

VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE



PROVINCIA DI ORISTANO



ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELLA SP33
NEL TRATTO MONTE Poddigas - ALLAI DA REALIZZARSI
NEI COMUNI DI FORDONGIANUS ED ALLAI

PROGETTAZIONE

CAPOGRUPPO



MANDANTI



GRUPPO DI LAVORO

RESPONSABILE DELLE INTEGRAZIONI SPECIALISTICHE
Ing. Marcello MANCONE

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE
E COORDINATORE DELLA SICUREZZA
Ing. Giovanni Antonio MURA

GEOLOGIA E GEOTECNICA
Geol. Antonio Enrico MANCA
Ing. Giovanni Antonio FADDA

IL COMMITTENTE

Amministrazione Provinciale di Oristano

IL Responsabile del Procedimento

Ing. Giampaolo Enna

01 - ELABORATI GENERALI

Piano di monitoraggio

SCALA

PROGETTO	RESPONSABILE	CODICE ELABORATO			
MT1011	A.Sussarellu	MT1011	V	01EG	10REL
A	Prima Emissione	Giugno 2019	A.Sussarellu	A.Sussarellu	R.Barracu
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	L'OPERA IN PROGETTO	4
3	ASPETTI METODOLOGICI DEL MONITORAGGIO	7
4	MODALITA' DI ATTUAZIONE DEL MONITORAGGIO.....	9
4.1	Identificazione delle componenti	10
4.2	Descrizione del monitoraggio.....	10
5	PIANO DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI	13
5.1	Premessa	13
5.2	Obiettivi del monitoraggio	13
5.3	Ubicazione dei punti di misura	14
5.4	Metodologia e parametri di misura.....	14
5.5	Misure di portata	15
5.6	Prelievo di campioni per analisi chimico – fisiche e batteriologiche di laboratorio.....	16
5.7	Analisi chimico - fisiche	17
5.8	Analisi batteriologiche	20
5.9	Analisi biologiche	20
5.10	Monitoraggio Ante Operam	20
5.11	Monitoraggio in corso d'opera.....	21
5.12	Monitoraggio post operam	22
5.13	Riepilogo indagini previste	23
6	PIANO DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	23
6.1	Premessa	23
6.2	Obiettivi del monitoraggio	23
6.3	Ubicazione dei punti di misura	24
6.4	Metodologia e parametri di misura.....	24
6.5	Misure del livello di falda.....	25
6.6	Prelievo di campioni per analisi chimico – fisiche e batteriologiche di laboratorio.....	26
6.7	Analisi chimico - fisiche	27
6.8	Analisi batteriologiche	29
6.9	Monitoraggio Ante Operam	29
6.10	Monitoraggio in corso d'opera.....	29
6.11	Monitoraggio post operam	30
6.12	Riepilogo indagini previste	31



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

7	PIANO DI MONITORAGGIO COMPONENTE RUMORE	31
7.1	Riferimenti normativi	33
7.2	Parametri da valutare nel monitoraggio	33
7.3	Esecuzione del monitoraggio acustico	35
7.4	Punti di monitoraggio e relativa tempistica	36
8	PIANO DI MONITORAGGIO COMPONENTE SUOLO	38
8.1	Normativa di riferimento	39
8.2	Individuazione delle aree oggetto di monitoraggio	39
8.3	Tipologia di indagini per la componente suolo	39
8.4	Parametri oggetto di rilevamento	40
8.5	Tempistica dei rilievi relativi alla componente suolo	43
9	PIANO DI MONITORAGGIO COMPONENTE VEGETAZIONE E FLORA	44
9.1	Normativa di riferimento	45
9.2	Caratteristiche vegetazionali delle aree interessate dal monitoraggio	47
9.3	Aree di indagine oggetto di monitoraggio	47
9.4	Modalità e tempistiche per l'esecuzione dei monitoraggi	48
9.5	Metodologia e parametri di misura	48
9.6	Tempistica del programma di monitoraggio	50



1 PREMESSA

Il presente documento è stato redatto in accordo con:

- “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.)” – ISPRA;
- “Linee guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D.Lgs. 12/04/06 n.163” (Rev. 2 del 23/07/07);

Con l'entrata in vigore della Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il monitoraggio ambientale è entrato a far parte integrante del processo di VIA assumendo, ai sensi dell'art.28, la funzione di strumento capace di fornire la reale “misura” dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione di un progetto e soprattutto di fornire i necessari “segnali” per attivare azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito della VIA.

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

1. 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);
2. 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;
3. comunicare gli esiti delle attività di cui ai punti precedenti (alle autorità preposte ad eventuali controlli, al pubblico).



2 L'OPERA IN PROGETTO

L'opera in progetto consiste nella realizzazione di un ponte sul rio Flumineddu Massari alle porte di Allai e nella realizzazione di due rotatorie, una sulla SP 96 e una sulla SP 33.

L'intersezione a rotatoria in corrispondenza dello svincolo con la SP 96 ha le seguenti caratteristiche:

- Raggio interno 17,00 m;
- Corona sormontabile larghezza 2,00 m;
- Corsia 6,00 m;
- Banchina esterna 1,25 m.

L'intersezione con la SP 96 richiede la ridefinizione dello stradello di accesso al ponte Romano con un allontanamento dell'attacco rispetto all'attuale posizione per permettere l'inserimento della nuova rotatoria. Si prevede la realizzazione di uno scatolare delle dimensioni di 6,00x5,50 m a servizio della viabilità che conduce al ponte romano.

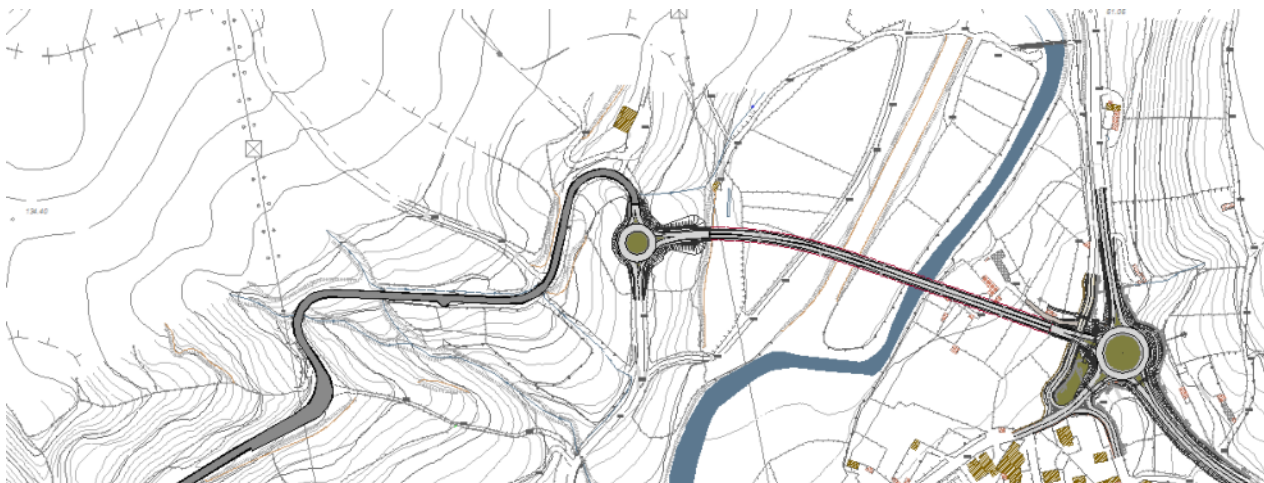


Figura 1 Stralcio Planimetrico della soluzione A1/A2

Per l'attraversamento del rio "Flumineddu" e relativa zona di golenia si realizza un viadotto impostato su sei campate della lunghezza complessiva di 336 m. Le quattro campate centrali presentano una luce di 60 m mentre le due terminali hanno luce pari a 48 m, cosicché il rapporto tra le due campate è di 0,8.

Trasversalmente l'impalcato ha larghezza di 12,00 m, la piattaforma stradale è organizzata per ospitare la sede stradale del tipo "C2" (9,50 m) e due marciapiedi di servizio (uno per lato) della larghezza di 1,25 m.

L'impalcato sarà realizzato a struttura mista acciaio calcestruzzo con due travature in acciaio autoprotetto S355JOW (Cor-Ten) e soletta collaborante in calcestruzzo (C 32/40 Mpa) armato con barre di acciaio B450C.



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Le due travature, a sezione a doppio T dell'altezza di 2,90 m, sono mutuamente collegate a mezzo di diaframmi posti ad interasse di circa 6,00 m, realizzati sempre a sezione a doppio T ma dell'altezza di 0,90 m.

Lo schema statico è quello di trave continua su più appoggi con spalla fissa localizzata in sinistra idraulica e spalla mobile sul lato opposto.

Le pile, in numero di cinque hanno altezza massima di 11,45 m (mediamente 7,00 m fuori terra). La fondazione ha dimensione di 10,5 x 7,00 m e altezza di 2,20 m. La parte in elevazione, a sezione piena 5,40 x 1,70 m, sostiene il pulvino su cui sono impostate le due travature in acciaio dell'impalcato.

I lati corti della sezione della pila sono arrotondati per agevolare il deflusso delle acque. Per evitare fenomeni di scalzamento del terreno di fondazione a seguito degli eventi di piena è stata prevista la protezione della fondazione con massi ciclopici. Lo stesso accorgimento è stato adottato per proteggere le due spalle laterali.

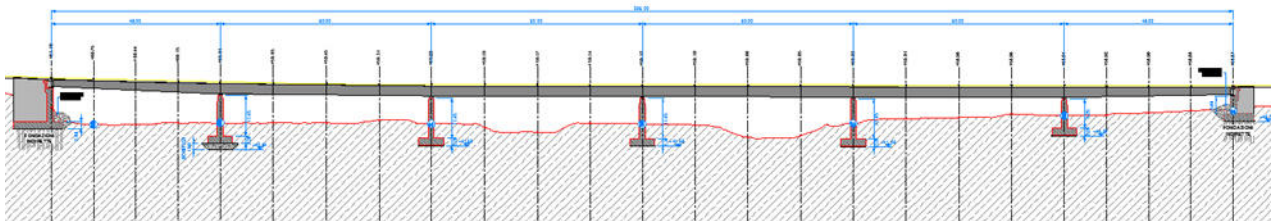


Figura 2 Sezione longitudinale del ponte sul Rio Flumineddu

Queste ultime, contrariamente alle pile, presentano fondazione indirette costituite da micropali del diametro \varnothing 240 mm e armatura con tubolare in acciaio \varnothing 177,8 mm dello spessore di 12,5 mm della lunghezza di 12 m in numero di 96 e 144 rispettivamente per la spalla fissa e quella mobile.

Nella spalla mobile è prevista la posa in opera di un giunto in elastomero armato per escursioni fino a 250 mm mentre il raccordo tra il paraghiaia e la soletta di impalcato nella spalla fissa è garantito da un giunto di sotto-pavimentazione in neoprene.

L'opera in attraversamento soddisfa i requisiti di compatibilità idraulica di cui alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) poiché la distanza netta tra le pile, ma anche tra pila e spalla, è maggiore di 40 m e il franco idraulico è superiore a 1,50 metri.

Il ponte, sarà della tipologia bitrave con struttura mista in acciaio e calcestruzzo.

Il franco idraulico del progetto è pari a 2,62 m, valore ampiamente cautelativo in quanto il franco idraulico minimo da assicurare è pari a 1,50 m.



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il ponte sarà dotato di un parapetto che si estende anche nella parte bassa del ponte a schermare l'impalcato e le travi in acciaio restituendo un segno omogeneo e sobrio che ne migliora l'inserimento ambientale.

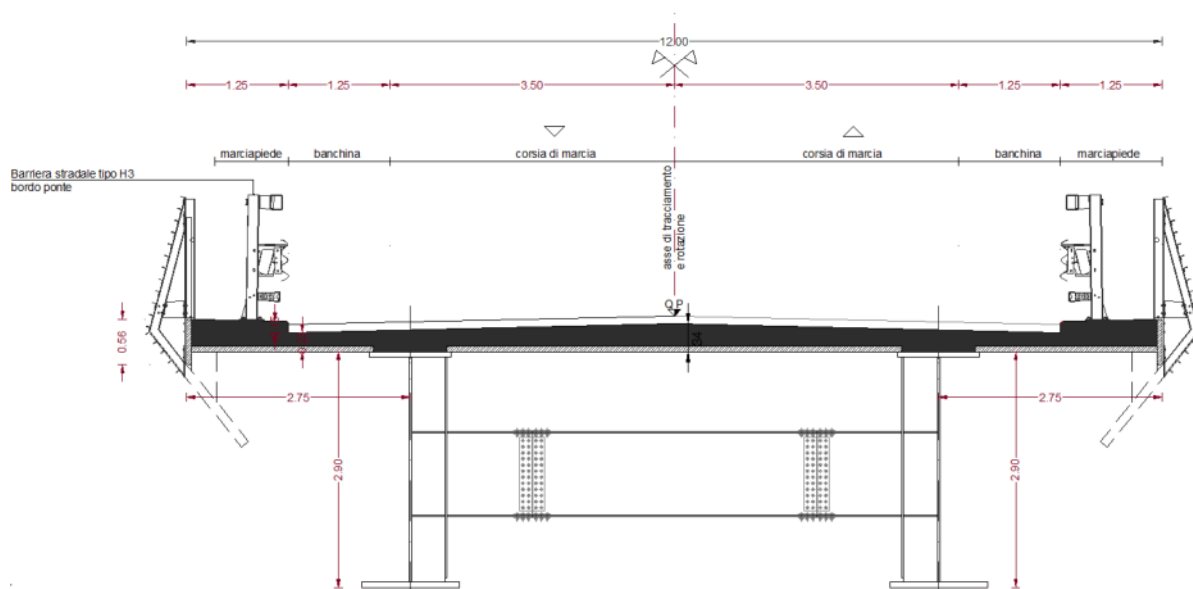


Figura 3 Sezione trasversale del ponte sul rio Flumineddu

La connessione tra il ponte e la SP 33 attuale avverrà mediante una nuova intersezione a rotatoria delle seguenti caratteristiche:

- Raggio interno 10,00 m;
- Corona carrabile 1,00 m
- Corsia 7,00 m
- Banchina 1,25 m.



