

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. GEOLOGIA, GESTIONE TERRE E BONIFICHE

PROGETTO DEFINITIVO

VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RR0H 04 D 69 RG AC0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F. Rocchi	Maggio 2018	A. Esposito	Maggio 2018	T. Paoletti	Maggio 2018	D. Ludovic Marzo 2018



File: RR0H04D69RGAC0000001A

n. Elab.: /

SOMMARIO

1	PREMESSA	4
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	8
	2.1 OGGETTO E FINALITÀ DELL'INTERVENTO	8
	2.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE PRINCIPALI	9
	2.2.1 Rilevati e trincee.....	9
	2.2.2 Gallerie.....	11
	2.2.3 Viadotti	18
3	QUADRO CONOSCITIVO ESISTENTE.....	23
4	RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI.....	24
	4.1 I RICETTORI	24
	4.2 PUNTI DI MISURA	24
	4.3 TEMPI E FREQUENZE	24
5	RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI.....	26
	5.1 ATMOSFERA.....	26
	5.1.1 Obiettivi del monitoraggio	26
	5.1.2 Normativa di riferimento	27
	5.1.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare	28
	5.1.4 Parametri oggetto del monitoraggio.....	29
	5.1.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio	31
	5.1.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio	33
	5.2 ACQUE SUPERFICIALI	35
	5.2.1 Obiettivi del monitoraggio	35
	5.2.2 Normativa di riferimento	35
	5.2.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare	37
	5.2.4 Parametri oggetto del monitoraggio.....	38
	5.2.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio	44
	5.2.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio	49
	5.3 ACQUE SOTTERRANEE.....	51
	5.3.1 Obiettivi del monitoraggio	51
	5.3.2 Normativa di riferimento	51
	5.3.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare	52
	5.3.4 Parametri oggetto del monitoraggio.....	54
	5.3.5 Specifiche e strumentazione di monitoraggio	58
	5.3.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio	59
	5.4 SUOLO E SOTTOSUOLO.....	61
	5.4.1 Obiettivi del monitoraggio	61

5.4.2	<i>Normativa di riferimento</i>	62
5.4.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	62
5.4.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	63
5.4.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	65
5.4.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	72
5.5	VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA	73
5.5.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	73
5.5.2	<i>Normativa di riferimento</i>	74
5.5.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	75
5.5.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	75
5.5.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	78
5.5.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	83
5.6	RUMORE	86
5.6.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	86
5.6.2	<i>Normativa di riferimento</i>	86
5.6.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	87
5.6.4	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	88
5.6.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	89
5.7	VIBRAZIONI	90
5.8	PAESAGGIO	90
5.8.1	<i>Obiettivi di monitoraggio</i>	90
5.8.2	<i>Il report sul paesaggio</i>	91
5.8.3	<i>Metodiche di monitoraggio</i>	91
5.8.4	<i>Criteri di scelta delle aree indagate</i>	92
5.8.5	<i>Elaborazione delle immagini e output</i>	93
5.8.6	<i>Articolazione temporale del monitoraggio</i>	94
5.9	AMBIENTE SOCIALE	95
5.9.1	<i>Misurazione degli impatti mediante il confronto nel tempo di indicatori "oggettivi"</i>	95
5.9.2	<i>Modalità di monitoraggio</i>	97
5.9.3	<i>Ambito di intervento del monitoraggio</i>	98
5.9.4	<i>Metodologia</i>	99

1 PREMESSA

Nel 2002 il CIPE ha chiesto lo studio di fattibilità di n.7 investimenti per il rilancio del Sud, tra questi la velocizzazione della rete sarda.

Nel 2004 lo stesso CIPE ha approvato n. 7 studi di fattibilità effettuati ai sensi della delibera n.85\2002, impegnando RFI a sviluppare le relative progettazioni preliminari.

I medesimi studi di fattibilità, relativi alle varianti di tracciato ritenute fondamentali (Bauladu, Abbasanta, Macomer-Campeda, Bonorva-Torralba, Ardara-Ploaghe, Campomela - Sassari, Monti-Olbia) per velocizzare i tempi di percorrenza della linea Oristano-Sassari-Olbia, sono richiamati nel Piano Regionale dei Trasporti (PRT), approvato dalla Giunta Regionale con deliberazione n. 66/23 del 27.11.2008.

