e settembre in base alle indicazioni del D.M. 56/09.

Applicazione D.lgs. 190/10 e ss.mm.ii.: campionamento da effettuarsi tra giugno e settembre ogni tre anni.

9. RACCOLTA E RESTITUZIONE DEI DATI E DELLE INFORMAZIONI

Applicazione del D.M. 260/10: la classificazione dello Stato Ecologico di un Corpo Idrico viene effettuata mediante il PREI. Qualora l'unità di osservazione (stazione a 15 metri e stazione posta sul limite inferiore) all'interno del corpo idrico fosse superiore ad 1, ai fini della classificazione si consideri la media dei valori del PREI di tutti i transetti.

Applicazione del D.lgs. 190/10e ss.mm.ii.: i dati devono essere restituiti in base allo standard trasmissione dati presente sul Sistema Informativo Centralizzato di ISPRA (<http://www.db-strategiamarina.isprambiente.it/app/#/>).

Si richiede di conservare il dato bruto relativo ai parametri acquisiti nelle attività svolte in mare e in laboratorio per eventuali approfondimenti.

Box di approfondimento: classificazione dello Stato Ecologico mediante PREI

Il PREI (Posidonia Rapid Easy Index, Gobert et al., 2009) è l'indice nazionale di classificazione dell'EQB Angiosperme (DM 260/10). Il PREI integra a livello informativo gli effetti di differenti cause riconducibili agli impatti delle attività antropiche quali le alterazioni fisiche, chimiche e biologiche, indotte da agenti inquinanti nelle acque e nei sedimenti, o da significative alterazioni fisico-morfologiche del tratto costiero. L'indice multi metrico include il calcolo di cinque descrittori: la densità della prateria (fasci m⁻²); la superficie fogliare fascio, (cm² fascio⁻¹); il rapporto tra la biomassa degli epifiti (mg fascio⁻¹) e la biomassa fogliare fascio (mg fascio⁻¹); la profondità del limite inferiore e la tipologia del limite inferiore.

La densità della prateria, la superficie fogliare fascio ed il rapporto tra la biomassa degli epifiti e la biomassa fogliare vengono valutati alla profondità standard di 15 m, preferibilmente su substrato sabbia o *matte*.

La modalità di calcolo del PREI prevede l'applicazione della seguente equazione

$$RQE = (RQE' + 0.11) / (1 + 0.10)$$

Dove:

$$RQE' = (N_{\text{densità}} + N_{\text{superficie fogliare fascio}} + N_{\text{biomassa epifiti/biomassa fogliare}} + N_{\text{limite inferiore}}) / 3.5$$

$$N_{\text{densità}} = \text{valore misurato} - 0 / \text{valore di riferimento} - 0$$

in cui "0" viene considerato il valore di densità indicativo di condizioni pessime

$$N_{\text{superficie fogliare fascio}} = \text{valore misurato} - 0 / \text{valore di riferimento} - 0$$

in cui "0" viene considerato il valore di superficie fogliare fascio indicativo di pessime condizioni

$$N_{\text{biomassa epifiti/biomassa fogliare}} = (1 - (\text{biomassa epifiti/biomassa fogliare})) * 0.5$$

$$N_{\text{limite inferiore}} = (N' - 12) / (\text{valore di riferimento profondità} - 12m)$$

in cui 12m viene considerata la profondità minima del limite inferiore indicativa di pessime condizioni. N' = profondità del limite inferiore misurata + λ

Dove:

Limite progressivo λ = 3

Limite erosivo λ = 3

Limite regressivo λ = -3

Limite netto λ = 0

Al fine di valutare il tipo di limite va considerata la dinamica più recente espressa dal limite inferiore indagato. In caso di limite regressivo (Pergent et al., 1995) si potrà assegnare la tipologia stabile in presenza di prove documentate di recente stabilità.