3 ASPETTI METODOLOGICI DEL MONITORAGGIO

Lo studio di impatto ambientale ha analizzato le seguenti componenti/fattori ambientali:

- Atmosfera (qualità dell'aria);
- Ambiente idrico (acque sotterranee, acque superficiali);
- Suolo e sottosuolo (qualità dei suoli, geomorfologia);
- Biodiversità (vegetazione, flora, fauna);
- Agenti fisici (rumore);
- Paesaggio e beni culturali.

Relativamente alla qualità dell'aria, si precisa che l'opera in progetto consiste nella riqualificazione del tratto della SP 33 immediatamente prossimo al centro urbano di Allai, con la realizzazione di un nuovo attraversamento del rio Flumineddu Massari e la connessione tra la SP 33 e la SP 96 attraverso la realizzazione di due rotatorie, secondo le caratteristiche geometriche e dimensionali descritte nel precedente paragrafo. Il nuovo tracciato consente ai flussi di attraversamento di non entrare all'interno del centro abitato di Allai, concorrendo anche in virtù di una riduzione del tracciato a un miglioramento della qualità dell'aria. Pertanto, considerato che la nuova opera non introduce un incremento significativo di flussi veicolari, ma ne migliora il deflusso e la relativa sicurezza, non si prevedono impatti significativi sulla qualità dell'aria. Relativamente al cantiere le operazioni di scavo e movimentazione dei materiali sarà eseguita con la costante bagnatura delle terre al fine di limitare al minimo l'emissione di polveri. Considerato che i materiali escavati saranno riutilizzati in cantiere, non vi sono flussi veicolari significativi dei mezzi indirizzati verso siti di conferimento delle terre. Relativamente al suolo e sottosuolo, le lavorazioni in progetto si caratterizzano per ordinarie attività di cantiere consistenti in scavi e rilevati di modesta altezza, perforazioni per la realizzazione di micropali della profondità di 12 metri e il bilancio delle materie prevede un riutilizzo in cantiere degli scavi. Il Piano preliminare di riutilizzo in cantiere dettaglia le modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo ai fini del loro riutilizzo. Al fine di analizzare le possibili alterazioni della componente suolo nelle aree di cantiere il presente PMA prevede specifiche attività di raccolta campioni e relative analisi al fine di caratterizzare il suolo nelle fasi AO e PO. Nel capitolo 8, viene descritto nel dettaglio il monitoraggio corrispondente alla componente in questione.

Relativamente alla componente biodiversità, in sede di Studio Ambientale è stata effettuata un'accurata analisi supportata anche da rilievi sul campo. Secondo quanto è stato rilevato dall'analisi del sistema carta della natura-ISPRA l'area interessata dalla realizzazione dell'opera ha un medio – basso indice di valore ecologico, tranne che per l'area attraversata dal Rio Massari – Flumineddu. La sensibilità ecologica è risultata molto bassa, ad eccezione dell'area adiacente al corso del fiume e su tutta l'area si presenta una bassa pressione antropica e una molto bassa fragilità ambientale, escludendo la zona a gallerie di bosco ripariale del Rio Massari - Flumineddu che



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

presenta una media fragilità ambientale. Solo l'area identificata con il codice Corine Biotipes "44.81- Gallerie a tamerice e oleandri" è evidenziata rispetto alle aree limitrofe come l'area dal maggior pregio naturalistico, pertanto il presente progetto esclude l'impatto diretto dell'opera con la presente area, infatti in tale area non è prevista alcuna struttura d'appoggio dell'opera, grazie all'incremento del passo delle pile portato a 60 metri impiegando il sistema costruttivo della trave continua su più appoggi con la soluzione bitrave. L'incidenza dell'opera in progetto sulle gallerie di Temerice e oleandri non è risultata pertanto significativa. Il modesto numero di alberi interferenti, al di fuori dell'area fluviale, sarà espantato e reimpiantato nelle vicinanze, assieme ad altre essenze autoctone al fine di mitigare l'impatto della realizzazione delle nuove rotatorie e delle pile del ponte. Nonostante si siano rilevati bassi impatti a carico della componente vegetazione, in via cautelativa, a salvaguardia della fascia riparia del rio Flumineddu Massari, è stato previsto un monitoraggio Ante operam, in corso d'opera e post operam, al fine di confermare le valutazioni riportate nello SIA. Per quanto riguarda la valutazione circa l'efficacia degli interventi di mitigazione e ripristino delle aree previste dallo SIA, si prevede uno specifico monitoraggio nelle tre fasi AO, CO e PO.

Relativamente alla fauna, l'opera sorge in corrispondenza del centro abitato di Allai, in ambiti fortemente antropizzati, le rotatorie intervengono in corrispondenza della SP 33 e della SP 96, su aree destinate a intersezione stradale e pascolo. Inoltre, la realizzazione del ponte su più campate concorre a garantire la continuità del corridoio fluviale. La vicinanza alle strade, l'attività agricola e di pascolo delle aree interessate dai lavori, la vicinanza delle abitazioni e delle attività proprie del centro abitato, non forniscono un ambiente favorevole allo sviluppo della fauna, che trova siti più favorevoli e naturali nell'ambito più a monte della SP 33, verso lo svincolo con la strada che conduce a Fordongianus, caratterizzata da una maggiore copertura arborea ed arbustiva e da una minore incidenza delle attività antropiche determinata anche dalla maggiore acclività dei terreni. Pertanto nello SIA, non si sono rilevati impatti significativi a carico della componente faunistica.

Per quanto riguarda gli aspetti paesaggistico ambientali, si è progettato un ponte caratterizzato da un sistema costruttivo che minimizza l'altezza dell'impalcato e riduce al minimo il numero delle pile. La carenatura dell'impalcato che funge anche da parapetto favorisce l'inserimento ambientale dell'opera nel contesto. Le piantumazioni e inerbimenti delle rotatorie e delle scarpate permetterà la mitigazione degli impatti delle nuove opere nel contesto ambientale. Il miglioramento dell'accessibilità allo stradello che conduce al ponte Romano, permette una migliore fruibilità del sito anche in chiave turistica.

Dal punto di vista dell'impatto acustico è stata effettuata la verifica preliminare di impatto acustico che ha analizzato la situazione ante operam e simulato gli impatti a carico dei ricettori sensibili a seguito della realizzazione dell'intervento progettuale e durante la fase di cantierizzazione. Gli esiti ottenuti restituiscono un rispetto dei parametri di normativa a carico dei ricettori analizzati. Si segnala



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

come l'opera in progetto, intervenendo su una viabilità esistente, adeguandone il tratto terminale, non introduce apprezzabili incrementi di traffico, e non modifica il clima acustico attuale in modo significativo, spostando il transito veicolare in attraversamento dal centro abitato alle aree contermini, allontanando le sorgenti sonore dalle abitazioni, si ha un miglioramento dell'impatto acustico a carico della popolazione di Allai che risiede nelle immediate vicinanze dell'attuale percorso della SP 33 , in corrispondenza dell'intersezione con la SP 96. Tuttavia, al fine di trovare conferma rispetto al modello previsionale, il presente PMA prevede una specifica campagna di rilievo nelle fasi AO, CO, PO, al fine di confermare i risultati del modello previsionale e in caso di superamento dei livelli di normativa provvedere all'immediata correzione delle criticità.

Lo SIA ha evidenziato come la realizzazione del ponte sul rio Flumineddu Massari, determini delle lavorazioni sull'alveo che non modificano il regime idrografico ma possono interferire con gli aspetti qualitativi delle acque del rio. La costruzione delle fondazioni delle spalle del ponte prevede la realizzazione di micropali con profondità di 12 metri che interferiscono con la falda che si attesta, secondo i rilievi condotti nella redazione dello SIA, a quote comprese tra i 4 e i 6 metri dal piano di campagna.

Pertanto relativamente alle acque sotterranee dovranno analizzarsi gli aspetti qualitativi e quantitativi.

Il Piano di Monitoraggio descritto nel presente documento ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente durante la costruzione dell'opera o immediatamente dopo la sua entrata in esercizio, indagando le cause e fornendo i parametri di input al Sistema di Gestione Ambientale (SGA) per l'attuazione degli eventuali sistemi correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni sostenibili.

L'articolazione temporale del monitoraggio prevede tre distinte fasi: ante operam (AO), monitoraggio in corso d'opera (CO) e monitoraggio post operam (PO).

4 MODALITA' DI ATTUAZIONE DEL MONITORAGGIO

Vengono di seguito riportate le modalità di attuazione seguite nell'ambito della stesura del presente Piano di Monitoraggio Ambientale:

- Esecuzione delle operazioni propedeutiche alle misure, attraverso lo svolgimento di sopralluoghi nei punti in corrispondenza dei quali installare le apparecchiature;
- Scelta delle metodiche di rilievo, analisi ed elaborazione dati, che è stata differenziata in funzione delle diverse tipologie di rilievo, delle fasi di monitoraggio e dei siti interessati;
- Individuazione della strumentazione di misura adeguata alla tipologia di indagini previste e conforme alle indicazioni normative;
- Articolazione temporale delle attività e della frequenza, distinta per ciascun tipo di misura.



4.1 Identificazione delle componenti

Le componenti ambientali oggetto del presente PMA sono state individuate in funzione dell'esito delle analisi condotte nella redazione dello studio di impatto ambientale. In particolare è emersa una vulnerabilità a carico delle seguenti componenti: acque superficiali e acque sotterranee, suolo, rumore, vegetazione.

4.2 Descrizione del monitoraggio

Le azioni di monitoraggio riguardano un ambito piuttosto circoscritto relativo al punto di attraversamento del rio Flumineddu – Massari con il nuovo ponte. Le principali figure professionali coinvolte nel monitoraggio ambientale, sono di seguito elencate e hanno solo un valore indicativo e non esaustivo:

- Responsabile Attuazione Piano di Monitoraggio - Laurea tecnica con esperienza in S.I.A. e gestione e coordinamento di lavori complessi;
- Responsabile Ambiente Idrico - Laurea tecnica - Abilitazione ed esperienza professionale in materia ingegneria idraulica o ambientale;
- Responsabile componente suolo e sottosuolo – Geologo con abilitazione ed iscrizione nel relativo albo professionale, esperienza maturata in servizi analoghi a quelli previsti nel PMA;
- Responsabile componente acustica – Tecnico Esperto in acustica, regolarmente iscritto presso l'albo Regionale.
- Responsabile componente vegetazione – Esperto naturalista, esperienza maturata in servizi analoghi a quelli previsti nel PMA;
- Consulente esperto in sistemi informativi e gestione dei dati;
- Consulente specialistico – Chimico.

Il rilievo dei dati di monitoraggio avverrà mediante la compilazione di schede informative a mezzo di check-list compilate in via cartacea e informatizzate, o compilate in formato informatico mediante l'utilizzo di tablet o palmari.

I dati raccolti saranno resi disponibili all'ARPAS. Saranno fissate delle soglie di attenzione collegate ad apposite procedure in caso di superamento al fine di riportare i parametri a livelli accettabili.

Nelle diverse fasi del monitoraggio, per ogni componente ambientale monitorata, verranno prodotti rapporti periodici per i vari punti di misura dopo ogni campagna di monitoraggio. Tali rapporti, oltre ai valori numerici dei diversi parametri misurati, conterranno una descrizione sintetica dello stato della componente monitorata, delle sorgenti di inquinamento eventualmente presenti nella fase di attività in esame, nonché la descrizione delle attività di cantiere svolte e/o in corso.



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Nell'ambito dei suddetti rapporti, sarà inoltre riportato il confronto tra le misure rilevate ed i valori di norma e, di conseguenza, verranno evidenziati gli eventuali superamenti dei limiti normativi dei parametri rilevati e le misure correttive che si fosse reso necessario porre in essere.

In particolare, per ciascuna delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio verrà redatta la seguente documentazione:

- Schede di misura, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati in tutte le fasi del monitoraggio Ambientale;
- Relazione di fase per l'ante-operam, nell'ambito della quale saranno illustrati i risultati delle rilevazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato iniziale delle diverse componenti ambientali prima dell'avvio delle attività di cantiere;
- Relazioni annuali per il corso d'opera, in ciascuna delle quali verrà riportata una sintesi dei risultati dei rilievi eseguiti per ciascuno dei due anni solari nei quali si prevede di eseguire l'opera stradale di cui al presente progetto; inoltre, saranno descritte le attività svolte per la realizzazione delle opere ed evidenziate le variazioni indotte dalle attività di cantiere sull'ambiente circostante e le eventuali opere di mitigazione predisposte;
- Relazione di fase per il post-operam, nella quale sarà descritto lo stato ambientale indotto a seguito della realizzazione dell'opera di progetto per ciascuna delle componenti considerate; inoltre, verrà verificata l'efficacia degli interventi di mitigazione realizzati e, ove presenti, saranno individuate le eventuali situazioni critiche "residue", per ciascuna delle quali si provvederà a valutare la necessità di prevedere interventi integrativi per risolvere le suddette criticità;
- Schede di misura, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati in tutte le fasi del monitoraggio ambientale.

Al fine di gestire in modo integrato e tempestivo i dati rilevati dal monitoraggio, il soggetto proponente la VIA, Provincia di Oristano, allestirà una sezione del proprio sito web dedicata a contenere i dati e i report del monitoraggio in oggetto.

Il database del monitoraggio ambientale dovrà avere i seguenti contenuti minimi:

- metadati relativi alle misure effettuate in campo nelle varie fasi esecutive delle attività di monitoraggio, quali ad esempio:
 - coordinate geo-riferite dei punti di campionamento;
 - dati di contorno (ad esempio, per le misure relative alla componente acque superficiali, i dati di portata);
 - data, ora e durata della misura;
 - dati di riferimento della strumentazione utilizzata;



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

- dati di riferimento del tecnico misuratore;
- incertezza della misura (cioè la sua rappresentatività);
- dati relativi alle misure, omogenei per unità di misura dell'inquinante, per unità di tempo di misura, ecc.;
- immagini relative ai momenti di misura e ai luoghi di misura;
- eventuali cartografie utili per la localizzazione di punti di misura, di sorgenti d'impatto impreviste e di interventi di mitigazione o compensazione.

