



# REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

## COMUNE DI PULA

### FORTE VILLAGE RESORT

### OPERE DI PROTEZIONE E STABILIZZAZIONE

### MORFOLOGICA DELLA SPIAGGIA

ELABORATO:

## E-PIANO DI MONITORAGGIO

RIF. ELABORATO: 22 - 025

REVISIONI	DATA		OGGETTO
	00	DICEMBRE 2023	CONSEGNA
	01		
	02		
	03		
RED.: EA VER.: FP APPR.: AR			

COMMITTENTE:

PROGETTO ESMERALDA S.R.L.

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>APPROCCIO METODOLOGICO E DEFINIZIONE DELL'AREA IN CUI SARÀ ESTESO IL MONITORAGGIO .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DEFINIZIONE PER I PARAMETRI MONITORATI DELLE SOGLIE DI INTERVENTO E DI ATTENZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>POPOLAMENTI FITO ZOO-BENTONICI .....</b>	<b>7</b>
4.1	<i>POSIDONIA OCEANICA .....</i>	<i>7</i>
4.2	<i>COMUNITÀ BENTONICHE DI FONDI MOLLI .....</i>	<i>10</i>
4.2.1	<i>Analisi di laboratorio .....</i>	<i>10</i>
4.2.2	<i>Elementi di qualità biologica: indice M-AMBI .....</i>	<i>10</i>
4.2.3	<i>Analisi statistiche .....</i>	<i>11</i>
<b>5</b>	<b>EVOLUZIONE DELLA GEOMORFOLOGIA DEL LITORALE .....</b>	<b>11</b>
5.1	<i>RILIEVI TOPOGRAFICI, BATIMETRICI E MORFOLOGICI DELL'INTERA SPIAGGIA .....</i>	<i>12</i>
5.1.1	<i>Rilievi topografici con drone .....</i>	<i>12</i>
5.1.2	<i>Rilievi batimetrici e topografici .....</i>	<i>15</i>
5.2	<i>RILIEVI DEL TRATTO DI SPIAGGIA OGGETTO D'INTERVENTO .....</i>	<i>15</i>
5.3	<i>RILIEVI FOTOGRAFICI .....</i>	<i>17</i>
5.4	<i>RILIEVI DEL MOTO ONDOSO E CORRENTI .....</i>	<i>17</i>
<b>6</b>	<b>PARAMETRI DA RILEVARE SULLA COLONNA D'ACQUA .....</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>ELABORATI DA PRODURRE .....</b>	<b>19</b>

## **1 Premessa**

Nel presente documento viene descritto il piano di monitoraggio che si effettuerà nella zona interessata dai lavori in oggetto.

In base ai principali orientamenti tecnico scientifici e normativi comunitari ed alle vigenti norme nazionali il monitoraggio rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare, attraverso la rilevazione di determinati parametri biologici, chimici e fisici, gli impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle fasi di realizzazione e di esercizio.

Ai sensi dell'art.28 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il PMA rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA, lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di attuazione dell'opera e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le “risposte” ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA.

Gli obiettivi del PMA e le conseguenti attività che dovranno essere programmate ed adeguatamente caratterizzate nel PMA sono rappresentati da:

- verifica dello scenario ambientale di riferimento utilizzato nello SIA e caratterizzazione delle condizioni ambientali (scenario di base) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera (monitoraggio ante operam o monitoraggio dello scenario di base)
- verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali soggette ad un impatto significativo a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi (monitoraggio degli effetti ambientali in corso d'opera e post operam o monitoraggio degli impatti ambientali);

tali attività consentiranno di:

- a) verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;
- b) individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
- c) comunicazione degli esiti delle attività di cui ai punti precedenti (alle autorità preposte ad eventuali controlli, al pubblico).

Il presente piano di monitoraggio è stato sviluppato secondo le indicazioni contenute nelle *Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)*, dell' Allegato tecnico al DM 173/06 e alle linee guida ISPRA sul “*Protocollo di Monitoraggio per l'area di dragaggio*”.

Nello specifico dai precedenti riferimenti normativi si possono estrapolare le principali caratteristiche che il monitoraggio dovrà avere.

In particolare, il monitoraggio dovrà riguardare le tre fasi di *Ante operam*, in corso d'opera e *Post operam* e prevederà il monitoraggio dei seguenti indicatori ambientali rappresentativi dello stato quali-quantitativo dell'aspetto ambientale monitorato:

TIPOLOGIA DI INDAGINE	DESCRIZIONE	FREQUENZA MONITORAGGIO E CONSEGNA DEI RISULTATI – PERIODO DI MONITORAGGIO 10 ANNI		
		ANTE-OPERAM	CORSO D'OPERA	POST-OPERAM
Popolamenti fito zoo-bentonici	Rilievo posidonia e comunità bentoniche dei fondi molli	1	-	STAGIONALE per i primi tre anni 4 rilievi all'anno ANNUALE per <u>sette anni</u> DURATA COMPLESSIVA MONITORAGGIO <u>10 ANNI</u>
Rilievi topografici e batimetrici estesi a tutta la spiaggia e al tratto di litorale interessato dalle opere	Rilievi eseguiti tramite scandaglio tipo Single Beam GPS e drone	1	-	4 RILIEVI / ANNO 4 rilievi post-operam per i primi tre anni (uno ogni 3 mesi) a seguito della realizzazione delle opere.  QUANDO OCCORRE Rilievi a seguito di interventi ritenuti significativi dal punto di vista meteomarinario  2 RILIEVI / ANNO Due rilievi all'anno per altri 7 anni (uno ogni sei mesi)
Rilievo fotografico	Videocamere della struttura per il rilievo della linea di riva	In continuo per 10 ANNI		
Rilievo del moto ondoso e delle correnti	Rilevatore acustico di moto ondoso e correnti	-	-	In continuo per i primi tre anni
Colonna d'acqua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torbidità;</li> <li>• Temperatura;</li> <li>• Salinità;</li> <li>• ossigeno disciolto;</li> <li>• pH e clorofilla a;</li> <li>• solidi sospesi, solidi sedimentabili e nutrienti;</li> <li>• indice TRIX,</li> </ul>	-	ogni giorno durante i lavori	-

Di seguito verranno fornite le specifiche tecniche sulle metodologie di rilevamento e sui parametri che saranno utilizzati per valutare gli eventuali impatti dell'opera sulla prateria di *Posidonia oceanica*.

