

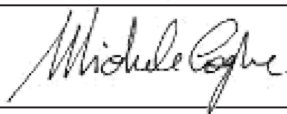
**S.S. 195 "SULCITANA"**

Demolizione e ricostruzione dei ponti in corrispondenza  
del Rio San Gerolamo (km 12+650) e del Rio Masone Ollastu (km 13+250)  
e raccordo plano-altimetrico del tratto stradale intermedio

COD. CA-253

**ESECUZIONE DI SERVIZI DI  
MONITORAGGIO AMBIENTALE IN CORSO D'OPERA**

IL DIRETTORE DEI LAVORI  
Ing. Michele Coghe



VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Francesco Corradi



PROTOCOLLO

DATA 01.03.2021

**CSA PARTE TECNICA  
RELAZIONE PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

CODICE PROGETTO

PROGETTO

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

LIV. PROG.

--

ANNO

--	--

NOME FILE

PMA\_CO\_02\_CSANTC

REVISIONE

A

D

C

B

A

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
------	-------------	------	---------	------------	-----------

## S.S. 195 "SULCITANA"

Demolizione e ricostruzione dei ponti in corrispondenza  
del Rio San Girolamo (km 12+650) e del Rio Masone Ollastu (km 13+250)  
e raccordo plano-altimetrico del tratto stradale intermedio

### PROGETTO ESECUTIVO

COD. CA-253

R.T.I. di PROGETTAZIONE:

Mandataria

Mandante



**PRO  
ITER**  
Progetto  
Infrastrutture  
Territorio s.r.l.

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

#### PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Formichi - Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)  
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Nicola D'Alessandro - Delta Ingegneria s.r.l.  
Ordine Ing. di Agrigento n. A995

#### IL GEOLOGO

Dott. Geol. Massimo Mezzanzanica - Pro Iter srl  
Albo Geol. Lombardia n. A762

#### COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Lorenzo Badalacco - Pro Iter srl  
Ordine Ing. di Milano n. 16441

#### VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. Francesco Corrias

PROTOCOLLO

DATA



## PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

### Relazione piano di monitoraggio ambientale

CODICE PROGETTO			NOME FILE			REVISIONE	
PROGETTO			T00MO00MOARE02A.pdf				
LIV. PROG.	ANNO		CODICE ELAB.				
DPCA0253	E	17	T00MO00MOARE02			A	-
D							
C							
B							
A	Emissione		SET. 2018	Ing. D. D'ALESSANDRO	Ing. M. CARLINO	Ing. N. D'ALESSANDRO	
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE E CRITERI METODOLOGICI GENERALI.....</b>	<b>4</b>
1.1	Obiettivi e requisiti del monitoraggio ambientale .....	4
1.2	Componenti ambientali oggetto delle indagini.....	5
1.3	Articolazione temporale .....	6
1.4	Controllo e validazione dei dati - Gestione delle emergenze e delle criticità.....	6
1.5	Normativa generale .....	6
<b>2</b>	<b>STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO DEL PROGETTO E MODALITÀ REALIZZATIVE .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE .....</b>	<b>16</b>
5.1	Atmosfera .....	16
5.1.1	Quadro di riferimento tecnico e normativo .....	17
5.1.1.1	Valori guida per il PMA .....	19
5.1.2	Obiettivi del monitoraggio, strumentazione di misura e parametri da monitorare.....	21
5.1.2.1	Criteri temporali per gli accertamenti.....	23
5.1.3	Svolgimento del monitoraggio tipo .....	23
5.1.4	Criteri di scelta dei punti di monitoraggio .....	24
5.1.5	Localizzazione delle stazioni di monitoraggio .....	25
5.1.6	Programma di monitoraggio .....	25
5.1.7	Riepilogo del piano di misure .....	26
5.2	Ambiente idrico: acque superficiali.....	26
5.2.1	Quadro di riferimento tecnico e normativo .....	27
5.2.2	Lavorazioni da monitorare .....	29
5.2.3	Procedura di gestione del cantiere .....	30
5.2.4	Monitoraggio ante operam.....	32
5.2.4.1	Parametri da determinare .....	32
5.2.4.2	Frequenza delle operazioni .....	33
5.2.5	Monitoraggio in Corso d'Opera.....	33
5.2.5.1	Parametri da determinare .....	33
5.2.5.2	Frequenza delle operazioni .....	33
5.2.6	Metodologie e strumentazioni.....	34
5.2.7	Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio .....	36

5.2.8	Riepilogo del piano di misure .....	36
<b>5.3</b>	<b>Ambiente idrico: acque sotterranee .....</b>	<b>36</b>
5.3.1	Quadro di riferimento tecnico e normativo .....	36
5.3.2	Obiettivi del monitoraggio, strumentazione di misura e parametri da monitorare .....	37
5.3.3	Caratterizzazione dello stato attuale .....	37
5.3.1	Criteri per la selezione dei punti di monitoraggio .....	39
5.3.2	Criteri per la scelta dei parametri da monitorare .....	40
5.3.3	Monitoraggio Ante Operam .....	41
5.3.3.1	Parametri da determinare .....	41
5.3.3.2	Frequenza delle operazioni .....	42
5.3.4	Monitoraggio in Corso d'Opera .....	42
5.3.4.1	Parametri da determinare .....	43
5.3.4.2	Frequenza delle operazioni .....	43
5.3.5	Monitoraggio Post Operam .....	43
5.3.6	Metodologie di rilevamento e campionamento .....	43
5.3.6.1	Misure piezometriche – Linee guida .....	43
5.3.6.2	Prelievo di campioni d'acqua – Linee guida .....	44
5.3.6.3	Modalità di campionamento .....	47
5.3.7	Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio .....	47
5.3.8	Riepilogo del piano di misure .....	48
<b>5.4</b>	<b>Suolo .....</b>	<b>48</b>
5.4.1	Quadro di riferimento tecnico e normativo .....	48
5.4.2	Rischi di degradazione chimico-fisica del suolo - Interventi per pianificare mitigazione e ripristino .....	49
5.4.2.1	I rischi .....	49
5.4.2.2	Gli interventi .....	50
5.4.3	Definizione dei parametri di misurazione .....	51
5.4.3.1	Finalità e parametri da determinare .....	51
5.4.3.2	Metodologie di rilevamento .....	52
5.4.4	Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio .....	54
5.4.5	Riepilogo del piano di misure .....	55
<b>5.5</b>	<b>Rumore .....</b>	<b>55</b>
5.5.1	Quadro di riferimento tecnico e normativo .....	57
5.5.1.1	Valori guida per il PMA .....	57
5.5.2	Obiettivi del monitoraggio, strumentazione di misura e parametri da monitorare .....	58
5.5.2.1	Criteri temporali per gli accertamenti .....	58
5.5.2.2	Parametri da monitorare .....	59
5.5.2.3	Strumentazione di misura .....	62

5.5.2.4	Modalità di gestione delle varianze .....	63
5.5.3	Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio .....	63
5.5.4	Programma di monitoraggio .....	64
5.5.5	Riepilogo del piano di misure .....	65
<b>6</b>	<b>CONTROLLO E VALIDAZIONE DEI DATI, GESTIONE DELLE EMERGENZE E DELLE CRITICITÀ .....</b>	<b>66</b>
<b>7</b>	<b>MODALITÀ DI RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO .....</b>	<b>67</b>
	<b>Sistema Informativo Territoriale .....</b>	<b>67</b>
	<b>Obiettivi generali del SIT .....</b>	<b>67</b>
	Requisiti del Sistema Informativo Territoriale .....	68
	Architettura generale del Sistema Informativo Territoriale .....	68
	<b>Modalità di acquisizione ed archiviazione dati .....</b>	<b>71</b>
	Acquisizione dati .....	71
	Elaborazione dati in forma cartacea .....	71
	Elaborazione dati in forma digitale .....	71
	<b>Modalità di diffusione e restituzione dei dati del monitoraggio ambientale .....</b>	<b>72</b>
	Diffusione dei dati del monitoraggio .....	72
	Rapporti periodici .....	73

# 1 INTRODUZIONE E CRITERI METODOLOGICI GENERALI

Il presente piano di monitoraggio riguarda la demolizione e ricostruzione di due ponti della S.S. 195 “Sulcitana”, localizzati al km 12+650 sul Rio San Girolamo e al km 13+250 sul Rio Masone Ollastu; nonché la realizzazione del raccordo plano-altimetrico del tratto di statale intermedio. Le opere in questione si rendono necessarie alla messa in sicurezza dalle alluvioni del territorio ricadente nel comune di Capoterra.

Il monitoraggio si articola in tre fasi:

- “*ante operam*” prima dell’inizio delle attività di cantiere, per fotografare lo stato dell’ambiente senza infrastruttura;
- *corso d’opera* durante la realizzazione dell’infrastruttura, dall’apertura dei cantieri fino al loro smantellamento e al ripristino dei siti;
- “*post operam*” durante le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell’infrastruttura, con durata variabile dall’entrata in funzione dell’opera secondo i parametri indagati.

Correlando le diverse fasi, il monitoraggio valuta l’evoluzione della situazione ambientale e ne garantisce il controllo, verificando le previsioni del Progetto ed il rispetto dei parametri fissati.

Le attività di monitoraggio sono state programmate tenendo conto degli esiti dello Studio di Impatto Ambientale (SIA), nell’ambito del quale è stata condotta un’analisi dettagliata di tutte le componenti ambientali potenzialmente impattate dai lavori di realizzazione dell’intervento in oggetto.

La presente relazione tiene conto, inoltre, delle richieste d’integrazione riportate nel Parere di Compatibilità Ambientale rilasciata dalla Regione Autonoma della Sardegna con Deliberazione n.3/24 del 23/01/2018 ed in particolare della prescrizione n.11 relativa alle interferenze delle opere in progetto con il pozzo denominato “Lottizzazione Torre degli Ulivi”.

Tenuto conto della possibile concomitanza della realizzazione del progetto in esame e della realizzazione da parte della Regione degli argini di protezione del territorio dal rischio di alluvione, ARPA richiede di valutare gli eventuali impatti in modo cumulato in un unico piano di monitoraggio ambientale. È stata quindi effettuata un’attenta disamina del PMA redatto al fine di evitare sovrapposizioni o ridondanze.

In esito alla suddetta attività, è doveroso precisare delle considerazioni che hanno condizionato le successive scelte di strutturazione dei PMA: le fasi di realizzazione dei due interventi (opere RAS e opera Anas) sono state allineate, per quanto possibile. Gli schemi di cantierizzazione e fasizzazione in rapporto alle due opere RAS è in corso di realizzazione e, per quanto di conoscenza, in programmazione con quanto di progettato.

## 1.1 OBIETTIVI E REQUISITI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Monitoraggio Ambientale ha il compito di:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nel SIA;
- valutare l’evolversi della situazione ambientale;
- rilevare e segnalare con tempestività situazioni impreviste o criticità;
- verificare l’efficacia delle misure di mitigazione;



- fornire elementi per successive verifiche e controlli da parte delle Autorità competenti.

Particolare attenzione è stata dedicata nella scelta degli indicatori e dei parametri, in modo da essere rappresentativi delle realtà più significative segnalate dal SIA, facilmente misurabili, affidabili, basati su metodiche di misura consolidate e di dimostrato rigore tecnico-scientifico.

Il presente PMA prevede indagini specialistiche prima dell'apertura dei cantieri (monitoraggio ante operam), la verifica in corso d'opera e al termine delle attività (monitoraggio post operam). In quest'ultimo caso le verifiche strumentali saranno anche di ausilio al collaudo degli interventi di mitigazione.

## 1.2 COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DELLE INDAGINI

Tenendo conto della significatività delle componenti, riportate nel SIA, il Piano di Monitoraggio Ambientale riguarda nello specifico le seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera;
- Ambiente Idrico: Acque Superficiali;
- Ambiente Idrico: Acque Sotterranee;
- Suolo e Sottosuolo;
- Rumore.

In considerazione della forte antropizzazione dell'area, della modesta valenza naturalistica della vegetazione e flora presente, nonché dalle modifiche indotte dalla realizzazione dei lavori di arginatura (vedi Figura 1), non si è ritenuto significativo realizzare il monitoraggio delle componenti Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi e Paesaggio.



Foto Cantiere

Per ciascuna delle componenti sono state operate analisi di base, definiti i criteri e le metodologie di intervento; inoltre sono state fissate le aree o punti di indagine sul territorio in riferimento ai ricettori sensibili, le metodiche e le strumentazioni per le misure ed i controlli, i criteri di programmazione spazio-temporale delle attività e per la restituzione e consultazione dei dati del monitoraggio.

I criteri di scelta delle stazioni di monitoraggio, propri di ciascuna disciplina specialistica, sono stati riportati nei relativi capitoli.

La posizione delle stazioni di monitoraggio è rappresentata nella Planimetria punti di monitoraggio ambientale (all. T00MO00MOAPL01A).

### 1.3 ARTICOLAZIONE TEMPORALE

Nell'ambito di tutte le componenti il monitoraggio è articolato nelle tre fasi:

- ante operam (**AO**), comprendente le attività di monitoraggio sul tracciato di progetto, nelle aree di cantiere e sulla viabilità interferita;
- in corso d'opera (**CO**), comprendente le attività di monitoraggio sulle aree di cantiere, sul fronte di avanzamento dei lavori e sulla viabilità interferita, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti;
- post operam (**PO**), comprendente le attività di monitoraggio sulla nuova infrastruttura in esercizio.

Per alcune componenti, nella fase AO, sono previste attività preliminari o propedeutiche necessarie a verificare e completare il quadro conoscitivo di partenza e/o approntare il piano di misure. L'attività di monitoraggio, in fase AO, sarà in ogni caso preceduta da una esaustiva analisi bibliografica della letteratura scientifica, o di altra documentazione disponibile, relativa a ciascuna delle componenti ambientali, al fine di raccogliere dati e informazioni prodotte sino al momento dell'attivazione del progetto nella zona interessata. Sarà inoltrata alle Autorità locali competenti, qualora necessario, una specifica richiesta per disporre di dati ambientali da altre fonti e reti di monitoraggio locale in corso.

### 1.4 CONTROLLO E VALIDAZIONE DEI DATI - GESTIONE DELLE EMERGENZE E DELLE CRITICITÀ

Tutti i dati raccolti nelle campagne di misura dovranno essere sottoposti a processi di controllo e validazione, alcuni operanti in modo automatico nell'ambito dei sistemi di acquisizione, altri appositamente predisposti. Solo in seguito a tali processi, i dati saranno organizzati e trattati.

Per garantire la qualità del dato, sono previste specifiche procedure di calibrazione e manutenzione delle strumentazioni.

Il Piano di monitoraggio contempla, inoltre, specifiche procedure per il superamento di emergenze o criticità (ad es. superamento limiti di attenzione o allarme, ecc.) e per la segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie. In tali evenienze saranno attivate procedure di verifica per confermare e valutare lo stato di alterazione, nonché le attività di indagine per la definizione delle cause. Definite queste si dovrà dar luogo alle contromisure predisposte o elaborate al momento nel caso di eventi non prevedibili.

### 1.5 NORMATIVA GENERALE

Il principale riferimento normativo che ha guidato l'elaborazione del presente PMA è costituito da:

- Commissione Speciale per la Valutazione di impatto ambientale, "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n. 443)"

I riferimenti normativi più recenti comuni a tutte le componenti ambientali sono:



*Progetto Esecutivo*

- Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n.163, allegato XXI art. 21 “Progetto di monitoraggio ambientale e manuale di gestione ambientale”
- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n.4. “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale”. (GU n. 24 del 29-1-2008- Suppl. Ordinario n.24); D.Lgs 3 aprile 2006 n° 152 “Norme in materia ambientale” e s.m.i

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**  
Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**  
Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## 2 STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Per la corretta esecuzione delle attività di monitoraggio e il necessario coordinamento delle diverse fasi, si ritiene opportuno impiegare le figure professionali indicate nella seguente tabella.

RUOLO	PROFESSIONALITA'
RESPONSABILE GENERALE	Laurea tecnica con esperienza specifica in monitoraggi, gestione e coordinamento di lavori complessi e SIA
RESPONSABILE AMBIENTE IDRICO	Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio - Idraulica
RESPONSABILE SUOLO E SOTTOSUOLO	Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio – Geologia
RESPONSABILE ATMOSFERA	Laurea tecnica - Abilitazione ed esperienza professionale in materia di impatto atmosferico
RESPONSABILE RUMORE E VIBRAZIONI	Laurea tecnica - Tecnico competente (L.447/95)
RESPONSABILE VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA	Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio - Scienze naturali o biologiche - Agraria - Scienze Forestali e Ambientali, ecc.
CONSULENTE SPECIALISTICO 1	Esperto in Data Base e sistemi informativi
SUPPORTO OPERATIVO (STAF)	Varie

Il responsabile GENERALE del Monitoraggio avrà i seguenti compiti:

- attività di interfaccia nei confronti di ANAS e delle altre Autorità coinvolte o preposte al controllo;
- coordinamento tecnico dell'attività e verifica della rispondenza delle attività a quanto previsto dal PMA;
- controllo del flusso delle informazioni;
- produzione di report periodici;
- segnalazione ad ANAS e alle Autorità coinvolte, o preposte al controllo, di situazioni di allarme a seguito dei risultati dei monitoraggi.

Con l'ausilio degli altri responsabili settoriali, il Responsabile del Monitoraggio avrà anche il compito di:

- aggiornare e dare comunicazione ad ANAS e alle Autorità coinvolte, o preposte al controllo, nel caso di eventi che richiedano modifiche di quanto previsto nel PMA, anche in riferimento al palesarsi di eventuali situazioni di criticità ambientale;
- garantire il rispetto del programma temporale delle attività del PMA e degli eventuali aggiornamenti;
- coordinare gli esperti e i tecnici addetti all'esecuzione delle indagini e dei rilievi in campo;
- coordinare le attività di laboratorio;

*Progetto Esecutivo*

- interpretare e valutare i risultati delle campagne di misura;
- effettuare tutte le ulteriori elaborazioni necessarie alla leggibilità ed interpretazione dei risultati;
- assicurare il corretto inserimento dei dati e dei risultati elaborati nel sistema informativo del PMA.

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**  
Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**  
Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

### 3 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO E MODALITA' REALIZZATIVE

L'intervento in oggetto ricade interamente nel comune di Capoterra, in provincia di Cagliari, collocato geograficamente nel settore occidentale del Golfo di Cagliari e confinante con i comuni di Uta a nord, di Assemini a nord-ovest, di Cagliari a est e di Sarroch a sud.

Il progetto prevede, nello specifico, la demolizione e ricostruzione di due ponti della S.S. 195 "Sulcitana" localizzati; il primo, al km 12+650 sul Rio San Girolamo e, il secondo, al km 13+250 sulla Rio Masone Ollastu, nonché la realizzazione del raccordo plano-altimetrico del tratto di statale intermedio.

Tali lavori fanno parte del complessivo intervento di sistemazione idraulica, eseguito dalla Regione Autonoma della Sardegna, ai fini della messa in sicurezza degli stessi attraverso la loro canalizzazione da monte alla foce, a seguito dell'evento alluvionale dell'ottobre 2008.

Il rifacimento dei ponti della SS195, che scavalcano i due Rii (Rio San Girolamo e Rio Masone Ollastu) in prossimità della foce, è necessario per adeguarli agli aggiornati vincoli di luce e franco idraulico imposti dal nuovo studio di compatibilità idraulica redatto dalla Regione Sardegna per il complessivo intervento di sistemazione e messa in sicurezza dell'area interessata dalle due aste fluviali.



*Corografia di inquadramento dell'intervento*

La soluzione progettuale prescelta è stata concepita dalla necessità e dall'obbligo, da parte di ANAS, per quanto possibile, di garantire un normale esercizio della S.S. 195 durante le diverse fasi di realizzazione delle opere, minimizzando le interferenze sulla circolazione stradale e

mantenendo un livello di sicurezza accettabile, a fronte dei notevoli flussi di traffico che interessano la statale durante tutto l'anno.

Nel dettaglio, l'intervento di rifacimento delle due opere d'arte su rio San Girolamo e su Rio Masone Ollastu e la connessa variante plano-altimetrica del tratto di Statale che le comprende, prevede le seguenti opere/lavorazioni oggetto della presente progettazione e descritte nei paragrafi che seguono:

- realizzazione del corpo stradale, in variante plano-altimetrica all'esistente, tra le progr.ve 12+360 e 13+535 dell'attuale Statale, per complessivi 1.175m di intervento, e di alcuni tratti di viabilità complanari per la sistemazione degli accessi e delle viabilità interferite;
- realizzazione, in variante plano-altimetrica alle esistenti, delle due rotatorie di Via Praga e Su Loi, ed inserimento di una nuova rotatoria intermedia per il ripristino del collegamento con via dei Genovesi;
- realizzazione delle due nuove opere d'arte sul Rio S. Girolamo e Rio Masone Ollastu e di diverse opere minori costituite da tratti di muri in c.a. e scatolari idraulici;
- rimozione e sistemazione di sottoservizi interferenti con la variante stradale;
- rifacimento dell'impianto di illuminazione stradale, in sostituzione dell'esistente;
- demolizione delle opere d'arte esistenti e dei tratti di rilevato esistente da dismettere.

Il progetto definitivo approvato ha individuato e articolato, sulla base delle stime relative ai mezzi e al personale da impiegare nella esecuzione delle opere, le seguenti aree di cantiere:

- Campo Base codificato come CB-01;
- Campo Operativo codificato come CO-01;
- Area Tecnica AT-01 a servizio del nuovo ponte sul Rio San Girolamo;
- Area Tecnica AT-02 a servizio del nuovo ponte sul Rio Masone-Ollastu.