Il database, compilato dal Responsabile del Monitoraggio Ambientale, verrà inviato al soggetto proponente alle scadenze previste dal presente PMA, accompagnato da una breve relazione tecnica illustrante i dati raccolti, le eventuali incongruenze tra quanto previsto dallo SIA e dal PMA stesso in relazione ai possibili impatti sulle componenti ambientali, ai provvedimenti da prendere in merito alla compensazione o mitigazione degli impatti effettivi misurati.

Alla conclusione delle varie fasi di monitoraggio, il soggetto proponente provvederà ad inviare all'Autorità Competente il report di fine fase (Corso d'Opera, Post Opera) contenente gli elementi sopra menzionati.

I contenuti minimi delle relazioni tecniche costituenti i report rendicontativi saranno così articolati:

- sintesi della valutazione dell'impatto atteso stimato in fase di SIA;
- elenco e caratterizzazione delle misure di mitigazione e delle prescrizioni previste;
- georeferenziazione in scala adeguata dei punti di misura;
- dati registrati nell'ante opera;
- dati registrati nella fase oggetto del monitoraggio;
- tutti i metadati/informazioni che permettono una corretta valutazione dei risultati, una completa riconoscibilità e rintracciabilità del dato e ripetibilità della misura/valutazione;
- modalità di attuazione delle misure di mitigazione/compensazione e delle prescrizioni;
- valutazione dell'impatto monitorato rispetto a quanto atteso.

La scansione delle scadenze per la compilazione dei report rendicontativi è conseguente ai tempi di acquisizione dei dati e alle fasi indicate per l'esecuzione del monitoraggio.

Pertanto, per la produzione della documentazione costituente i report di restituzione, si individua lo scadenziario riportato di seguito:



- Ante Opera – 10 giorni prima della Consegna dei lavori;
- Corso d'opera – 10 giorni dopo la fine dei lavori;
- Post Opera – Entro 12 mesi dalla fine dei lavori (Report intermedio); Entro 24 mesi dalla fine dei lavori (Report finale).

5 PIANO DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

5.1 Premessa

Nel presente capitolo vengono descritti gli obiettivi, i parametri oggetto di rilevamento, la localizzazione dei punti di misura e l'articolazione temporale degli accertamenti previsti nell'ambito del presente PMA per la componente "Ambiente idrico superficiale". Caratterizzazione qualitativa della risorsa idrica (ai sensi del D.Lgs 152/06 e dei successivi D.M. attuativi).

5.2 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio delle acque superficiali ha lo scopo di testimoniare le eventuali variazioni qualitative indotte, a seguito dalla realizzazione dell'intervento, sulle caratteristiche delle acque superficiali presenti nel territorio attraversato, ovvero di verificare che non siano alterate le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche. Ciò per determinare se tali variazioni sono imputabili alla realizzazione dell'opera ed eventualmente, per ricercare i correttivi che meglio possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l'ambiente idrico pre-esistente.

A tale proposito, infatti, i possibili impatti dell'opera sull'ambiente idrico superficiale sono prevalentemente riconducibili alle attività di cantierizzazione; tuttavia sarà monitorata anche la fase di esercizio, per un periodo complessivo di almeno sei mesi, per verificare il ristabilirsi delle condizioni ante-operam.

Gli accertamenti che si effettuano nei riguardi del sistema idrico di superficie consentono di valutare le modifiche indotte dalla costruzione dell'opera, soprattutto con riferimento alla qualità delle acque a valle delle attività di cantiere che possono indurre il rischio di inquinamenti localizzati.

Nello specifico, le attività che possono determinare impatti su tale componente sono le seguenti:

- lavorazioni in alveo o aree destinate alla cantierizzazione che, provocando la movimentazione di terra, possono indurre un intorbidamento delle acque o sversamenti accidentali di sostanze inquinanti lungo le aree interessate dalle lavorazioni e, di conseguenza, alterazioni di tipo chimico-fisico.

Nella fase di esercizio invece si ritiene che il nuovo tracciato stradale non comporti particolari interferenze sulle caratteristiche chimico-fisiche-batteriologiche delle acque superficiali, rispetto all'attuale sede stradale, considerando anche la presenza del sistema chiuso di smaltimento delle



acque di piattaforma che prevede l'impiego di opere di presidio idraulico (vasche di prima pioggia). Allo stato attuale, le uniche zone da attenzionare sono le aree di lavorazione, in corrispondenza del ponte in progetto sul rio Flumineddu – Massari.

5.3 Ubicazione dei punti di misura

Si prevedono due distinti punti di misura PM_FL_01 e PM_FL_02 poste rispettivamente a monte e a valle del punto di attraversamento del nuovo ponte sul rio Flumineddu - Massari. La criticità del punto di misura è relativa al rischio di immissione di sostanze inquinanti nelle acque e conseguente alterazione della qualità dell'ecosistema acquatico. Il monitoraggio sarà eseguito nelle tre fasi: ante operam, in corso d'opera e post operam.

Propedeutica all'attività di monitoraggio è la verifica di eventuali scarichi posti a monte dell'opera di attraversamento da realizzare. La presenza di questi dovrà essere segnalata su apposita planimetria in fase di caratterizzazione ante-operam.

5.4 Metodologia e parametri di misura

Lo scopo del campionamento è quello di controllare periodicamente l'eventuale presenza di inquinanti nelle acque superficiali che possano derivare dalle attività svolte nelle aree di cantiere e dalla costruzione delle opere previste dal progetto. Al riguardo si precisa che la selezione dei parametri è stata indirizzata su alcuni elementi inquinanti che si ritiene possano essere accidentalmente rilasciati durante le attività di cantiere. Tali parametri potranno essere eventualmente modificati oppure integrati per analizzare particolari situazioni locali.

Nello specifico è previsto l'utilizzo dei seguenti parametri di monitoraggio che potranno dare indicazioni tempestive in caso di alterazioni o criticità direttamente connesse alle attività di cantiere:

- Parametri idrologici (portata). Sono necessari per una corretta correlazione dei dati delle misure chimico-fisiche con il fattore di diluizione o concentrazione dovuto all'entità del corpo idrico anche in funzione dei regimi stagionali.
- Parametri chimico-fisici in situ. Sono i principali parametri fisici, misurabili istantaneamente mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori).
- Parametri chimico - batteriologici di laboratorio. Sono stati scelti parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione.
- Parametri biologici – STAR.



Le attività di monitoraggio consisteranno dunque in:

Attività	Parametri
Misura parametri idrologici	Portata
Misure chimico-fisiche in situ	Temperatura aria/acqua, conducibilità elettrica, potenziale redox, pH, ossigeno disciolto.
Determinazioni analitiche chimico-batteriologiche	COD, BOD5, solidi sospesi totali, ammoniaca, nitriti, nitrati, fosforo totale, idrocarburi totali, durezza totale, cloruri, alcalinità, solfati, ferro, rame, cromo, alluminio, cadmio, nichel, zinco, piombo, manganese, tensioattivi anionici, tensioattivi non ionici, fenoli, coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, salmonelle.

5.5 Misure di portata

Le misure di portata potranno essere effettuate con metodo correntometrico, operando da passerella, da ponte o al guado, mediante mulinelli intestati su aste o su pesce idrodinamico.

Il numero complessivo delle verticali e dei punti di misura, il loro posizionamento reciproco e i tempi di esposizione del mulinello dovranno essere scelti in modo da definire correttamente il campo di velocità, dopo aver eseguito il rilievo geometrico della sezione d'alveo.

L'esecuzione delle misure di portata con il metodo correntometrico (mulinello) dovrà essere effettuata nelle sezioni di monte e di valle. Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del possibile, dalla vegetazione.

I dati rilevati dovranno essere trascritti in schede di rilevamento che andranno compilate per tutte le voci previste.

In linea di massima, in tali schede dovrà essere riportato: codifica della stazione di misura, data e ora del rilievo, rilevatore, Comune, Provincia, località del punto di rilevamento della portata liquida, bacino idrografico di appartenenza, eventuale riferimento cartografico (IGM, CTR), coordinate geografiche riferite al sistema U.T.M. (fuso 33), quota (m s.l.m.) del punto di rilievo, area della sezione di misura, larghezza e profondità media della sezione di misura, portata rilevata (m^3/s o l/s), eventuali informazioni sulla granulometria prevalente dell'alveo, eventuali note del rilevatore.

Si evidenzia inoltre che, per meglio caratterizzare il regime dei corsi d'acqua, è consigliabile riportare nella scheda anche i dati pluvio-termometrici dell'area, registrati alla data in cui si esegue la misura di portata.

Nella scheda, come si dirà in seguito, possono essere riportati anche i dati delle misure chimicofisiche eseguite in campagna.



La sezione di misura della portata dovrà essere chiaramente identificabile sul terreno (ad esempio mediante picchetti fissati sulle sponde) al fine di poter eseguire i successivi rilievi sempre nello stesso punto.

I punti di monitoraggio individuati nel PMA potranno essere eventualmente spostati più a valle qualora la postazione di campionamento risulti poco idonea ad eseguire le misure di portata o sia di difficile accesso. Qualsiasi spostamento del punto di monitoraggio dovrà essere motivato e annotato nella scheda; in tal caso si dovrà riportare in planimetria la nuova ubicazione e nella scheda di rilevamento si dovranno fornire tutte le indicazioni inerenti alla nuova stazione di misura.

Per l'esatta localizzazione della stazione di monitoraggio ci si potrà eventualmente avvalere della metodologia GPS (Global Position System).

5.6 Prelievo di campioni per analisi chimico – fisiche e batteriologiche di laboratorio

Il monitoraggio del corso d'acqua prevede campionamenti periodici nei punti prescelti di un quantitativo d'acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio.

Viene utilizzato il campionamento manuale poiché possono essere presenti elevate concentrazioni delle diverse specie di diversi tipi di microinquinanti nella componente solida sospesa e/o in quella disciolta, e poiché non è necessario disporre di elevati volumi di acqua. Il campionamento manuale permette di raccogliere diverse aliquote di campioni in uno o più contenitori per poter essere successivamente filtrati ed analizzati in laboratorio.

Il prelievo dei campioni di acqua può essere effettuato con sistemi di campionamento costituiti da bottiglie verticali o orizzontali, così come previsto dai Metodi analitici per le acque – ISPRA, IRSACNR, immerse nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero. Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere.

I campioni saranno eseguiti procedendo per campionamenti puntuali lungo verticali di misura della sezione. Il campionamento sarà quindi di tipo medio-continuo raccogliendo in successione continua aliquote parziali, permettendo di avere un campione rappresentativo della sezione indagata.

I contenitori utilizzati dovranno essere di materiale inerte tale da non adsorbire inquinanti, non desorbire suoi componenti, non alterare conducibilità elettrica e pH.

In occasione del campionamento saranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la conducibilità elettrica, il pH, il potenziale redox e l'ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive.



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Tali dati dovranno essere riportati su una scheda di rilevamento dei parametri chimico-fisici delle acque misurati direttamente in campagna, che potrà essere la stessa utilizzata per le misure di portata. Si precisa, infatti, che le portate e i prelievi di campioni d'acqua avverranno nello stesso punto di campionamento.

I campioni d'acqua, raccolti in idonei contenitori (secondo i metodi IRSA), andranno etichettati indicando il codice della stazione di monitoraggio, la data e l'ora del prelievo, e dovranno essere recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo, prevedendone il trasporto mediante contenitore refrigerato alla temperatura di 4°C.

L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla norma UNI CEN EN ISO 17025.

I valori di Standard di Qualità Ambientale per la qualità delle acque superficiali sono riportati nella seguente normativa di riferimento: D.Lgs; 152/2006 e D.M. 56/2009.

5.7 Analisi chimico - fisiche

Nella tabella che segue sono riportate indicazioni riguardo le possibili metodologie di analisi per le determinazioni di ciascun parametro chimico-fisico. Non si esclude l'utilizzo di metodologie equivalenti in termini di limiti di rilevabilità.



Parametro	Metodo	Principio del metodo
COD	APAT IRSA-CNR n°5130	Determinazione per retrotitolazione delle sostanze ossidabili in una soluzione bollente di dicromato di potassio e acido solforico
BOD5	APAT CNR IRSA 5120 Man 29 2003	Determinazione dell'ossigeno disciolto nel campione da analizzare prima e dopo incubazione di 5 giorni
Solidi sospesi totali	APAT IRSA-CNR n°2090	Determinazione gravimetrica del residuo da filtrazione su membrana di porosità 0,45 µm
Ammoniaca	APAT IRSA-CNR n°4030	Determinazione spettrofotometrica mediante reattivo di Nessler
Nitriti	APAT IRSA-CNR n°4020	Separazione degli analiti mediante colonna di scambio anionico e determinazione per cromatografia ionica
Nitrati	APAT IRSA-CNR n°4020	Separazione degli analiti mediante colonna di scambio anionico e determinazione per cromatografia ionica
Fosforo totale	APAT IRSA-CNR n°4110	Determinazione spettrofotometrica degli ortofosfati ottenuti dalla trasformazione per mineralizzazione acida di tutti i composti del fosforo
Idrocarburi totali	APAT IRSA-CNR n°5160	Determinazione per spettrofotometria all'infrarosso delle sostanze estratte con triclorotrifluoroetano e non trattenute da gel di silice
Durezza totale	APAT IRSA-CNR n°2040	Titolazione complessometrica con acido etilendiammino tetracetico
Cloruri	APAT IRSA-CNR n°4090	Titolazione dello ione cloruro con soluzione di nitrato mercurico



Alcalinità	APAT IRSA-CNR 2010b Man 29 2003	Metodo titrimetrico
Solfati	APAT IRSA-CNR n°4140	Determinazione spettrofotometrica della torbidità della sospensione generatasi dalla reazione con solfato di bario
Ferro	APAT IRSA-CNR n°3160	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Rame	APAT IRSA-CNR n°3250	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fiamma
Cromo	APAT IRSA-CNR n°3150	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Alluminio	APAT IRSA-CNR n°3050	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fiamma
Cadmio	APAT IRSA-CNR n°3120	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Nichel	APAT IRSA-CNR n°3220	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Zinco	APAT IRSA-CNR n°3320	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fiamma
Piombo	APAT IRSA-CNR n°3230	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Manganese	APAT IRSA-CNR n°3190	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Tensioattivi anionici	APAT IRSA-CNR n°5170	Determinazione per spettrometria del sale di colore blu formato per reazione con blu di metilene ed estratto in cloroformio
Tensioattivi non ionici	APAT IRSA-CNR n°5180	Formazione con il reattivo di Dragendorff di un precipitato nel quale il rapporto di combinazione Bi-tensioattivo è circa 1:1. Il precipitato viene disciolto e il bismuto presente viene titolato per via potenziometrica con NaPDC che lo complessa nel rapporto 3:1
Fenoli	APAT IRSA-CNR n°5070	Determinazione mediante cromatografia liquida ad alta prestazione con rivelazione spettrofotometrica nell'ultravioletto



5.8 Analisi batteriologiche

Il presente PMA, prevede anche l'analisi dei parametri batteriologici. In analogia si elencano per le analisi batteriologiche le metodologie da adottare e i relativi limiti di rilevabilità.