Saranno descritti inoltre i rilievi ed il monitoraggio da eseguire per la caratterizzazione dell'evoluzione costiera a breve termine.

Nella prima parte del presente documento viene riportata la descrizione dell'area in cui sarà eseguito il monitoraggio. Successivamente vengono descritte le attività che si svolgeranno per un corretto monitoraggio della *Posidonia oceanica*, dei *sedimenti*, delle *biocenosi dei fondi molli* e dei *rilievi topografici e batimetrici*.

Infine, si sono riportati, in una tabella riassuntiva, gli intervalli di tempo che intercorrono, per ogni attività, tra un campionamento e l'altro e i parametri che di volta in volta verranno esaminati.

Il monitoraggio potrà essere modificato in corso d'opera in funzione dei risultati ottenuti ed in accordo tra il proponente e gli Enti preposti alla vigilanza ambientale.

I risultati delle diverse campagne di monitoraggio saranno raccolti in rapporti, in cui sarà presente una parte descrittiva del monitoraggio effettuato ed una tabella riassuntiva con i parametri quantitativi rilevati.

Tali rapporti verranno consegnati all'Assessorato Regionale dell'Ambiente ed all'ARPAS.

## **2 Approccio metodologico e definizione dell'area in cui sarà esteso il monitoraggio**

Il monitoraggio sarà esteso a tutta la spiaggia di Santa Margherita di Pula da Cala Vede al Pinus Village.

Lungo tutta la spiaggia verranno effettuati i rilievi topografici con un drone che consente l'ottenimento di un fotomosaico ad elevata definizione.

Nello stesso ambito verranno effettuati idonei rilievi batimetrici, topografici e attraverso impiego di drone lungo le direttrici e con le modalità specificate nell'apposito paragrafo.

Nell'area interessata dai lavori ed in particolare, nel tratto direttamente interessato dall'intervento, verrà effettuato un monitoraggio in continuo dell'andamento della linea di riva mediante l'installazione di 8 telecamere lungo i confini demaniali del Resort.

Attraverso questa fase di video-monitoraggio potrà essere documentata tutta la fase di realizzazione dei lavori e la relativa efficacia e durevolezza attualmente stabilita esclusivamente mediante modellistica numerica.

Il continuo monitoraggio topografico/batimetrico e fotografico ha l'obiettivo finale di valutare la resilienza dell'intero sistema duna-spiaggia-posidonia e inquadrare le soglie di intervento e di attenzione che verranno definite dopo il primo monitoraggio.

Negli specchi acquei interessati dall'intervento saranno replicate le stazioni di campionamento utilizzate per la caratterizzazione ambientale marina sia per quanto riguarda la posidonia oceanica che le biocenosi dei fondi molli.

E' stata inoltre prodotta una planimetria di dettaglio delle biocenosi come di seguito descritta.

Il monitoraggio dei parametri sulla colonna d'acqua verrà effettuato giornalmente in prossimità delle aree di prelievo dei sedimenti e sversamento degli stessi e di realizzazione delle opere di protezione e stabilizzazione.

### **3 Definizione per i parametri monitorati delle soglie di intervento e di attenzione**

Durante le attività di monitoraggio ambientale proposto, verranno poste in essere tutte le azioni correttive in grado di ristabilire le condizioni di equilibrio e perseguire gli obiettivi di tutela e rispetto dell'ambiente.

Al fine attivare una qualsiasi misura correttiva sarà necessario definire preliminarmente le soglie che determinano l'attivarsi di queste misure.

Tra le soglie è possibile distinguere: soglie di intervento e soglie di attenzione.

- Le **soglie di intervento** sono necessarie per stabilire le azioni che il Proponente deve mettere in atto per la riduzione degli eventuali impatti conseguenti alla realizzazione dell'opera e attuare le azioni di mitigazione necessarie e deve essere definita sulla base dei risultati dei monitoraggi ante operam.
- Le **soglie di attenzione**, con valore più conservativo della soglia di intervento, sono definite in modo tale che il loro superamento dovrà prevedere l'effettuazione di accertamenti supplementari volti a determinare le cause delle anomalie e ad individuare le possibili soluzioni alle criticità insorte.

Il verificarsi di un superamento dei valori soglia non deve essere inteso come prova certa di un impatto, ma come una segnalazione di possibili alterazioni ambientali cui fare seguire, un approfondimento delle indagini.

Tale approfondimento potrà escludere la presenza di un impatto oppure confermare la situazione di iniziale degrado (per la soglia di attenzione) o di degrado in corso (per la soglia di intervento), consentendo di attuare gli opportuni interventi.

Trattandosi di un sito particolarmente indagato sotto vari punti di vista è presente una grande base dati pregressa che consentirà di **fissare le soglie di intervento e di attenzione sito specifiche dopo il primo monitoraggio previa condivisione con gli enti preposti alla verifica e approvazione del Piano di Monitoraggio Ambientale.**

## 4 Popolamenti fito zoo-bentonici

### 4.1 *Posidonia oceanica*

Lo studio della prateria sarà effettuato con le stesse modalità utilizzate per la caratterizzazione ex ante del sito.