Più in generale, nel PRT sono previsti interventi per l'ammodernamento e la velocizzazione della tratta Oristano-Sassari-Olbia con l'obiettivo dichiarato di pervenire all'accorciamento dei tempi di percorrenza delle relazioni sud-nord della Regione (vedi par. 2.5.4 "Il sistema Ferroviario" del Piano Regionale dei Trasporti – Parte Seconda "Scenari Futuri").

Il PRT rappresenta lo strumento di pianificazione di medio e lungo termine della politica regionale nei settori della mobilità aerea, marittima, viaria e ferroviaria e costituisce uno dei presupposti essenziali per la programmazione ed organizzazione unitaria del sistema dei trasporti della Regione.



Nel 2006 Italferr, su richiesta di RFI, ha sviluppato una progettazione preliminare di n.8 varianti per la velocizzazione della linea nei seguenti tratti:

- Tratta Oristano-Chilivani
 - Variante di Bauladu (sviluppo totale km 7,219)
 - Variante di Abbasanta (sviluppo totale km 4,802)
 - Variante di Macomer I (sviluppo totale km 13,544)
 - Variante di Macomer II (sviluppo totale km 5,914)
- Tratta Bonorva-Chilivani-Torralba
 - Variante di Bonorva - Torralba (sviluppo totale km 5,564)
 - Variante di Ardara - Ploaghe (sviluppo totale km 6,178)
 - Variante di Campomela - Sassari (sviluppo totale km 12,432)
- Tratta Chilivani-Olbia
 - Variante di Monti – Olbia (sviluppo totale km 22,014)

In considerazione del notevole costo degli interventi, a seguito di un processo di ottimizzazione tecnico-economica, sono state selezionate le sottostanti cinque varianti con riduzione dell'itinerario Cagliari-Sassari di circa 15 km e riduzione del tempo di percorrenza di circa 18'.

n. progr.	variante	lunghezza	tratti in galleria	Δs
		km	km	km
1	Bauladu	7,20	3,80	-1,80
2-3	Macomer I e II	19,50	9,80	-2,70
4	Bonorva-Torralba	5,60	3,00	-4,60
5	Campomela-Sassari	12,40	7,50	-5,90
Totali		44,70	24,10	-15,00

Recentemente RFI ha avviato una serie di interventi tecnologici ed infrastrutturali in regione Sardegna per la velocizzazione e l'ammodernamento dell'intera rete, con l'obiettivo di poter garantire un servizio migliore per l'orario di servizio 2018/2019. I principali interventi infrastrutturali già in corso sono:

- Velocizzazione del tracciato
- Velocizzazione degli itinerari in deviate negli impianti sede di incrocio sul semplice binario

I principali interventi tecnologici già in corso sono:

- Sostituzione dell'attuale SSC con il sistema SCMT sull'intera rete regionale
- Attivazione del Rango P

- Upgrading tecnologico della tratta a doppio binario Cagliari – San Gavino (sistema di distanziamento e di gestione della circolazione).

In questo contesto si inserisce il progetto delle due varianti di tracciato:

- Tratta Oristano-Chilivani
 - Variante di Bauladu (sviluppo totale km 7+219)
- Tratta Bonorva-Chilivani-Torralba
 - Variante di Bonorva – Terralba (sviluppo totale km 5+564)

come ulteriore intervento necessario per velocizzare i collegamenti diretti da Cagliari verso Sassari e Olbia.





VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bonorva-Torralba

PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTO DI MONITORAGGIO
AMBIENTALE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR0H	04	D 69 RG	AC 0000 001	A	7/102

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), relativo al Progetto Definitivo della “Linea San Gavino – Sassari – Olbia. Variante di Bonorva-Torralba” è stato redatto ai sensi della Normativa vigente in materia ambientale, e in conformità delle “Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163” (norme tecniche di attuazione dell’allegato XXI) REV. 2 del 23 luglio 2007” predisposte dalla Commissione Speciale VIA, aggiornate nel 2014: “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici generali REV. 1 del 16 giugno 2014”; “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014”; “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente fattore ambientale: Ambiente idrico REV.1 del 17/06/2015”; “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014”; “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) REV. 1 del 13 marzo 2015”.

A tale proposito, il PMA descritto nel presente documento definisce l'insieme dei controlli – attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo - di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere in progetto.

In particolare, la presente relazione riporta inizialmente la descrizione dell’opera in progetto, per poi tracciare il quadro informativo esistente allo stato attuale riguardo il contesto territoriale ed ambientale interessato dall’opera.