Parametro	Metodo	Principio del metodo
Coliformi totali	APAT IRSA-CNR n°7010	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Coliformi fecali	APAT IRSA-CNR n°7020	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Streptococchi fecali	APAT IRSA-CNR n°7040	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Salmonelle	APAT IRSA-CNR n°7080	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e valutazione qualitativa

5.9 Analisi biologiche

Relativamente alla determinazione dei parametri biologici si prevede di fare riferimento al calcolo dell'Indice STAR in linea, oltre che con la direttiva europea.

I risultati che si ottengono applicando il metodo STAR possono servire per avere informazioni sullo stato di salute del corso d'acqua, per individuare e quantificare gli effetti di scarichi saltuari o accidentali e per mettere in atto una politica di recupero e risanamento nel tempo delle classi di qualità.

5.10 Monitoraggio Ante Operam

La fase di monitoraggio ante operam è caratterizzata da una un'unica campagna di misure fisicochimiche e chimico-batteriologiche da realizzarsi prima dell'inizio dei lavori. Nella tabella seguente sono riepilogate le attività di monitoraggio ante operam.

Codice punto di prelievo	Ubicazione	Frequenza	Periodo	Tempo di misura
PM_FL_01	A monte del rio Flumineddu - Massari	Unica campagna	Prima dell'inizio dei lavori	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimicobatteriologici e STAR



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PM_FL_02	A valle del rio Flumineddu - Massari	Unica campagna	Prima dell'inizio dei lavori	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimicobatterologici e STAR
----------	--	----------------	------------------------------------	--

5.11 Monitoraggio in corso d'opera

Le finalità del monitoraggio ambientale in corso d'opera sono la verifica ed il controllo nel tempo delle specifiche pressioni ed impatti prodotti dalle attività di cantiere. La durata di questo è influenzata dalla durata della fase di cantiere che è prevista in 48 mesi. Le attività di monitoraggio in corso d'opera, avranno in via cautelativa una durata pari a quella delle attività di cantiere, ed una cadenza semestrale per ciascuna postazione in riferimento alle misure di portata, fisico-chimiche, biologiche e alle analisi chimico-batterologiche come riepilogato nella tabella seguente; quindi per ciascun punto di misura saranno effettuate 16 campagne di indagine. L'esecuzione delle misure dovrà comunque essere concordata con la DL, al fine di tenere conto dell'effettivo avanzamento dei lavori. Nella tabella seguente sono riepilogate le attività di monitoraggio corso operam.

Codice punto di prelievo	Ubicazione	Frequenza	Periodo	Tempo di misura
PM_FL_01	A monte del rio Flumineddu - Massari	Trimestrale	Per tutta la durata dei lavori.	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimicobatterologici e STAR
PM_FL_02	A valle del rio Flumineddu - Massari	Trimestrale	Per tutta la durata dei lavori.	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimicobatterologici e STAR



5.12 Monitoraggio post operam

Lo scopo è quello di documentare la situazione ambientale che si determinerà durante l'esercizio dell'opera in modo da controllare che le interferenze riscontrate rientrino tra quelle previste e se risultino efficaci gli interventi realizzati per garantire la mitigazione degli impatti. In tal caso si provvederà a realizzare dei rilievi post operam in corrispondenza dei punti indicati nella sottostante tabella, la cui durata effettiva e cadenza potranno essere definiti con esattezza successivamente sulla base dei risultati del monitoraggio in corso d'opera ed in accordo con gli enti di controllo di competenza. Si ipotizza comunque in questa sede un monitoraggio post operam di durata complessiva 6 mesi dopo la chiusura dei lavori, caratterizzato da una campagna di misure per tutti i parametri come riepilogato nella tabella seguente, ogni tre mesi.

Nella tabella seguente sono riepilogate le attività di monitoraggio post operam.

Codice punto di prelievo	Ubicazione	Frequenza	Durata	Periodo	Tempo di misura
PM_FL_01	A monte del rio Flumineddu - Massari	Trimestrale		Sei mesi successivi alla fine dei lavori.	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimicobatterologici e STAR
PM_FL_02	A valle del rio Flumineddu - Massari	Trimestrale		Sei mesi successivi alla fine dei lavori.	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimicobatterologici e STAR



5.13 Riepilogo indagini previste

Nella seguente tabella sono riportati l'articolazione temporale ed il numero complessivo delle indagini previste per il monitoraggio della componente "Ambiente idrico superficiale".

Codice punto di prelievo	Ubicazione	AO	CO	PO
PM_FL_01	A monte del rio Flumineddu - Massari	1	16	2
PM_FL_02	A valle del rio Flumineddu - Massari	1	16	2

6 PIANO DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

6.1 Premessa

Nel presente capitolo vengono descritti gli obiettivi, i parametri oggetto di rilevamento, la localizzazione dei punti di misura e l'articolazione temporale degli accertamenti previsti nell'ambito del presente PMA per la componente "Acque sotterranee".

6.2 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio delle acque sotterranee ha lo scopo di testimoniare le eventuali variazioni qualitative e quantitative indotte, a seguito dalla realizzazione dell'intervento, sulle caratteristiche delle acque sotterranee presenti nel territorio attraversato, ovvero di verificare che non siano alterate le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche. Ciò per determinare se tali variazioni sono imputabili alla realizzazione dell'opera ed eventualmente, per ricercare i correttivi che meglio possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l'ambiente idrico pre-esistente.

A tale proposito, infatti, i possibili impatti dell'opera sull'ambiente idrico sotterraneo sono prevalentemente riconducibili alle attività di cantierizzazione; tuttavia sarà monitorata anche la fase di esercizio, per un periodo complessivo di almeno sei mesi, per verificare il ristabilirsi delle condizioni ante-operam.

Gli accertamenti che si effettuano nei riguardi del sistema idrico di superficie consentono di valutare le modifiche indotte dalla costruzione dell'opera, soprattutto con riferimento alla qualità delle acque a valle delle attività di cantiere che possono indurre il rischio di inquinamenti localizzati.

Nello specifico, le attività che possono determinare impatti su tale componente sono le seguenti:



Lavorazioni in alveo o aree destinate alla cantierizzazione che, quali formazione dei micropali nelle fondazioni delle spalle del ponte sul Flumineddu che intercettano la falda. La realizzazione delle fondazioni profonde possono determinare sia modifiche quantitative che qualitative, con intorbidamento delle acque o alterazioni di tipo chimico-fisico.

Nella fase di esercizio la situazione della falda si attesta su un equilibrio analogo a quello iniziale.

Allo stato attuale, le uniche zone da attenzionare sono le aree di lavorazione in cui si prevedono i micropali, in corrispondenza delle spalle del ponte in progetto sul rio Flumineddu – Massari.

6.3 Ubicazione dei punti di misura

Si prevedono due distinti punti di misura: PM_ASM_01 posto a monte e PM_ASV_01, posto a valle del ponte in progetto sul rio Flumineddu Massari. La criticità del punto di misura è relativa al rischio di contaminazione della falda con sostanze inquinanti. Il monitoraggio sarà eseguito nelle tre fasi: ante operam, in corso d'opera e post operam.

Propedeutica all'attività di monitoraggio è la verifica di eventuali scarichi posti a monte dell'opera di attraversamento da realizzare. La presenza di questi dovrà essere segnalata su apposita planimetria in fase di caratterizzazione ante-operam.

6.4 Metodologia e parametri di misura

Lo scopo del campionamento è quello di controllare periodicamente l'eventuale presenza di inquinanti nelle acque sotterranee e valutare l'evoluzione nel tempo dei livelli piezometrici. Al riguardo si precisa che la selezione dei parametri è stata indirizzata su alcuni elementi inquinanti che si ritiene possano essere accidentalmente rilasciati durante le attività di cantiere. Tali parametri potranno essere eventualmente modificati oppure integrati per analizzare particolari situazioni locali.

Nello specifico è previsto l'utilizzo dei seguenti parametri di monitoraggio che potranno dare indicazioni tempestive in caso di alterazioni o criticità direttamente connesse alle attività di cantiere.

Il parametro più significativo per la valutazione dello stato "quantitativo" dell'acquifero è senz'altro rappresentato dalla misura del livello della superficie piezometrica che consente di riscontrare le variazioni del regime idrodinamico della falda, tenendo presente che tali variazioni possono avvenire anche naturalmente, a seguito di precipitazioni abbondanti, irrigazioni in aree agricole, pompaggio o altre attività antropiche nell'area d'influenza del progetto o in siti adiacenti.

I principali parametri necessari al monitoraggio qualitativo dovrà comprendere, come set minimo, i seguenti parametri:

- Temperatura aria;
- Temperatura acqua;
- Tenore di Ossigeno;



- pH;
- Conducibilità specifica;
- Nitrati;
- Ione Ammonio;
- Torbidità.
- I campioni d'acqua saranno prelevati in ciascun punto di monitoraggio delle acque (pozzi, piezometri, ecc.) e analizzati in laboratorio; la scelta degli analiti andrà effettuata facendo riferimento a quanto indicato nel D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e nel D.Lgs 16 marzo 2009 n. 30 "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento". Più specificamente, per la caratterizzazione qualitativa delle acque su ciascun campione prelevato dovranno essere misurati, oltre ai parametri sopra indicati:
 - Parametri chimici – macrodescrittori: calcio, sodio, potassio, magnesio, cloruri, cloro attivo, fluoruri, solfati, bicarbonati, nitrati, nitriti, ammonio, solidi disciolti totali (TDS) e solidi sospesi totali (TSS);
 - Elementi in traccia: arsenico, cobalto, cromo, rame, ferro, iodio, manganese, molibdeno, nichel, selenio, silicio, stagno, vanadio, zinco, cadmio, mercurio, piombo.

Oltre ai parametri di base, in aggiunta si provvederà alle seguenti analisi:

- analisi microbiologiche;
- analisi della richiesta chimica di ossigeno (COD), della richiesta biochimica di ossigeno (BOD), della richiesta totale di ossigeno (TOD), del contenuto di carbonio organico totale (TOC);
- determinazione della concentrazione di composti organici e idrocarburi.

Le analisi di laboratorio saranno effettuate in accordo agli standard in uso presso laboratori certificati che seguiranno metodiche standard, quali ad esempio secondo le procedure indicate da ISPRA, CNR, IRSA, ISO, EPA, UNI. Le misurazioni saranno accompagnate da idoneo certificato. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

6.5 Misure del livello di falda

Per ciascuno dei 4 pozzi di analisi saranno monitorati i livelli di falda mediante piezometri.

I risultati saranno riportati in apposite schede di rilevamento. In linea di massima, in tali schede dovrà essere riportato: codifica della stazione di misura, data e ora del rilievo, rilevatore, Comune,



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Provincia, località del punto di rilevamento della quota piezometrica, bacino idrografico di appartenenza, eventuale riferimento cartografico (IGM, CTR), coordinate geografiche riferite al sistema U.T.M. (fuso 33), quota (m s.l.m.) del punto di rilievo, area della sezione di misura, larghezza e profondità media della sezione di misura, piezometrica rilevata, eventuali note del rilevatore.

Si evidenzia inoltre che, per meglio caratterizzare il regime dei corsi d'acqua, è consigliabile riportare nella scheda anche i dati pluvio-termometrici dell'area, registrati alla data in cui si esegue la misura.

Per l'esatta localizzazione della stazione di monitoraggio ci si potrà eventualmente avvalere della metodologia GPS (Global Position System).

6.6 Prelievo di campioni per analisi chimico – fisiche e batteriologiche di laboratorio

Il monitoraggio del corso d'acqua prevede campionamenti periodici nei punti prescelti di un quantitativo d'acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio.

Il prelievo dei campioni di acqua può essere effettuato con sistemi di campionamento costituiti da bottiglie verticali così come previsto dai Metodi analitici per le acque – ISPRA, IRSACNR.

I campioni saranno eseguiti procedendo per campionamenti puntuali lungo verticali di misura della sezione.

I contenitori utilizzati dovranno essere di materiale inerte tale da non adsorbire inquinanti, non desorbire suoi componenti, non alterare conducibilità elettrica e pH.

In occasione del campionamento saranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la conducibilità elettrica, il pH, il potenziale redox e l'ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive.

Tali dati dovranno essere riportati su una scheda di rilevamento dei parametri chimico-fisici delle acque misurati direttamente in campagna, che potrà essere la stessa utilizzata per le misure piezometriche.

I campioni d'acqua, raccolti in idonei contenitori (secondo i metodi IRSA), andranno etichettati indicando il codice della stazione di monitoraggio, la data e l'ora del prelievo, e dovranno essere recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo, prevedendone il trasporto mediante contenitore refrigerato alla temperatura di 4°C.



6.7 Analisi chimico - fisiche

Nella tabella che segue sono riportate indicazioni riguardo le possibili metodologie di analisi per le determinazioni di ciascun parametro chimico-fisico. Non si esclude l'utilizzo di metodologie equivalenti in termini di limiti di rilevabilità.