Il valore del PREI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). Il risultato finale dell'applicazione dell'Indice PREI non fornisce un valore assoluto, ma direttamente il rapporto di qualità ecologica (RQE). La tabella di seguito riporta i limiti di classe, espressi in termini di RQE. Nel sistema di classificazione seguente lo stato cattivo corrisponde ad una recente non sopravvivenza di *P. oceanica*, ovvero, alla sua scomparsa da meno di cinque anni.

RQE	STATO ECOLOGICO
1 - 0.775	Elevato
0.774 - 0.550	Buono
0.594 - 0.325	Sufficiente
0.324 - 1.00	Scarso
< 0.100 - 0	Cattivo
Condizioni di riferimento	
Densità	599 fasci m ⁻²
Superficie fogliare fascio	310 cm ² fascio ⁻¹
Biomassa epifiti/Biomassa fogliare	0
Profondità del limite inferiore	38 m

BIBLIOGRAFIA

AA. VV. Buone prassi per lo svolgimento in sicurezza delle attività subacquee di ISPRA e delle Agenzie Ambientali - Manuali e linee guida ISPRA 94/2013

Bacci T., Rende S. F., Rocca D., Scalise S., Cappa P., Scardi M. 2015. Optimizing *Posidonia oceanica* (L.) Delile shoot density: Lessons learned from a shallow meadow. *Ecological Indicators*

Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M. 2003. I sistemi a fanerogame marine. In: Gambi M.C., Dappiano M. (Editors). Manuale di Metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Med.*, 19 (Suppl.): 145-198.

Cicero A.M., Di Girolamo I. (Ed), 2001. Metodologie analitiche di riferimento del Programma di Monitoraggio dell'ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003). Roma, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM

Giraud G., 1979. Sur une méthode de mesure et de comptage des structures foliaires de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille* 39, 33-39.

Gobert, S., Sartoretto, S., Rico-Raimondino, V., Andral, B., Chery, A., Lejeune, P., Boissery, P., 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. *Mar. Poll. Bull.* 58, 1727-1733.

Leriche, A., Boudouresque, C.F., Gravez, V., Mayot, N., 2006. Does coverage matter at mesoscale within a *Posidonia oceanica* seagrass meadow?. *C. R. Biologies* 329, 733-741

Meinesz A. & Laurent R., 1978. Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-maritimes (France). *Botanica Marina* 21, 513-526.

Panayotidis, P., Boudouresque, C.F., Marcot-Coqueugniot, J., 1981. Microstructure de l'herbier à *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Bot. Mar.* 24 (3), 115-124.

Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F. 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état et desconnaissances. *Mésogée* 54: 3-27.

Pergent G., 1990. Lepidochronological analysis of the seagrass *Posidonia oceanica*(L.) Delile: A standardised approach. *Aquatic Botany* 57, 39-54.

Personnic S, Boudouresque CF, Astruch P, Ballesteros E, Blouet S, Bellan-Santini D, et al. 2014. An Ecosystem-Based Approach to Assess the Status of a Mediterranean Ecosystem, the *Posidonia oceanica* Seagrass Meadow. *PLoS ONE* 9(6): e98994. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098994>

Rende S. F., Irving A. D., Bacci T., Parlagreco L., Bruno F., De Filippo F., Montefalcone M., Penna M., Trabucco B., Di Mento R., Cicero A.M., 2015. Advances in micro-cartography: two-dimensional image mosaicing technique for seagrass monitoring. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 167 (15), 475-486.

Romano E., Ausili A., Bergamin L., Celia Magno M., Pierfranceschi G., Venti F., 2018. Analisi granulometriche dei sedimenti marini. Linee Guida SNPA 18/2018. ISBN 978-88-448-0925-6 © LINEE GUIDA SNPA, 18/2018.

Tomasello A., Sciandra M., Muggeo V., Pirrotta M., Di Maida G., Calvo S., 2016. Reference growth charts for *Posidonia oceanica* seagrass: An effective tool for assessing growth performance by age and depth. *Ecological Indicators*, 69, 50-58.