Confermando le scelte progettuali del precedente livello (v. Sez. 08 – Cantierizzazione) in merito sia alla localizzazione delle aree che alla loro estensione, in questa fase di è proceduto, come anche richiesto dal disciplinare, alla ingegnerizzazione esecutiva delle aree e degli impianti necessari a garantire la corretta funzionalità del cantiere in relazione alla sua specifica tipologia.





Localizzazione aree di cantiere

Si riportano di seguito le principali caratteristiche delle aree di cantiere previste nell'ambito del presente progetto:

Cantiere campo base CB-01	
Dato	Descrizione
Comune	Capoterra
Localizzazione	Km 12+810
Superficie	4.790 mq
Uso del suolo	Incolto
Destinazione urbanistica	Zona E1 (agricola)
Baraccamenti	Guardiania – Uffici per Direzione cantiere, Direzione Lavori e Coordinatore sicurezza – Spogliatoi e servizi igienici – Refertorio – Infermeria – Officina - Magazzino
Aree e strutture di servizio	Area raccolta rifiuti differenziata – area stoccaggio temporaneo – pesa a ponte – area depurazione acque nere civili - rete di raccolta acque meteoriche – impianti elettrici, illuminazione, telefonico, protezione scariche atmosferiche, antincendio – gruppo elettrogeno – Area parcheggio autovetture e ricovero mezzi di cantiere – Cunetta pulisci ruote.



Cantiere campo operativi CO-01	
Dato	Descrizione
Comune	Capoterra
Localizzazione	Km 13+120
Superficie	4.800 mq
Uso del suolo	Incolto
Destinazione urbanistica	Zona E 2 (agricola)
Baraccamenti	Servizi igienici – Guardiola
Aree e strutture di servizio	Zona movimentazione e stoccaggio materiali - Zona parcheggio automezzi e mezzi d'opera – Zona trattamento acque di piazzale – Area di manovra e operatività

In relazione alle attività previste, sono altresì previste delle Aree Tecniche denominate AT 01 e AT 02 che sono localizzate in corrispondenza delle opere d'arte e serviranno nello specifico al varo dei viadotti.

## 4 CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO

Il territorio interessato è interamente compreso nel comune di Capoterra e si estende dal km 12+360 al km 13+535 per complessivi **1.750 m.**, quasi a cavallo della confluenza tra il Rio San Girolamo ed il Rio Masone Ollastu.

Come evidenzia la figura di seguito, l'area risulta fortemente urbanizzata nel tratto iniziale e finale, mentre tra il Rio San Girolamo e il Rio Masone Ollastu l'edificazione è relativamente assente.



Inquadramento dell'area di studio

Il tratto interessato è per lo più residenziale, vi è scarsa presenza di strutture produttive, più impianti di carattere artigianale o volti al commercio. L'unica grande struttura commerciale è costituita da un supermercato.

Per quanto riguarda le sorgenti di rumore, oltre alla SS195, si rileva solo la presenza di infrastrutture locali. Nell'ambito, inoltre, sono presenti diversi ricettori particolarmente sensibili tutti costituiti da scuole, nessuno dei quali è però prospiciente l'infrastruttura.

Per quanto concerne l'assetto morfologico, questa parte del territorio sardo si presenta completamente pianeggiante.

Nell'area compresa tra il Rio San Girolamo e Rio Masone Ollastu si rileva la presenza di aree agricole e di incolti, con presenza di diversi elementi arborei prevalentemente costituiti da Eucalipti e Cipressi.

Sul lato mare, risultano in fase di attuazione gli interventi di messa in sicurezza attuati dalla Regione Sardegna.

Il clima è di tipo mediterraneo da sub-continentale a continentale, caratterizzato da precipitazioni da medie a molto basse in primavera, autunno e inverno, da un lungo periodo secco e torrido in estate ed inverni freddi.

Per quanto concerne l'interferenza del sistema idraulico di superficie, invece, si segnala l'elevata fragilità di questa parte del territorio sardo, in virtù di un regime tipicamente legato alla presenza di piogge, che peraltro è alla genesi del progetto.

Dal punto di vista idrogeologico, nei depositi alluvionali sono presenti acquiferi ad elevato grado di permeabilità. Sono presenti, inoltre, pozzi di sfruttamento delle acque di falda.

## 5 MODALITÀ DI ESECUZIONE

Nei capitoli che seguono, per ciascuna componente ambientale, vengono forniti:

- i principali riferimenti normativi e tecnici;
- gli obiettivi specifici del monitoraggio, la descrizione delle metodiche e delle strumentazioni di misura, nonché dei criteri alla base delle scelte effettuate, con riferimento alle fasi AO, CO e PO;
- i criteri di scelta e il posizionamento delle stazioni da monitorare, rappresentate anche nella Carta delle stazioni di monitoraggio allegata al PMA;
- il programma spazio-temporale delle attività;
- una tabella riepilogativa del piano di misure, che riassume il tipo di attività, il numero, la tipologia e la frequenza dei rilievi previsti e/o altre informazioni rilevanti per la componente in oggetto.

### 5.1 ATMOSFERA

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale, per la componente Atmosfera, interessa tutte le fasi di vita del progetto:

- *ante operam*, per la determinazione dello "stato zero" prima dell'avvio dei lavori di costruzione dell'infrastruttura;
- in corso d'opera, per il controllo delle alterazioni nella componente prodotte durante le attività di esercizio dei cantieri;
- *post operam* per il controllo in condizioni di esercizio dell'opera finita.

Le finalità degli accertamenti, previsti per questi ambiti d'indagine, sono rivolte essenzialmente alla determinazione delle concentrazioni dei principali inquinanti, dovuti alle emissioni prodotte dal flusso veicolare della futura infrastruttura stradale e delle polveri sospese, generate dalla movimentazione dei mezzi di cantiere. Contestualmente saranno acquisiti i principali parametri meteorologici. Le misure sono orientate ai ricettori residenziali, presenti nel territorio circostante la realizzazione dell'opera.

Le risultanze del monitoraggio permetteranno di verificare e controllare:

- l'incremento delle concentrazioni di polveri, indotto in fase di realizzazione dell'opera;
- l'eventuale incremento degli inquinanti dovuto sia delle lavorazioni effettuate nei cantieri che delle eventuali modifiche del regime di traffico, indotto dalla cantierizzazione;
- l'incremento delle concentrazioni degli inquinanti emessi dall'infrastruttura durante l'esercizio.

Le informazioni desunte saranno utilizzate per implementare le informazioni rispetto allo stato della qualità dell'aria in presenza dell'aggravamento del traffico veicolare indotto dalla movimentazione da e per le aree di cantiere, oltre che per monitorare l'evoluzione delle concentrazioni degli inquinanti dopo l'avvio di esercizio dell'opera e per fornire eventuali prescrizioni ai cantieri, nel caso si riscontrino problemi.

Le attività di monitoraggio, in riferimento alla componente in esame, saranno attuate tramite postazioni mobili, per campagne di misura periodiche o postazioni fisse di rilevamento automatiche.

### **5.1.1 Quadro di riferimento tecnico e normativo**

Si richiama nel seguito la legislazione e la normativa tecnica applicabile all'inquinamento atmosferico, avvertendo tuttavia che la continua evoluzione di cui essa è oggetto, sia a livello internazionale e nazionale che su base regionale, potrebbe indurre qualche variazione nel periodo applicativo, di cui si terrà opportunamente conto in itinere.

#### **Normativa comunitaria**

- Direttiva 2008/50/CE del 21.05.2008: qualità dell'aria ambiente e per un'aria pulita in Europa.
- Direttiva 2002/3/CE del 12.02.2002: valori bersaglio dell'ozono
- Direttiva 2000/69/CE del 16.11.2000: valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente.
- Direttiva 1999/30/CE del 22.04.1999: valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo
- Direttiva 1996/62/CE del 27.09.1996: valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente.

#### **Normativa nazionale**

- D.Lgs. 4 marzo 2014, n. 46 "Attuazione della direttiva 2010/75/UE relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento)";
- DM Ambiente 22 febbraio 2013 "Formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di misura ai fini della valutazione della qualità dell'aria";
- DM Ambiente 13 marzo 2013 "Individuazione delle stazioni per il calcolo dell'indicatore d'esposizione media per il PM<sub>2,5</sub> di cui all'articolo 12, comma 2, del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155"
- DM Ambiente 29 novembre 2012 che, in attuazione del Decreto Legislativo n.155/2010, individua le stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria;
- D.Lgs. 24 dicembre 2012 n. 250, che modifica ed integra il Decreto Legislativo n.155/2010 definendo anche il metodo di riferimento per la misurazione dei composti organici volatili;
- D.Lgs. 7 luglio 2011 n. 121 "Attuazione della direttiva 2008/99/CE sulla tutela penale dell'ambiente – Attuazione della direttiva 2003/123/CE – Modifiche alla parte IV del D.Lgs 152/2006 – Modifiche al D.Lgs 231/2001";
- D.Lgs. 13 agosto 2010 n. 155: "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa";
- D.Lgs. 29 giugno 2010, n. 128 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69";
- D.Lgs. 09 aprile.2008 n. 81: "Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro - Attuazione articolo 1 della legge 123/2007 - Abrogazione Dlgs 626/1994";



- D.L. 03 agosto 2007, n. 152: “Attuazione della Direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente”;
- D.Lgs. 03 aprile 2006, n. 152: “Norme in materia di ambiente così come modificato dal D. Lgs. 16.01.2008 n. 4 Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. 03.04.2006 n. 152 recante norme in materia di ambiente”;
- Testo unico ambientale: D. Lgs. del 03 aprile 2006 n. 152: parte quinta;
- D.Lgs. 21 maggio 2004, n. 183: “Attuazione della Direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria”;
- D.M. 1 ottobre 2002, n. 261 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio “Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del D.Lgs. 4 agosto 1999, n. 351”;
- D.M. 02 aprile 2002, n.60: “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22.04.1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di Zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”;
- D.M. 25 agosto 2000: “Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24.05.1988, n. 203”.
- D.L. 04 agosto 1999, n.351: “Attuazione della direttiva CEE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente”;
- D.M. 21 aprile 1999, n.163: “Regolamento recante norme per l'individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione”;
- D.M. 14 maggio 1996: “Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257”;
- D.M.A. 25 novembre 1994: “Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinamenti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15.04.1994”;
- D.M. 06 settembre 1994: “Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27.03.1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto”;
- D.M. 15 aprile 1994: “Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli articoli 3 e 4 del DPR 24.05.1988, n. 203, e dell'art. 9 del DM. 20.05.1991”;
- D.M.A. 12 novembre 1992: “Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria”;
- D.M.A. 06 maggio 1992: “Definizione del sistema nazionale finalizzato al controllo ed assicurazione di qualità dei dati di inquinamento atmosferico ottenuti dalle reti di monitoraggio”;



- D.M.A. 20 maggio 1991: “Criteri per l’elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell’aria”;
- D.P.C.M. 28 marzo 1983, n. 30: “Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativa agli inquinanti dell’aria nell’ambiente esterno”.

#### 5.1.1.1 Valori guida per il PMA

La normativa di riferimento, in materia di qualità dell’aria, è rappresentata dal D.Lgs.155/2010 e s.m.i.; tale decreto stabilisce:

- i valori limite per le concentrazioni nell’aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio e PM10 (All.XI);
- i livelli critici per le concentrazioni nell’aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto (All.XI);
- i livelli di allarme per le concentrazioni nell’aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto (All.XII);
- il valore limite, il valore obiettivo, l’obbligo di concentrazione dell’esposizione e l’obiettivo nazionale di riduzione dell’esposizione per le concentrazioni nell’aria ambiente di PM2,5 (All.XIV).

Da evidenziare che, nonostante il succitato decreto correli limiti per la salute umana e per la vegetazione ad indagini di lunga durata (stazioni fisse), lo stesso è un valido riferimento anche nel caso di monitoraggi discontinui e di durata limitata, come quelli in esame, per i quali non è possibile il confronto con i valori limite relativi all’intero anno civile, ma è possibile utilizzare, per il confronto con gli obiettivi di breve termine (es. valori limite orari per NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>), valori limite giornalieri (per CO e PM10).

I valori limite di riferimento (livelli di attenzione e di allarme) fissati dal DM n. 60 del 02/04/2002 e dal Dlgs n. 155 del 13/08/2010 con cui sono stati confrontati i dati del presente monitoraggio sono riportati di seguito.

Biossido di zolfo - SO <sub>2</sub> (rif. DM 60/2002 e D.Lgs n. 155 del 13/08/2010)		
Soglia di allarme	Valore limite orario	Valore limite di 24 ore
500 µg/m <sup>3</sup> misurato per 3 ore consecutive	350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte/anno civile	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte/anno civile
Biossido di azoto - NO <sub>2</sub> (rif. DM 60/2002)		
Soglia di allarme	Valore limite orario	Valore limite annuale
400 µg/m <sup>3</sup> misurato per 3 ore consecutive	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte/anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
Ossidi di azoto - NO <sub>x</sub> (rif. DM 60/2002 e D.Lgs n. 155 del 13/08/2010)		
30 µg/ m3	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	
Particolato - PM10 (rif. DM 60/2002 e D.Lgs n. 155 del 13/08/2010 )		
Valore limite annuale (*)	Valore limite di 24 ore (*)	
20 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 7 volte/anno civile	

(\*) Da una recente comunicazione del Ministero dell’Ambiente, il valore limite va considerato senza il margine di tolleranza (che deve essere utilizzato solo ai fini della zonizzazione). Da una comunicazione

non ufficiale dello stesso Ministero risulta inoltre che si ha superamento quando la concentrazione è maggiore (e non maggiore e uguale) al valore limite di 50 µg/m<sup>3</sup>.

(\*\*) Per quanto riguarda le Polveri Totali Sospese (PTS), tale inquinante non presenta più alcun valore limite di riferimento orario né giornaliero.

<b>PM 2,5 –Frazione polveri con diametro &lt;2,5 µm (D.Lgs n. 155 del 13/08/2010)</b>	
25 µg/m <sup>3</sup>	Concentrazione media annuale
20 µg/m <sup>3</sup>	Concentrazione media annuale (valore obiettivo entro il 2015)
<b>Monossido di carbonio – CO (rif. DM 60/2002 e D.Lgs n. 155 del 13/08/2010)</b>	
Valore limite	Soglia di allarme
10 mg/m <sup>3</sup>	30 mg/m <sup>3</sup>
Media massima giornaliera su 8 ore	Concentrazione media giornaliera
<b>Benzene - C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (rif. DM 60/2002 e D.Lgs n. 155 del 13/08/2010)</b>	
Valori limite	
5 µg/m <sup>3</sup> concentrazione media annuale	
<b>Ozono - O<sub>3</sub> (rif. DL 21-05-2004 e D.Lgs n. 155 del 13/08/2010 )</b>	
Soglia di informazione	Soglia di allarme
180 µg/m <sup>3</sup> concentrazione oraria	240 µg/m <sup>3</sup> misurato per 3 ore consecutive
<b>Polveri Totali Sospese - PTS (**) (rif. DM 25-11-94 abrogato dal DM 60-2002)</b>	
Livello di attenzione	Livello di allarme
150 µg/m <sup>3</sup>	300 µg/m <sup>3</sup>

<b>IPA - Idrocarburi Policiclici Aromatici (rif. DM 25-11-94)</b>	
1 ng/m <sup>3</sup>	Obiettivo di qualità

Le concentrazioni di Toluene e Xilene non sono normate dalla legislazione in materia; per questi idrocarburi si può utilizzare il limite di 1000 µg/m<sup>3</sup> proposto dall'OMS.

<b>Piombo - Pb (rif. DM 60/2002 e D.Lgs n. 155 del 13/08/2010)</b>	
0.5 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite annuale

Per i metalli pesanti diversi dal Piombo si fa riferimento ai valori obiettivo per cadmio, arsenico e nichel del D.Lgs n. 155 del 13/08/2010, e ai Valori Guida WHO (2000) per il mercurio riportati nella tabella che segue.

	<b>D.Lgs n. 155 del 13/08/2010</b>	<b>Valori Guida WHO (2000)</b>
<b>Cadmio</b>	5 ng/m <sup>3</sup>	-

	D.Lgs n. 155 del 13/08/2010	Valori Guida WHO (2000)
<b>Arsenico</b>	6 ng/m <sup>3</sup>	-
<b>Nichel</b>	20 ng/m <sup>3</sup>	-
<b>Mercurio</b>	-	1 µg/m <sup>3</sup>

I livelli di attenzione sono definiti come le concentrazioni di inquinanti atmosferici che determinano lo stato di attenzione, cioè una situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio di raggiungere lo stato d'allarme.

Lo stato di allarme è definito come uno stato suscettibile di determinare una condizione di rischio ambientale e sanitario. Gli stati di attenzione o di allarme si raggiungono quando, al termine di un ciclo di monitoraggio, si rileva il superamento, per uno o più inquinanti, del livello di attenzione o di allarme.

### Normativa regionale

- Legge Regionale 20 ottobre 2016, n. 24: "Norme sulla qualità della regolazione e di semplificazione dei procedimenti amministrativi";
- Legge Regionale 12 giugno 2006, n. 9: "Conferimento di funzioni e compiti agli enti locali";
- Legge Regionale 19 luglio 2000, n. 14: "Attuazione del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, sulla tutela delle acque dall'inquinamento, modifica alle leggi regionali 21 settembre 1993, n. 46 e 29 luglio 1998, n. 23 e disposizioni varie";
- Legge Regionale 7 giugno 1989, n. 31: "Norme per l'istituzione e la gestione dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturalistica ed ambientale".

### Normativa Tecnica

Commissione Speciale per la Valutazione di impatto ambientale, "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA)".

#### 5.1.2 Obiettivi del monitoraggio, strumentazione di misura e parametri da monitorare

Le campagne di monitoraggio, della componente in esame, dovranno fornire il quadro di riferimento dello stato dell'atmosfera nel corridoio di progetto per lo scenario Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam. Si assume come "punto zero" di riferimento la condizione misurata nella fase AO.

La strumentazione, utilizzata nelle misure della componente atmosfera, si compone di laboratori mobili o fissi dotati di adeguato sistema di condizionamento, così da permettere agli analizzatori di lavorare sempre in condizioni controllate e standard.

Le stazioni di rilevamento sono organizzate in tre blocchi principali:

1. analizzatori/campionatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi;
2. centralina per la valutazione dei parametri meteorologici;
3. unità di acquisizione ed elaborazione dati.

Nel corso delle campagne di monitoraggio verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

- Parametri relativi all'inquinamento dell'aria;
- Parametri meteorologici;
- Parametri di inquadramento territoriale.

Tali dati saranno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona di indagine.

Il set di inquinanti da monitorare dipende dalla tipologia di sorgente da controllare. In particolare, per postazioni localizzate in prossimità dei cantieri fissi e del Fronte Avanzamento Lavori, gli inquinanti da monitorare sono:

- Polveri PM<sub>10</sub>;
- PM<sub>2.5</sub>.

Per il rilevamento in corrispondenza di ricettori prossimi alla viabilità interessata dai mezzi di cantiere, il set degli inquinanti da monitorare è:

- Polveri PM<sub>10</sub>;
- PM<sub>2.5</sub>;
- Monossido di carbonio;
- Ossidi di Azoto;
- Biossido di zolfo;
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA - Benzo(a)pirene);
- Ozono.

Per l'ozono si prevede la misurazione nei soli periodi estivi, in quanto l'O<sub>3</sub> è uno dei principali responsabili dello smog fotochimico.

Per ogni postazione devono essere fornite le concentrazioni orarie degli inquinanti, le medie, suddivise nelle varie opzioni previste dalla legislazione, i minimi ed i massimi di concentrazione degli inquinanti rilevate in ogni singolo giorno di monitoraggio, i valori orari dei parametri meteorologici. Le unità di misura saranno conformi alla normativa vigente in materia.

In relazione ai parametri meteorologici saranno rilevati:

- Temperatura;
- Velocità e direzione del vento;
- Piovosità;
- Umidità;
- Radiazione solare;
- Pressione atmosferica.

I parametri sopra riportati saranno acquisiti in continuo, durante i periodi di misurazione, e saranno campionati su base oraria, in maniera da poter effettuare una correlazione con i dati relativi agli inquinanti nell'aria.

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;
- Stralcio planimetrico;
- Presenza e caratterizzazione di altre sorgenti inquinanti;
- Descrizione delle principali caratteristiche del territorio: copertura vegetale, tipologia dell'edificato.

Allo scopo di consentire il riconoscimento dei punti di misura nelle fasi successive, durante la realizzazione delle misurazioni saranno effettuate idonee riprese fotografiche, che permetteranno un'immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

#### 5.1.2.1 Criteri temporali per gli accertamenti

In relazione alla prevista tempistica di realizzazione dell'opera, è possibile prevedere le tempistiche delle campagne di monitoraggio della qualità dell'atmosfera, ed in particolare:

- nella fase AO, per ogni punto di monitoraggio, sarà eseguito un rilievo di 15 giorni nel corso dell'anno che precede l'apertura dei cantieri;
- nella fase CO i rilievi avranno una durata di 15 giorni e saranno eseguiti con cadenza trimestrale;
- nella fase PO, ugualmente alla fase AO, sarà eseguito un rilievo unico di 15 giorni nell'anno successivo all'entrata in esercizio.