Parametro	Metodo	Principio del metodo
COD	APAT IRSA-CNR n°5130	Determinazione per retrotitolazione delle sostanze ossidabili in una soluzione bollente di dicromato di potassio e acido solforico
BOD5	APAT CNR IRSA 5120 Man 29 2003	Determinazione dell'ossigeno disciolto nel campione da analizzare prima e dopo incubazione di 5 giorni
Solidi sospesi totali	APAT IRSA-CNR n°2090	Determinazione gravimetrica del residuo da filtrazione su membrana di porosità 0,45 µm
Ammoniaca	APAT IRSA-CNR n°4030	Determinazione spettrofotometrica mediante reattivo di Nessler
Nitriti	APAT IRSA-CNR n°4020	Separazione degli analiti mediante colonna di scambio anionico e determinazione per cromatografia ionica
Nitrati	APAT IRSA-CNR n°4020	Separazione degli analiti mediante colonna di scambio anionico e determinazione per cromatografia ionica
Fosforo totale	APAT IRSA-CNR n°4110	Determinazione spettrofotometrica degli ortofosfati ottenuti dalla trasformazione per mineralizzazione acida di tutti i composti del fosforo
Idrocarburi totali	APAT IRSA-CNR n°5160	Determinazione per spettrofotometria all'infrarosso delle sostanze estratte con triclorotrifluoroetano e non trattate da gel di silice
Durezza totale	APAT IRSA-CNR n°2040	Titolazione complessometrica con acido etilendiammino tetracetico
Cloruri	APAT IRSA-CNR n°4090	Titolazione dello ione cloruro con soluzione di nitrato mercurico



Alcalinità	APAT IRSA-CNR 2010b Man 29 2003	Metodo titrimetrico
Solfati	APAT IRSA-CNR n°4140	Determinazione spettrofotometrica della torbidità della sospensione generatasi dalla reazione con solfato di bario
Ferro	APAT IRSA-CNR n°3160	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Rame	APAT IRSA-CNR n°3250	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fiamma
Cromo	APAT IRSA-CNR n°3150	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Alluminio	APAT IRSA-CNR n°3050	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fiamma
Cadmio	APAT IRSA-CNR n°3120	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Nichel	APAT IRSA-CNR n°3220	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Zinco	APAT IRSA-CNR n°3320	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fiamma
Piombo	APAT IRSA-CNR n°3230	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Manganese	APAT IRSA-CNR n°3190	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Tensioattivi anionici	APAT IRSA-CNR n°5170	Determinazione per spettrometria del sale di colore blu formato per reazione con blu di metilene ed estratto in cloroformio
Tensioattivi non ionici	APAT IRSA-CNR n°5180	Formazione con il reattivo di Dragendorff di un precipitato nel quale il rapporto di combinazione Bi-tensioattivo è circa 1:1. Il precipitato viene disciolto e il bismuto presente viene titolato per via potenziometrica con NaPDC che lo complessa nel rapporto 3:1
Fenoli	APAT IRSA-CNR n°5070	Determinazione mediante cromatografia liquida ad alta prestazione con rivelazione spettrofotometrica nell'ultravioletto



6.8 Analisi batteriologiche

Il presente PMA, prevede anche l'analisi dei parametri batteriologici. In analogia si elencano per le analisi batteriologiche le metodologie da adottare e i relativi limiti di rilevabilità.

Parametro	Metodo	Principio del metodo
Coliformi totali	APAT IRSA-CNR n°7010	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Coliformi fecali	APAT IRSA-CNR n°7020	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Streptococchi fecali	APAT IRSA-CNR n°7040	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Salmonelle	APAT IRSA-CNR n°7080	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e valutazione qualitativa

6.9 Monitoraggio Ante Operam

La fase di monitoraggio ante operam è caratterizzata da una un'unica campagna di misure fisicochimiche e chimico-batteriologiche da realizzarsi prima dell'inizio dei lavori. Nella tabella seguente sono riepilogate le attività di monitoraggio ante operam.

Codice punto di prelievo	Ubicazione	Frequenza	Periodo	Tempo di misura
PM_ASM_01	A monte del rio Flumineddu - Massari	Mensile	Tre mesi prima dell'inizio dei lavori	Misure piezometrica, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimicobatteriologici
PM_ASV_01	A valle del rio Flumineddu - Massari	Mensile	Tre mesi prima dell'inizio dei lavori	Misure piezometrica, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimicobatteriologici

6.10 Monitoraggio in corso d'opera

Le finalità del monitoraggio ambientale in corso d'opera sono la verifica ed il controllo nel tempo delle specifiche pressioni ed impatti prodotti dalle attività di cantiere. La durata di questo è influenzata dalla durata della fase di cantiere che è prevista in 48 mesi. Le attività di monitoraggio in corso d'opera, avranno in via cautelativa una durata pari a quella delle attività di cantiere, ed una



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

cadenza trimestrale per ciascuna postazione in riferimento alle misure di portata, fisico-chimiche, biologiche e alle analisi chimico-batteriologiche come riepilogato nella tabella seguente; quindi per ciascun punto di misura saranno effettuate 16 campagne di indagine. L'esecuzione delle misure dovrà comunque essere concordata con la DL, al fine di tenere conto dell'effettivo avanzamento dei lavori. Nella tabella seguente sono riepilogate le attività di monitoraggio corso operam.

Codice punto di prelievo	Ubicazione	Frequenza	Periodo	Tempo di misura
PM_ASM_01	A monte del rio Flumineddu - Massari	Trimestrale	Per tutta la durata dei lavori.	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimicobatteriologici
PM_ASV_01	A valle del rio Flumineddu - Massari	Trimestrale	Per tutta la durata dei lavori.	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimicobatteriologici

6.11 Monitoraggio post operam

Lo scopo è quello di documentare la situazione ambientale che si determinerà durante l'esercizio dell'opera in modo da controllare che le interferenze riscontrate rientrino tra quelle previste e se risultino efficaci gli interventi realizzati per garantire la mitigazione degli impatti. In tal caso si provvederà a realizzare dei rilievi post operam in corrispondenza dei punti indicati nella sottostante tabella, la cui durata effettiva e cadenza potranno essere definiti con esattezza successivamente sulla base dei risultati del monitoraggio in corso d'opera ed in accordo con gli enti di controllo di competenza. Si ipotizza comunque in questa sede un monitoraggio post operam di durata complessiva 6 mesi dopo la chiusura dei lavori, caratterizzato da una campagna di misure per tutti i parametri come riepilogato nella tabella seguente, ogni 3 mesi.

Nella tabella seguente sono riepilogate le attività di monitoraggio post operam.

Codice punto di prelievo	Ubicazione	Frequenza	Periodo	Tempo di misura
PM_ASM_01	A monte del rio Flumineddu - Massari	Trimestrale	Sei mesi successivi	Misure di portata, fisico-chimiche in



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

			alla fine dei lavori.	situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimicobatterologici
PM_ASV_01	A valle del rio Flumineddu - Massari	Trimestrale	Sei mesi successivi alla fine dei lavori.	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimicobatterologici

6.12 Riepilogo indagini previste

Nella seguente tabella sono riportati l'articolazione temporale ed il numero complessivo delle indagini previste per il monitoraggio della componente "Ambiente idrico superficiale".

Codice punto di prelievo	Ubicazione	AO	CO	PO
PM_ASM_01	A monte del rio Flumineddu - Massari	3	16	2
PM_ASV_01	A monte del rio Flumineddu - Massari	3	16	2

Verrà effettuata una periodica verifica di congruità e di coerenza dei risultati delle analisi di campo e di laboratorio da un esperto esterno.

L'ubicazione dei pozzi e dei punti di prelievo previsti nel presente PMA potranno per giustificati motivi, essere ricollocati, previa tempestiva comunicazione agli enti di controllo.

7 PIANO DI MONITORAGGIO COMPONENTE RUMORE

Il piano di monitoraggio della componente rumore è finalizzato alla caratterizzazione acustica dell'ambito territoriale in cui insiste l'opera in progetto. Detta caratterizzazione acustica sarà attuata nelle tre fasi: ante operam, in corso d'opera e post operam.

Tale monitoraggio ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera. Il monitoraggio eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:



- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di
- costruzione e di esercizio dell'infrastruttura stradale;
- rilevare eventuali emergenze ambientali per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Nell'ambito di tali fasi operative si procederà, rispettivamente, alla rilevazione dei livelli sonori attuali (assunti come "punto zero" di riferimento), alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione dell'opera e delle attività di cantiere e alla rilevazione dei livelli sonori nella fase post operam.

In particolare, il monitoraggio della fase ante operam è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri ed all'esercizio dell'infrastruttura stradale di progetto;
- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, la "situazione di zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera;
- consentire un agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli interventi di mitigazione previsti nel progetto acustico.

Le finalità del monitoraggio della fase di corso d'opera sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati nello stato ante-operam dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione dell'infrastruttura di progetto (cantierizzazione);
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività di cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

Il monitoraggio della fase post operam è finalizzato ai seguenti aspetti:

- monitorare il rumore nella fase di esercizio per verificare l'eventuale necessità di interventi di mitigazione.

L'individuazione dei punti di misura è stata effettuata in conformità a criteri legati alle caratteristiche territoriali dell'ambito di studio, alle tipologie costruttive previste per l'opera di cui si tratta e alle caratteristiche dei ricettori individuati nelle attività di censimento.



7.1 Riferimenti normativi

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".
- D.M. Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- D.M. Ambiente 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore "(Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000)".
- D.Lgs. 4 settembre 2002, n. 262 "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto".
- D.P.R. 30 Marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.(GU n. 127 del 1-6-2004) testo in vigore dal: 16-6-2004".
- Regione autonoma della Sardegna, D.G.R. n.30/9 del 8.7.2005 "Criteri e Linee guida sull'inquinamento acustico (art.4 della Legge quadro 26 ottobre 1995, n.447)".
- D.lgs. 3 Aprile 2006, n.152 "Norme in materia ambientale".
- LINEE GUIDA ISPRA/ARPA, rapporti 101/2013 "Linee guida per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere", Delibera del Consiglio Federale Seduta del 20 Ottobre 2012 – DOC. n.26/12".

7.2 Parametri da valutare nel monitoraggio

I parametri da valutare durante le fasi AO, CO, PO sono i seguenti:

- parametri acustici;
- parametri meteorologici;
- parametri di inquadramento territoriale.

Tali dati vanno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona acustica di indagine con le modalità che verranno di seguito indicate.

Parametri acustici

Per quanto riguarda i descrittori Acustici, si deve rilevare il livello equivalente (Leq) ponderato "A" espresso in decibel.



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Oltre il Leq è opportuno acquisire i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99 che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 95 e il 99% del tempo di rilevamento. Essi rappresentano la rumorosità di picco (L1), di cresta (L10), media (L50) e di fondo (L90 e, maggiormente, L99).

Parametri meteorologici

Nel corso della campagna di monitoraggio saranno rilevati i seguenti parametri:

- temperatura;
- velocità e direzione del vento;
- presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche;
- umidità.

Le misurazioni di tali parametri saranno effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche e di verificare il rispetto delle prescrizioni che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/s;
- temperatura dell'aria < 5 °C;
- presenza di pioggia e di neve.

Parametri di inquadramento territoriale

Nell'ambito del monitoraggio è prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentono di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio e dei relativi punti di misura.

In corrispondenza di ciascun punto di misura saranno riportate le seguenti indicazioni:

- Toponimo;
- Comune con relativo codice ISTAT;
- Stralcio planimetrico in scala 1:5000;
- Ubicazione precisa dei ricettori;
- Presenza di altre sorgenti inquinanti;
- Riferimenti della documentazione fotografica aerea;
- Riferimenti della documentazione fotografica a terra;
- Descrizione delle principali caratteristiche del territorio: copertura vegetale, tipologia dell'edificato.

Allo scopo di consentire il riconoscimento ed il riallestimento dei punti di misura nelle diverse fasi temporali in cui si articola il programma di monitoraggio, durante la realizzazione delle misurazioni



fonometriche saranno effettuate delle riprese fotografiche, che permetteranno una immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

7.3 Esecuzione del monitoraggio acustico

Lo scopo del monitoraggio è la verifica dei livelli di esposizione dei ricettori ai limiti previsti dalla normativa per la tipologia di ricettori e per le aree territoriali in cui ricadono. I rilievi fonometrici proposti nel presente piano di monitoraggio sono i seguenti:

- Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere fisso (Misure denominate RU_CAN);
- Misure di 7 giorni in continuo, da effettuare in corrispondenza di postazioni fisse non assistite dall'operatore, finalizzate ai rilievi dei livelli sonori indotti dal traffico stradale e da eseguire nelle due distinte fasi di ante e post-operam. (Misure denominate RU_SETT);

I punti di monitoraggio individuati sono suddivisi nelle 3 seguenti tipologie:

- punti di monitoraggio della situazione ante-operam (stato attuale);
- punti di monitoraggio della situazione post-operam (fase di esercizio);
- punti di monitoraggio della fase di corso d'opera (cantierizzazione);

Complessivamente sono stati previsti n°4 punti di monitoraggio per la fase di cantierizzazione, che coprono le due rotatorie, la realizzazione del ponte e l'area di cantiere principale. Per le fasi AO e PO, si prevedono 6 punti di rilievo.

Per quanto riguarda la tempistica di monitoraggio si prevede:

- una sola campagna settimanale, per i punti di monitoraggio ante - operam, in corrispondenza dei punti che saranno oggetto anche di monitoraggio post operam;
- n.8 campagne con frequenza semestrale della durata di 24 ore, per i punti di monitoraggio in corso d'opera. La durata complessiva stimata dei lavori ammonta a 48 mesi;
- una sola campagna settimanale, per le postazioni previste per il post operam, analoghe a quelle stabilite nell'ante operam.



7.4 Punti di monitoraggio e relativa tempistica

Punti di monitoraggio Ante Operam	Identificativo	Ricettori
	RU_SETT_01	R6
	RU_SETT_02	R26
	RU_SETT_03	R25
	RU_SETT_04	R20
	RU_SETT_05	R17
	RU_SETT_06	R16
	RU_SETT_07	R13
	RU_SETT_08	R4
	RU_SETT_09	R3
	RU_SETT_10	R2

Punti di monitoraggio Corso d'opera	Identificativo	Ricettori
	RU_CAN_01	R25
	RU_CAN_02	R4
	RU_CAN_03	R2
	RU_CAN_04	R19



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Punti di monitoraggio Post Operam	Identificativo	Ricettori
	RU_SETT_01	R6
	RU_SETT_02	R26
	RU_SETT_03	R25
	RU_SETT_04	R20
	RU_SETT_05	R17
	RU_SETT_06	R16
	RU_SETT_07	R13
	RU_SETT_08	R4
	RU_SETT_09	R3
	RU_SETT_10	R2

Si riporta di seguito, per ciascun punto di monitoraggio, numero, tipologia durata e frequenza di ciascun rilievo.