Vengono proposte le stazioni di monitoraggio già utilizzate per i precedenti interventi.



Figura 1: Punti di campionamento effettuati per la caratterizzazione in sede di progetto che saranno riutilizzati nel post opera

**Natura e profondità del limite superiore:** vanno rilevati in situ attraverso protocolli descrittivi (natura) e misure strumentali al decimetro (profondità). Forniscono informazioni sullo stato di salute e sulla dinamica potenziale della prateria.

I parametri che saranno presi in considerazione per effettuare il monitoraggio del posidonieto sono:

- **Copertura della prateria:** viene rilevata in situ attraverso una stima percentuale della porzione di fondale ricoperta da *P. oceanica*. La stima visuale, effettuata indipendentemente da due diversi operatori, può risentire di errori d'apprezzamento, sia soggettivi sia dovuti alla torbidità;
- **Densità:** viene rilevata in situ tramite conteggio del numero di fasci per m<sup>2</sup> su almeno 5-10 repliche non contigue. Non presenta variazioni stagionali importanti, se non in caso di praterie in corso di colonizzazione o con forte dinamica regressiva. Parametro fondamentale di base;
- **Densità globale:** descrittore efficace della struttura della prateria, combina copertura e densità (secondo la formula proposta da Romero, 1986). Può essere calcolato facilmente, ma risente molto dell'accuratezza della stima di copertura. Romero J., 1986. Note sur une méthode d'évaluation de la densité de faisceaux dans les herbiers de Posidonies. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 30 (2): 266;
- **Coefficiente A:** corrisponde alla proporzione percentuale di apici fogliari rotti (su 20 ciuffi campionati con tecniche casuali) e rappresenta una stima dell'incidenza delle ingiurie meccaniche (ad es. idrodinamismo).
- **identificazione, profondità e andamento topografico del limite inferiore e superiore della prateria;**



- **continuità o grado di frammentazione della prateria;**
- **presenza di intermatte antropica;**
- **adeguata restituzione cartografica (shapefile) contenente il poligono dell'area monitorata, il/i poligono/i indicanti localizzazione ed estensione del habitat del posidonieto con diversi attributi tematici (p.e. l'estensione);**
- **determinazione dell'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index) secondo quanto previsto dal D.M. 260/2010;**

Per ogni Stazione individuata si effettueranno dalle 5 alle 10 repliche, in funzione della densità della prateria.

Per ogni stazione sarà effettuata una serie di immersioni per misure morfostrutturali del prato (omogeneità del prato, grado di copertura del fondo, presenza/assenza di matte ecc.), conte di densità dei ciuffi (5-10 repliche con quadrato di 40X40 cm).

In base alla densità dei fasci fogliari per unità di superficie e al ricoprimento, in accordo con la classificazione di Giraud 1979 sarà possibile valutare lo stato della prateria a *P. oceanica*.

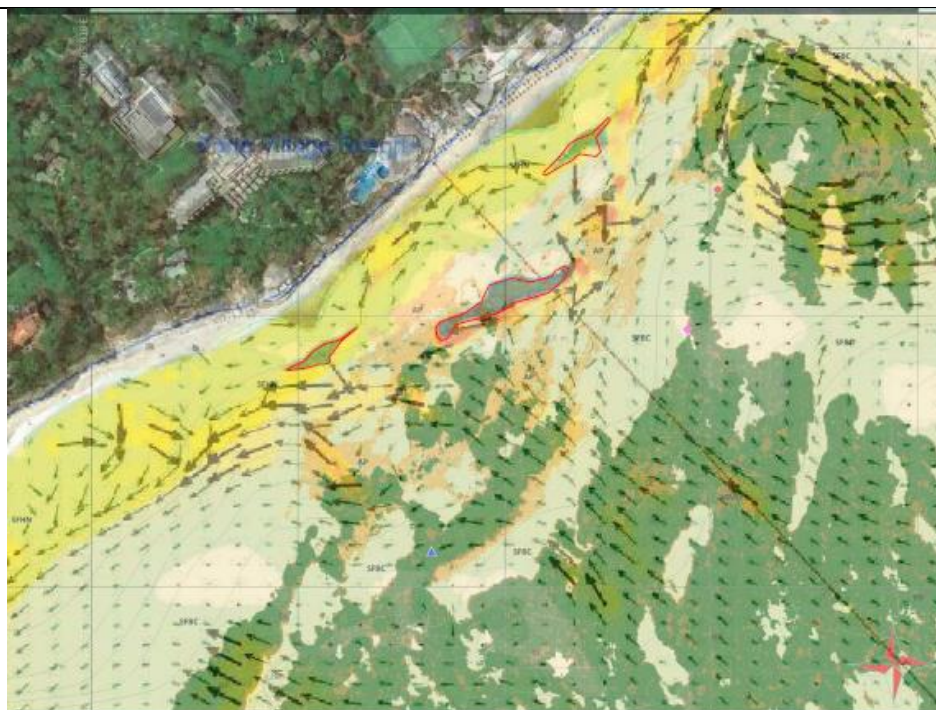
Tale approccio permetterà verificare l'effettivo mantenimento dello stato di salute della prateria.

Dal confronto dei valori assunti dai parametri misurati durante la prima campagna di campionamento (senza opera) e le successive (post opera) si potrà valutare se la prateria ha modificato il suo assetto sia in termini di densità che di ricoprimento, come richiesto dalla delibera Regionale n° 33/7 del 5.9.2007.

L'estensione dell'area che verrà indagata durante i diversi monitoraggi, copre ampiamente sia la zona oggetto d'intervento che l'area interessata da variazioni del regime delle correnti indotte dalla realizzazione delle opere come si può evincere dalla sovrapposizione dei risultati ottenuti attraverso modello numerico (con e senza opere) con la mappatura di dettaglio delle biocenosi.