Ogni singola indagine sarà realizzata analizzando in continuo la qualità dell'aria mediante un laboratorio mobile.

È opportuno sottolineare che le misure, qualora effettuate in aree nelle quali la sorgente non sia rappresentata esclusivamente dalle lavorazioni di cantiere, ma il traffico veicolare rappresenti comunque una fonte emissiva apprezzabile, non dovranno essere effettuate in corrispondenza di periodi in cui sono, generalmente, riscontrabili significative alterazioni del traffico, quali ad esempio:

- il mese di agosto;
- le ultime due settimane di luglio;
- le settimane in cui le scuole sono chiuse per le festività di Natale (ultima settimana di dicembre e prima settimana di gennaio) e di Pasqua, nonché nei giorni festivi e prefestivi, quando la circolazione dei veicoli pesanti è limitata o estremamente ridotta, nei giorni di mercato e in quelli che coincidono con particolari eventi attrattori di traffico (feste patronali, fiere, scioperi degli addetti del trasporto pubblico).

Inoltre, si deve avere cura di evitare i periodi contraddistinti da un regime anemologico anomalo, ad esempio in presenza di velocità del vento molto superiori o molto inferiori al valore medio stagionale ed i periodi di pioggia.

### **5.1.3 Svolgimento del monitoraggio tipo**

Le campagne di monitoraggio previste nell'ambito del presente progetto, consentiranno di fornire un quadro di riferimento ambientale *ante operam*, in corso d'opera e *post operam* su un numero opportuno di punti recettori; tutti selezionati in base alle condizioni di esposizione ed

alla loro rappresentatività nei confronti delle situazioni, che caratterizzano ciascuna delle aree di cantiere individuate.

I punti in cui saranno effettuate le misure in corso d'opera e *post operam* saranno i medesimi nei quali si sono effettuate quelle *ante operam* al fine di poter ottenere un confronto significativo.

In ogni area d'indagine è applicata una procedura di rilevamento unificata, al fine di garantire un omogeneo svolgimento delle indagini e la reperibilità dei punti di misura a distanza di tempo.

La metodica di monitoraggio si compone delle seguenti fasi:

- Sopralluogo, nel corso del quale sono state definite le posizioni dei punti di misura destinate al monitoraggio. Le posizioni dei punti di misura sono state georeferenziate rispetto a punti fissi di facile riconoscimento (spigoli di edifici, pali, alberi, ecc.) e fotografate, facendo particolare attenzione alla accessibilità dei siti, anche in fase di costruzione. Nella fase di corso d'opera saranno individuate anche le fasi e sottofasi operative delle attività che saranno svolte, al fine di riconoscere la localizzazione dei carichi emissivi.
- Svolgimento della campagna di misure, in accordo alle prescrizioni riportate nella presente relazione.
- Compilazione delle schede di rilevamento.

#### **5.1.4 Criteri di scelta dei punti di monitoraggio**

Le stazioni di monitoraggio sono state definite considerando, come principali bersagli dell'inquinamento atmosferico, recettori significativamente rappresentativi delle condizioni associabili ai nuclei insediativi disposti in prossimità dello stesso, con la precisa finalità, di monitorare le principali cause di inquinamento, riassumibili nelle seguenti:

- lavorazioni in prossimità dei cantieri;
- traffico dei mezzi di cantiere;
- lavorazioni effettuate sul fronte avanzamento lavori;
- traffico veicolare dell'opera in esercizio.

Gli impatti sull'atmosfera connessi alla presenza dei cantieri sono collegati, in generale, alle lavorazioni relative alle attività di scavo, alla produzione di calcestruzzo, alla movimentazione dei mezzi pesanti e di servizio che possono causare il sollevamento di polvere (originata dalle suddette attività), oltre a determinare l'emissione di gas di scarico nell'atmosfera.

Per quanto riguarda la fase di cantiere, le azioni di lavorazione maggiormente responsabili delle emissioni sono:

- operazioni di scotico delle aree di cantiere;
- formazione dei piazzali e della viabilità di servizio ai cantieri;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare riferimento all'attività dei mezzi d'opera nelle aree di stoccaggio.

Dalla realizzazione e messa in esercizio delle piste e della viabilità di cantiere derivano altre tipologie di interazione tra opera in realizzazione e ambiente:

- dispersione e deposizione al suolo di polveri in fase di costruzione;



- dispersione e deposizione al suolo di frazioni del carico di materiali incoerenti trasportati dai mezzi pesanti;
- sollevamento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle medesime.

Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal sollevamento di polveri dalle pavimentazioni stradali al transito dei mezzi pesanti, dal sollevamento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento e da importanti emissioni localizzate nelle aree di deposito degli inerti.

L'individuazione delle aree d'indagine è stata effettuata sulla base dei risultati dello studio di impatto ambientale e del progetto, attraverso la caratterizzazione degli ambiti territoriali prossimi ai cantieri ed al tracciato stradale, in funzione della condizione anemometrica prevalente, delle caratteristiche morfologiche e vegetazionali del territorio. Inoltre, si sono considerati i ricettori residenziali in quanto ritenuti i più sensibili agli effetti dell'inquinamento atmosferico, ma anche le peculiarità naturalistiche dell'area.

### 5.1.5 Localizzazione delle stazioni di monitoraggio

Sulla base dei criteri di scelta dei punti di monitoraggio descritti nel paragrafo precedente, è emersa l'opportunità di individuare una sola postazione di misura localizzata in prossimità dell'attraversamento del Rio Masone, in adiacenza del cantiere base CO-01.

Il monitoraggio è stato esteso anche alla fase di corso d'opera e di post operam, nonostante le risultanze dello studio di impatto ambientale stimino trascurabile l'inquinamento atmosferico prodotto dalle realizzazioni delle opere in progetto.

Nella seguente tabella si riporta la localizzazione puntuale delle stazioni di monitoraggio.

CODICE PUNTO RILIEVO	LOCALIZZAZIONE	FASE DI MONITORAGGIO		SORGENTI /AZIONI DI PROGETTO
ATM 01	Km 13+270	AO	SI	Traffico veicolare
		CO	SI	Traffico veicolare / Cantiere CO-01
		PO	SI	Traffico veicolare

Tuttavia, in considerazione della contiguità territoriale degli interventi di arginatura e canalizzazione eseguiti dalla Regione, della variante stradale eseguita da Anas, delle richieste di verifica dei ricettori situati nella zona di via Berlino di ARPA, si è previsto quanto segue:

- I dati monitorati dalla centralina CA1 prevista dalla RAS saranno acquisiti al fine di verificare lo stato dell'inquinamento nella zona di Via Berlino.
- Il punto di monitoraggio ATM01 (ANAS) ubicato nelle vicinanze del punto AT4 (RAS) è stato mantenuto in quanto è necessario ad ANAS effettuare anche il monitoraggio post operam di tale componente. Pertanto i dati rilevati da tale centralina saranno forniti da ANAS a RAS per le verifiche di competenza.

### 5.1.6 Programma di monitoraggio

Le misure della componente in esame saranno effettuate in continuo con mezzo mobile e avranno in ogni caso una durata di una settimana.

Nel caso in cui sia rilevabile una significativa variabilità nel carico emissivo, il monitoraggio sarà svolto in corrispondenza del periodo caratterizzato dai valori massimi di emissione.

Dovranno essere evitati i periodi contraddistinti da un regime anemologico anomalo, ad esempio in presenza di velocità del vento molto superiori o molto inferiori al valore medio

stagionale. Si avrà cura di includere nelle misure un numero significativo di misure in condizioni di calma di vento che, se pure non molto frequenti nel comprensorio in esame (meno del 20 % del totale), possono dar luogo alle maggiori concentrazioni nelle immediate vicinanze dell'asse stradale.

In linea con l'articolazione temporale delle attività di monitoraggio, per la componente in esame, è riportata nella tabella seguente.

CODICE PUNTO RILIEVO	FASE DI MONITORAGGIO	PARAMETRI DA MONITORARE	DURATA	PERIODO DI ESECUZIONE DEI RILIEVI
ATM 01	Ante Operam	PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	15 giorni	Misura unica
	Corso d'Opera	PTS, PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	15 giorni	Trimestrale
	Post Operam	PTS, PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	15 giorni	Misura unica

### 5.1.7 Riepilogo del piano di misure

Nella tabella seguente si descrivono in dettaglio il tipo, il numero e la tipologia dei rilievi previsti per la Componente Atmosfera, nel punto di rilievo, secondo l'articolazione temporale (durata e frequenza) illustrata sopra e coerentemente con la durata dei lavori prevista dal cronoprogramma.

PUNTI DI RILIEVO	FASI DI MONITORAGGIO		
	A.O.	C.O.	P.O.
ATM 01	1	6	1
Tot. rilievi	1	6	1

## 5.2 AMBIENTE IDRICO: ACQUE SUPERFICIALI

Lo stato delle acque superficiali è riferibile sia ad aspetti qualitativi che quantitativi; nello specifico del presente Piano di Monitoraggio, sono riconducibili a:

- aspetti qualitativi: contaminazione, perdita di funzionalità dei corpi idrici;
- aspetti quantitativi: alterazione del regime idrologico, consumo di idrorisorse superficiali.

Lo scopo del monitoraggio è quello di evidenziare eventuali modifiche dello stato qualitativo delle acque superficiali e in particolare:

- dello stato qualitativo delle acque e dei corpi idrici superficiali;
- dell'assetto idrografico superficiale;
- della disponibilità delle risorse idriche superficiali.

L'azione di monitoraggio dovrà consentire di determinare la presenza di eventuali modifiche dello stato delle acque superficiali e, nel caso, se sono riconducibili alla realizzazione dell'opera

ed al suo funzionamento, con lo scopo specifico di poter individuare azioni correttive o mitigative al fine di raggiungere condizioni prossime allo stato quali-quantitativo preesistente.

Nelle diverse fasi di monitoraggio, al fine di evidenziare le possibili interferenze, provenienti da aree esterne a quelle di intervento, indipendenti quindi da esso, saranno valutate con specifici rilievi le caratteristiche quali-quantitative dei corpi idrici a monte delle aree potenzialmente investite dall'opera.

La definizione dello stato di qualità delle acque superficiali prenderà come riferimento gli obiettivi minimi di qualità ambientale dei corpi idrici significativi, previsti dalla vigente normativa in materia di tutela delle acque.

Ai fini di poter disporre di un quadro di riferimento qualitativo organico e coerente con gli standard adottati a livello nazionale e con le reti locali di monitoraggio, viene operata la scelta dei citati obiettivi minimi di qualità, selezionando gli indicatori in relazione alle attività previste per la realizzazione dell'opera e ai meccanismi indotti dal suo funzionamento (post operam).

### **5.2.1 Quadro di riferimento tecnico e normativo**

#### **Leggi comunitarie**

- DIRETTIVA 2000/60/CE (Water Framework Directive, WFD) del 23.10.2000;
- DECISIONE 2001/2455/CE Parlamento Europeo e Consiglio del 20.11.2001: istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque che modifica la (GUCE L.15/12/2001, n. 331);
- DIRETTIVA 91/676/CEE del 12.12.1991: protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole;
- D. LGS. 11.05.99, n.152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento dei nitrati provenienti da fonti agricole", aggiornato ed integrato con il Decreto Legislativo 18.08.2000 n.258;
- DECISIONE 2001/2455/CE Parlamento Europeo e Consiglio del 20.11.2001: istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE. (GUCE L 15/12/2001, n. 331);

#### **Leggi nazionali**

- Decreto Legislativo 02/02/2001 n. 31 - Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.
- Decreto Legislativo 2 febbraio 2002, n. 27 - Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano
- Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 19/08/2003 - Modalità di trasmissione delle informazioni sullo stato di qualità dei corpi idrici e sulla classificazione delle acque.
- Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 06/11/2003 n. 367 - Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152.

- Direttiva 27 maggio 2004 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio - Disposizioni interpretative delle norme relative agli standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose
- Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 28/07/2004 - Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del deflusso minimo vitale, di cui all'articolo 22, comma 4 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152
- Decreto Legislativo 03/04/2006 n° 152 - Norme in materia ambientale.
- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
- Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 116 - Attuazione della direttiva 2006/7/Ce relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e abrogazione della direttiva 76/160/Cee
- Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 16 giugno 2008, n. 131. Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 14.4.2009, n. 56 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo"
- Decreto Legislativo 30/2009 Attuazione della direttiva 2006/118/Ce, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 8 novembre 2010, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- Decreto Legislativo 10/12/2010 n° 219 Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.

### Leggi regionali

- Legge Regionale 19 luglio 2000, n. 14 - Attuazione del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, sulla tutela delle acque dall'inquinamento, modifica alle leggi regionali 21 settembre 1993, n. 46 e 29 luglio 1998, n. 23 e disposizioni varie.
- Legge Regionale del 6-12-2006 n. 19 Disposizioni in materia di risorse idriche e bacini idrografici.  
Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI) approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006. Le Norme di Attuazione del P.A.I.

sono state aggiornate e approvate con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.35 del 21 marzo 2008.

- Piano stralcio di bacino regionale per l'utilizzo delle risorse idriche adottato con Deliberazione n. 17/15 del 26.4.2006
- Piano di Tutela delle Acque (PTA), piano stralcio del Pano di Bacino, approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n. 14/16 del 4 aprile 2006.
- Delibera Giunta Regionale del 4 dicembre 2009, n. 53/24 Direttiva Quadro sulle Acque (Direttiva 2000/60/CE). Caratterizzazione dei Corpi Idrici Superficiali del distretto idrografico della Sardegna. Identificazione dei corpi idrici per le diverse categorie dell'analisi delle pressioni e degli impatti.
- Delibera Giunta Regionale del 4 dicembre 2009, n. 53/22 Direttiva Quadro sulle Acque (Direttiva 2000/60/CE). Programma di monitoraggio dei Corpi Idrici Superficiali del distretto idrografico della Sardegna.

#### **Linee guida**

- Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale, "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D.Lgs. n.163 del 12/04/06", Rev. 2 del 23 luglio 2007

#### **Standard per gli accertamenti:**

- Norme IRSA-CNR
- Norme UNICHIM-UNI
- APAT - IRSA 9010 vol. 29/2003

#### **Norme ISO:**

- ISO 5667-1/1980 (Guidance on the design of sampling programmes);
- ISO 5667-2/1991 (Guidance on sampling techniques);
- ISO 5667-3/1985 (Guidance on the preservation and handling of samples);
- ISO 5667-10/1992 (Guidance on sampling of waste waters);
- ISO/TC 147 (Water quality);
- ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

### **5.2.2 Lavorazioni da monitorare**

I possibili fattori d'impatto sulla componente acque superficiali sono legati al transito dei mezzi di cantiere ed alla realizzazione delle due opere di attraversamento. Conseguentemente si potranno determinare alterazioni della qualità delle acque con aumento della torbidità.

Il progetto prevede specifiche misure di mitigazione per il rischio di contaminazione delle acque superficiali che, per la fase di realizzazione, consistono nella raccolta delle acque di cantiere e in apposite prescrizioni gestionali e, per la fase di esercizio, nella realizzazione di una vasca di prima pioggia per la gestione delle acque di piattaforma ad infrastruttura realizzata.

In particolare, nella gestione del cantiere si prevede il collettamento delle acque dei piazzali, il convogliamento dei reflui e dell'acqua di risulta del lavaggio dei mezzi per una fase di trattamento che precede l'immissione nel recettore. In fase di esercizio l'idraulica di piattaforma prevede un sistema chiuso, con trattamento in vasche di prima pioggia prima della immissione ai recettori.



Con queste premesse e con il presente PMA, sono stati sottoposti a monitoraggio tutti i corpi idrici ricettori per quanto riguarda la fase realizzativa prima e di quella dell'esercizio poi. Si provvederà, inoltre, a dare evidenza delle autorizzazioni allo scarico nei suddetti ricettori, prevedendo anche un programma di autocontrollo degli stessi, al fine di verificarne la conformità ai sensi del D.Lgs. 152/06 e della Direttiva Regionale di Disciplina degli Scarichi.

Nella fase *ante operam*, in virtù della scarsa presenza di acqua rilevata, dovranno essere indagate le possibilità reali di monitoraggio legate a tali condizioni idrografiche. Le campagne di misura saranno comunque programmate nell'arco delle diverse fasi temporali, relative alla realizzazione dell'infrastruttura stradale. Qualora si riscontrasse, nella fase di indagine *ante operam*, la scarsa rappresentatività di alcuni dei siti di indagine prestabiliti, si proporranno correzioni alle successive fasi di indagine relativi alla localizzazione e alla natura delle verifiche da effettuarsi. Tali eventuali modifiche saranno concordate con l'ARPAS.

Le vasche di prima pioggia garantiranno ai sensi del D.Lgs. 152/06 e della Direttiva Regionale di Disciplina degli Scarichi la raccolta delle acque di prima pioggia e lo svuotamento entro le 72 ore, consentendo l'accesso a gli scarichi per i controlli delle autorità competenti.

### **5.2.3 Procedura di gestione del cantiere**

Per la gestione del controllo ambientale del cantiere è stata messa a punto la procedura di seguito descritta.

Le acque presenti nel cantiere sono:

1. Acque meteoriche di allevamento dei piazzali del cantiere,
2. Lavaggio gomme dei mezzi che trasportano il materiale scavato, il calcestruzzo ed altri materiali per la costruzione;
3. Lavaggio canale delle autobetoniere;
4. Scarichi civili.

I piazzali del cantiere e le aree di sosta delle macchine operatrici saranno dotati di una regimazione idraulica, che consente la raccolta delle acque di qualsiasi origine (piovane o provenienti da processi produttivi), per convogliarle nell'unità di trattamento generale.

Le acque provenienti dal lavaggio dei mezzi meccanici o dei piazzali dell'officina, che sono ricche di idrocarburi ed olii, nonché di sedimenti terrigeni verranno sottoposte ad un ciclo di disoleazione, prima di essere immessi nell'impianto di trattamento generale. I residui del processo di disoleazione saranno smaltiti come rifiuti speciali in discarica autorizzata.

Le acque che provengono dal lavaggio delle botti, per il trasporto di conglomerato cementizio e spritz-beton, contengono una forte componente di materiale solido che, prima di essere immesso nell'impianto di trattamento generale, sarà separato dal fluido mediante una vasca di sedimentazione.

Per quanto riguarda le acque provenienti dagli scarichi di tipo civile, connesse alla presenza del personale di cantiere, saranno immesse in fosse settiche a tenuta, che verranno spurgate periodicamente.

Qualora dovessero essere effettuati dei getti in calcestruzzo nei pressi di falde idriche sotterranee, si dovrà provvedere all'intubamento ed all'isolamento del cavo, al fine di evitare la dispersione in acqua del cemento e degli additivi.

Vengono di seguito descritti gli interventi che saranno previsti nella fase di realizzazione delle opere stradali di progetto, allo scopo di evitare l'inquinamento delle acque superficiali e



sotterranee, l'alterazione del deflusso delle acque di ruscellamento, nonché gli interventi che verranno realizzati per la raccolta ed il trattamento delle acque di scarico.

In particolare, per quanto riguarda la potenziale alterazione dei corsi d'acqua limitrofi alle aree di intervento, che potrebbe avvenire in seguito allo sversamento accidentale di sostanze inquinanti e/o pericolose, è prevista una corretta gestione dei materiali, finalizzata a stabilire le procedure rivolte alla gestione delle sostanze e dei preparati pericolosi, nonché a definire gli interventi da realizzare in situazioni di emergenza, relativamente ad eventi di elevate ricadute ambientali, quali lo sversamento diretto nel corpo idrico e/o nel suolo.

A tale proposito, allo scopo di prevenire fenomeni di inquinamento diffuso, saranno realizzate delle reti di captazione, drenaggio ed impermeabilizzazione temporanee, soprattutto in corrispondenza dei punti di deposito carburanti o di stoccaggio di sostanze inquinanti, finalizzate ad evitare che si verifichino eventuali episodi di contaminazione, nel caso di sversamenti accidentali.

Nel seguito vengono indicati gli interventi che, compatibilmente con le esigenze del cantiere, possono essere realizzati come impermeabilizzazioni di tipo temporaneo:

- costipazione di terreno argilloso e successiva apposizione di materiale terroso compattato;
- apposizione di guaina impermeabile e di materiale terroso compattato;
- realizzazione di uno strato di asfalto.

Per quanto concerne gli interventi che saranno previsti per il trattamento delle acque di scarico, questi saranno individuati in funzione della loro origine; in particolare, le acque di supero prodotte durante le fasi di getto del calcestruzzo occorrente per la realizzazione di opere d'arte (plinti, spalle, pile) verranno raccolte in apposite vasche e/o fosse rese impermeabili (anche con dei semplici teloni in materiale plastico), che saranno predisposte nelle immediate adiacenze delle opere da realizzare.

La realizzazione di tali vasche consentirà di evitare la dispersione di acqua mista a cemento che, mescolandosi alle acque superficiali, ovvero penetrando nel terreno ed incontrando le acque di falda, potrebbe provocarne l'inquinamento.

Le acque di supero verranno quindi opportunamente fatte decantare, allo scopo di consentire la sedimentazione delle sostanze inquinanti ed il successivo deflusso nell'ambiente.

Per quello che riguarda le acque derivanti dal lavaggio dei mezzi di trasporto e delle macchine operatrici, il trattamento previsto consiste nella sedimentazione delle particelle grossolane in una vasca a calma idraulica e nella disoleatura per le particelle grasse e gli olii, che dovranno poi essere convogliati in un pozzetto di raccolta, per poi venire inviati a trattamento e recupero, ovvero ad idoneo smaltimento.