Piano di Monitoraggio – Punti di rilievo, frequenza e parametri monitorati						
Punto di rilievo	Fase			Tempistica	Durata rilievo	Parametri monitorati
RU_SETT_01	X		X	1 volta	Settimanale	LAeq, TR medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RU_SETT_02	X		X	1 volta	Settimanale	LAeq, TR medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RU_SETT_03	X		X	1 volta	Settimanale	LAeq, TR medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RU_SETT_04	X		X	1 volta	Settimanale	LAeq, TR medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RU_SETT_05	X		X	1 volta	Settimanale	LAeq, TR medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RU_SETT_06	X		X	1 volta	Settimanale	LAeq, TR medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RU_SETT_07	X		X	1 volta	Settimanale	LAeq, TR medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RU_SETT_08	X		X	1 volta	Settimanale	LAeq, TR medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RU_SETT_09	X		X	1 volta	Settimanale	LAeq, TR medio settimanale



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

						(DIURNO, NOTTURNO)
RU_SETT_10	X		X	1 volta	Settimanale	L _{Aeq} , TR medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RU_CAN_01		X		Semestrale per la durata dei lavori	24 ore	L _{Aeq} , TR medio settimanale
RU_CAN_02		X		Semestrale per la durata dei lavori	24 ore	(DIURNO, NOTTURNO)
RU_CAN_03		X		Semestrale per la durata dei lavori	24 ore	L _{Aeq} , TR medio settimanale
RU_CAN_04		X		Semestrale per la durata dei lavori	24 ore	(DIURNO, NOTTURNO)

I valori rilevati dovranno stare al di sotto del limite diurno L_g.lim 65 dB(A) e notturno pari a L_n.lim 55 dB(A). Qualora si registrasse il superamento delle soglie occorrerà provvedere tempestivamente alla individuazione della causa del superamento e alla relativa correzione. Se si tratta della fase di cantiere occorrerà provvedere alla possibile riduzione dell'emissione e qualora non sia possibile occorrerà attivare la procedura di deroga per i cantieri temporanei e mobili. Se si riscontra un superamento nella fase post operam, occorrerà introdurre degli elementi di mitigazione del rumore quali: pavimentazioni drenanti, piantumazione di vegetazione a protezione dei ricettori, riduzione della velocità, barriere fonoassorbenti, ecc..

8 PIANO DI MONITORAGGIO COMPONENTE SUOLO

Il monitoraggio ambientale relativo alla componente suolo, ha lo scopo di verificare le eventuali alterazioni indotte alle caratteristiche pedologiche dei terreni a seguito delle lavorazioni per la realizzazione delle due rotatorie e del viadotto sul rio Flumineddu Massari. Verificare inoltre che le procedure operative previste nell'area di cantiere per la salvaguardia della componente suolo siano state efficaci. Assicurare che al termine dei lavori l'area di cantiere sia stata correttamente ripristinata.

Le lavorazioni di cantiere esercitano impatti sul suolo ascrivibili alle seguenti tipologie:

- modifiche delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni;
- riduzione della fertilità dei terreni dovuta alla rimozione degli strati organici superficiali per
- operazioni di scotico, alle modifiche delle caratteristiche di drenaggio, al rimescolamento



- degli strati costitutivi, alla infiltrazione di sostanze chimiche, ecc.;
- inquinamento chimico determinato da sversamenti di sostanze contaminati nella fase di esercizio dei cantieri.

8.1 Normativa di riferimento

La normativa di riferimento seguita per la redazione del presente piano è quella relativa alle analisi di laboratorio, a valenza nazionale. In particolare si considerano le seguenti norme:

- D.M. 01/08/1997 – Approvazione dei metodi ufficiali di analisi fisica dei suoli;
- D.M. 13/09/1999 – Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (G.U. n. SD.O. 185 del 21/10/1999);
- D.M. 25/03/2002 – Rettifiche al Decreto 13/09/1999 (G.U. n. 84 del 10/04/2002);
- D.Lgs. n.152/06 "Norme in materia ambientale" e s.m.i D.M. n.161/12.

Per quanto concerne le indagini di campagna e la classificazione dei suoli, non esistono norme cui riferirsi, pertanto sono stati considerati i riferimenti scientifici internazionali.

In particolare sono state seguite le indicazioni FAO, ISRIC (1990): Guidelines for soil description.

8.2 Individuazione delle aree oggetto di monitoraggio

Vengono di seguito elencati i criteri che sono stati adottati per la determinazione delle aree e delle postazioni di misura previste nel presente piano di monitoraggio per la componente "Suolo":

- rappresentatività del sito in relazione alle caratteristiche pedologiche e di utilizzo dell'area;
- significatività del sito, in termini di superficie interessata;
- caratteristiche degli interventi di ripristino delle destinazioni d'uso ante-operam previsti in
- corrispondenza delle aree di cantiere;
- facile accessibilità.

Sono state individuate n.3 aree di monitoraggio, in corrispondenza dei seguenti cantieri:

Area verde in corrispondenza della rotatoria nella SP 96, Area di cantiere principale, area di costruzione del ponte sul rio Massari Flumineddu.

8.3 Tipologia di indagini per la componente suolo

Il piano prevede l'esecuzione delle diverse tipologie di indagine che vengono di seguito riportate:

- Esecuzione di scavi e/o trivellate;
- Analisi di laboratorio dei parametri fisici e chimici dei suoli;
- Rilievo dei parametri pedologici.



L'individuazione della suddetta tipologia di parametri è stata effettuata allo scopo di poter descrivere la capacità del suolo ad interagire con gli elementi che in esso sono contenuti, ovvero con quelli che in esso vengono aggiunti o che vengono distribuiti sul suolo stesso.

A solo titolo esemplificativo, si evidenzia come alcuni parametri fisico-chimici (quali il pH, la tessitura, la sostanza organica e la capacità di scambio cationico) rappresentano i caratteri base la cui variazione può condizionare fortemente il suolo e, quindi, far modificare in maniera significativa la capacità protettiva, filtrante o adsorbente del suolo nei confronti di sostanze potenzialmente inquinanti.

Per quanto concerne i parametri chimici, è possibile rilevare come alcuni di questi (come l'azoto, il fosforo, il potassio, ecc.) definisce il livello di concentrazione e, quindi, l'eventuale grado di contaminazione indotto sul suolo a seguito, per esempio, delle pratiche di concimazione o difesa antiparassitaria normalmente eseguite in agricoltura; inoltre, sempre in materia della suddetta tipologia di parametri, si sottolinea come il rilievo dei metalli pesanti (rame, arsenico, cadmio, cromo, ecc.) consenta di verificare l'eventuale presenza sul territorio di fitofarmaci, concimi minerali e/o organici, liquami zootecnici, fanghi di depurazione, ecc.

Le indagini si svolgeranno con due metodiche, analoghe nella tre fasi: profilo e trivellata.

Le analisi chimiche saranno realizzate:

- per la trivellata: sull'unico campione che sarà prelevato nei primi 40 cm della carota (campione superficiale);
- per il profilo: per ogni orizzonte individuato sarà prelevato un campione; sarà inoltre acquisito un campione ad una profondità superiore ai 2 m per valutare le condizioni chimiche del sottosuolo.

Nella fase di PO il campionamento dovrà essere realizzato sempre di 2 m iniziando lo scavo dal piano corrispondente al piano originale della fase AO.

In tutte fasi previste di monitoraggio, saranno rilevati e determinati parametri chimici e fisici ai fini della classificazione dei suoli e come indicatori della funzionalità del suolo sotto il profilo ecologico e produttivo; saranno descritti gli orizzonti e i campioni saranno soggetti ad analisi per stabilire la tessitura del suolo, la capacità di scambio cationico, il pH, la presenza di sostanza organica, la concentrazione di metalli e la capacità del suolo di trattenere inquinanti o di far penetrare le radici delle piante.

8.4 Parametri oggetto di rilevamento

Nel seguito vengono descritte le diverse tipologie di parametri che saranno rilevati nel corso delle campagne di monitoraggio previste nell'ambito del presente PMA per la componente "Suolo":



- parametri pedologici;
- parametri fisico-chimici dei terreni;
- parametri chimici dei terreni;
- parametri di inquadramento territoriale.

L'individuazione della suddetta tipologia di parametri è effettuata allo scopo di poter descrivere la capacità del suolo ad interagire con gli elementi che in esso sono contenuti, ovvero con quelli che in esso vengono aggiunti o che vengono distribuiti sul suolo stesso.

Parametri pedologici

I parametri pedologici che saranno rilevati per la caratterizzazione delle peculiarità territoriali del sito di indagine sono quelli di seguito indicati:

- Classi di drenaggio, che saranno individuate in funzione delle modalità di rimozione dell'acqua del suolo e distinte in 7 diverse classi (da rapida ad impedita);
- Esposizione, intesa come l'immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire dal Nord in senso orario;
- Fenditure superficiali, relative ad un'area campione di circa 100 mq, in corrispondenza della quale saranno rilevati il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità delle fessure presenti in superficie (esprese in cm);
- Microrilievo, nell'ambito del quale saranno individuati gli elementi caratteristici eventualmente presenti nel sito di indagine, quali ad esempio cunette e rilievi da movimenti di terra, terrazzette, cuscinetti erbosi, ribaltamento di alberi, ecc.
- Pendenza, espressa in gradi sessagesimali ed intesa come l'inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza;
- Permeabilità, intesa come la velocità di trasmissione dell'acqua attraverso il suolo in direzione verticale e classificata in una scala compresa tra il valore 0 (permeabilità molto bassa, tipica dei terreni argillosi) ed il valore 6 (corrispondente ad un valore di permeabilità molto alta, tipica delle ghiaie lavate);
- Pietrosità superficiale, intesa come percentuale relativa di frammenti di roccia alterata presenti nell'areale del punto di monitoraggio e classificata con 8 diversi livelli di pietrosità
- Rocciosità affiorante, espressa come percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di circa 1.000m² nell'intorno del punto di misura;
- Substrato pedogenetico, definito come il materiale localizzato immediatamente al di sotto del "suolo", che sarà differenziato su base granulometrica;



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

- Uso del suolo, riferito al tipo di utilizzo del suolo di un'area di circa 100m² all'intorno del punto di monitoraggio;
- Vegetazione, consistente nella descrizione della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno areale del punto di misura ed espressa in termini di unità fisionomiche o floristiche.

Parametri fisico-chimici

Vengono di seguito elencati descritti i parametri fisico-chimici di cui il presente piano di monitoraggio ambientale prevede il rilievo:

- Colore allo stato secco ed umido, espresso come la colorazione della superficie interna di un aggregato di suolo in condizioni secche ed umide, che viene definito mediante il confronto con le "Tavole Munsell", utilizzando a tale proposito i tre codici alfanumerici previsti dalla notazione "Munsell (colore, valore, cromatismo);
- Consistenza, intesa come la caratteristica del suolo determinata dal tipo di coesione ed adesione, che viene espressa in termini di "resistenza", "caratteristiche di rottura", "cementazione", "massima adesività" e "massima plasticità";
- Fenditure, consistenti nei vuoti ad andamento planare che delimitano gli aggregati, le zolle ed i frammenti, misurati in termini di "larghezza";
- Ph, parametro rappresentativo dello stato di acidità/alcalinità del suolo, che condiziona i fenomeni di scambio, ritenzione ed accumulo che avvengono nel suolo stesso;
- Porosità, espressa come vuoti di diametro superiore a 60 micron, che sono misurati in termini di "diametro" e "quantità";
- Struttura, consistente nella entità e nella modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo in particelle composte, separate da superfici di minore resistenza, che danno unità strutturali naturali relativamente permanenti (aggregati), ovvero meno persistenti (come zolle e frammenti);
- Tessitura, intesa come la stima delle percentuali di sabbia, limo ed argilla presenti nella terra fine, che viene misurata rispetto al valore totale della terra fine;
- Umidità, consistente nelle condizioni di umidità dell'orizzonte, che sono classificate su 5 livelli, che vanno dal valore 1 (terreno asciutto) al valore 5 (terreno bagnato).

Parametri chimici

I parametri chimici che verranno rilevati nell'ambito del presente piano di monitoraggio ambientale della componente "Suolo " sono quelli di seguito indicati e brevemente descritti:



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

- Idrocarburi, per la valutazione dell'interferenza dovuta principalmente agli sversamenti accidentali degli olii; in particolare, saranno misurati:
 - Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
 - Idrocarburi leggeri, con $C < 12$
 - Idrocarburi pesanti, con $C > 12$
 - Benzene
 - Etilbenzene
 - Stirene
 - Toluene
 - Xilene
- Metalli pesanti, la cui presenza sul suolo deriva principalmente dall'utilizzo di sostanze utilizzate nell'agricoltura come antiparassitari o fertilizzanti, oltre che da processi di fallout atmosferico (relativamente al piombo):
 - Cadmio
 - Cromo
 - Nichel
 - Piombo
 - Rame
 - Zinco
- Sostanza organica, intesa come composti del carbonio che derivano da processi di trasformazione di componenti di organismi viventi e la cui presenza determina la struttura e la porosità del suolo, influenzando di conseguenza i fenomeni di ritenzione, accumulo, permeabilità, drenaggio e ruscellamento dell'acqua che arriva al suolo ed i relativi fenomeni di erosione; in particolare, per la caratterizzazione della sostanza organica si provvederà alla determinazione di:
 - Contenuto di Carbonio organico, espresso in percentuale e determinato secondo il metodo Walkley e Black, che consiste nell'ossidazione con bicromato di potassio del carbonio organico stesso.

8.5 Tempistica dei rilievi relativi alla componente suolo

Il monitoraggio ambientale della componente "Suolo" sarà effettuato nelle 3 aree di misura individuate, solo nelle fasi ante operam e post operam, considerando che nel corso operam i suoli risultano interessati dalle pavimentazioni dei cantieri. Ciascuna delle suddette fasi ha le seguenti finalità:



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

- monitoraggio ante-operam, finalizzato alla caratterizzazione dello stato del suolo prima dell'inizio dei lavori, sia in termini qualitativi che quantitativi, con particolare riferimento alla fertilità, alla presenza di inquinanti ed alle caratteristiche fisiche; lo svolgimento di tale attività consentirà di determinare il quadro di riferimento iniziale delle caratteristiche dei terreni, al quale confrontare i risultati ottenuti nella successiva fase del monitoraggio e poter quindi verificare l'eventuale insorgere di situazioni di criticità indotte dalla realizzazione delle opere in progetto.