**SITUAZIONE CORRENTOMETRICA SENZA INSERIMENTO DI OPERE**

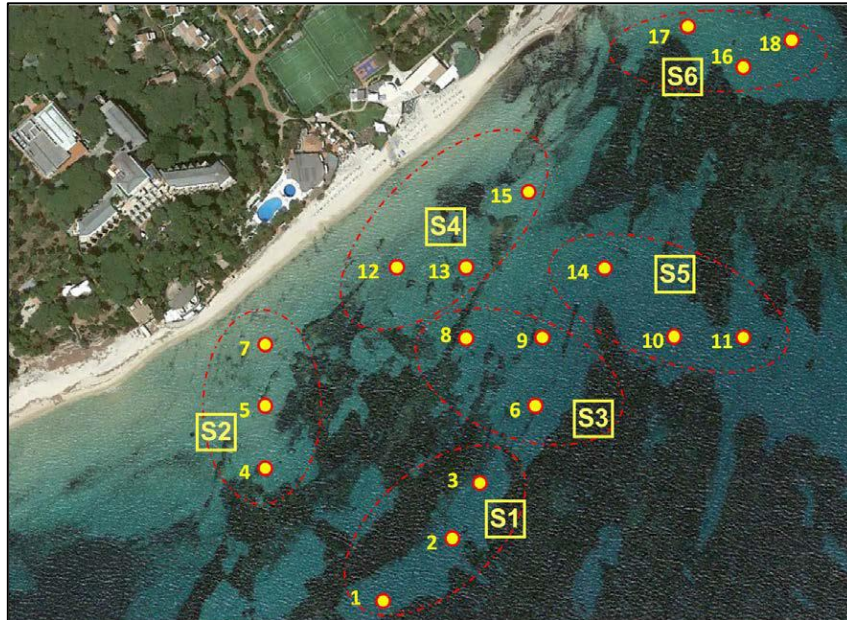


**SITUAZIONE CORRENTOMETRICA DOPO INSERIMENTO DELLE OPERE**

## **4.2 Comunità Bentoniche di fondi molli**

Anche in questo caso verranno ripetute le stesse indagini effettuate nel corso dei precedenti interventi.

A differenza della posidonia, trovandosi le opere in un ambiente ad alto dinamismo, le comunità bentoniche potrebbero subire delle variazioni sostanziali anche in assenza di lavori e pertanto una campagna di indagine verrà effettuata immediatamente prima dell'esecuzione dei lavori.



**Figura 2 campionamenti effettuati nella fase di progetto che saranno ripetuti ante e post operam**

I campioni (tre repliche per stazione) saranno collezionati con impiego di campionatore in acciaio, per un totale di area campionata di circa 0,1 mq per stazione, raccogliendo le sabbie per uno spessore di circa 15 cm.

La preparazione dei campioni per le analisi di laboratorio sarà effettuata direttamente in loco, immediatamente dopo la raccolta del campione, al fine di conservare intatti gli organismi.

Si procederà dunque alla setacciatura con setaccio di maglia 0,5 mm in situ. Il campione sarà fissato con etanolo al 96%.

### **4.2.1 Analisi di laboratorio**

I campioni precedentemente trattati per la conservazione degli organismi, saranno analizzati con impiego di stereomicroscopio e la macrofauna sarà classificata, ove possibile, fino a livello di specie e conteggiata.

### **4.2.2 Elementi di qualità biologica: indice M-AMBI**

Per i macroinvertebrati bentonici si applica l'Indice M-AMBI: questo è un indice multivariato che deriva da una evoluzione dell'AMBI integrato con l'Indice di diversità di Shannon-Wiener ed il numero di specie (S).

La modalità di calcolo dell'M-AMBI prevede l'elaborazione delle suddette 3 componenti con tecniche di analisi statistica multivariata ed è in grado di riassumere la complessità delle comunità di fondo mobile, permettendo una lettura ecologica dell'ecosistema in esame.

#### **4.2.3 Analisi statistiche**

Dalla produzione di una matrice tassonomica delle abbondanze si procederà al calcolo per ciascuna stazione degli indici di abbondanza in specie, abbondanza in individui, di Margaleff, di Pielou, di Shannon (calcolato utilizzando log in base 2), di Simpson. I risultati saranno presentati con le stesse modalità della prima campagna effettuata in sede di progettazione e verranno rappresentati i relativi raffronti.

Nella relazione di caratterizzazione ante opera viene riportato quanto segue:

*I prelievi di sedimento tramite sorbona causano inevitabilmente il depauperamento della fauna bentonica associata. Questi sistemi, sia profondi sia costieri, sono soggetti a ricolonizzazione, in tempi relativamente brevi, della fauna bentonica. Si ritiene che la ricolonizzazione dello zoobentos avvenga in un arco temporale tra i 6 mesi ed un anno (Sardà et al. 2000). La bassa profondità, infatti, rende l'area dinamicamente molto attiva, e tutti i processi sia biotici sia abiotici sono molto più attivi rendendo le tempistiche di ricolonizzazione e di ricopertura delle aree scavate molto più veloci.*

Come suggerito nella relazione ambientale, all'interno delle aree di prelievo previste in progetto, verranno lasciate delle aree “vergini” per valutare la ricostituzione del benthos e si procederà comunque ad una rotazione delle stesse.

### **5 Evoluzione della geomorfologia del litorale**

Come già riferito il rilievo topografico e morfologico del litorale interessato dai lavori sarà effettuato con diverse modalità ed esteso su differenti aree.