Relativamente agli scarichi civili, nei casi in cui non è presente la fognatura pubblica, questi saranno indirizzati in apposite fosse di raccolta di tipo Imhoff ovvero in caso di servizi igienici mobili raccolti negli appositi contenitori che saranno svuotati periodicamente da mezzi di raccolta ed allontanate verso recapiti autorizzati al trattamento. Per quanto riguarda le acque meteoriche, è previsto il loro convogliamento nell'apposita rete di captazione costituita da pozzetti in calcestruzzo e tubazioni interrato, che trasportano tutte le acque nella vasca di drenaggio.

Si evidenzia, inoltre, che nel caso di recapito degli scarichi nelle acque superficiali, occorre rispettare quanto previsto dal D.lgs. n.152/06 che, all'art.105, determina che sono ammesse solo acque depurate con valore dei reflui entro i limiti della tab. 3 dell'Allegato 5 alla Parte Terza del suddetto decreto, che prescrive in particolare:

- BOD5  $\leq$  40 mg/litro;
- Solidi sospesi  $\leq$  80 mg/litro

Per quanto riguarda, infine, l'aumento dei processi di erosione e trasporto solido indotto dall'impermeabilizzazione di aree più o meno vaste, dovuta alla localizzazione dei siti di cantiere e delle aree di lavorazione, si evidenzia come questo fenomeno determina l'aumento di quantità delle acque che, in caso di eventi meteorici, ruscellano verso i corpi idrici naturali, con concentrazione di deflusso.

A tale proposito, al fine di evitare l'alterazione del deflusso delle acque di ruscellamento, è prevista la realizzazione di un opportuno impianto di raccolta e drenaggio, adeguatamente dimensionato in modo da rallentare il flusso delle acque, consentendo il deposito dei detriti.

Il suddetto sistema sarà in grado di far defluire le acque, con particolare riferimento a quelle di prima pioggia, verso il disoleatore e, quindi, nella vasca di raccolta; per entrambe, è previsto lo svuotamento periodico dei residui, che verranno allontanati verso discariche autorizzate.

#### 5.2.4 Monitoraggio ante operam

Il Monitoraggio *Ante Operam* (MAO) dell'Ambiente Idrico Superficiale ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche dei corsi d'acqua in condizioni esenti da disturbi, ovvero in assenza dei disturbi provocati dall'opera in progetto. Il MAO ha anche lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio, che dovessero verificarsi in *Corso d'Opera*, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle particolarità del corso d'acqua tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico.

Il Monitoraggio AO offrirà un'istantanea dei corsi d'acqua da confrontare con eventuali dati dei monitoraggi successivi (corso d'opera e post operam).

Si prevede che il Monitoraggio Ante Operam sia effettuato nei 6 mesi antecedenti l'avvio dei lavori, ovviamente tenendo conto delle caratteristiche locali. Si evidenzia, infatti, che i corsi d'acqua in questione risultano asciutti per la gran parte dell'anno.

Dato il carattere torrentizio dei corsi d'acqua presenti (ovvero portata non costante durante l'anno e possibile assenza di acqua), in seguito alle misure eseguite si deciderà se monitorare il corso d'acqua oltre che in base allo stato fisico anche in base alle loro condizioni chimico-fisico-batterologiche.

##### 5.2.4.1 Parametri da determinare

I parametri che si prevede di indagare nel monitoraggio ante operam sono i seguenti:

##### Analisi chimico-batterologiche:

pH	durezza totale
alcalinità	cloruri
solfati	azoto ammoniacale
nitriti	nitrati
conduttività elettrica specifica	fosforo totale
ferro	ossidabilità al permanganato
calcio	magnesio
rame	cadmio
piombo	cromo
composti organoalogenati	idrocarburi policiclici aromatici
Esterichia coli	coliformi

coliformi fecali	streptococchi fecali
Test di biotossicità	Test Microtox basato sull'emissione di luminescenza da parte del batterio <i>Vibrio fischeri</i>
Test con <i>Daphnia magna</i>	

#### Misure idrologiche e di carattere chimico-fisico

portata	temperatura dell'acqua
temperatura dell'aria	conducibilità elettrica
pH	Ossigeno disciolto
potenziale redox	

#### 5.2.4.2 Frequenza delle operazioni

In considerazione delle caratteristiche territoriali, per ciascun punto di monitoraggio è previsto:

- Determinazioni idrologiche e di carattere chimico-fisico: 1 volta
- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche: 1 volta

L'ubicazione dei punti è rappresentata nelle tavole allegare (vedi all. T00MO00MOAPL01A *Planimetria con ubicazione dei punti di monitoraggio ambientale*).

#### 5.2.5 Monitoraggio in Corso d'Opera

Il Monitoraggio in *Corso d'Opera* (MCO) ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non alteri i caratteri qualitativi del sistema delle acque superficiali.

A differenza del Monitoraggio Ante Operam (MAO), che deve fornire una fotografia dello stato esistente, senza alcun giudizio in merito alla sua qualità, il MCO dovrà confrontare quanto via via rilevato con lo stato *Ante Operam* e segnalare le eventuali divergenze da questo; a tal fine è prevista la predisposizione di punti di monitoraggio sia a monte che a valle degli attraversamenti dei corsi d'acqua principali interferenti con l'opera in progetto o con le aree di cantiere.

A valle del rilevamento e della segnalazione di scostamenti rispetto ai caratteri preesistenti, il MCO dovrà avviare le procedure di verifica, per confermare e valutare lo scostamento, e di indagine per individuarne le cause.

Una volta stabilite queste dovrà dare corso alle contromisure predisposte o elaborate al momento nel caso di eventi assolutamente imprevisti.

Il Monitoraggio in *Corso d'Opera* avrà una durata pari al tempo di realizzazione delle opere o di permanenza delle aree di cantiere.

##### 5.2.5.1 Parametri da determinare

Anche nel MCO i parametri previsti da monitorare sono esattamente gli stessi del MAO.

##### 5.2.5.2 Frequenza delle operazioni

Durante le lavorazioni correnti, saranno effettuate misure e determinazioni di campagna bimestrali nel solo periodo invernale in considerazione della stagionalità dei corpi idrici.

La tabella a cui fare riferimento è la stessa in cui sono indicati tutti i punti di monitoraggio ante operam.

Per l'ubicazione delle sezioni bisogna fare riferimento alle tavole di individuazione dei punti di monitoraggio (vedi all. *T00MO00MOAPL01A Planimetria con ubicazione dei punti di monitoraggio ambientale*).

Riassumendo le tempistiche previste per il monitoraggio si ha:

- Determinazioni speditive chimico-fisiche: ogni 3 mesi;
- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche: ogni 3 mesi.

## **5.2.6 Metodologie e strumentazioni**

### Misure idrologiche

Le misure di portata saranno realizzate con metodo correntometrico e basate sulla utilizzazione di un mulinello idrometrico per la misura della velocità della corrente su sezioni idrauliche note.

Sulla base delle caratteristiche morfo-batimetriche e dimensionali delle sezioni idrauliche investigate, si prevede di realizzare misure con operatore direttamente in alveo. In tal caso ciascuna sezione di misura dovrà essere materializzata sul terreno, mediante apposito picchetto metallico verniciato, ben visibile e facilmente rinvenibile. In ogni caso la sezione di misura deve essere fotografata e opportunamente descritta in apposita monografia.

L'idromulinello è costituito da un corpo metallico fusiforme su cui è montata un'elica di passo 12 cm; i giri dell'elica vengono registrati da un contatore elettronico con preselezione del tempo di misura. L'idromulinello è montato su un'asta metallica graduata su cui è possibile leggere la profondità totale della lama d'acqua e le profondità parziali su una stessa verticale, a cui vengono effettuate le misure di velocità della corrente. Per ottenere valori di deflusso il più attendibili possibile, dovranno essere scelte sezioni di misura con profilo batimetrico regolare, per quanto possibile privo di scabrezza e senza ostacoli a monte (massi, corpi rigidi e vegetazione) che possano interferire sui filetti fluidi. Il numero delle singole misure di corrente è funzione della dimensione, morfologia e omogeneità batimetrica della sezione idrologica: per pochi cm di lama d'acqua è sufficiente un solo rilievo, mentre su profondità decimetriche e metriche sono necessarie più misure per registrare il diverso regime di flusso tra la superficie e il fondo. Sulla base dei principi enunciati la distanza tra le verticali ed il numero di misure per ciascuna verticale è lasciata all'esperienza del rilevatore.

I giri dell'elica registrati sul campo sono trasformati, in base ad un abaco di taratura, in velocità di flusso espresse in metri/secondo, mentre l'intera sezione bagnata viene suddivisa in aree parziali di competenza delle singole velocità o della media di più velocità misurate su una stessa verticale: il prodotto tra velocità di flusso e sezione bagnata di competenza fornisce il valore di portata per ogni singola superficie. Tali misure, integrate tra loro sull'intera sezione idraulica, consentono la determinazione del deflusso totale ricercato.

Al termine delle misure di portata saranno rilevati i seguenti parametri chimico-fisici mediante sonda singola o multiparametrica.

- Temperatura dell'aria (°C);
- Temperatura dell'acqua (°C);
- Conducibilità elettrica (mS/cm);
- pH;

- Ossigeno disciolto e percentuale di saturazione (mg/l, %);
- Torbidità (unità nefelometriche di torbidità);

Per questa ultima misura verrà utilizzato un turbidimetro da campo.

Gli strumenti utilizzati andranno tarati, almeno una volta, all'inizio di ogni giornata di lavoro; i valori rilevati costituiranno la media di tre determinazioni consecutive.

#### Prelievo di campioni

Il monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali prevede campionamenti periodici nei punti prescelti di un quantitativo di acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi di laboratorio. Per la raccolta del campione si utilizzerà una scheda predisposta e sarà redatto un verbale di campionamento che sarà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

In occasione del campionamento sarà effettuata anche la misura di portata e saranno determinati i parametri di campo riportati nel precedente paragrafo.

Il campionamento verrà realizzato tramite sonda a trappola che verrà immersa 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. Il campionamento sarà di tipo medio-continuo raccogliendo in successione continua aliquote parziali di 1 litro fino a riempire un recipiente di circa 12 litri. Il campione così raccolto andrà poi omogeneizzato e ripartito nei contenitori debitamente etichettati e curandone il riempimento fino all'orlo evitando il formarsi di bolle d'aria.

Dovranno essere riempiti i seguenti contenitori:

- 1 bottiglia da 0,5 litri ed una da 1 litro per le analisi batteriologiche
- 1 bottiglia di vetro da 2 litri per analisi chimico-fisiche
- 1 bottiglia di vetro da 2 litri per analisi degli idrocarburi totali
- 1 bottiglia di plastica da 1 litro per analisi metalli

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento, utilizzando un'apposita scheda, che verrà trasmessa in copia al laboratorio di analisi.

In occasione del campionamento verranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la conducibilità elettrica, il pH e l'ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive. Le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti. Per ogni campagna di misure dovrà essere redatto un verbale, utilizzando un'idonea scheda, che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

I contenitori utilizzati, in vetro e/o in PEAD in relazione alla tipologia di analisi, dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- punto di prelievo (nome del corso d'acqua);
- codice dell'indagine;
- data e ora del campionamento.

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 3 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.



### 5.2.7 Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio

Nel presente PMA sono state previste due stazioni di campionamento da effettuarsi con misure a monte e a valle dell'attraversamento.

Le stazioni, descritte nella tabella che segue e rappresentate nella *Planimetria con ubicazione dei punti di monitoraggio ambientale (T00MO00MOAPL01A)* coincidono con i principali viadotti previsti dal progetto, la cui realizzazione può interferire con lo stato di qualità del corso d'acqua.

Stazioni di monitoraggio Ambiente idrico: acque superficiali			
Stazione	Corpo Idrico	Localizzazione	Fasi
ASU-01	Rio San Girolamo	km 12+710	AO, CO
ASU-02	Rio Masone Ollastu	km 13+220	AO, CO

### 5.2.8 Riepilogo del piano di misure

Nella tabella seguente si descrivono in dettaglio il tipo, il numero e la tipologia dei rilievi previsti per la Componente Acque superficiali, in ogni punto di rilievo, secondo l'articolazione temporale (durata e frequenza) illustrata sopra.

PUNTI DI RILIEVO	FASI DI MONITORAGGIO		
	A.O.	C.O. <sup>1</sup>	P.O.
ASU-01	1	2	-
ASU-02	1	2	-
Tot. rilievi	2	4	-

<sup>1</sup> A causa del carattere torrentizio le misure saranno effettuate nel solo periodo invernale

## 5.3 AMBIENTE IDRICO: ACQUE SOTTERRANEE

Il Progetto di Monitoraggio dell'Ambiente Idrico Sotterraneo ha lo scopo di evidenziare le eventuali significative variazioni quantitative e qualitative, determinate dalla realizzazione delle opere in progetto sugli equilibri idrogeologici.

L'eventualità di contaminazione delle falde idriche ad opera di ipotetici inquinanti va riferita, essenzialmente, all'ipotesi di sversamento accidentale di sostanze nocive.

Il rischio derivante dalle potenziali attività d'interferenza potrà essere ridotto sia attraverso un accurato controllo delle varie fasi lavorative in ciascuna delle aree logistiche fisse e mobili da parte del personale preposto, sia attraverso le attività di monitoraggio descritte nel seguito.

L'azione di monitoraggio comporta la costruzione di una rete di rilevamento dati composta da stazioni (piezometri), ovvero l'utilizzo dei dati delle stazioni (ove possibile) esistenti e gestite da Enti pubblici.

### 5.3.1 Quadro di riferimento tecnico e normativo

Per quanto riguarda i riferimenti normativi, valgono gli stessi precedentemente esposti per le acque superficiali (cfr. Cap. 5.2.1)

### **5.3.2 Obiettivi del monitoraggio, strumentazione di misura e parametri da monitorare**

Le interferenze prodotte dall'opera, in fase di realizzazione, sull'ambiente idrico superficiale sono sinteticamente riconducibili all'alterazione delle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche.

Al fine di garantire l'aderenza agli standard nazionali e la confrontabilità con i dati raccolti dalle reti locali e regionali di monitoraggio, il programma di monitoraggio delle risorse idriche sotterranee prende come riferimento lo stato di qualità ambientale delle acque sotterranee relativo alle classificazioni dello stato quantitativo e dello stato chimico riportate dal D.Lgs. 152/99.

#### **Stato quantitativo**

Sulla base del comma 4.4.1 del D.Lgs. n.152/99 i parametri di riferimento per la classificazione quantitativa dei corpi idrici sotterranei devono essere rappresentativi delle caratteristiche dell'acquifero: tipologia, piezometria, permeabilità, coefficiente di immagazzinamento, portata e prelievi.

#### **Stato chimico**

Sulla base del comma 4.4.2 del D.Lgs n.152/99, lo stato chimico delle acque sotterranee, articolato in 5 classi chimiche, viene definito in relazione ad una serie di macrodescrittori selezionati tra i seguenti parametri di base: temperatura, durezza, conducibilità elettrica, bicarbonati, calcio, cloruri, magnesio, potassio, sodio, solfati, ione ammonio, ferro, manganese, nitrati.

### **5.3.3 Caratterizzazione dello stato attuale**

L'area di intervento si concentra in corrispondenza di una piana alluvionale in cui la falda si trova in collegamento con le acque di subalveo. Se da un lato, pertanto, sono ipotizzabili transitori e localizzati effetti di intorbidimento delle acque in corrispondenza dell'interfaccia stessa, si ritengono sostanzialmente trascurabili gli effetti legati alla variazione delle condizioni dinamiche della falda ed in particolare dei livelli freaticometrici in corrispondenza delle zone perfluviali.

La soggiacenza della superficie freatica nelle condizioni attuali è sempre molto limitata e comunque prossima al piano campagna.

Dal punto di vista qualitativo il PTA della Regione Sardegna fornisce una classificazione dell'acquifero "13 - Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Capoterra-Pula" riferita ai principali parametri oggetto di monitoraggio (in corrispondenza del punto di monitoraggio 81000020 Capoterra Pozzo Irriguo 9 AS8118). Dal punto di vista dei parametri considerati l'acquifero viene classificato in Criticità di classe 1, ovvero come acquifero nei quali uno o più parametri in classe 4 secondo la tabella 20 dell'Allegato 1 del D.Lgs, 152/99 e s.m.i., sono da attribuirsi con certezza all'ingressione marina, perché sono effettuati prelievi medi o abbondanti ed il livello della superficie piezometrica è prossimo al livello del mare ed anche perché tale fenomeno è stato studiato ed evidenziato nell'ambito di altri studi.

Nello studio ricognitivo dell'evento alluvione del 28.10.2008 (Allegato alla Delibera n. 21/19 del 5 maggio 2009), è stato analizzato lo stato dei corpi idrici in funzione del sistema di classificazione delle acque sotterranee del D.Lgs 152/1999 (al quale si fa riferimento nella caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei ai sensi del D.Lgs 152/2006). Sono stati presi in considerazione i parametri conducibilità elettrica specifica, cloruri, solfati, nitrati, ione ammonio, ferro e manganese e, sulla base dei limiti riportati nella tabella 20 dell'Allegato 1 del D.Lgs.

152/99 – “Classificazione chimica in base ai parametri di base”, è stata attribuita una classe di qualità chimica per ciascuno di tali parametri.

Pertanto, utilizzando la media dei dati disponibili dal 2003 al 2008 per ciascun parametro sono state ottenute le seguenti classificazioni per il pozzo di monitoraggio di Capoterra.

Parametro	CES	cloruri	solforati	nitrati	ione ammonio	ferro	manganese
Classe	2	4	2	3	2	1	2

Classificazione chimica dei parametri di base (monitoraggio Capoterra 2003-2008).

È stata perciò attribuita una classe di qualità chimica delle acque pari a 4, cioè “impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti”. In questo caso la classe 4 deriva dal valore elevato di cloruri, attribuibile al fenomeno dell'intrusione salina causata dall'eccessivo sfruttamento della falda, fenomeno ben noto per il settore di Capoterra. Anche la concentrazione media di nitrati, pari a 34 mg/L, è relativamente elevata e in due campionamenti sono stati superati i 50 mg/L (norma di qualità fissata dalla Dir. 2006/118 CE).

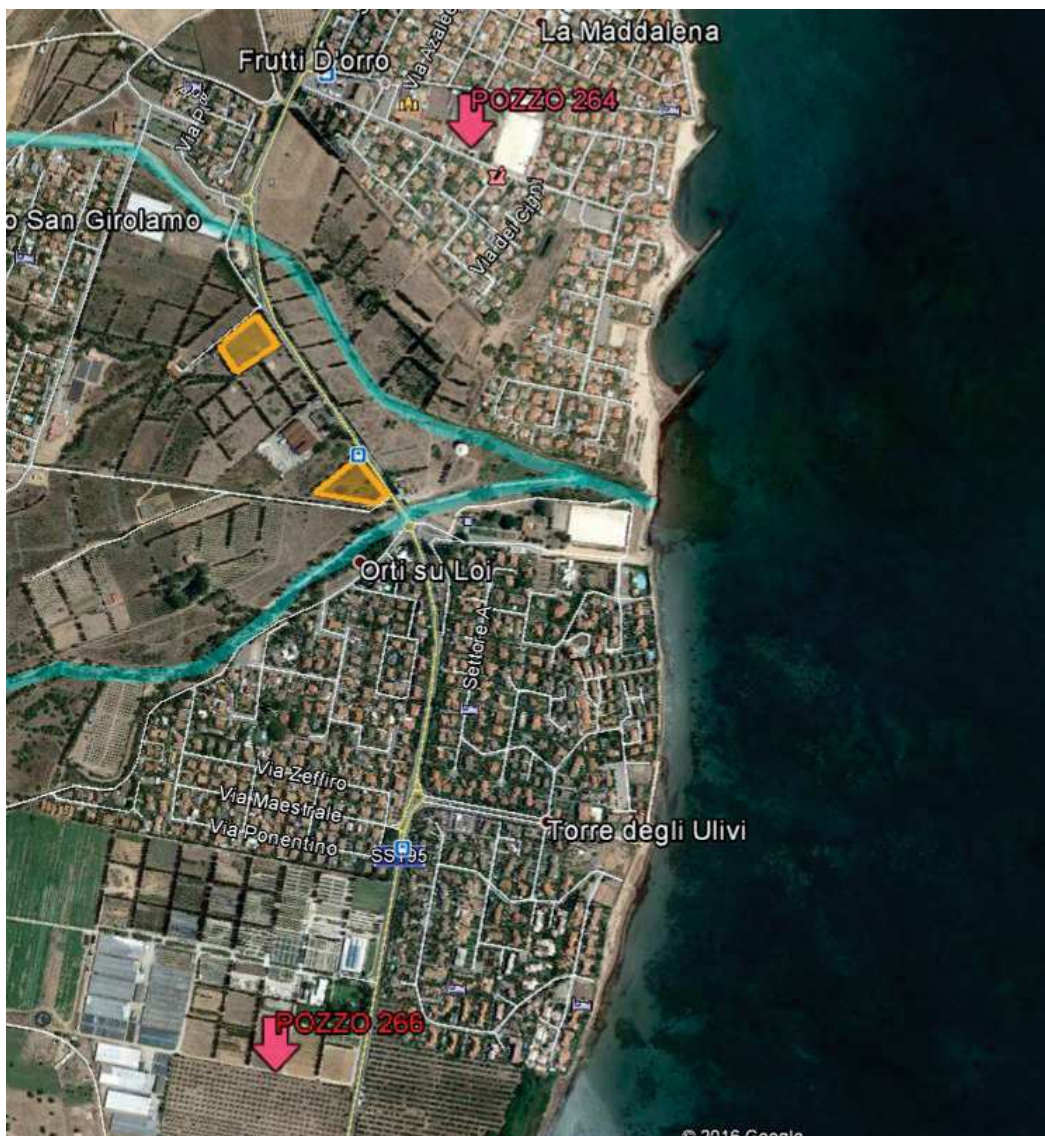
Inoltre, in prossimità dell'area in esame esistono due pozzi (264 e 266), soggetti a monitoraggio regionale, ubicati a Frutti d'oro e a Frutti d'oro 2 e sui quali esistono dei dati relativi al biennio 2011-2012 (2 misurazioni all'anno per pozzo).