Nella fase di ante-operam è prevista un'unica campagna di rilievo, da effettuare prima dell'inizio dei lavori in progetto.

- monitoraggio post-operam, finalizzato a verificare le eventuali alterazioni delle caratteristiche originarie del terreno in corrispondenza delle aree di indagine, con particolare riferimento ai siti interessati dalle attività di cantiere, in modo da poter prevedere gli opportuni interventi di bonifica superficiale dei terreni superficiali prima della loro risistemazione definitiva. Nel dettaglio, il monitoraggio post-operam avrà inizio dopo che verranno concluse le attività di sgombero del cantiere e di rinaturalizzazione del sito, che prevedono in particolare la rimozione di tutti i materiali dalle aree di cantiere dismesse, lo scotico dello strato superficiale del terreno (per una altezza variabile in funzione del grado di compattazione e di qualità acquisito nel corso delle lavorazioni) e, infine, la posa in opera ed il rimodellamento del terreno vegetale, con caratteristiche chimico-fisiche simili a quelle dei terreni circostanti, nei siti coinvolti dalla cantierizzazione.

Nella fase di postoperam è prevista un'unica campagna di rilievo, da realizzare entro 3 mesi dall'entrata in esercizio dell'opera in progetto.

9 PIANO DI MONITORAGGIO COMPONENTE VEGETAZIONE E FLORA

Il monitoraggio ambientale della vegetazione viene eseguito al fine di tenere sotto controllo gli effetti dovuti alle attività di costruzione, sia in termini di interferenze dirette che indirette. Gli obiettivi del monitoraggio consistono:

- nel caratterizzare lo stato della componente nella fase ante operam in relazione alla copertura del suolo e allo stato della vegetazione naturale e semi-naturale presente, con particolare riferimento alle aree di particolare sensibilità ed agli esemplari di pregio eventualmente presenti sia nelle aree direttamente interessate dai lavori che nelle aree limitrofe;
- nel verificare la corretta attuazione delle azioni di progetto previste per la salvaguardia e la protezione della vegetazione naturale e semi-naturale;



- nel controllare, nelle fasi di costruzione e post operam, l'evoluzione della vegetazione e degli habitat presenti e predisporre, ove necessario, adeguati interventi correttivi;
- nel verificare la corretta applicazione degli interventi a verde previsti nell'ambito del progetto, controllando l'evoluzione della vegetazione di nuovo impianto in termini di attecchimento, di corretto accrescimento e di inserimento nell'ecomosaico circostante.

9.1 Normativa di riferimento

Di seguito sono elencati i principali elementi normativi presi in considerazione per la redazione del presente progetto di monitoraggio:

Normativa Comunitaria

- Direttiva Comunitaria 2011/42/CE concernete la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente;
- Regolamento CE n.2121/2004 della Commissione, in data 13 dicembre 2004, che modifica il "Regolamento CEE 1727/99, recante talune modalità di applicazione del Regolamento CEE 2158/92 del Consiglio, relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro gli incendi ed il Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio, relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico"
- Regolamento CE n.804/2002 del Parlamento Europeo e della Consiglio, in data 15 aprile 2002, che modifica il "Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio, relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico"
- Regolamento CE n.1484/2001 del Parlamento Europeo e della Consiglio, in data 27 giugno 2001, che modifica il "Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio, relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico"
- Regolamento CE n.2278/99 della Commissione, in data 21 ottobre 1999, che riporta le "Modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio, relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico"
- Direttiva n.97/62/CE del Consiglio, in data 27 ottobre 1997, recante l'"Adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche"
- Convenzione di Berna del Consiglio, in data 19 settembre 1997, concernente la "Conservazione della fauna e della flora europea e degli habitat naturali"
- Regolamento CEE n.1390/97 della Commissione, in data 18 luglio 1997, che modifica talune modalità di applicazione del "Regolamento CEE 1091/94 della Commissione relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico"



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

- Regolamento CEE n.307/97 della Commissione, in data 17 febbraio 1997, che modifica il "Regolamento CEE 3528/86 della Commissione relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico"
- Regolamento CEE n.1091/94 della Commissione, in data 29 aprile 1994, recante le "Modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico"
- Decisione n.93/626/CEE del Consiglio, in data 25 ottobre 1993, relativa alla "Conclusione della Convenzione di Rio de Janeiro sulla diversità biologica"
- Regolamento CEE n.2157/92 del Consiglio, in data 23 luglio 1992, che modifica il "Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico"
- Direttiva n.92/43/CEE del Consiglio, in data 21 maggio 1992, relativa alla "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche"
- Regolamento CEE n.1613/89 del Consiglio, in data 29 maggio 1989, che modifica il "Regolamento (CEE) n.3528/86 relativo alla protezione delle foreste nella Comunità contro l'inquinamento atmosferico".
- Regolamento CEE n.1696/87 della Commissione, in data 10 giugno 1987, relativo alle "Modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico".
- Regolamento CEE n.3528/86 del Consiglio, in data 17 novembre 1986, relativo alla "Protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico" Convenzione di Berna, in data 19 settembre 1979, recante la "Convenzione del Consiglio Europeo sulla convenzione della fauna e della flora europea e habitat naturali".
- Direttiva CEE n.92/42, in data 21 maggio 1979, concernente la "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche".

Normativa nazionale

- D.Lgs. 152/2006 "Testo Unico Ambientale" e s.m.i.;
- "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale";
- Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio n.224, in data 3 settembre 2002, che fissa le "Linee Guida per la gestione dei siti Natura 2000"
- Decreto del Presidente della Repubblica n.357, in data 8 settembre 1997, che riporta il "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche". Testo coordinato al D.P.R. n.120 del 2003 (G.U. n.124 del 30.05.2003)
- Legge n.124, in data 14 febbraio 1994, concernente la "Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla biodiversità, con annessi, fatta a Rio de Janeiro il 5 giugno 1992"



- Legge n.394 del 6 dicembre 1991, recante la "Legge quadro sulle aree protette"
- Legge n.431, in data 18 agosto 1985, relativa alla "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 1985, n.312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale"
- Decreto Legge n.312, in data 27 giugno 1985, riguardante le "Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale"
- Legge n.503, 5 agosto 1981, "Ratifica ed esecuzione della Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, Berna il 19/11/1979"

9.2 Caratteristiche vegetazionali delle aree interessate dal monitoraggio

L'area di intervento insiste in un ambito periurbano prossimo al centro abitato di Allai, e si caratterizza la presenza della due reti viarie extraurbane costituite dalla SP 33 e dalla SP 96, che delimitano l'ambito di intervento, rappresentato dall'alveo del rio Massari Flumineddu e dai terreni limitrofi, prevalentemente destinati al pascolo. Dall'accurata analisi sulla vegetazione condotta nello SIA, è emersa la bassa fragilità ambientale che caratterizza l'area di intervento in modo prevalente, e una media fragilità ambientale relativa alla zona immediatamente adiacente il rio Massari Flumineddu, caratterizzata dalla vegetazione riparia di Gallerie a tamerice e oleandri. Quest'ultima area non è direttamente interessata dai lavori in quanto le pile del ponte, aventi interasse di 60 metri, risultano sufficientemente distanti dalla fascia riparia per danneggiarla. Tuttavia, considerata la rilevanza che detta fascia costituisce in chiave ambientale, si è deciso di inserirla all'interno delle azioni di monitoraggio previste nel presente documento. Alcune aree sono interessate dalla presenza di alberature che dovranno essere espiantate e successivamente reimpiantate in aree limitrofe, e sono previste mitigazioni ambientali con piantumazioni di specie autoctone e rinverdimenti delle scarpate, per le quali il PMA provvederà a verificare l'efficacia delle misure previste e l'attecchimento di alberi e arbusti.

9.3 Aree di indagine oggetto di monitoraggio

Le aree oggetto di monitoraggio sono state individuate seguendo le indicazioni inserite nelle Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale, come di seguito elencato:

- Aree di particolare interesse o pregio, così come indicate dal SIA;
- Aree interessate direttamente o indirettamente dai cantieri;
- Aree interessate da interventi di ripristino o mitigazione.

In accordo con le indicazioni del SIA l'area da attenzionare è quella posta in corrispondenza del rio Flumineddu Massari, caratterizzata dalla vegetazione riparia di Gallerie a tamerice e oleandri, che non è direttamente interessata dai lavori, ma potrebbe subire delle alterazioni a causa dell'emissione di polveri, rilascio di materiali inquinanti, ecc..



Le indagini sul campo interesseranno un'area campione della fascia riparia più prossima all'ambito interessato dai lavori. Inoltre saranno monitorate le aree in cui sarà installato il cantiere e le aree interessate dalle rinaturalizzazioni e ripristini. Nello specifico sono state individuate le zone interessate dagli interventi di mitigazione a verde in corrispondenza delle due rotatorie, l'area di cantiere, le spalle e pile del nuovo ponte. Il monitoraggio della componente vegetazione si realizza negli ambiti identificati nell'elaborato "Ubicazione punti di monitoraggio della vegetazione" con codice identificativo VEG_F per la fascia fluviale; VEG_C per le aree di cantiere, VEG_M, per le aree interessate dalle mitigazioni ambientali.

9.4 Modalità e tempistiche per l'esecuzione dei monitoraggi

Le attività di monitoraggio saranno programmate ed eseguite da naturalista professionista, in grado di elaborare schede di osservazione, report e interpretazione dei risultati in maniera sistematica e direttamente confrontabile nelle diverse fasi di seguito distinte:

- Ante-operam;
- Corso d'opera;
- Post-operam.

In particolare si prevedono, in ciascuna delle aree individuate:

- ante operam: una campagna di rilievo nei sei mesi precedenti l'avvio dei lavori, per un totale di 4 misurazioni;
- corso d'opera: 4 campagne di rilievo durante i 4 anni di realizzazione dell'opera.
- post operam: 2 campagne di rilievo da realizzare entro 2 anni successivi alla chiusura dei lavori, per un totale di 8 misurazioni.

9.5 Metodologia e parametri di misura

Le attività previste nella fase Ante_operam nella fascia ripariale del rio Flumineddu Massari, individuata come VEG_F, consistono nello svolgimento di 2 rilievi fitosociologici entro l'area individuata nella allegata planimetria di ubicazione delle aree di monitoraggio della componente vegetazione, con metodo Braun-Blanquet, o di tipo forestale con aree di saggio. Le informazioni acquisite saranno:

- elenco complessivo delle specie;
- determinazione delle caratteristiche ecologiche e di substrato delle specie rilevate;
- identificazione di specie rare e minacciate;
- identificazione di specie floristiche ed habitat d'interesse comunitario;
- definizione del quadro fitosociologico delle associazioni in cui possono comparire le specie rilevate.



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Dai risultati ottenuti con l'analisi complessiva delle informazioni bibliografiche e dei dati fitosociologici, riferiti a ciascun rilievo effettuato, si otterranno le informazioni utili per procedere alla redazione della "Carta delle unità vegetazionali secondo Eunis" (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici APAT, rapporti 39/2004) in scala 1:1.000 dell'area ripariale. Nella "Carta delle Unità Vegetazionali secondo Eunis" saranno riportati i punti di rilievo, la classificazione degli habitat al maggior livello gerarchico possibile e le tipologie forestali riconosciute. Per rilievo vegetazionale si deve intendere il procedimento di raccolta dei dati fitosociologici, tramite una serie di rilievi floristici.

La superficie minima di rilievo a rettangolo o quadrato sarà di 25 mq, la lunghezza minima dei transetti sarà di almeno 40 metri.

I valori di estensione delle superfici sono indicativi e possono aumentare in funzione della ricchezza floristica e la forma dell'area di rilievo può essere quadrata o circolare sebbene sovente risulti irregolare, in relazione alla natura stessa del contesto territoriale (sponde fluviali, margini di bosco, paludi etc.).

Nell'area VEG_C saranno censite le piante interferenti con il cantiere e si provvederà alla compilazione di una scheda di rilievo del relativo stato fitosanitario, verificandone la compatibilità con l'espianto e il relativo reimpianto in altra area adiacente.

Le attività di monitoraggio in corso d'opera consistono nel controllo dello stato fitosanitario degli esemplari arborei di pregio lungo la fascia perifluviale del Rio Massari – Flumineddu, e della relativa vegetazione prossima al corso d'acqua, come individuate dalla fase AO.

Le attività di monitoraggio PO sono mirate prioritariamente sulla verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione previsti dal progetto delle opere a verde. Congiuntamente si procederà anche all'accertamento delle ristabilite condizioni ambientali nelle aree sensibili, ciò solo in un'unica fase (PO ad un anno). Per poter tenere sotto controllo gli accrescimenti e l'evoluzione della struttura delle fitocenosi di neoformazione è necessario prevedere anche un monitoraggio post operam di medio periodo. Infatti sulla base del confronto tra i dati dimensionali nel breve e nel medio periodo sarà possibile eseguire ulteriori stime previsionali sulla efficacia funzionale delle opere a verde. È per questo motivo che sono state previste due diverse fasi di monitoraggio post operam:

- prima fase di post operam: ad un anno, dopo la prima stagione vegetativa;
- seconda fase di post operam: al secondo anno.

Con l'esecuzione delle due fasi si potranno verificare, nel primo, gli attecchimenti e le dimensioni della vegetazione (grado di affermazione degli interventi all'anno zero delle opere di mitigazione a verde), nel secondo, gli incrementi di accrescimento conseguiti negli



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

impianti, nonché eseguire una stima dell'efficacia ecologica delle strutture vegetali. In relazione alle due differenti fasi di monitoraggio PO, le tecniche saranno calibrate in funzione della natura dei rilievi e delle caratteristiche d'impianto delle aree stesse.