Al fine di valutare in che modo avviene l'evoluzione dell'arenile prima e dopo la realizzazione del progetto, come indicatori utili verranno determinati:

- Evoluzione della linea di riva attraverso rilievi topografici e rilievi fotografici;
- Situazione evolutiva a grande scala della spiaggia emersa con rilievo eseguito mediante drone topografico;
- Evoluzioni dei fondali marini attraverso rilievo batimetrico;
- Installazione di una sonda per il rilievo delle correnti e del moto ondoso.

L'impiego del confronto attraverso immagini fotografiche della linea di riva è di fatto molto utile in quanto consente di monitorare l'avanzamento/arretramento della linea di riva confrontando i dati fotografici con i dati del moto ondoso e quindi ottenere dei parametri quanti-qualitativi sull'efficacia delle opere realizzate in risposta al moto ondoso, stabilire i tempi di ripresa del litorale a seguito delle mareggiate più intense ecc.



## **5.1 Rilievi topografici, batimetrici e morfologici dell'intera spiaggia**

### **5.1.1 Rilievi topografici con drone**

Per il monitoraggio verrà utilizzato lo stesso sistema impiegato per il rilievo in fase di progettazione.

Di seguito si descrivono le metodologie adottate e che saranno ripetute in futuro.

Le attività da eseguirsi rapportate a un GSD (Ground Sampling Distance 3 cm px) saranno le seguenti:

- Acquisizione dati di progetto, cartografici e ambientali. Sopralluoghi.
- Elaborazione degli eidotipi di base da utilizzare nel corso dei rilievi.
- Individuazione dei GPC fissi (Capisaldi fissi a terra), posizionati e materializzati sui manufatti posti nelle immediate vicinanze e sulla scarpata di retrospiaggia.
- Redazione delle monografie e rilievo dei GPC tramite sistema GPS RTK collegato alla rete geodetica di stazioni fisse SarNet, certificata dall'Università di Cagliari.
- Stesa e rilievo dei target mobili al suolo, inquadrati nel Datum di progetto, con la precisione tipica del GPS RTK collegato alla rete SARNET, pari +/- 1,5 cm.
- Stesa dei target provvisori per l'ottenimento di una rete geodetica di capisaldi a terra, tale da garantire un ottimale raddrizzamento sul piano della gravità delle foto aeree.
- Esecuzione del volo per tratti parziali, tramite drone guidato da operatore abilitato per operazioni critiche professionali, in regola con gli adempimenti di legge.

Altezza volo sempre attestata a 80 mt dal suolo di decollo. Overlap > 80% longitudinale > 60 trasversale, rispetto al percorso programmato di ripresa. Velocità massima di ripresa 5 mt/sec ad evitare “scivolamenti della ripresa in rapporto a velocità e tempo di apertura dell'obiettivo.

Il SAPR utilizzato sarà un quadricottero di marca DJI dotato di una camera con definizione 20Mpx e comandato attraverso la App PIX4D capture, capace di programmare la maglia delle riprese in rapporto a velocità, overlay, altezza dal suolo e definizione richiesta del GSD (Ground Sampling Distance-campionatura minima della nuvola di punti ottenuta), effettuare voli circolari attorno a un punto scelto, interni a un poligono, doppi, o quadrangolari.

Effettuato il volo avverrà il trasferimento sul software PIX4D (azienda spin off dell'Università di Losanna), software di riferimento mondiale per il rilievo fotogrammetrico digitale, di tutte le foto riprese e del file XYZ dei target GPC rilevati.

Per ogni volo effettuato, mediamente fra 2 massimo 5/10 ha di superficie, sarà effettuata l'elaborazione della prima fase dei punti di riferimento; della seconda fase di raffittimento della nuvola di punti con GSD inferiore ai 3 cm; della terza fase di estrazione dell'ortofoto mosaico, georeferenziata in formato world, per ogni areale di rilievo, con **precisione di un px/2cm**.

Il software restituisce un report completo e scientifico da cui è desumibile la precisione della nuvola di punti e del rilievo restituito.

La nuvola di punti ottenuti sino a questa fase delle attività è precisissima e riporta la realtà dei luoghi, con tutte le sue articolazioni e presenze artificiali, di manufatti edili e infrastrutturali, vegetali e orografiche.