I dati ricavati sui due pozzi in questione sono riassunti nella tabella sottostante (con lo stesso criterio del monitoraggio 2003-2008 precedentemente esposto):

Pozzo	Data	PARAMETRI						
		Ces	Cloruri	Solfati	Nitrati	Ione ammonio	Ferro	Manganese
264	12/04/2011	2	2	2	3	1	2	1
	10/10/2011	2	2	2	3	1	1	1
	07/03/2012	2	4	2	3	1	1	1
	05/09/2012	2	4	2	3	1	1	1
266	05/04/2011	2	2	2	3	1	1	2
	05/10/2011	2	2	1	2	1	1	1
	07/03/2012	2	2	2	3	1	2	2
	03/09/2012	2	2	2	3	1	4	4

Classificazione chimica dei parametri di base (monitoraggio pozzi 264 e 266 2011-2012).

Dalla tabella si evince che le classi di appartenenza dei parametri sono tendenzialmente in linea con quelli esposti in precedenza, con un tenore in cloruri meno compromesso (classe 2) rispetto alla tabella monitoraggio 2003-2008, ma con presenza tuttavia di valori elevati (pozzo 264: classe 4 sui campioni (07/03/2012 e 05/09/2012). Non risultano pertanto elevati valori di salinità per il periodo considerato. La rilevazione dei picchi nel tenore dei cloruri risulta presumibilmente legata a periodi di scarsa presenza di acqua in falda (scarsi afflussi idrometeorici).



Ubicazione dei pozzi 264 e 266 soggetti a monitoraggio RAS.

### 5.3.1 Criteri per la selezione dei punti di monitoraggio

Per la scelta e la definizione dei punti di monitoraggio bisogna tenere conto della tipologia delle lavorazioni, individuando quelle particolarmente rischiose dal punto di vista della preservazione delle acque sotterranee, come le opere d'arte con fondazioni profonde e le zone di cantiere.

Andranno quindi realizzati altri punti di monitoraggio, attraverso la creazione di pozzi nelle zone individuate come vulnerabili.

Le possibili interferenze con le acque sotterranee ed i conseguenti potenziali impatti, possono verificarsi in conseguenza dell'interessamento dell'interfaccia tra la falda e l'idrografia superficiale.

I punti di controllo saranno posizionati in aree che appartengono alle seguenti categorie:

- aree di realizzazione fondazioni;



- aree di cantiere.

Per ciascun punto di monitoraggio sono previste misure di campo, prelievo di campioni e analisi di laboratorio.

Le natura delle opere in progetto rendono comunque improbabili perturbazioni apprezzabili della superficie freatica e di conseguenza del rapporto tra le acque dolci e quelle salate.

### 5.3.2 Criteri per la scelta dei parametri da monitorare

I criteri adottati sono quelli individuati dal Piano di Tutela delle Acque.

All'interno del Piano, per ogni acquifero significativo è stato definito lo stato chimico, secondo quanto indicato nell'allegato 1 del D. Lgs. 152/99 e s.m.i., tenendo conto che i dati analizzati sono riferiti ad un unico campionamento e che il numero dei punti d'acqua per acquifero è inadeguato per una classificazione esaustiva del corpo idrico sotterraneo. Inoltre, per alcuni acquiferi e per certi parametri di base, l'attribuzione alla classe 4 – "Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti" o alla classe 0 - "Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra del valore della classe 3", e cioè l'attribuzione di concentrazioni elevate di determinate sostanze a cause antropiche o naturali, è controversa, in particolare quando si è in presenza non di un'unica motivazione ma di concause.

Il piano, sulla base dei rilievi effettuati, procede alla classificazione chimica degli acquiferi regionali, tra cui quelli in oggetto, sulla base Tabella 20 dell'Allegato 1 del D.Lgs. 152/99 – "Classificazione chimica in base ai parametri di base" qui di seguito riportata:

Tabella 7-23: Classificazione chimica in base ai parametri di base

Parametro	Unità misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0 (*)
C: E.S.	$\mu\text{S/cm}$ (20°C)	> 400	< 2500	< 2500	>2500	>2500
Cloruri	mg/l	< 25	< 250	< 250	>250	>250
Manganese	$\mu\text{g/l}$	< 20	< 50	< 50	>50	>50
Ferro	$\mu\text{g/l}$	<50	<200	< 200	>200	>200
Nitrati	mg/l di $\text{NO}_3$	< 5	< 25	< 50	> 50	
Solfati	mg/l di $\text{SO}_4$	< 25	< 250	< 250	>250	>250
Ione ammonio	mg/l di $\text{NH}_4$	< 0,05	< 0,5	< 0,5	>0,5	>0,5

(\*) Se la presenza di tali sostanze è di origine naturale, sarà automaticamente attribuita la classe 0.



Tabella 7-24: Classificazione chimica dei corpi idrici sotterranei

Classe	Descrizione
Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche.
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche.
Classe 3	Impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione.
Classe 4	Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti.
Classe 0 (*)	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in

Tale classificazione inquadra gli acquiferi di nostro interesse nella classe 4.

### 5.3.3 Monitoraggio Ante Operam

In questa fase si prevede di condurre gli accertamenti di seguito riportati:

- Acquisizione presso gli enti locali deputati al controllo delle acque sotterranee di dati che possono essere utili ai fini del progetto di monitoraggio;
- Coordinamento delle attività sulla base del programma temporale dei lavori
- Misura dei livelli piezometrici;
- Definizione delle caratteristiche fisico-chimico e batteriologiche delle acque sotterranee tramite il prelievo e l'analisi di campioni d'acqua dai piezometri;
- Verifica dei pozzi presenti nel raggio di 200 metri dal perimetro dell'area di monitoraggio, od eventualmente presenti in essa, con rilievo delle caratteristiche e degli usi della risorsa;
- Censimento di tutti gli scarichi sul suolo (civili abitazioni non allacciate al sistema fognario, aziende agricole che effettuano fertirrigazione) presenti a monte (rispetto al flusso presumibile medio areale di falda) situati a distanza di 200 metri dal perimetro dell'area sottoposta a monitoraggio;
- Ricostruzione di dettaglio della situazione idrogeologica locale effettuata sulla base dei dati delle perforazioni necessarie alla realizzazione delle stazioni di misura.

#### 5.3.3.1 Parametri da determinare

Le misure che andranno effettuate sono di diverso tipo.

#### Parametri idrologici

- Misura del livello statico;
- Prova di portata a gradini e sua interpretazione alla luce della teoria dell'equilibrio (metodo Dupuit Thiem);
- Prova a portata costante ;
- Prova di risalita e interpretazione della prova secondo l'approccio Jacob;

- Determinazione della trasmissività tramite la portata specifica.

Negli stessi punti in cui si eseguono i prelievi dei campioni d'acqua andranno anche eseguite le misure di carattere idrologico chimico-fisico:

- temperatura dell'acqua;
- temperatura dell'aria;
- potenziale redox.
- chimico-batteriologiche, quali:

pH	durezza totale
alcalinità	cloruri
solfati	azoto ammoniacale
nitriti	nitrati
conducibilità elettrica specifica	fosforo totale
ferro	ossidabilità al permanganato
calcio	magnesio
rame	cadmio
piombo	cromo
composti organoalogenati	idrocarburi policiclici aromatici
esterichia coli	coliformi
coliformi fecali	streptococchi fecali

I parametri seguenti sono quelli non previsti in genere, ma aggiunti per le motivazioni già esposte precedentemente:

Residuo fisso	T.O.C
Sodio	Potassio
Tetracloroetilene	Manganese
Arsenico	Idrocarburi totali
Solventi Clorurati	Solventi aromatici
Fenoli	Tensioattivi anionici
Tensioattivi non ionici	Tricloroetano
Tricloroetilene	

#### 5.3.3.2 Frequenza delle operazioni

Immediatamente prima della fase di costruzione e di accantieramento, nei luoghi scelti per il monitoraggio dovrà essere eseguita una serie di campagne complete di prelievi e misure.

Tali campagne saranno finalizzate alla caratterizzazione qualitativa e quantitativa degli acquiferi, quale situazione di riferimento per individuare le eventuali modificazioni significative causate dall'intervento costruttivo; per tale fase si prevede una durata di 3 mesi.

Le misurazioni saranno n. 2 per ogni punto, effettuate all'inizio e alla fine del periodo di indagine.

#### 5.3.4 Monitoraggio in Corso d'Opera

In questa fase si prevede:

- Misura dei livelli piezometrici nei punti di misura;

- Accertamento di eventuali variazioni significative delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque sotterranee, indotte dalla realizzazione delle opere (fondazione, scavi) o di eventi accidentali che si possano verificare, tramite prelievo e l'analisi di campioni d'acqua dai piezometri di ciascun'area.

#### 5.3.4.1 Parametri da determinare

Anche nel monitoraggio in corso d'opera i parametri da monitorare previsti sono gli stessi dell'Ante Operam, cui si rimanda per una puntuale elencazione.

#### 5.3.4.2 Frequenza delle operazioni

Le attività di monitoraggio saranno concentrate nel periodo di realizzazione dei ponti sul Rio San Girolamo, sul Rio Masone Ollastu per quanto riguarda i punti ASO\_01 e ASO\_02, mentre nel periodo di costruzione della Rotatoria "C- Su Spantu" per quel che riguarda il punto ASO\_03 e saranno tutte effettuate con frequenza mensile.

### **5.3.5 Monitoraggio Post Operam**

In considerazione delle caratteristiche delle opere non si prevedono monitoraggio post operam.

### **5.3.6 Metodologie di rilevamento e campionamento**

Considerate le finalità del monitoraggio in campo idrogeologico (monitoraggio qualitativo e quantitativo delle falde), si prevede di controllare in modo programmatico le seguenti due tipologie di dati:

- Parametri statici e dinamici della superficie freatica (a larga scala e se possibile a scala più confrontabile con l'estensione dell'area di monitoraggio);
- Parametri qualitativi degli acquiferi, al fine di verificare cambiamenti qualitativi rispetto alla situazione ante-operam.

Le operazioni da eseguire in situ saranno dunque di due tipi:

- Misure piezometriche;
- Campionamento di acque da sottoporre ad analisi fisico-chimiche e batteriologiche.

#### 5.3.6.1 Misure piezometriche – Linee guida

Queste misure saranno eseguite utilizzando una sondina piezometrica a punta elettrica, munita di avvisatore acustico ed ottico; non sono ammesse altre metodiche di misurazione.

La strumentazione utilizzata deve fornire una lettura della profondità con errore massimo del centimetro.

La procedura di misurazione comprende le seguenti operazioni:

1. Verifica del codice numerico di identificazione della stazione di misura (piezometro);
2. Verifica dell'integrità della chiusura del pozzetto di protezione di bocca foro;
3. Apertura del pozzetto e rimozione del tappo avvitato sull'estremità del tubo;
4. Effettuazione di tre misure piezometriche ad intervalli di 5 minuti primi onde calcolare il valore medio del livello piezometrico;

5. Annotazione su apposita modulistica delle misure (in quota relativa ed assoluta), e di ogni altro elemento utile in fase di elaborazione ed interpretazione dei dati (data e ora della misura, situazione meteorologica);
6. Riposizionamento del tappo avvitato sull'estremità del tubo e chiusura del pozzetto di protezione.

#### **5.3.6.2 Prelievo di campioni d'acqua – Linee guida**

Lo scopo di un programma di campionamento è quello di ottenere dei campioni di acqua di falda rappresentativi delle condizioni locali, che possano essere utilizzati per le analisi di laboratorio; pertanto le operazioni di campionamento devono essere documentate in modo da soddisfare le seguenti caratteristiche:

- Attendibilità;
- Controllabilità;
- Ripetibilità.

Quanto descritto in questo capitolo si applica al prelievo di campioni d'acqua naturale in piezometri che siano stati attrezzati con tubazioni finestate in PVC atossico, o altri materiali approvati dalla D.L., di diametro interno di 75 mm e con materiale granulare da filtro nell'intorno della sezione finestrata.

Le modalità di prelievo e conservazione dei campioni descritte nel seguito sono finalizzate all'esecuzione di analisi di laboratorio, con determinazione dei parametri chimico-fisici e microbiologici delle acque campionate. Le seguenti modalità fanno riferimento alle norme ISO ed UNI EN pubblicate.

#### **Operazioni preliminari**

Il prelievo del campione di fluido sarà preceduto da apposite operazioni di spurgo (dettagliate di seguito) del piezometro, in quanto il volume d'acqua in esso contenuto, non può dirsi rappresentativo delle reali caratteristiche chimiche fisiche e batteriologiche locali, in conseguenza di fenomeni di contaminazione temporanea legati alla tecnica di perforazione (per prelievi immediatamente successivi alla realizzazione dei piezometri stessi), o alla lunga permanenza dell'acqua all'interno della tubazione di rivestimento dovuta al tempo trascorso tra due campagne di misure programmate.

Nel caso di prelievi entro fori di sondaggio appositamente realizzati ed attrezzati, tra il completamento dell'installazione, l'esecuzione delle necessarie operazioni di sviluppo e le operazioni di spurgo preliminari al campionamento, dovranno intercorrere (qualora non sussistano necessità di urgenza particolare dettate dal programma dei lavori) un minimo di 3 giorni solari.

Ai fini di prelevare campioni d'acqua il più possibile rappresentativi della situazione idrochimica sotterranea, si procederà ad operazioni di spurgo di seguito illustrate.

L'acqua presente nel pozzo dovrà essere completamente rinnovata, il campione d'acqua va prelevato direttamente dalla falda e non dalla porzione presente nel pozzo.

L'acqua stagnante presente nel pozzo può avere caratteristiche chimiche diverse da quelle della falda circostante. Solitamente nei piezometri, il volume d'acqua spurgata varia da tre a cinque volte il volume d'acqua contenuto nel piezometro.

Nel caso dei piezometri costruiti per il monitoraggio, occorre una particolare attenzione alle operazioni di chiarificazione. La natura dei terreni attraversata (limi e sabbie fini) obbliga di eseguire spurghi molto lunghi, anche alcune ore. Si informa che anche in seguito ad operazioni

di spurgo eseguite con attenzione e con tempi superiori alle due ore, il campione d'acqua non risulta limpido, e presenta inoltre caratteristiche di torbidità e presenza di sedimento particellare.

### **Attrezzatura**

Il prelievo dei campioni sarà eseguito con attrezzature e modalità atte a prevenire ogni contaminazione od alterazione delle caratteristiche chimico-fisicomicrobiologiche delle acque, ed in particolare:

- le attrezzature destinate al prelievo devono essere preservate da ogni possibile contaminazione anche nelle fasi di trasporto sugli automezzi e in quelle che precedono il prelievo;
- il personale addetto alla manipolazione dei campionatori, delle parti ad essi collegate e di contenitori da trasporto, dovrà utilizzare idonei guanti protettivi di tipo chirurgico, perfettamente puliti.

I requisiti che una buona attrezzatura da campionamento deve possedere sono i seguenti:

- passare facilmente attraverso la tubazione senza pericoli di incastro;
- essere di materiale inerte tale che non adsorba inquinanti, non desorba suoi componenti, non alteri Eh e pH;
- essere compatibile con il grado di sensibilità analitica richiesto dal programma;
- avere la possibilità di campionare a qualsiasi profondità all'interno del piezometro;
- possedere facilità d'uso;
- avere una buona facilità di trasporto in ogni luogo;
- essere facilmente decontaminato con acqua distillata o potabile;
- essere affidabile e di lunga durata in qualsiasi condizione ambientale.

In ogni caso il campionatore dovrà essere costituito da componenti in acciaio inossidabile, vetro e resine fluorocarboniche inerti. Sono escluse parti costituite da materiali sintetici o metallici non inerti, valvole lubrificate con olio.

Anche i cavi di manovra e i tubi di collegamento dei campionatori calati in foro devono essere in materiale inerte dal punto di vista chimico-fisico (acciaio inox AISI 316 o resine inerti).

I campionatori suggeriti sono di tipo statico in materiale rigido, da utilizzare dopo che il piezometro è stato spurgato con altra attrezzatura, essi dovranno essere scelti tra i seguenti due tipi:

- Campionatore a doppia valvola: si tratta di un tubo munito superiormente di una forcilla alla quale va collegato il cavo di manovra, e di due valvole a sfera una superiore ed una inferiore. Una volta calato alla quota di prelievo, le valvole si chiudono per effetto della pressione idrostatica, riducendo la possibilità di flussi idrici all'interno durante la fase di recupero. Nel caso che le condizioni lo permettano potrà essere utilizzato un campionatore a valvola singola.
- Campionatore a siringa: concettualmente simile ad una grossa siringa per uso medico o veterinario, ha un funzionamento inverso. Infatti essa permette di prelevare campioni d'acqua a quote predeterminate riempiendo un contenitore di materiale inerte, grazie alla depressione in esso creata, da un pistone o una valvola a sfera, attraverso una pompa a mano azionata dall'esterno e collegata al contenitore tramite un tubetto flessibile. L'acqua una volta dentro non può più uscire durante l'estrazione grazie alla presenza di



un ago collegato all'ugello di entrata. Una volta estratta essa può essere portata direttamente in laboratorio.

In generale il campione di acqua prelevato, sarà inserito in contenitori di vetro puliti e sterili, chiusi da tappi ermetici in materiale inerte, dotati di etichette con le informazioni relative al sito, al numero del piezometro di rilevazione, al numero del campione, profondità, data e all'ora del prelievo.

Saranno utilizzati preferibilmente flaconi in polietilene e vetro borosilicato, o in PTFE chimicamente più inerte, ma più costoso degli altri materiali.

Il contenitore sarà esternamente protetto dai raggi solari, e fino alla sua consegna al laboratorio di analisi, dovrà essere conservato in luogo fresco.

### **Modalità di prelievo dei campioni**

Prima di essere calato nel foro, il campionatore dovrà essere già perfettamente pulito e le parti ad esso collegate attentamente lavate con acqua distillata bollita in contenitori di acciaio inossidabile.

Si dovrà, inoltre, evitare di appoggiare il campionatore e le parti ad esso collegate a terra o dovunque possano contaminarsi.

È escluso che un campionatore per fluidi impiegato per prelievi diversi da quelli di acque naturali possa essere utilizzato, anche dopo pulizia, per prelievi di acqua di falda.

È raccomandato che ogni piezometro sia campionato con un proprio apposito campionatore senza mescolanze.

Qualora ciò non si possa verificare, il lavaggio dell'attrezzatura prima di passare da un foro all'altro sarà particolarmente accurato e ripetuto più volte.

Terminate le operazioni preliminari, il campionatore sarà calato nel foro fino alla quota indicata al programma di lavoro ed immerso dolcemente nell'acqua, senza sollevare spruzzi.

Una volta riempito sarà dolcemente sollevato fino alla superficie per essere travasato nei contenitori definitivi.

La quantità di campione prelevato dovrà essere sufficiente alla realizzazione delle analisi complete di laboratorio ed alla loro eventuale ripetibilità; se necessario sarà ottenuto con ripetute operazioni di prelievo alla stessa quota, riponendo quanto campionato nei diversi contenitori opportunamente numerati ed etichettati con tutte quelle informazioni necessarie alla univoca individuazione sulla provenienza del campione.

Il passaggio dal campionatore al contenitore sarà fatto immediatamente dopo il recupero e con molta precauzione, fuori dell'azione diretta dei raggi solari o di altri agenti di disturbo, riducendo all'indispensabile il contatto con l'aria e versando l'acqua con molta dolcezza senza spruzzi; nel contenitore una volta chiuso non deve rimanere aria.

I campioni di fluido acquoso, prelevati alle varie profondità, in ogni singola stazione (piezometro), dovranno essere conservati in contenitori separati destinati gli uni alle analisi chimico-fisiche e gli altri a quelle batteriologiche (ove previste). La profondità di prelievo dei campioni nella singola verticale di misura (piezometro) sarà funzione della situazione idrogeologica locale, ma in linea di massima sarà adottato il seguente schema generale: n° 1 campione a circa metà della perforazione e n° 1 campione a 2-3 metri da fondo foro.

### **Conservazione e trasporto dei campioni**

I contenitori saranno tenuti in ombra e protetti da ogni possibile contaminazione, preferibilmente in frigorifero alla T di 4°C, per essere recapitati al laboratorio entro 12 ore dal prelievo.