Per i controlli sugli interventi di mitigazione si procederà nella seguente modalità:

- campionamento delle aree da VEG_R01 a VEG_R05 come riportato nell'allegata planimetria di ubicazione delle aree oggetto di monitoraggio della vegetazione, allegata al presente PMA.

9.6 Tempistica del programma di monitoraggio

Monitoraggio Ante Operam

Attività Vegetazione	Ambiti	N. Campagne	Periodo delle osservazioni
Analisi fitosociologica e descrittiva degli habitat	VEG_F	1 consistente in 2 rilievi fitosociologici in due distinte porzioni dell'area VEG_F.	Prima dell'inizio dei lavori in stagione propizia
Censimento alberature interferenti e analisi dello stato fitosanitario delle piante	VEG_C	1	Prima dell'inizio dei lavori in stagione propizia

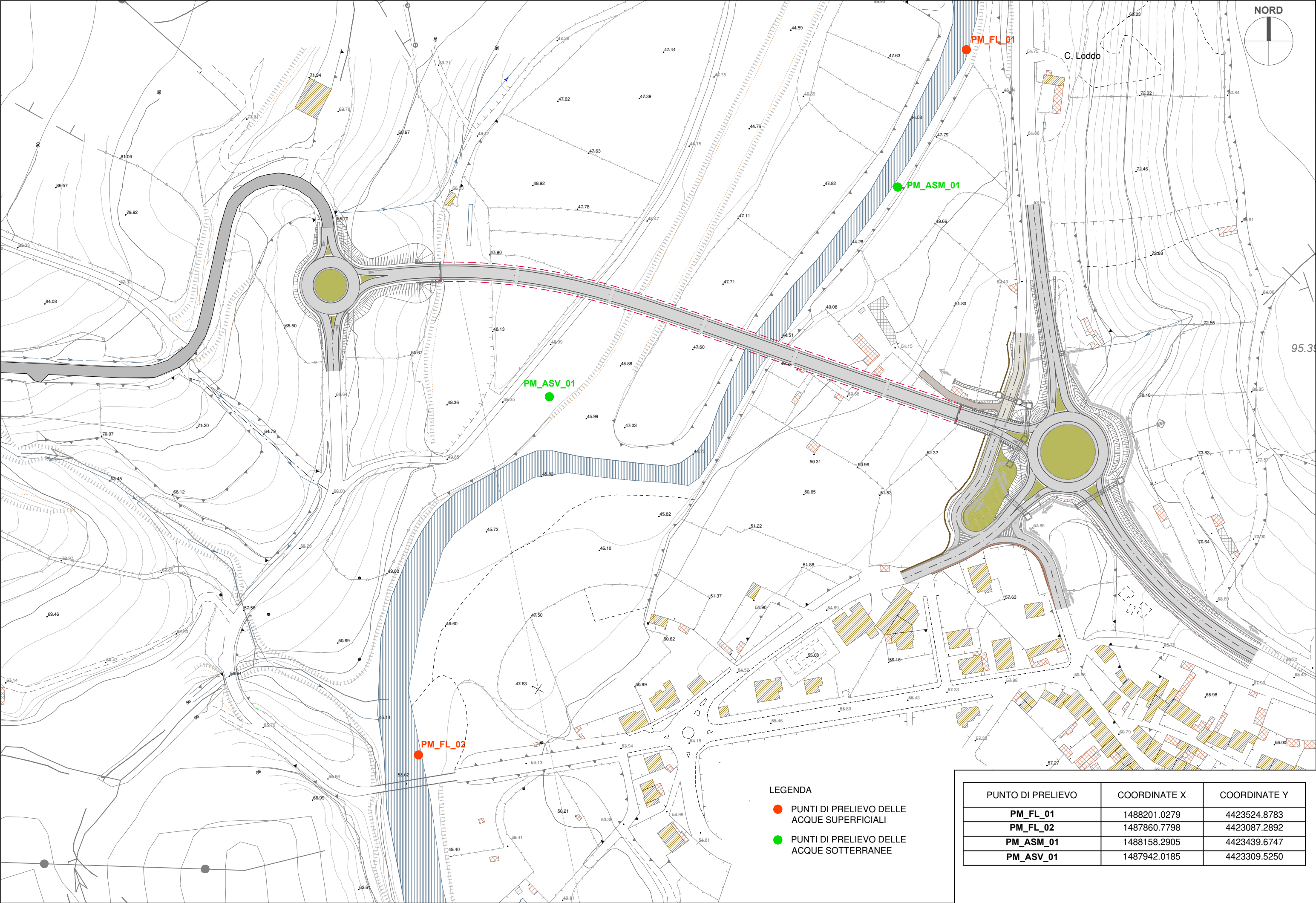
Monitoraggio Corso Operam

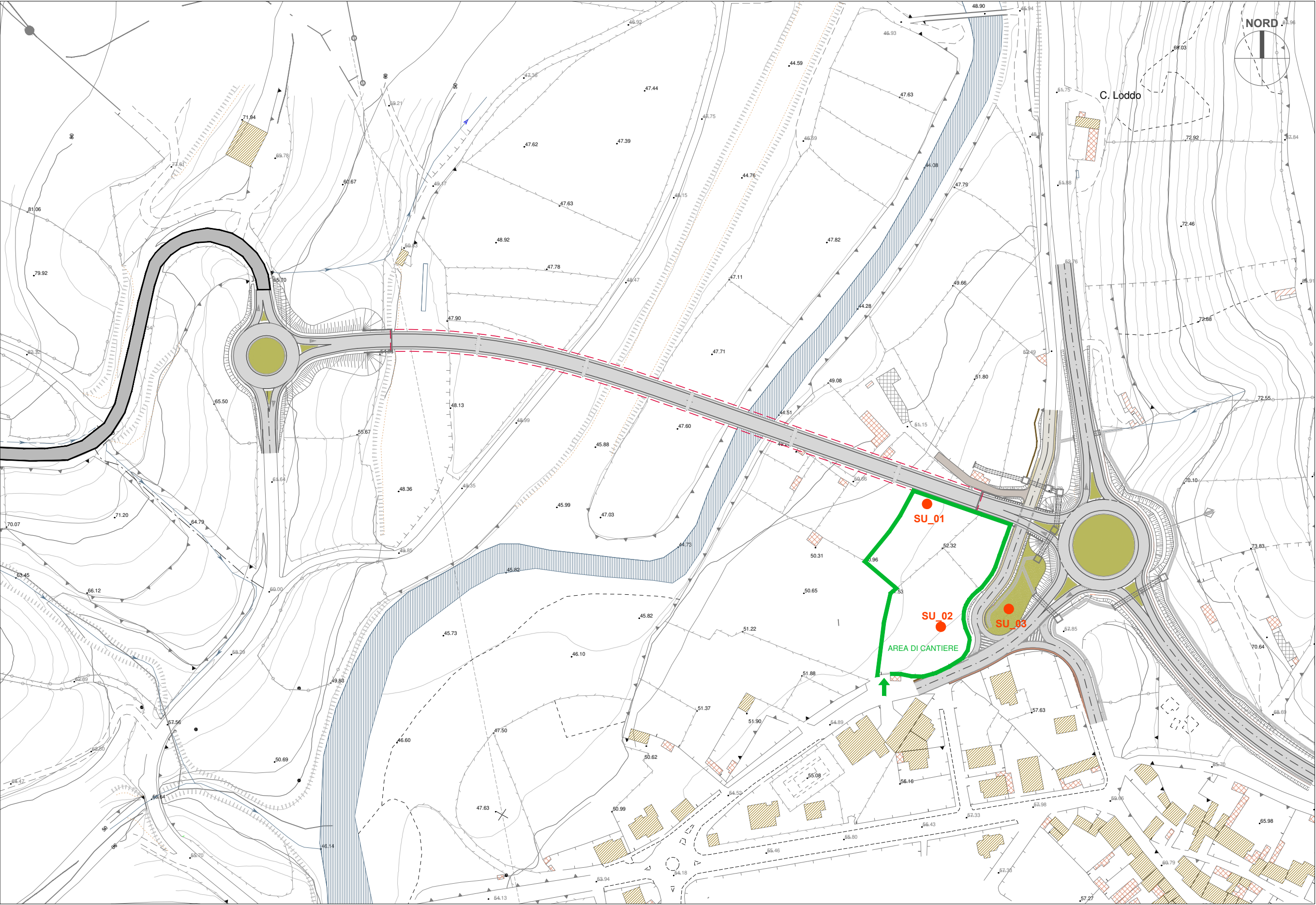
Attività Vegetazione	Ambiti	N. Campagne	Periodo delle osservazioni
Osservazione e valutazione della stato fitosanitario delle piante di pregio e della vegetazione riparia prossima al rio Flumineddu Massari.	(VEG_F)	8 in totale, nei quattro anni di esecuzione dei lavori, 2 per anno, 1 per ciascun semestre.	Durante i lavori, periodo autunno – inverno e primavera – estate.



Monitoraggio Post Operam

Attività Vegetazione	Ambiti	N. Campagne	Periodo delle osservazioni
Rilievo vegetazione e ripristini	Veg_R_01; Veg_R_02 Veg_R_03; Veg_R_04 Veg_R_05	2, una per ciascun anno, per i primi due anni dalla fine dei lavori.	Prima e seconda fase PO. Primavera - estiva

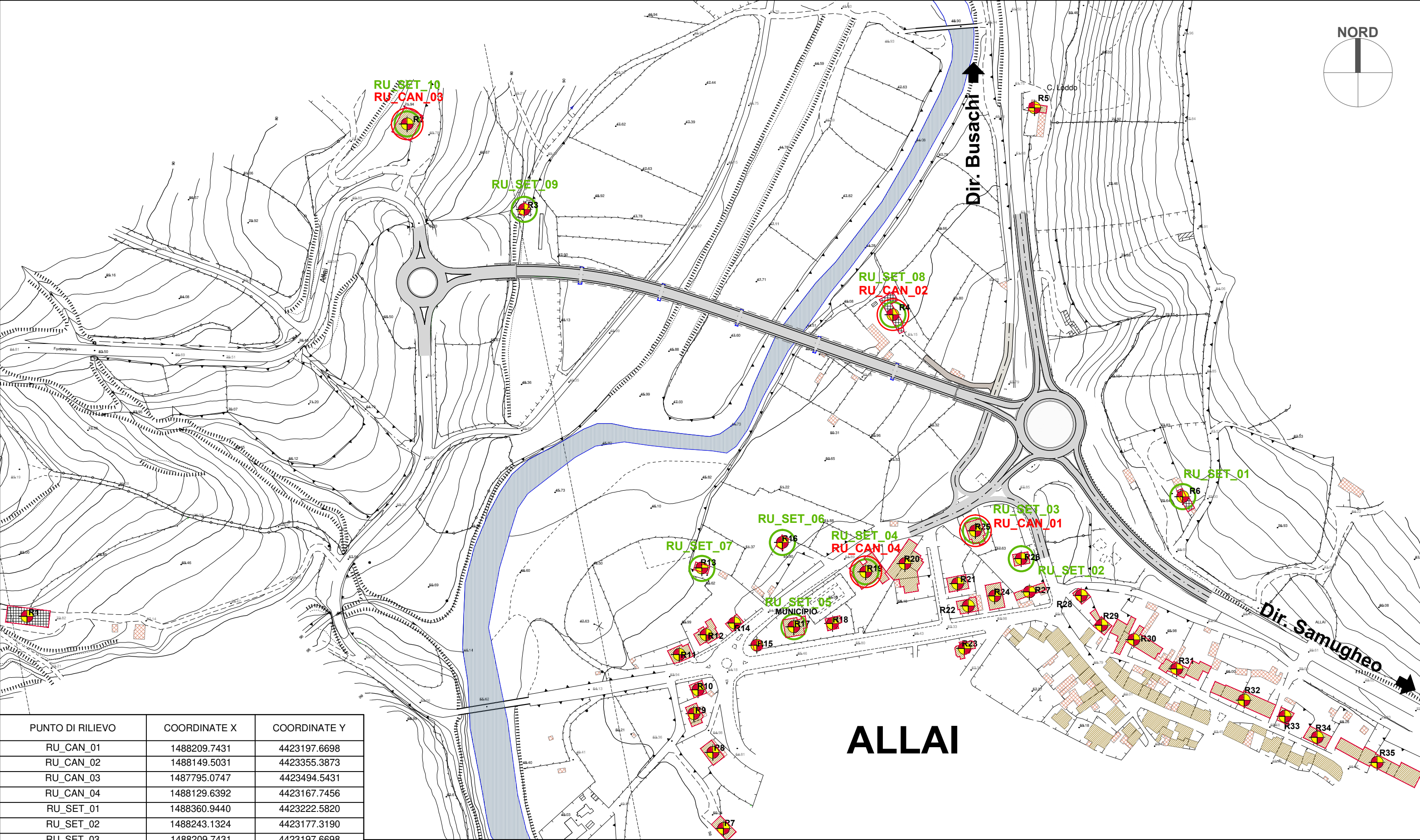




LEGENDA

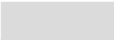



● PUNTI DI PRELIEVO
SU_XX

PUNTO DI PRELIEVO	COORDINATE X	COORDINATE Y
SU_01	1488167.4588	4423297.7129
SU_02	1488174.9560	4423230.6143
SU_03	1488212.1435	4423240.3713



PUNTO DI RILIEVO	COORDINATE X	COORDINATE Y
RU_CAN_01	1488209.7431	4423197.6698
RU_CAN_02	1488149.5031	4423355.3873
RU_CAN_03	1487795.0747	4423494.5431
RU_CAN_04	1488129.6392	4423167.7456
RU_SET_01	1488360.9440	4423222.5820
RU_SET_02	1488243.1324	4423177.3190
RU_SET_03	1488209.7431	4423197.6698
RU_SET_04	1488129.6392	4423167.7456
RU_SET_05	1488077.1723	4423127.6511
RU_SET_06	1488068.7942	4423189.1549
RU_SET_07	1488010.0572	4423170.2302
RU_SET_08	1488149.5031	4423355.3873
RU_SET_09	1487880.4658	4423432.1640
RU_SET_10	1487795.0747	4423494.5431

LEGENDA

-  VIABILITA' IN PROGETTO
-  PUNTO DI RILIEVO IN CORSO D'OPERA
-  PUNTO DI RILIEVO ANTE E POST OPERA
-  RICETTORI