## “Forte Village Resort – Opere di protezione e stabilizzazione morfologica della spiaggia”

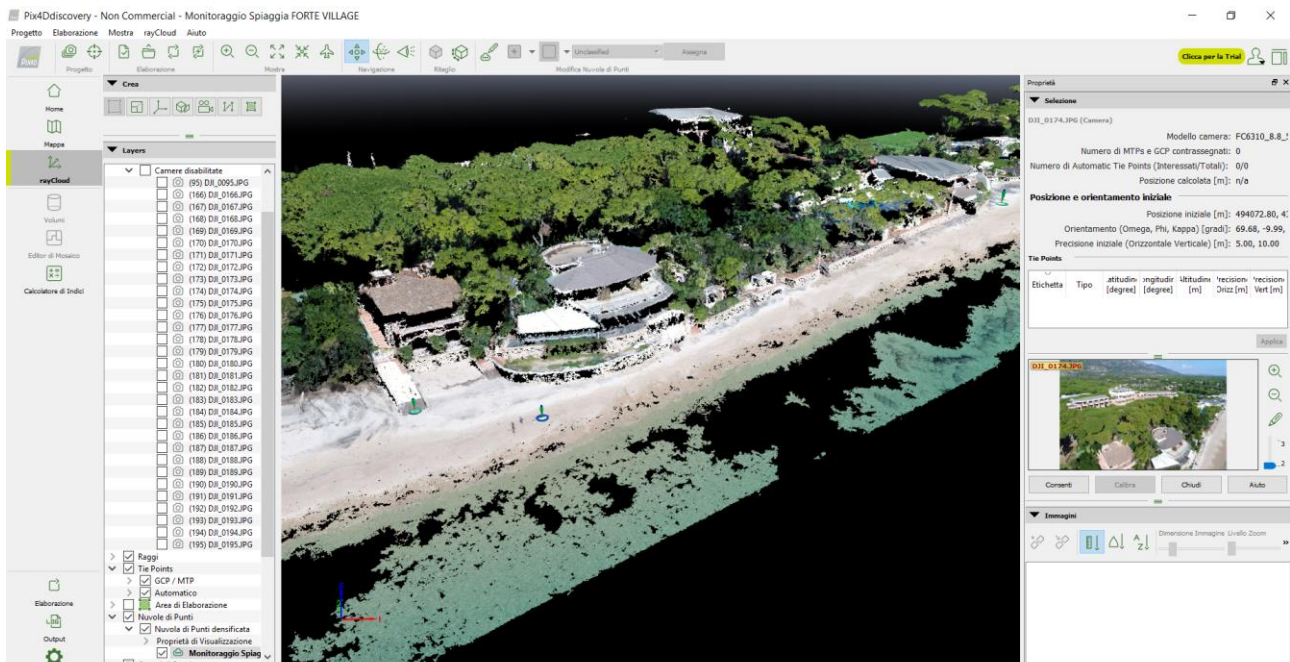


Figura 3 - Schermata della nuvola di punti sui PIX4D con prima pagina del report di elaborazione con dati di precisione dei calcoli in cui possono essere letti il GSD (1,47 cm/px) e altri dati inerenti il volo e il rilievo.

Dalle immagini soprastanti è evidente la capacità del sistema di riprendere e riportare ogni particolare del terreno, comprese le parti marginali sotto la vegetazione riprese dal cono visivo della camera.

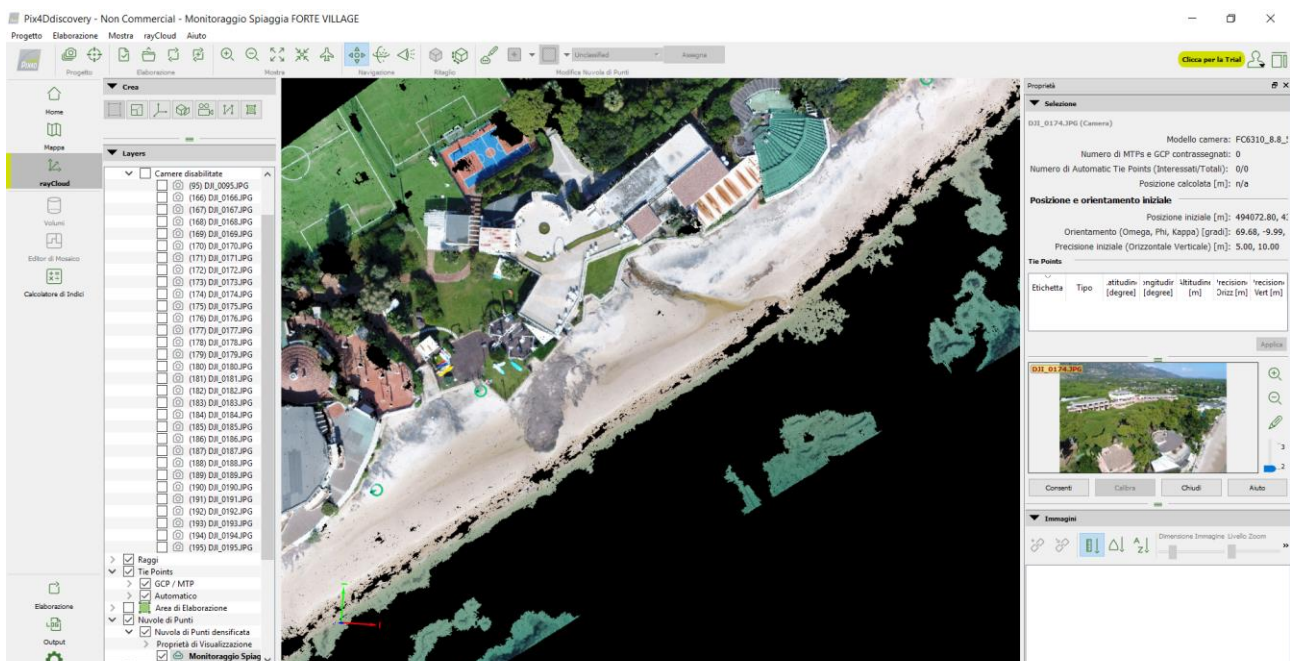


Figura 4 - Schermata della nuvola di punti su PIX4D con vista zenitale della spiaggia in oggetto

Qualora fosse necessario ottenere sezioni longitudinali e trasversali della spiaggia, le nuvole di punti possono essere trasferite a un software di modellazione del territorio quale il LAND, prodotto dalla Sierrasoft di Pordenone, capace di caricare come riferimenti esterni le nuvole di punti e le ortofoto appartenenti ai diversi tratti di spiaggia rilevata e trattarli simultaneamente senza intralci dovuti all'eccesso di carico nella memoria di un normale PC di studio.

Il software Land è in grado di gestire sezioni, generare curve di livello e tutti le astrazioni tipiche del territorio, strumenti di monitoraggio e progettazione.

Al progettista e alla Committente saranno consegnati gli archivi delle foto di ripresa; dei capisaldi Target GPC fissi; tutte le nuvole di punti ottenute; tutte le immagini mosaico georeferenziate nel formato world, leggibile dai più comuni CAD; se richiesti il DSMc con le 3D Face e, infine, le curve di livello.

Tutto ciò sarà sovrapponibile, in un sistema cartografico CAB-BIM ai files di progetto, verificabile e validabile in contraddittorio.