Qualora la consegna avvenga a maggior distanza di tempo dal prelievo (comunque entro le 24 ore) i contenitori saranno tassativamente conservati in frigorifero. Deroche a questa regola potranno essere concesse qualora il tipo di analisi richieste escluda accertamenti microbiologici o di altri componenti la cui concentrazione sia suscettibile di variazioni legate ai tempi di conservazione.

#### 5.3.6.3 Modalità di campionamento

La raccolta avverrà attraverso prelievo programmato di campioni ed effettuazione analisi di laboratorio.

Le informazioni ricavate saranno riportate in apposite schede. Nella redazione della scheda informativa si terrà conto anche della successiva fruibilità dei dati che saranno raccolti in situ, pensando anche ad una loro eventuale elaborazione prima di essere inseriti in una banca dati.

Per garantire un'esatta confrontabilità delle misure e dei dati, nelle diverse fasi temporali del monitoraggio ambientale, ai fini di una corretta interpretazione, bisognerà cercare di agire con le stesse modalità e condizioni, per ciascun punto e in ciascuna delle fasi temporali.

In particolare i campionamenti dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura, e le scelte temporali d'esecuzione dei campionamenti dovranno tenere conto anche delle condizioni meteorologiche.

Ad esempio, bisognerà evitare di effettuare campionamenti in corrispondenza o subito dopo eventi piovosi, al fine di evitare di attribuire cambiamenti (temporanei) qualitativi delle acque sotterranee, alle attività di realizzazione dell'opera.

Le misure piezometriche saranno espresse in metri e centimetri, sia come distanza dal piano di campagna, sia come valore rapportato all'altezza sul livello del mare; i valori dei parametri fisico-chimico-biologici saranno espressi nelle unità di misura previste dalla normativa di riferimento e riportate su idonee schede di rilevamento.

#### 5.3.7 Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio

Sono state previste analisi sulle acque sotterranee all'interno di ogni area di cantiere e, a seguito di prescrizione della RAS (delibera n3/24 del 23.01.2018), anche in corrispondenza del pozzo denominato "lottizzazione Torre degli Ulivi", posizionato a valle della zona di intervento e prossimo muro di sostegno della Rotatoria C "Su Spantu". In definitiva, quindi, i punti di monitoraggio individuati n. 3 stazioni di prelievo, secondo lo schema di tabella.

Stazioni di monitoraggio Ambiente idrico: acque sotterranee			
Stazione	Localizzazione	Attività	Fasi
ASO-01	Rio San Girolamo	Realizzazione opera d'arte	AO, CO
ASO-02	Rio Masone Ollastu	Realizzazione opera d'arte	AO, CO
ASO-03	Rotatoria C "Su Spantu"	Realizzazione opera d'arte	AO, CO

Si precisa che per tale componente non è stato possibile integrare le postazioni con quelle previste nel proprio PMA da RAS, in quanto ASO-01, ASO-02 e ASO-03 sono funzionali a verificare l'attività di scavo delle fondazioni delle opere; lavorazione che viene effettuata prima dell'avvio dei lavori di RAS in corrispondenza delle aree limitrofe i ponti.

### 5.3.8 Riepilogo del piano di misure

Nella tabella seguente si riportano in dettaglio il numero dei rilievi previsti per la Componente Acque sotterranee. Il numero delle indagini per la fase di corso d'opera è stato derivato dalla durata delle attività di realizzazione previste da cronoprogramma.

PUNTI DI RILIEVO	FASI DI MONITORAGGIO		
	A.O.	C.O.	P.O.
ASO-01	2	4	-
ASO-02	2	3	-
ASO-03	2	3	-
Tot. rilievi	6	10	-

## 5.4 SUOLO

Il suolo è una matrice ambientale che si sviluppa dalla superficie fino ad una profondità di 1 metro. Il monitoraggio di questa componente ha l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza e l'entità di fattori di interferenza dell'opera infrastrutturale, sulle caratteristiche pedologiche dei terreni, in particolare quelli dovuti alle attività di cantiere.

Il concetto di "qualità" si riferisce alla fertilità (compattazione dei terreni, modifiche delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati, infiltrazioni, ecc.) e dunque alla capacità agro-produttiva, ma anche a tutte le altre funzioni utili, tra cui principalmente quella di protezione. Più in generale, misura la capacità del suolo di favorire la crescita delle piante, di proteggere la struttura idrografica, di regolare le infiltrazioni ed impedire il conseguente inquinamento delle acque.

Le alterazioni della qualità dei suoli possono essere riassunte in tre generiche tipologie:

- alterazioni fisiche;
- alterazione chimiche;
- alterazione biotiche.

Le attività di monitoraggio riguardano tre distinte fasi:

- ante operam, per conoscere le caratteristiche iniziali dei suoli interessati;
- di costruzione o in corso d'opera;
- post operam.

### 5.4.1 Quadro di riferimento tecnico e normativo

#### Leggi nazionali

- D.M. Politiche Agricole 11 maggio 1992 – Approvazione dei “Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo”;
- D.M. 25 ottobre 1999, n. 471 - Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni;

- D.M. Politiche Agricole 13/09/1999 - Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo";
- D.M. Politiche Agricole e Forestali 25/03/2002 – Rettifiche al decreto ministeriale 13 settembre 1999 riguardante l'approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo;
- D.M. Politiche Agricole e Forestali 8 luglio 2002 Approvazione dei metodi ufficiali di analisi microbiologica del suolo;
- D.M. Politiche Agricole e Forestali 23 febbraio 2004, Approvazione dei metodi ufficiali di analisi biochimica del suolo;
- Decreto Legislativo 03/04/2006 n° 152 Norme in materia ambientale.

### **Leggi regionali**

- Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI) approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006. Le Norme di Attuazione del P.A.I. sono state aggiornate e approvate con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.35 del 21 marzo 2008.

### **Linee guida**

- FAO, ISRIC (1990): Guidelines for soil description;
- Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale, "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D.Lgs. n.163 del 12/04/06", Rev. 2 del 23 luglio 2007;
- STANDARD PER GLI ACCERTAMENTI:  
Norme IRSA-CNR  
Norme UNICHIM-UNI

## **5.4.2 Rischi di degradazione chimico-fisica del suolo - Interventi per pianificare mitigazione e ripristino**

### **5.4.2.1 I rischi**

La qualità del suolo si manifesta principalmente attraverso due aspetti:

- la capacità del suolo a svolgere le funzioni di volta in volta necessarie a garantire il mantenimento di un equilibrio ambientale, economico, sociale, ecc.; tale capacità è legata principalmente alle caratteristiche strutturali ed ecologiche del suolo;
- l'adeguatezza all'uso correlata all'influenza delle attività umane che incidono in maniera più o meno intensa modificando talvolta drasticamente le caratteristiche naturali del suolo.

Secondo l'OCSE i principali processi di degradazione ambientale sono generalmente riconducibili all'erosione del suolo, alla sua sommersione, all'acidificazione, alla salinizzazione, alla sodicizzazione, al compattamento, alla formazione di croste superficiali e di strati compatti lungo il profilo, alla perdita di sostanza organica, al deterioramento della struttura, alla desertificazione, all'accumulo di sostanze tossiche, alla perdita di elementi nutritivi.

I due terzi dei suoli dell'Italia presentano preoccupanti problemi di degradazione, in virtù di una gestione territoriale non sempre corretta. Tali fenomeni di degradazione ambientale si sono più accentuati in quelle aree ove è stata più forte l'attività antropica, la quale non sempre è avvenuta in maniera compatibile con i criteri fondamentali della conservazione del suolo, anche

se l'area su cui insiste la nuova infrastruttura non può ritenersi ricompresa tra quelle ad intensa attività antropica.

L'incremento di superficie adibita a scopo urbano, di infrastrutture e di reti di comunicazione può essere considerato come il principale ed il più evidente tipo di pressione gravante sul territorio. Oltre ad essere direttamente collegati alla perdita della risorsa, gli impatti sul suolo conseguenti a tale incremento si riassumono in perdita di valore qualitativo delle aree rurali, in frammentazione delle unità colturali ed in inquinamento da fonti diffuse diverse da quelle agricole. Il termine di urbanizzazione assume nello specifico il significato di cementificazione e "sigillatura" dei suoli ad opera dell'edificazione del territorio; ciò deriva dal fatto che gli interventi edificatori o infrastrutturali comportano il decorticamento e l'impermeabilizzazione della sede in cui si lavora.

Per l'infrastruttura in analisi, i problemi che possono essere causati alla matrice pedologica sono di tre categorie:

1. perdita di materiale naturale;
2. contaminazione dei suoli dovuta ad incidenti;
3. impermeabilizzazione dei terreni.

La perdita del materiale risulta rilevante, in considerazione dell'entità dell'intervento in progetto. Il tracciato si sviluppa per lo più in rilevato senza nessuna galleria naturale che, come noto, implica la perdita di grosse quantità di materiale. In sede di monitoraggio bisognerà fare attenzione al controllo del mantenimento delle caratteristiche strutturali dei suoli nelle aree di cantiere, spesso utilizzate anche come siti di deposito temporaneo.

La contaminazione, sicuramente più probabile nelle aree di cantiere (per questo scelte come sedi dei punti di controllo), può essere tenuta sotto controllo. Normalmente gli sversamenti accidentali, per lo più dovuti ai mezzi di trasporto e di movimentazione, sono evidenti e pertanto si può correre ai ripari in tempi veloci garantendo un margine elevato di sicurezza. Nel caso dovessero verificarsi contaminazioni accidentali, si prevedranno delle indagini extra e specifiche, in modo da assicurare una soluzione tempestiva del problema, in contemporanea a controlli sulle acque superficiali e sotterranee. Diversamente, i sondaggi previsti saranno sufficienti a garantire un controllo adeguato.

L'ultimo problema, l'impermeabilizzazione dei suoli, è più legato alle caratteristiche strutturali intrinseche dell'opera che ad episodi specifici. La copertura del terreno con asfalto, il passaggio di mezzi pesanti, l'asportazione del materiale causano asfissia, compattazione o impoverimento del suolo stesso. Da ciò può derivare un'impermeabilizzazione dei terreni difficilmente reversibile. Oltretutto i suoli su cui si va ad agire sono già tendenzialmente argillosi e ciò potrebbe favorire il processo. Ciononostante, il problema è ridotto grazie alla fitta rete idrica superficiale e sotterranea ed alla vegetazione presente in loco, nonché alle mitigazioni ambientali nella loro totalità. I sondaggi garantiranno un controllo continuo dello stato dell'arte, anche se il progetto della SS-Olbia segue già un tracciato coerente con il criterio di cautela.

#### 5.4.2.2 Gli interventi

Gli interventi di mitigazione e ripristino potranno essere diversi a seconda del tipo di problema incontrato.

Per quanto riguarda la perdita di materiale asportato, bisogna considerare che tutti i terreni utilizzati in sostituzione di questa porzione inerte avranno sicuramente migliori caratteristiche prestazionali, essendo stati scelti appositamente. La porzione eliminata, d'altro canto, sarà



stoccata in apposite aree senza creare impatti particolari sul territorio. Dunque, la scelta oculata delle zone di cava e discarica è considerata di per sé un ottimo metodo per mitigare il problema della perdita del materiale naturale.

Per quanto concerne le eventuali contaminazioni in corso d'opera, saranno chiaramente attivate tutte le misure consolidate di prevenzione nelle aree di cantiere, quali:

- la realizzazione delle vasche di contenimento delle sostanze pericolose;
- lo stoccaggio di materiale assorbente;
- la predisposizione di aree predisposte per le movimentazioni pericolose;
- ecc.

Nel caso dovessero concretizzarsi emergenze impreviste, verrà attivato comunque l'iter procedurale e le metodologie previste nel DM 471/99.

L'impermeabilizzazione dei suoli è un rischio difficilmente mitigabile, per evitare il quale ci si avvarrà del miglior utilizzo del sistema di canali, garantendo un buon funzionamento del sistema idraulico del territorio. Ad ogni modo, l'area circostante il tracciato è tuttora naturale e ciò, insieme alle mitigazioni ambientali, favorirà un buon mantenimento delle caratteristiche originarie della struttura pedologica.

### 5.4.3 Definizione dei parametri di misurazione

#### 5.4.3.1 Finalità e parametri da determinare

##### Monitoraggio AO

Il monitoraggio AO ha lo scopo di caratterizzare lo stato del suolo, in termini qualitativi e quantitativi, prima dell'inizio dei lavori. Esso fornirà un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche del terreno che permetterà di definire gli interventi possibili per ristabilire eventuali condizioni di disequilibrio.

Per le finalità esposte, nella fase AO dovranno essere realizzate campagne di indagine, attraverso l'esecuzione di profili, per determinazione delle caratteristiche pedologiche delle aree.

Preliminarmente saranno definiti i parametri stazionali di ogni punto di indagine; seguiranno la descrizione del profilo, la classificazione pedologica e il prelievo di campioni.

Saranno rilevati i seguenti parametri:

Parametri stazionali	
Esposizione	Uso del suolo
Pietrosità superficiale	Fenditure superficiali
Stato erosivo	Classe di drenaggio
Pendenza	Microrilievo
Rocciosità affiorante	Vegetazione
Substrato pedogenetico	
Parametri chimico-fisici (misure in situ)	
Designazione orizzonte	Limiti di passaggio
Concrezioni e noduli	Fenditure
Colore	Contenuto in scheletro

Tessitura	Permeabilità
Struttura	Porosità
Consistenza	Umidità
Efflorescenze saline	pH
<b>Parametri chimici</b>	
Capacità di scambio cationica	Azoto assimilabile
Azoto totale	Fosforo assimilabile
Carbonati totali	Sostanza organica
Arsenico	Cadmio
Cr tot.	Mercurio
Nichel	Piombo
Idrocarburi totali	Btex
IPA	Pcb

### Monitoraggio PO

Questa fase ha l'obiettivo di evidenziare, sui punti maggiormente critici in base alla localizzazione delle attività di cantiere, le eventuali alterazioni delle caratteristiche originarie del terreno. Nel caso venissero riscontrate variazioni significative negative, prima della sistemazione finale, si dovrà provvedere alla bonifica del terreno.

Su tutti i terreni campionati nella fase AO verranno ripetute le determinazioni relative ai parametri chimico-fisici e chimici citati in precedenza.

Le medesime determinazioni riguarderanno anche lo spessore di terreno vegetale riportato nelle sistemazioni a verde.

#### 5.4.3.2 Metodologie di rilevamento

Il termine comunemente usato in pedologia per indicare un'osservazione pedologica nel suo insieme è il profilo ("soil profile" in USDA-SCS 1998), il quale viene ricavato per mezzo di un taglio verticale realizzato a mano o con mezzo meccanico. In alternativa al profilo realizzato con scavo, viene indicata l'esecuzione di una perforazione manuale mediante l'impiego di una trivella (tipo olandese), tramite la quale viene realizzata la "trivellata".

Mediante la tecnica indicata si recupera il terreno e se ne ricostruisce il profilo, operando nel seguente modo:

- identificare l'area dove poter realizzare il foro con la trivella tale che la stessa area possa essere sufficientemente rappresentativa del terreno investigato;
- stendere un telo di plastica o altro materiale liscio in prossimità del foro sul quale depositare il materiale proveniente dal foro;
- realizzare la perforazione, riempiendo il "carotiere manuale". Formare un profilo di 1.5 metri rimuovendo successivamente i campioni di terreno con la trivella e avendo cura di misurare, di volta in volta, la profondità di campionamento;
- partendo dalla superficie, osservare il profilo del suolo identificando eventuali cambiamenti delle caratteristiche;
- procedere a caratterizzare le proprietà di ogni strato di terreno identificato,
- effettuare eventuali prese fotografiche ed il prelievo di campioni;
- richiudere il foro con il materiale estratto.

### Prelievo di campioni

Per ciascun livello omogeneo verrà ricavato un campione ottenuto mescolando e “quartando” il materiale. Si dovrà così ottenere un quantitativo di circa 500 g da destinare alle analisi chimiche e chimico-fisiche.

### Descrizione del profilo

La descrizione del profilo, nonché il rilievo dei parametri fisici e le analisi dei parametri chimici richiesti, saranno effettuati come di seguito descritto.

Ubicazione	
Codifica del punto di campionamento	Ubicazione amministrativa (comune, provincia)
Coordinate geografiche	Progressiva del tracciato stradale
Toponimo di riferimento	Data
Rilevatore	Altre osservazioni

Parametri pedologici	
Esposizione	
Pendenza	
Uso del suolo	Tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 mq attorno al punto di monitoraggio.
Pietrosità superficiale	Percentuale relativa di frammenti di roccia alterata di dimensioni superiori ai 25 cm) presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, rilevata utilizzando gli appositi codici numerici.
Rocciosità affiorante	Percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 mq attorno al punto di monitoraggio
Fenditure superficiali	Indicazione, per un'area di circa 100 mq, del numero, lunghezza, larghezza e profondità in cm delle fessure presenti in superficie.
Vegetazione	Descrizione, mediante utilizza di unità sintetiche fisionomiche e floristiche, della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno areale del punto di monitoraggio.
Stato erosivo	Presenza di fenomeni di erosione/sedimentazione
permeabilità	Velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale, rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuibile allo strato a granulometria più fine presente nel suolo.
Classe di drenaggio	
Strato pedogenetico	Definizione del materiale immediatamente sottostante il suolo e a cui si presume che quest'ultimo sia geneticamente connesso.

### Designazione degli orizzonti e dei parametri chimico-fisici

Si riferisce al suolo ed al suo profilo e comprende le caratteristiche degli orizzonti individuati e ordinati in sequenza in rapporto alla profondità, seguita dalla descrizione dei parametri fisici degli orizzonti.

Designazione degli orizzonti e dei parametri chimico-fisici	
Designazione orizzonte	Designazione genetica mediante codici alfanumerici e secondo le convenzioni definite in IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999) e SOIL SURVEY STAFF (1998).
Profondità della falda	Profondità del livello della falda stabilizzato.
Limiti di passaggio	Confine tra un orizzonte e quello immediatamente sottostante, definito quanto a “profondità”m, “tipo” (ampiezza dell'intervallo di passaggio), “andamento” (geometria del limite).
Colore allo stato secco e umido	Mediante confronto con le “tavole Munsell.
Tessitura	Stima della percentuale di sabbia, limo e argilla presenti nella terra fine,

Progetto Esecutivo

	(triangolo tessiturale della “Soil Taxonomy – USDA”).
Struttura	Entità e modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo che danno unità strutturali naturali relativamente permanenti (aggregati), o meno persistenti quali zolle e frammenti; definire “grado” di distinguibilità-stabilità, “dimensione” e “forma” degli aggregati.
Consistenza	Definire il grado di coesione e adesione che in relazione al grado di umidità del suolo, presenta specifiche caratteristiche di resistenza, rottura, cementazione, adesività e plasticità.
Porosità	Vuoti di diametro superiore a 60 µm, definiti quanto a “diametro” e “quantità”.
Umidità	Utilizzo di codici descrittivi (asciutto, poco umido, umido, molto umido, bagnato).
Contenuto in scheletro	Frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo, rilevato quanto ad abbondanza (percentuale riferita al totale del suolo, dimensioni (classe dimensionale prevalente), litologia ( natura prevalente dei frammenti di roccia).
Concrezioni e noduli	Presenza di cristalli, noduli, concrezioni, concentrazioni, definite quanto a composizione, tipo, dimensioni e quantità.
Effervescenze saline	Determinazione indiretta della presenza ( e stima approssimata della quantità) di carbonato di calcio, tramite effervescenza all'HCl.
Fenditure o fessure	Vuoti ad andamento planare, delimitanti aggregati, zolle frammenti, definiti quanto alla “larghezza”.
pH	Rilevato direttamente sul terreno mediante kit oppure determinazione di laboratorio.

#### Parametri chimici

In laboratorio si effettueranno le determinazioni dei seguenti parametri, utilizzando i metodi elencati, o altri metodi certificati nei riferimenti normativi (per i dettagli dei metodi si vedano i riferimenti normativi), se non diversamente specificato.

Parametri chimici	
Capacità di scambio cationica	Espressa in meq/100g di suolo, tramite il metodo di Bascom modificato.
Azoto totale	Espresso in % determinato tramite il metodo Kjeldhal.
Fosforo assimilabile	Espresso in mg/kg, con metodo Olsen nei terreni con pH in acqua > di 6.5, con metodo Bray Kruz nei terreni con pH < 6.5.
Carbonati totali	Determinazione gas volumetrica della CO <sub>2</sub> che si sviluppa trattando il suolo con HCl.
Sostanza organica	Contenuto di carbonio organico espresso in % e determinato secondo il metodo Walkley e Black.
As, Cd, Cr tot., Hg, Pb, Ni	Cfr. paragrafo acque
Idrocarburi totali	Cfr. paragrafo acque
Btex	Cfr. paragrafo acque
Pcb	Cfr. paragrafo acque
IPA	Cfr. paragrafo acque

#### 5.4.4 Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio

Le indagini sono state localizzate nelle zone in cui le attività svolte possano determinare incidenti, sversamenti, accumuli, perdite di sostanze inquinanti, come soprattutto le attività di carico e scarico o di immagazzinamento possono comportare. Il campionamento è stato infatti mirato a controllare il corretto svolgimento delle attività di deposito e di lavorazione dei materiali.

Per questo, sono stati selezionati tutti i cantieri come siti d'indagine, essendo le aree fondamentali per tali attività.

Le stazioni di monitoraggio sono localizzate pertanto nel cantiere base e nelle 6 aree di cantiere, come indicato nella tabella riassuntiva sotto riportata e rappresentato nella Carta delle stazioni di monitoraggio allegata al PMA.