Tutto ciò inoltre sarà utile in futuro, a lavori in corso, per verifiche o in procedimenti di contenzioso ambientale di qualsiasi natura.

Il personale direttamente responsabile e impiegati sul campo e in studio per la produzione di quanto elencato sarà costituito da topografi senior.

L'operatore drone sarà abilitato ENAC per operazioni CRO, professionali critiche standard.

Le squadre saranno guidate da operatori senior con junior di supporto sia per le operazioni di rilievo che per la restituzione in studio.

Il personale impiegato sarà alle dirette dipendenze del mio studio e posto a norma in condizioni di sicurezza.

Verrà impiegata la seguente strumentazione:

- Drone ANTO II 23-45-67 (come da registrazione ENAC).
- Drone ANTO 12-34-56 (come da registrazione ENAC).
- Sistema GPS RTK Trimble 5800
- Software PIX4D per la restituzione fotogrammetrica e delle nuvole di punti.
- Software Topko e Land della Sierrasoft per la restituzione dei rilievi e la modellazione del territorio, restituzione cartografica.
- Computer e apparecchiature tipiche dello studio tecnico.

### **5.1.2 Rilievi batimetrici e topografici**

Tutti i rilievi da effettuare saranno eseguiti mediante l'impiego di strumenti muniti di certificati di calibrazione sempre aggiornati, eventualmente con prove in vasca effettuate dalla casa costruttrice, attraverso periodici interventi di upgrade software e hardware e scrupolosa manutenzione come da manuale della casa costruttrice.

Per l'esecuzione dei **rilievi batimetrici** verrà impiegata un'imbarcazione equipaggiata con scandaglio tipo Single Beam Reson Seabat210 avente frequenza pari a 200 Khz e GPS RTK (Real Time Kinematic) Trimble RS8 appoggiato alla rete Sarnet.

Verrà utilizzato il software di navigazione, acquisizione e post processing PDS 2000.

Il rilievo batimetrico sarà eseguito, all'interno dell'unità fisiografica gestionale Sub1, su allineamenti paralleli equidistanti 20 metri circa e perpendicolari alla costa, mentre nel resto del litorale i rilievi saranno effettuati mediante allineamenti equidistanti ogni 50 metri.

Sugli stessi allineamenti verranno ricavate dal **rilievo topografico** le sezioni della spiaggia emersa.

Tutti i dati saranno riferiti allo zero IGM e, come i dati topografici saranno in UTM 32.

L'esecuzione dei rilievi sarà a cura di ingegneri con esperienza decennale nel settore.

### **5.2 Rilievi del tratto di spiaggia oggetto d'intervento**

Nel tratto di spiaggia interessato dalla realizzazione delle opere di stabilizzazione verrà eseguito un rilievo di dettaglio finalizzato al monitoraggio dell'efficacia delle opere di protezione sulla spiaggia.

In particolare, si tratta di un rilievo topografico, batimetrico e con drone esteso al tratto di litorale antistante la struttura interessato dalle opere e una fascia di 300m verso Pinus Village e 300m verso Cala Verde.

La cadenza temporale dei rilievi sarà la seguente:

- **1 rilievo ante-operam.** TOTALE: 1;
- **4 rilievi post-operam per i primi tre anni (uno ogni 3 mesi)** a seguito della realizzazione delle opere. TOTALE: 12 RILIEVI;
- **Rilievi a seguito di interventi ritenuti significativi dal punto di vista meteomarinario – DA DEFINIRE**
- **2 rilievi all'anno per altri 7 anni** (uno ogni sei mesi). TOTALE: 14 RILIEVI

Complessivamente, quindi, i rilievi da eseguire sono: **27 campagne di rilievo per tutta la durata del monitoraggio.**

Le attività di monitoraggio topografico-batimetrico proposte si svolgeranno secondo la cadenza temporale precedentemente descritta con l'obiettivo finale di valutare la resilienza dell'intero sistema duna-spiaggia-posidonia.

Attraverso i monitoraggi verranno caratterizzati i seguenti parametri:

- Variabilità della posizione della linea di riva a scala temporale stagionale e di singolo evento d'onda significativamente impattante;



- Variabilità anche in termini volumetrici dei profili morfo batimetrici acquisiti dalla cresta della duna alla profondità di chiusura a scala temporale stagionale e di singolo evento d'onda significativamente impattante;
- Definire i diversi assetti morfologici in equilibrio con le principali forzanti meteomarine significative individuate e loro eventuali variazioni causate dall'attuazione dell'opera;
- Stima budget sedimentario stagionale sulla base dei rilievi batimetrici e topografici;
- Definizione del limite superiore di azione del moto ondoso sul litorale e previsione di eventuali effetti negativi (p.e. consistenti arretramenti della linea di riva) sulle dune e tempi di ripresa.

Non si ritiene possibile stabilire dei valori soglia di intervento o attenzione in quanto i dati morfologici devono essere valutati nel loro complesso

### 5.3 Rilievi fotografici

Lungo il confine della struttura alberghiera, di proprietà del proponente, sono installate 8 telecamere secondo la disposizione riportata nella sottostante immagine. Le videocamere permettono di fotografare tutto il tratto di litorale antistante la struttura e ottenere delle informazioni sullo stato della spiaggia in qualsiasi istante di tempo.