Le aree di cantiere saranno descritte dal punto di vista pedologico successivamente alle indagini *ante operam* con una relazione, in modo da lasciare traccia della situazione di partenza del profilo dei suoli.

Stazioni di monitoraggio Suolo e sottosuolo			
Stazione	Localizzazione	Progressiva	Fasi
SUO-01	Cantiere CB01	Km 12+810	AO, PO
SUO-02	Cantiere CO01	Km 13+120	AO, PO

#### 5.4.5 Riepilogo del piano di misure

Nella tabella seguente si descrivono in dettaglio il numero dei rilievi previsti per la Componente Suolo secondo l'articolazione temporale (durata e frequenza) illustrata sopra

PUNTI DI RILIEVO	FASI DI MONITORAGGIO		
	A.O.	C.O.	P.O.
SUO-01	1	-	1
SUO-02	1	-	1
Tot. rilievi	2	-	2

### 5.5 RUMORE

L'obiettivo generale del Monitoraggio Ambientale della Componente Rumore è il controllo dell'inquinamento acustico che potrà essere indotto dalla costruzione e dall'esercizio del tratto stradale e la verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione adottati per la fase di costruzione e per quella di esercizio, in modo da consentire, nel caso sia necessario, l'adozione di ulteriori interventi o accorgimenti di protezione acustica a tutela dei ricettori sensibili presenti nell'area interessata.

Per la redazione del progetto di monitoraggio si è tenuto conto dei risultati dello SIA nonché delle indicazioni del PMA a base di gara.

Per caratterizzare i mutamenti indotti nel clima acustico dell'area interessata dalla costruzione dell'opera, il monitoraggio ambientale è stato articolato nelle tre seguenti "macrofasi" temporali:

- Ante-operam;
- Corso d'opera;
- 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 al completamento dei lavori;



- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare 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 eventuali interventi di mitigazione.

Le finalità del monitoraggio della fase in *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;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere opportune modifiche nella gestione delle attività di cantiere ovvero di realizzare adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

In relazione alla distribuzione dei ricettori sensibili al rumore, si è previsto di rilevare sia il rumore emesso direttamente dai cantieri del fronte lavori lungo il tracciato.

È stata effettuata, pertanto, una valutazione preventiva dei luoghi a maggiore rischio di impatto e delle azioni di progetto più significative nei riguardi dei ricettori presenti, che ha consentito di individuare le aree di maggiore sensibilità in corrispondenza delle quali si è previsto di realizzare il monitoraggio.

La campagna di monitoraggio potrà, pertanto, consentire di verificare che sia garantito il rispetto dei vincoli previsti dalle normative vigenti, nazionali e comunitarie che prevedono sia limiti del rumore prodotto dalle attrezzature, sia i valori massimi del livello sonoro prodotto ai confini delle aree di cantiere.

Anche per quanto concerne il rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria, il progetto di monitoraggio ambientale potrà consentire la verifica delle simulazioni effettuate nell'ambito dello studio acustico esecutivo ed eventualmente l'esigenza di adottare nuovi e/o più adeguati accorgimenti mitigativi.

Il monitoraggio della fase *post-operam* è finalizzato a conseguire i seguenti obiettivi specifici:

- confronto degli indicatori definiti nello "stato di zero" con quelli rilevati durante l'esercizio dell'opera in modo da evidenziare l'apporto all'inquinamento ambientale indotto dall'adeguamento dell'autostrada e verificare la congruenza tra situazione reale e conclusioni dello studio acustico esecutivo;
- individuazione di eventuali criticità acustiche al fine di adottare interventi di mitigazione non previsti nello studio acustico esecutivo.

Il progetto di monitoraggio per la Componente Rumore definisce, in sintesi, i seguenti aspetti di seguito illustrati:

- Le "aree da monitorare" e i punti di misura;
- L'articolazione temporale degli accertamenti;
- I parametri oggetto di rilevamento;
- Le caratteristiche della strumentazione di misura;
- Le specifiche tecniche per l'esecuzione degli accertamenti;
- Le modalità di gestione e rappresentazione dei risultati.

### 5.5.1 Quadro di riferimento tecnico e normativo

Nell'ambito della redazione del presente progetto di monitoraggio ambientale della componente "Rumore" si è fatto riferimento alle normative di seguito indicate:

- DM n.588 del 28.11.1987: "Attuazione delle direttive CEE n.79/113, n.81/1051, n.85/405, n.84/533, n.85/406, n.84/534, n.84/535, n.85/407, n.84/536, n.85/408, n.84/537 e n.85/409 relative al metodo di misura del rumore, nonché del livello sonoro o di potenza acustica di motocompressori gru a torre, gruppi elettrogeni di saldatura, gruppi elettrogeni e martelli demolitori azionati a mano, utilizzati per compiere lavori nei cantieri edili e di ingegneria civile";
- DPCM 1.3.91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- DL 27.01.1992 n.135: "Attuazione delle direttive 86/662/CEE e 89/514/CEE in materia di limitazione del rumore prodotto dagli escavatori idraulici e a funi, apripista e pale caricatori";
- DM 4.03.1994 n.316: "Regolamento recante norme in materia di limitazione del rumore prodotto dagli escavatori idraulici e a funi, apripista e pale caricatori";
- Legge 26.10.95 n. 447: "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 11.12.96: "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo";
- DPCM 14.11.97: "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- DM Ambiente 16.3.98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- Ministero dell'industria del commercio e dell'artigianato Decreto 26.06.1998 n.308: "Regolamento recante norme di attuazione della direttiva 95/27/CE in materia di limitazione del rumore prodotto da escavatori idraulici, a funi, apripista e pale caricatori";
- DPR 01.06.04 n. 142: "Regolamento recante 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";
- Raccomandazione ISO 1996 Parti 1, 2 e 3 "Caratterizzazione e misura del rumore ambientale";
- Norma UNI 9433 "Valutazione del rumore negli ambienti abitativi";
- Norma UNI 9884 "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale".

#### 5.5.1.1 Valori guida per il PMA

Nella tabella seguente si riportano i riferimenti normativi per la Componente Rumore, i cui limiti e valori ovvero specifiche tecniche e prescrizioni costituiscono il termine di raffronto per i rilievi da svolgere nelle diverse fasi monitoraggio.

PMA	
Norme di riferimento	
Fasi di Monitoraggio	Componente Rumore
Ante Operam	L. 447/95

Corso d'Opera	DPCM 14/11/97
	DPR 142/2004
	L. 447/95
	DPCM 14/11/97
Post Operam	DPR 142/2004
	DPR 142/2004

### **5.5.2 Obiettivi del monitoraggio, strumentazione di misura e parametri da monitorare**

Per quanto riguarda la componente "rumore" il possibile inquinamento acustico indotto dalle opere di progetto è in relazione sia con la fase di costruzione, sia con la fase di esercizio.

Prima dell'apertura dei cantieri saranno altresì previsti una serie di accertamenti in campo mirati a definire lo stato acustico del territorio interessato sia dalla costruzione ed esercizio della nuova infrastruttura (monitoraggio Ante Operam).

In generale sono previsti i seguenti rischi di impatto:

- inquinamenti sonori dovuti alle attività di cantiere e di realizzazione dell'infrastruttura di progetto;
- inquinamenti sonori dovuti all'aumento del traffico veicolare generato dal passaggio degli autoveicoli per il trasporto dei materiali sulle piste e sulla viabilità nell'area;
- inquinamenti sonori dovuti all'esercizio dell'infrastruttura a completamento dei lavori.

Dal punto di vista dell'impatto della componente rumore, le aree critiche saranno costituite da ricettori sensibili (edifici residenziali) localizzati:

- a ridosso dei cantieri fissi;
- a ridosso delle aree di lavoro;
- in corrispondenza delle residenziali interessate dai transiti dei mezzi di trasporto (piste e altre viabilità);
- lungo l'infrastruttura stradale a completamento dei lavori.

Ne deriva che le attività di monitoraggio dovrà prevedere le seguenti attività:

- 1) monitoraggio del rumore in prossimità dei cantieri fissi e delle aree di lavoro: ha lo scopo di determinare il livello di rumore per i ricettori sensibili al rumore derivante dalle attività di costruzione dell'opera (Fase di indagine ante operam e in corso d'opera);
- 2) monitoraggio del rumore da traffico: ha lo scopo di determinare il livello di rumore nelle zone a ridosso della viabilità utilizzata dai mezzi addetti al trasporto dei materiali lungo le arterie di traffico cava-cantiere e discarica-cantiere in questo caso costituita dalla stessa SS195 (Fase di indagine ante-operam e in corso d'opera).
- 3) monitoraggio del rumore in prossimità dell'infrastruttura: ha lo scopo di determinare per i ricettori sensibili il livello di rumore prodotto dal traffico veicolare (Fase di indagine post operam).

#### **5.5.2.1 Criteri temporali per gli accertamenti**

L'articolazione temporale delle rilevazioni dei livelli sonori sarà prevista in considerazione della possibile variabilità stagionale e giornaliera delle condizioni al contorno.

I fattori che possono determinare delle variazioni, anche di un certo rilievo, nella rilevazione dei livelli sonori sono rappresentati da:

- presenza di attività produttive;
- variabilità stagionale dei flussi autoveicolari;
- variabilità giornaliera (ciclo settimanale all'interno del periodo stagionale);
- tipologia e contributo energetico delle diverse sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- variazione dei parametri cinematici del flusso veicolare conseguente alle diverse condizioni di traffico ed all'incidenza dei veicoli pesanti;
- variabilità dei parametri meteorologici, con particolare riferimento alla velocità e direzione del vento, alla pioggia, alla neve ed alle diverse condizioni di stabilità atmosferica;
- variabilità delle caratteristiche di impedenza superficiale del terreno e delle perdite di inserzione indotte dalla presenza nell'area di indagine di schermature costituite da aree boscate, fasce alberate, arbusti e coltivazioni arboree.

Il fattore più significativo fra quelli elencati è sicuramente rappresentato dalla variabilità delle condizioni di traffico veicolare, anche se durante le rilevazioni devono essere comunque rispettate le prescrizioni relative agli aspetti meteorologici. Inoltre è opportuno sottolineare che le misure di rumore non dovranno essere effettuate in corrispondenza di periodi in cui sono generalmente riscontrabili significative alterazioni del traffico, quali ad esempio:

- il mese di agosto;
- le ultime due settimane di luglio;
- le settimane in cui le scuole sono chiuse per le festività di Natale (ultima settimana di dicembre e prima settimana di gennaio) e di Pasqua.
- nei giorni festivi e prefestivi, quando la circolazione dei veicoli pesanti è limitata o estremamente ridotta,
- nei giorni di mercato ed in quelli che coincidono con particolari eventi attrattori di traffico (feste patronali fiere, scioperi degli addetti al trasporto pubblico, ecc.)

Si ritiene, infatti, che una volta escluse queste situazioni particolari, negli altri periodi dell'anno le variazioni dei flussi di traffico in corrispondenza del periodo di riferimento notturno e diurno possano essere contenute nella misura del 10-20%, che corrisponde ad un margine di errore di  $\pm 1$  dB (A) sui livelli di rumore.

#### 5.5.2.2 Parametri da monitorare

Nel corso delle campagne di monitoraggio ante-operam, corso d'opera e post-operam verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

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

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

#### Descrittori acustici

Per quanto riguarda i *Descrittori Acustici* il D.P.C.M 1/03/91 definisce il Livello di pressione sonora al fine di esprimere il valore della pressione acustica associata ad un evento sonoro come:

$$L_p = 10 \log \left( \frac{p}{p_0} \right)^2$$

dove  $p$  è il valore efficace della pressione sonora istantanea

$$p = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p(t)^2 dt}$$

e  $p_0$  è la pressione di riferimento che si assume uguale a 20 micropascal in condizioni standard.

Il livello di pressione sonora viene espresso in dB.

In accordo con quanto ormai internazionalmente accettato tutte le normative esaminate prescrivono che la valutazione di eventi sonori, variabili nel tempo e non, sia eseguita misurando il livello continuo equivalente di pressione ponderato "A" (espresso in dB(A)):

$$L_{Aeq,T} = 20 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A(t)^2}{p_0^2} dt \right]^{0.5} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A(t)^2}{p_0^2} dt \right]$$

dove:

$p_A(t)$  è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma IEC n.651);

$p_0$  è la pressione di riferimento come prima definita

$T$  è l'intervallo di tempo di integrazione

$L_{Aeq,T}$  è il valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato  $T$ , ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo.

Oltre al  $L_{Aeq,T}$  è necessario acquisire anche i livelli statistici  $L_1$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{99}$  che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 90 e il 99% del tempo di rilevamento. Essi rappresentano la rumorosità di picco ( $L_1$ ), di cresta ( $L_{10}$ ), media ( $L_{50}$ ) e di fondo ( $L_{90}$  e, maggiormente,  $L_{99}$ ).

Per i rilievi in continuo saranno archiviati i seguenti parametri acustici:

- $L_{A,eq}$  con tempo di integrazione di 1 ora;
- I valori su base oraria dei livelli statici  $L_1$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{99}$  (vedi figura);
- $L_{A,eq}$  sul periodo diurno (06-22);
- $L_{A,eq}$  sul periodo notturno (22-06);
- Time history con scansione di 1'

### Parametri meteorologici

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

- Temperatura;



- Velocità e direzione del vento;
- Piovosità;
- Umidità

Tali parametri acquisiti in continuo, durante la settimana di misura fonometrica, mediante una centralina meteo saranno effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche, caratteristiche dei bacini acustici di indagine e di verificare il rispetto delle prescrizioni legislative, che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/sec;
- presenza di nebbia, pioggia e di neve.

In particolare i parametri meteorologici saranno campionati su base oraria. In questo modo si potrà evincere se il dato fonometrico orario prima descritto è stato rilevato con condizioni meteorologiche accettabili.

#### Traffico veicolare

Contestualmente ai rilievi fonometrici sarà eseguito un monitoraggio del traffico. Il monitoraggio del traffico dovrà essere effettuato in continuo per la medesima durata dell'indagine fonometrica. A tale scopo saranno utilizzati sistemi automatici quali ad esempio analizzatori di traffico portatili a microonde o analizzatori a tubi pneumatici.

I flussi veicolari saranno distinti in categorie:

- transiti di mezzi leggeri
- transiti di mezzi pesanti

I dati saranno forniti su base oraria e giornaliera aggregati per i periodi diurno e notturno.

Sarà inoltre essere prodotta la velocità media di percorrenza per ciascuna categoria veicolare.

Il rilievo veicolare sarà effettuato non solo per la fase post operam ma anche per quella ante operam o di corso d'opera per tutte le postazioni per le quali si prevede una componente di traffico veicolare. È questo ad esempio il caso delle postazioni individuate lungo la viabilità ordinaria percorsa dai mezzi di cantiere.

#### Parametri di inquadramento territoriale

Nell'ambito del monitoraggio, è prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentano di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio.

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

- toponimo;
- Comune con relativo codice ISTAT;
- stralcio planimetrico in scala 1:5000;
- zonizzazione acustica da DPCM 1/3/91 o da DPCM 14/11/1997;
- progressiva chilometrica del tracciato di progetto;
- lato dell'infrastruttura dove sono presenti i recettori;
- presenza di altre sorgenti acustiche;

- caratterizzazione acustica di tali sorgenti, riportando ad esempio i flussi e le tipologie di traffico stradale presente sulle arterie viarie, ecc.;
- 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 nella fase post-operam, durante la realizzazione delle misurazioni fonometriche saranno effettuate delle riprese fotografiche, che permetteranno una immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

#### 5.5.2.3 Strumentazione di misura

Per lo svolgimento delle attività di monitoraggio è stato previsto l'utilizzo di strumentazioni rilocabili.

La strumentazione per le misure di rumore deve essere conforme agli standard previsti nell'Allegato B del D.P.C.M. 1° marzo 1991 e nel D.M. 16/3/98 per la misura del rumore ambientale; tali standard richiedono una strumentazione di classe 1 con caratteristiche conformi agli standard EN 60651/1994 e EN 60804/1994.

La strumentazione utilizzata per i rilievi del rumore deve essere in grado di:

- Misurare i parametri generali di interesse acustico, quali Leq, livelli statistici, SEL, Lmax, Lmin su base oraria;
- Archiviare dati relativi a Time History con scansione di 1';
- Memorizzare i dati per le successive elaborazioni e comunicare con unità di acquisizione e/o trattamento dati esterne.

Oltre alla strumentazione per effettuare i rilievi acustici, è necessario disporre di strumentazione semifissa a funzionamento automatico per i rilievi dei seguenti parametri meteorologici:

- Velocità e direzione del vento;
- Umidità relativa;
- Temperatura;
- Piovosità;

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore è, pertanto, composta dai seguenti elementi:

- Analizzatore di precisione real time o fonometro integratore con preamplificatore microfonico;
- Microfoni per esterni con schermo antivento;
- Calibratore;
- Cavi di prolunga;
- Cavalletti, Stativi o aste microfoniche;
- Minicabine o valigette stagne, antiurto complete di batterie e per il ricovero della strumentazione;
- Centralina meteorologica.

### Taratura della strumentazione

La strumentazione, così come indicato nella normativa vigente, deve essere sottoposta a verifica di taratura in appositi centri specializzati (S.I.T.) almeno una volta ogni due anni. Il risultato della taratura effettuata deve essere validato da un apposito certificato.

### Calibrazione della strumentazione

Per quanto riguarda la calibrazione degli strumenti, si è fatto riferimento alle modalità operative ed alle prescrizioni indicate nel D.M.A. 16/03/1998 in tema di calibrazione degli strumenti di misura.

A tale proposito, i fonometri e/o gli analizzatori utilizzati per i rilievi dei livelli sonori dovranno essere calibrati con uno strumento il cui grado di precisione non risulti inferiore a quello del fonometro e/o analizzatore stesso.

La calibrazione degli strumenti sarà eseguita prima e dopo ogni ciclo di misura.

Le rilevazioni dei livelli sonori eseguite saranno valide solo se le due calibrazioni effettuate prima e dopo il ciclo di misura differiscono al massimo di  $\pm 0.5$  dB(A).

### Validazione del dato fonometrico

Il singolo dato fonometrico orario sarà ritenuto valido nel caso in cui i parametri meteorologici relativi all'ora di riferimento siano in linea con le prescrizioni legislative. Nel caso ciò non accada il dato sarà annullato e sarà escluso dal computo dei LAeq diurni e notturni del giorno di riferimento.

Nel caso in cui i valori del LAeq annullati siano superiori al 30% del tempo di misura diurno e notturno l'intera misura eseguita sarà invalidata e dovrà essere ripetuta.

Per le misure del corso d'opera si farà riferimento al periodo di attività del cantiere.

#### 5.5.2.4 Modalità di gestione delle varianze

Per la Componente Rumore i livelli di riferimento da adottare come soglie di intervento sono quelli dettati nella normativa vigente e di seguito riassunti.

Per le fasi Ante Operam e Post Operam si prendono in considerazione i limiti di immissione prescritti dal DPR n.142 del 30 marzo 2004 ovvero quelli della zonizzazione acustica per le indagini non inerenti il traffico veicolare.

Nella fase CO, in cui il rumore è correlato a più fonti, si dovranno raffrontare i dati di rilievo con i limiti della zonizzazione acustica comunale.

Anche per questa componente il superamento dei limiti di immissione riscontrato in corso di monitoraggio determina la necessità di adottare opportune mitigazioni.

Dal punto di vista organizzativo la figura responsabile della gestione delle varianze è il *Responsabile Ambientale* che ha il compito di interpretare e valutare i risultati delle campagne di misura e definire tutti i più opportuni interventi correttivi alle attività di cantiere e le eventuali misure di protezione da adottarsi in riferimento al palesarsi di eventuali situazioni di criticità ambientale.

#### 5.5.3 Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio

I punti di misura, all'interno delle "aree di monitoraggio" sono stati scelti tenendo conto dei seguenti fattori:

- qualità e sensibilità del ricettore potenziale interferito;

- rilevanza, per la componente in esame, delle azioni di progetto, causa di impatto;
- modalità e tipologia degli accertamenti da effettuare;
- idoneità ad operare il confronto dei valori rilevati nelle fasi AO e PO (corrispondenza del punto di misura scelto con i punti di misura selezionati negli studi ambientali precedenti al PMA).

Le postazioni di misura saranno collocate in corrispondenza degli edifici residenziali individuati e, compatibilmente con la possibilità di poter eventualmente accedere agli appartamenti, in prossimità dei piani maggiormente esposti al rumore indotto dalle lavorazioni e dal traffico stradale d'esercizio.

In sintesi, sono stati individuati 4 punti di indagine, distribuiti lungo il percorso stradale, come illustrato di seguito.

Stazione	Chilometrica	Localizzazione/Criteri scelta punto e indagini	Fasi
RUM-01	12+500	La postazione è localizzata in corrispondenza del ricettore residenziale R1018 già monitorato nel corso del PD	AO, CO, PO
RUM-02	12+800	La postazione è localizzata in corrispondenza del ricettore residenziale limitrofo al CB01 ma esterno alla fascia di indagine del DPR 142/04	AO, CO
RUM-03	13+300	La postazione è localizzata in corrispondenza del ricettore residenziale/uffici R1026	AO, CO, PO
RUM-04	13+400	La postazione è localizzata in corrispondenza del ricettore residenziale R1034 già monitorato nel corso del PD	AO, CO, PO

Inoltre, in considerazione della richiesta di ARPA di verificare il clima acustico anche nella zona di via Berlino nonché di rivedere il PMA ai fini della contiguità territoriale degli interventi di arginatura e canalizzazione eseguiti dalla Regione e della variante stradale eseguita da Anas, si è previsto quanto segue:

- Il punto di monitoraggio RUM03 (ANAS) ubicato nelle vicinanze del punto 5 (RAS) sarà mantenuto in quanto è necessario effettuare per ANAS anche il monitoraggio post operam di tale componente. I dati rilevati da tale centralina saranno quindi forniti a RAS per le verifiche di competenza.
- I dati monitorati dalla centralina 4 prevista da RAS saranno acquisiti nell'ambito della realizzazione delle opere in progetto al fine di verificare lo stato dell'inquinamento nella zona di Via Berlino.

#### 5.5.4 Programma di monitoraggio

Il programma con l'articolazione temporale delle attività di monitoraggio per la componente in esame è riportato nella tabella seguente.

Sono state indicate due tipologie di accertamenti:

- misure in continuo della durata di 24h continuate da applicare nelle fasi AO e CO per il monitoraggio delle aree di cantiere non influenzate dalla presenza di traffico stradale
- misure in continuo della durata di una settimana da applicare nelle fasi AO e CO per il monitoraggio delle aree di lavoro interessato dal traffico stradale
- misure della durata di una settimana da applicare nella fase PO.

Le indagini saranno ripetute con cadenza bimestrale.

### 5.5.5 Riepilogo del piano di misure

Nella tabella seguente si descrivono in dettaglio il tipo, il numero e la tipologia dei rilievi previsti per la Componente Rumore, in ogni punto di rilievo, secondo l'articolazione temporale (durata e frequenza) illustrata sopra calata nel programma dei lavori specificatamente elaborato.

PUNTI DI RILIEVO	FASI DI MONITORAGGIO / DURATA					
	A.O.		C.O.		P.O.	
	24h	7gg	24h	7gg	24h	7gg
RUM-01	-	1	-	6	-	1
RUM-02	1	-	6	-	-	-
RUM-03	-	1	-	6	-	1
RUM-04	-	1	-	6	-	1
Tot. rilievi	1	3	6	18	-	3



## 6 CONTROLLO E VALIDAZIONE DEI DATI, GESTIONE DELLE EMERGENZE E DELLE CRITICITÀ

Tutti i dati raccolti nelle campagne di misura saranno sottoposti a processi di controllo e validazione, alcuni operanti in modo automatico nell'ambito dei sistemi di acquisizione, altri appositamente predisposti. Solo in seguito a tali processi i dati saranno organizzati e trattati.

Per garantire la qualità del dato, sono previste inoltre specifiche procedure di calibrazione e manutenzione delle strumentazioni.

Il Piano di monitoraggio proposto contempla procedure per il superamento di emergenze o criticità (ad es. superamento limiti di attenzione o allarme, ecc.) e per la segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie. In tali evenienze saranno attivate procedure di verifica per confermare e valutare lo stato di alterazione nonché le attività di indagine per la definizione delle cause. Definite queste si dovrà dar luogo alle contromisure predisposte o elaborate al momento nel caso di eventi non prevedibili.

Per il trattamento delle situazioni non conformi, la procedura prevede la segnalazione tempestiva da parte del Responsabile del monitoraggio alla stazione appaltante, agli enti di controllo preposti e ai responsabili di cantiere.

Nella segnalazione saranno forniti i dati relativi alla data del rilievo, ai parametri indicatori d'impatto e alle possibili cause e azioni correttive da intraprendere per eliminarlo o mitigarlo.

## 7 MODALITÀ DI RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO

Le attività del monitoraggio ambientale producono una notevole quantità di dati – ciascuno dei quali è corredato dalle rispettive connotazioni spazio-temporali – che devono essere gestiti per il tempo significativamente esteso, pari a 40 mesi, che comprende la durata complessiva delle tre distinte fasi di ante-operam, corso d'opera e post-operam nelle quali è articolato il presente Piano di Monitoraggio Ambientale.

Pertanto, in considerazione della quantità dei dati da archiviare e dell'esigenza che gli stessi dovranno essere consultati ed eventualmente gestiti dagli Enti e dai soggetti competenti, nell'ambito del presente piano di monitoraggio si è reso necessario prevedere un Sistema Informativo Territoriale (SIT), che rappresenta lo strumento tecnologico ed informatico in grado di consentire la gestione e la restituzione dei dati rilevati nel corso delle attività di monitoraggio ambientale.

Nei successivi paragrafi vengono descritte le principali caratteristiche del Sistema Informativo Territoriale, nonché le modalità previste per l'acquisizione, l'archiviazione, la diffusione e la restituzione dei dati provenienti dalle diverse componenti ambientali monitorare nel tempo.

### **SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE**

Il Sistema Informativo Territoriale (SIT) è inteso come l'insieme degli strumenti hardware e software, oltre che delle procedure di amministrazione ed utilizzo, che consentono di effettuare – tramite una struttura di risorse specializzate – il complesso delle operazioni di caricamento (upload), registrazione, validazione, consultazione, elaborazione, scaricamento (download) e pubblicazione dei dati del monitoraggio ambientale e dei documenti ad esso correlati.

### **OBIETTIVI GENERALI DEL SIT**

Il SIT si configura come un vero e proprio strumento di lavoro a supporto della fase attuativa del Monitoraggio e pertanto deve andare a supportare i principali processi di recovery, conoscenza e comunicazione del dato.

Con tale ottica è stato concettualizzato il Sistema e quindi ne è stata definita prima l'architettura generale e successivamente le piattaforme hardware e software e le politiche di gestione idonee al raggiungimento dello scopo.

Nella definizione del progetto del Sistema sono state inoltre prese in considerazione le indicazioni fornite dalle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n. 443)" elaborate dalla Commissione Speciale VIA.

Tra le funzionalità implementate per conseguire gli obiettivi perseguiti si annoverano le seguenti:

- ⇒ "recovery" dei dati in corso di monitoraggio;
- ⇒ supporto al processo di validazione del dato;
- ⇒ "recovery" definitivo dei dati validati al termine di ogni campagna di monitoraggio;
- ⇒ supporto alla comunicazione del dato alla CSVIA del Ministero dell'Ambiente;

- ⇒ agevolazione dell'accessibilità del dato per gli Enti istituzionalmente coinvolti nella vigilanza ambientale;
- ⇒ garanzia dell'accessibilità del dato "real time" ai soggetti titolati/autorizzati;
- ⇒ supporto alla interpretazione e rielaborazione del dato misurato;
- ⇒ supporto alla gestione delle azioni correttive sul monitoraggio in corso d'opera;
- ⇒ supporto alla pubblicazione dell'informativa ambientale al territorio (comunicazione "non tecnica")

la soluzione che si intende adottare è un sistema integrato di raccolta, analisi e sintesi di parametri ambientali, che si basa su 2 principale componenti:

- Un sito web per la divulgazione delle informazioni al pubblico relative al progetto stesso, all'avanzamento delle attività, alla pubblicazione di documenti;
- Un sistema informativo per l'implementazione di tutti i dati del monitoraggio ambientale che saranno organizzati ed opportunamente predisposti all'interno di una banca dati per potere essere immediatamente consultati dall'utente finale che potrà interrogare direttamente ciascun punto della rete di monitoraggio a partire dalla sua rappresentazione planimetrica.

–

### **Requisiti del Sistema Informativo Territoriale**

Il Sistema Informativo Territoriale è previsto allo scopo di soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- facilità di utilizzo anche da parte di utenti non esperti;
- modularità e trasportabilità;
- manutenibilità ed espandibilità;
- compatibilità con i principali pacchetti software in uso presso MATTM ed ISPRA;
- gestione integrata di dati cartografici e alfanumerici;
- possibilità di analisi spaziale e temporale dei dati

### **Architettura generale del Sistema Informativo Territoriale**

L'architettura generale del SIT, che è articolata allo scopo di conseguire gli obiettivi sopra elencati prevede, da un lato, il ricorso ad una infrastruttura basata su tecnologia GIS e, dall'altro, l'integrazione del Sistema sulla rete WEB intranet.

Nel dettaglio, il SIT sarà quindi strutturato in moduli, tra di loro pienamente interfacciati e costruiti secondo criteri di gestione e consultazione comuni, funzionali a ciascuna delle attività necessaria al monitoraggio ambientale.

La struttura della banca dati che sarà a tal fine realizzata e che di volta in volta verrà implementata in seguito all'avanzamento del monitoraggio stesso, risponde alle seguenti necessità:

- Facilità di archiviazione delle informazioni;
- possibilità di trovare facilmente determinate informazioni;

- possibilità di differenziare le informazioni sulla base della fase di monitoraggio (AO - CO - PO) e del periodo a cui si riferiscono;
- possibilità di visualizzare in breve tempo gli elaborati che descrivono l'andamento dei diversi parametri di monitoraggio nello spazio e nel tempo;
- la possibilità di trasmettere i dati.

I dati di partenza del sistema informativo realizzato sono costituiti dai valori registrati dalle apparecchiature di misura nelle diverse fasi del monitoraggio. Tali dati una volta elaborati ed opportunamente analizzati vengono di volta in volta presentati in specifici elaborati sia cartografici che di report in cui sono descritti e sintetizzati i risultati del monitoraggio.

Per mettere in relazione gli elaborati finali del monitoraggio con i singoli punti di monitoraggio cui si riferiscono il sistema consentirà di :

- centralizzare il luogo di archiviazione delle informazioni;
- assicurare la protezione e la salvaguardia delle informazioni;
- rendere disponibili e fruibili in tempo reale le informazioni, durante tutto il periodo del monitoraggio;
- rendere le informazioni disponibili di facile fruizione;
- garantire la ufficialità delle informazioni disponibili.

La banca dati realizzata risponderà a tali requisiti e permetterà di effettuare diverse selezioni o interrogazioni, sia sui dati pregressi che sulle ultime informazioni inserite, rendendo possibile, all'occorrenza il prelievo parziale o totale dei dati per ogni tematica ambientale.

Le informazioni sono state articolate in base a:

- punti di monitoraggio
- fase di monitoraggio (ante, corso d'opera)
- componente di monitoraggio

I dati saranno organizzati in modo da risultare completamente compatibili con la struttura logica e fisica del DataBase standard ANAS; in particolare, i dati verranno trasmessi ad ANAS, oltre che nell'usuale reportistica, anche in un file MS Access Strutturato secondo lo standard fornito da ANAS.

Il sistema informativo prodotto permetterà di interrogare una mappa georeferenziata con l'ubicazione dei punti di monitoraggio per ciascuna componente ambientale, che sarà elaborata mediante software con funzionalità GIS.

L'intera area di progetto sarà rappresentata mediante layout in cui il tracciato stradale, le aree di cantiere ed i punti di monitoraggio sono evidenziati su base tipo ortofoto.

Per ogni punto di monitoraggio evidenziato sul layout con un particolare simbolo associato alla componente ambientale sarà creata una relazione con la banca dati in cui saranno organizzati tutti i risultati del monitoraggio sia per la fase Ante-Operam che per la fase di Costruzione.

Da ciascun punto visualizzato sul layout sarà possibile effettuare l'interrogazione dello stesso che sostanzialmente, avviene mediante l'apertura di una scheda collegata al punto e che funziona da menù, perché permette direttamente di aprire e consultare i risultati del monitoraggio che si vogliono visualizzare (Schede – Relazioni di report – Cartografie – Documentazione Fotografica – Rapporti di misura ed altri output di sistemi di analisi).

I punti di monitoraggio saranno forniti anche tre file Shape georeferenziati, suddivisi per tipologia (puntuali, lineari, areali) e datati degli attributi descrittivi necessari alla loro univoca riconoscibilità ed alla relazione con la struttura del database mdb ANAS).

La definizione delle diverse componenti del progetto, architettura dell'infrastruttura, dati, metadati, ecc., è conforme agli standard definiti nell'ambito del Sistema Cartografico di Riferimento e della rete SINAnet, garantendo una piena interoperabilità e la pubblicazione dei risultati nell'ambito del Portale Cartografico Nazionale.

Il suddetto Sistema garantisce la perfetta compatibilità sia con gli standard attualmente in uso presso il Portale Cartografico Nazionale, sia con la Suite di prodotti Software che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha realizzato per l'utilizzo e l'installazione nei Centri Federati e che, pertanto, potranno essere forniti dal medesimo Ministero per l'implementazione del Sistema Informativo del MATTM. La compatibilità di Sistema dovrà essere garantita sia a livello hardware che a livello software, nonché nelle metodologie di accesso e gestione, rispetto al Portale Cartografico Nazionale.

A questo riguardo, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha infatti predisposto una suite di prodotti per la archiviazione degli strati informativi e dei relativi dati associati, finalizzati alla pubblicazione su web, che potranno essere richiesti allo stesso per l'integrazione con il Sistema Informativo Territoriale in sviluppo.

La base informativa georeferenziata è costituita dagli elementi caratteristici del progetto e delle diverse componenti ambientali, oltre che dal database delle misure e degli indicatori, delle schede di rilevamento, delle analisi e dei riferimenti normativi e progettuali.

Tutti i dati georeferenziati dovranno essere associati ad opportuni file di strato vettoriale per la localizzazione geografica, con suddivisione a livello di limiti amministrativi fino almeno a livello comunale.

La georeferenziazione dei dati deve essere effettuata in sistema WGS-84 (World Geodetic System 1984), avendo altresì provveduto alla implementazione di algoritmi di conversione, al fine di tener conto dei diversi Sistemi di Coordinate utilizzati storicamente in cartografia.

Per quanto riguarda il tipo di proiezione, deve essere adottata la proiezione cilindrica traversa di Gauss, nella versione UTM (Universal Transverse Mercator). Anche tutte le cartografie prodotte, sia in formato vettoriale sia in formato raster, dovranno essere rappresentate secondo il sistema WGS84/UTM che, grazie alla corrispondenza delle relative reti, è perfettamente relazionato col sistema nazionale, in vigore nel passato ed ancora in uso.

Al fine di operare la conversione di file vettoriali da un sistema di riferimento all'altro (datum ROMA40|ED50|WGS84 - fuso 32|33|O|E - coordinate piane/geografiche), è possibile richiedere al MATTM la consegna di apposito software.

L'Italia è interessata da due fusi, vale a dire il 32 ed il 33; in particolare, la Sardegna ove è localizzato l'intervento in progetto, ricade nel fuso 32.

Il sistema deve aderire agli standard definiti nell'ambito della rete SINAnet e del Portale Cartografico Nazionale, nonché delle specifiche in corso di elaborazione a livello di Commissione Europea nell'ambito del progetto INSPIRE.

Si evidenzia, inoltre, che il progetto del Sistema Informativo Territoriale dovrà contenere i dettagli relativi sia alle specifiche dei metadati che di tutto il SIT stesso, con i suoi moduli dedicati alla gestione, visualizzazione ed analisi dei dati della base informativa, di gestione, di accesso e di elaborazione dei dati della base informativa, compresi eventuali modelli previsionali specifici per le varie problematiche ambientali, rese disponibili all'utente in un unico ambiente di accesso ai dati ed alle funzioni del sistema, attraverso un'apposita interfaccia



grafica con strumenti comuni di interrogazione, presentazione e visualizzazione interattiva della banca dati sia in forma alfanumerica che grafica, conformi a quanto sopra indicato.

I dati saranno condivisi via Web con le varie reti ambientali presenti sul territorio, con la rete SINAnet e con il MATTM, attraverso criteri di interoperabilità con il Portale Cartografico Nazionale; inoltre, sempre via Web, delle opportune elaborazioni dei dati rilevati dovranno essere rese disponibili al pubblico per informazione.

### ***MODALITÀ DI ACQUISIZIONE ED ARCHIVIAZIONE DATI***

Nei successivi paragrafi vengono descritte le modalità di acquisizione ed archiviazione dei dati che verranno rilevati nel corso delle attività di monitoraggio ambientale.

#### **Acquisizione dati**

I dati relativi alle diverse componenti ambientali saranno rilevati attraverso la compilazione di schede di rilievo appositamente redatte.

Tali schede, che sono in formato check-list per semplificare il compito del tecnico di rilievo, si interfacciano direttamente con i più comuni format di maschere data-base dei sistemi di acquisizione informatizzati.

Nelle schede compilate verranno riportati sia tutti i parametri necessari per la componente d'interesse, sia la restituzione fotografica e cartografica della campagna di misura per una corretta documentazione espositiva.

I dati rilevati saranno disponibili sia su documenti cartacei (schede archiviate in minuta ed originale), da trasmettere su richiesta agli enti interessati, sia su archivi informatici. Attraverso questi ultimi, sarà possibile seguire nel dettaglio l'evoluzione del quadro ambientale e, quindi, poter realizzare un sistema per la distribuzione dell'informazione ai vari enti pubblici.

#### **Elaborazione dati in forma cartacea**

Per l'acquisizione e la restituzione delle informazioni, saranno predisposte specifiche schede di rilevamento, contenenti elementi relativi al contesto territoriale (caratteristiche morfologiche, distribuzione dell'edificato, sua tipologia, ecc.), alle condizioni al contorno (situazione meteo-climatica, infrastrutture di trasporto e relative caratteristiche di traffico, impianti industriali, attività artigianali, ecc.), all'esatta localizzazione del punto di rilevamento, oltre al dettaglio dei valori numerici delle grandezze oggetto di misurazione ed alle annotazioni di fenomeni singolari che si ritengono non sufficientemente rappresentativi di una condizione media o tipica dell'ambiente in indagine.

Nelle diverse fasi del monitoraggio, per ciascuna delle componenti ambientali considerate, saranno redatte delle planimetrie, nelle quali verranno indicate le opere, le infrastrutture, la viabilità ed i punti di monitoraggio. Tali planimetrie dovranno essere integrate e modificate sulla base degli eventuali cambiamenti che il PMA dovesse subire nel corso della costruzione dell'opera.

#### **Elaborazione dati in forma digitale**

Tutti i dati saranno organizzati e predisposti per un loro immediato inserimento in un Sistema Informativo (banca dati), tenendo in considerazione le seguenti necessità:

- ✓ la facilità di archiviazione delle informazioni;
- ✓ la possibilità di ricercare determinate informazioni;
- ✓ la possibilità di costruire grafici per visualizzare l'andamento dei diversi parametri nello spazio e nel tempo;
- ✓ la possibilità di trasmettere i dati

Le informazioni consisteranno essenzialmente in dati e valori registrati dalle apparecchiature di misura e, quindi, nelle successive elaborazioni ed analisi.

In particolare, l'organizzazione di dette informazioni prevede le seguenti esigenze:

- centralizzare il luogo di archiviazione delle informazioni;
- assicurare la protezione e la salvaguardia delle informazioni;
- rendere disponibili e fruibili in tempo reale le informazioni, durante tutto il periodo del monitoraggio;
- garantire l'ufficialità delle informazioni disponibili

La soluzione prevista consiste nella realizzazione di un database che consentirà di effettuare diverse selezioni o interrogazioni, sia sui dati pregressi che sulle ultime informazioni inserite nella banca-dati. Sarà possibile prelevare tutto o parte dei dati in formato tabellare, che potranno poi essere manipolati tramite strumenti standard di tipo foglio elettronico o di tipo data-base. Per ogni tematica ambientale, sarà disponibile l'elenco dei siti e punti di monitoraggio, man mano che verranno definiti durante le fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam.

I dati gestiti comprenderanno, oltre ai risultati delle elaborazioni delle misure, tutte le informazioni raccolte nelle aree d'indagine o sui singoli punti del monitoraggio, integrate, quando opportuno, da allegati riportanti gli elaborati grafici, la documentazione fotografica, stralci planimetrici, output di sistemi di analisi (rapporti di misura, grafici, ecc.)

Le informazioni saranno articolate in base a:

- ai punti di monitoraggio;
- alla fase di monitoraggio (ante-operam, corso d'opera e post-operam);
- alla componente oggetto di monitoraggio

I dati verranno strutturati mediante un'organizzazione di archivi, distinti in funzione:

- della fase di monitoraggio;
- delle aree territoriali oggetto d'indagine;
- delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio

## **MODALITÀ DI DIFFUSIONE E RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Le modalità previste per la diffusione e l'impiego dei dati che verranno rilevati nell'ambito delle attività di monitoraggio ambientale sono descritte nei successivi paragrafi.

### **Diffusione dei dati del monitoraggio**

Lo scopo dell'attività di monitoraggio è quello di fornire efficaci indicazioni non solo al gestore del cantiere ma anche alle istituzioni competenti. A questo fine, tutti i dati derivanti dal

72

monitoraggio saranno resi disponibili e trasferiti all'ARPAL Regione Liguria, alla Provincia (Savona) ed ai Comuni (Savona e Albissola Marina) competenti per territorio, ai fini della loro eventuale integrazione nei sistemi informativi ambientali da essi gestiti.

Si evidenzia, inoltre, che per alcuni degli ambiti oggetto del monitoraggio, saranno definite delle soglie di attenzione o di intervento. Il superamento di tali soglie da parte di uno o più dei parametri monitorati, implicherà una situazione inaccettabile per lo stato dell'ambiente e determinerà l'attivazione di apposite procedure, finalizzate a ricondurre gli stessi parametri a valori accettabili.

In caso di superamento di tali soglie, il soggetto titolare dell'attività di monitoraggio provvederà a darne immediata comunicazione agli enti interessati.

### **Rapporti periodici**

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.

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.