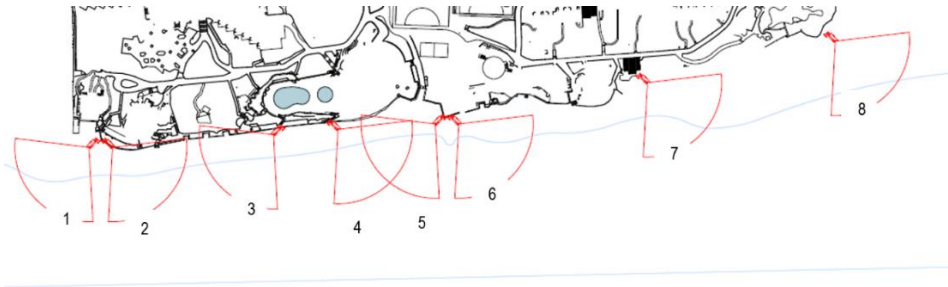


Figura 5 Disposizione telecamere

Le telecamere presenti sono del tipo: HiK Vision modello *DS-2CD2685FWD-IZS 8MP WDR Vari-focal Network Bullet Camera* aventi una risoluzione pari a 3840 x 2160 pixel.

Le immagini verranno acquisite nelle ore diurne ogni 2 ore ed è possibile effettuare anche dei filmati.

Come detto, il **video-monitoraggio** sarà effettuato direttamente dalla struttura alberghiera **in continuo** per tutta la durata del monitoraggio (**10 anni**).

### 5.4 Rilievi del moto ondoso e correnti

Per il rilievo delle correnti e del moto ondoso sarà impiegato un rilevatore acustico tipo Aquadopp Single Point, misuratore di corrente con capacità di misurazione dell'onda direzionale basata su PUV come standard le cui caratteristiche tecniche sono consultabili dal seguente link (<https://www.nortekgroup.com/export/pdf/Aquadopp%20300%20m.pdf>).

Lo strumento verrà installato in posizione antistante il punto di realizzazione delle nuove opere ad una profondità media di -5.00m a circa 225m dalla costa assicurato ad un basamento in calcestruzzo.

La sonda è stata programmata per effettuare registrazioni triorarie della durata di 60 secondi.



## **6 Parametri da rilevare sulla colonna d'acqua**

Durante le campagne di monitoraggio verranno rilevati attraverso sonda multi-parametrica, **ogni giorno durante la fase di esecuzione dei lavori** (fase in corso d'opera), lungo la colonna d'acqua, i dati relativi a:

- Torbidità;
- Temperatura;
- Salinità;
- ossigeno disciolto;
- pH e clorofilla *a*;
- solidi sospesi, solidi sedimentabili e nutrienti;
- indice TRIX, secondo quanto disposto dal D.M. 260/2010.

L'acquisizione dei dati viene effettuata con un passo di un metro in modo da evidenziare stratificazioni termiche o saline o stadi di anossia o ipossia che possono verificarsi sul fondo. Inoltre, nella stazione di misura verrà rilevata la trasparenza tramite “disco Secchi” per valutare la presenza di particelle che potrebbe limitare la penetrazione della luce solare.

Non si ritiene necessario identificare dei valori soglia di attenzione o intervento anche perché si ritiene che detti parametri non possano essere influenzati dalle opere da realizzare a meno della torbidità durante la movimentazione dei sedimenti. Tale valore potrà essere condiviso con gli Enti preposti al controllo ambientale prima dell'inizio dei lavori.

## **7 Elaborati da produrre**

Come riportato nella tabella precedente saranno presentati diversi elaborati tutti redatti secondo le seguenti tempistiche per una durata complessiva del monitoraggio di 10 anni:

### **Popolamenti fito zoo-bentonici**

- *Rilievo posidonia e comunità bentoniche dei fondi molli*
  - A.O.: 1 RILIEVO
  - C.O.: NESSUN RILIEVO
  - P.O.: 4 RILIEVI / ANNO per i primi tre anni e ANNUALE per sette anni

ELABORATO DA PRODURRE: **Relazione tecnica firmata da un biologo/naturalista di provata esperienza nel monitoraggio ed analisi del posidonieto, delle comunità zoobentoniche dei fondi molli, nell' uso degli indici, TRIX e M-AMBI – cartografia tecnica e digitale (raster, SHP ecc.).**

### **Rilievi topografici e batimetrici estesi a tutta la spiaggia e al tratto di litorale interessato dalle opere**

- *Rilievi eseguiti tramite scandaglio tipo Single Beam GPS e drone*
  - A.O.: 1 RILIEVO
  - C.O.: NESSUN RILIEVO
  - P.O.: 4 RILIEVI / ANNO per i primi tre anni (uno ogni 3 mesi) / QUANDO OCCORRE Rilievi a seguito di interventi ritenuti significativi dal punto di vista meteomarinico / 2 RILIEVI / ANNO per altri 7 anni (uno ogni sei mesi)
- *Rilievo fotografico con Videocamere della struttura per il rilievo della linea di riva e valutazione della risposta del litorale*
  - A.O. – C.O. – P.O.: In continuo per 10 ANNI
- *Rilievi correntometrici e del moto ondoso eseguiti tramite sonda*
  - A.O.: NESSUN RILIEVO
  - C.O.: NESSUN RILIEVO
  - P.O.: IN CONTINUO per i primi tre anni

ELABORATO DA PRODURRE: **Relazione tecnica sulle attività di rilievo, cartografia tecnica contenente la restituzione dei dati rilevati, eventuali confronti con situazioni precedenti a firma di un Ingegnere con maturata esperienza nell'ambito dei rilievi idrografici ed esperienza nel monitoraggio**

### **Rilievi sulla colonna d'acqua**

- A.O.: NESSUN RILIEVO
- C.O.: in continuo per tutta la durata dei lavori
- P.O.: NESSUN RILIEVO

ELABORATO DA PRODURRE: **Relazione tecnica sulle attività di rilievo cartografia tecnica contenente la restituzione dei dati rilevati, eventuali confronti con situazioni precedenti**

# ALLEGATO

## PLANIMETRIA PUNTI MONITORAGGIO



# PLANIMETRIA MONITORAGGIO