Successivamente, sono individuate le componenti ambientali oggetto d’indagine, gli obiettivi del monitoraggio, le possibili tipologie d’indagine e l’articolazione temporale del PMA nelle tre distinte fasi di ante operam, corso d’opera e post operam.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 8/102

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

2.1 OGGETTO E FINALITÀ DELL'INTERVENTO

Obiettivo del progetto è il miglioramento delle prestazioni del collegamento ferroviario mediante la riduzione dello sviluppo del tratto di ferroviario tra Bonorva e Torralba (attualmente 12,8 Km); l'eliminazione di tratti con pendenza massima del 23 ‰.

Il progetto di variante non prevede il ripristino della stazione di Giave.

La progressiva di inizio intervento è fissata alla Prog. Km 180+081, in corrispondenza del rettilineo subito a monte del cavalcaferrovia esistente. Dopo un primo tratto di circa 200 m dove il nuovo asse inizia a discostarsi dall'esistente e dove si prevede il mantenimento della sede, il tracciato si sviluppa in trincea fino al Km 0+969 dove è localizzato il VI01 (L = 274 m), in cui è stata introdotta una campata di 45 m per evitare l'interferenza con l'acquedotto Abanoa. Da inizio tracciato fino al Km 0+442 (Valt2) la pendenza longitudinale ricalca quella della linea esistente pari a 6.12 ‰, da qui inizia la livelletta al 15.88 ‰ che prosegue fino al Km 2+225 (Valt3). Poiché il viadotto termina pochi metri prima dell'imbocco della galleria Monte Martis (GN01) esso ospita l'FFP presentando quindi una sezione con marciapiede di larghezza 2 m per un'estensione di 180 m.

Al Km 1+268 inizia la galleria Monte Martis, che si sviluppa per 935 m alla pendenza di – 15.88 ‰ con copertura massima di circa 70 m. All'imbocco della galleria GN01 è localizzata l'Area di Sicurezza servita da idonea viabilità. Al Km 2+203 la galleria termina in corrispondenza di un'incisione dove è localizzato il viadotto VI02 (L=100 m), che termina a ridosso dell'imbocco della galleria Giave (GN02) localizzato al Km 2+378. La seconda galleria (GN02) attraversa il promontorio di Giave per una lunghezza di 1591 m con pendenza al – 14.63 ‰ e una copertura massima di circa 200 m. I 175 m che separano le due gallerie fanno sì che ai sensi STI-SRT esse costituiscano un'unica galleria equivalente di lunghezza pari a 2702 m, pertanto, in continuità con le gallerie, dove è presente un marciapiede di larghezza 120 cm, anche sul viadotto VI02 è presente un marciapiede che però mantiene la larghezza di 2 m, come il VI01. La galleria GN02 termina al Km 3+970, dove il tracciato prosegue sostanzialmente in rilevato con pendenza – 14.63 ‰ fino al VI03 al Km 4+726. Dal Km 3+970 al Km 4+150 è stato inserito l'FFP02 e la relativa Area di Sicurezza con viabilità di accesso dedicata.

Al Km 3+070 è stata inserita la finestra pedonale GA04 servita da un piazzale di 200 mq e una viabilità di accesso dedicata.

Le Aree di Sicurezza e la finestra pedonale sono state dislocate su un unico lato, ciò ha consentito di individuare il percorso sicuro sul marciapiede ubicato in destra rispetto alla galleria e non sono stati necessari attraversamenti a raso.

Al Km 5+000, dove la ferrovia è a 4,5 m dal piano campagna, il tracciato interseca la strada vicinale Sa Matta, pertanto, al fine di risolvere l'interferenza di minimizzare l'impatto con le presenze di interesse archeologico rilevate, è stato introdotto nel 2017 un viadotto e prevista la deviazione della viabilità esistente in corrispondenza di una campata dell'opera. A valle delle risultanze delle attività di archeologia svolte nel 2017, si è ritenuto possibile ridurre l'estensione del viadotto, che era di 325 m ed ora risulta pari a 148 m, pur mantenendo la risoluzione dell'interferenza (NV04) così come previsto nell'adeguamento del PP2006. Dopo il viadotto il tracciato prosegue in rilevato mantenendo la pendenza

14.63 ‰ fino al Km 6+251 dove assume la pendenza prima del 11.99 ‰ e poi del 7.12 ‰ per raccordarsi alla linea esistente (fine variante Km 6+703 = Km 191+566,07 LS).

Complessivamente il tracciato in variante si sviluppa per 6703 m, di cui 2527 m in galleria e 522 m in viadotto (VI01+VI02).

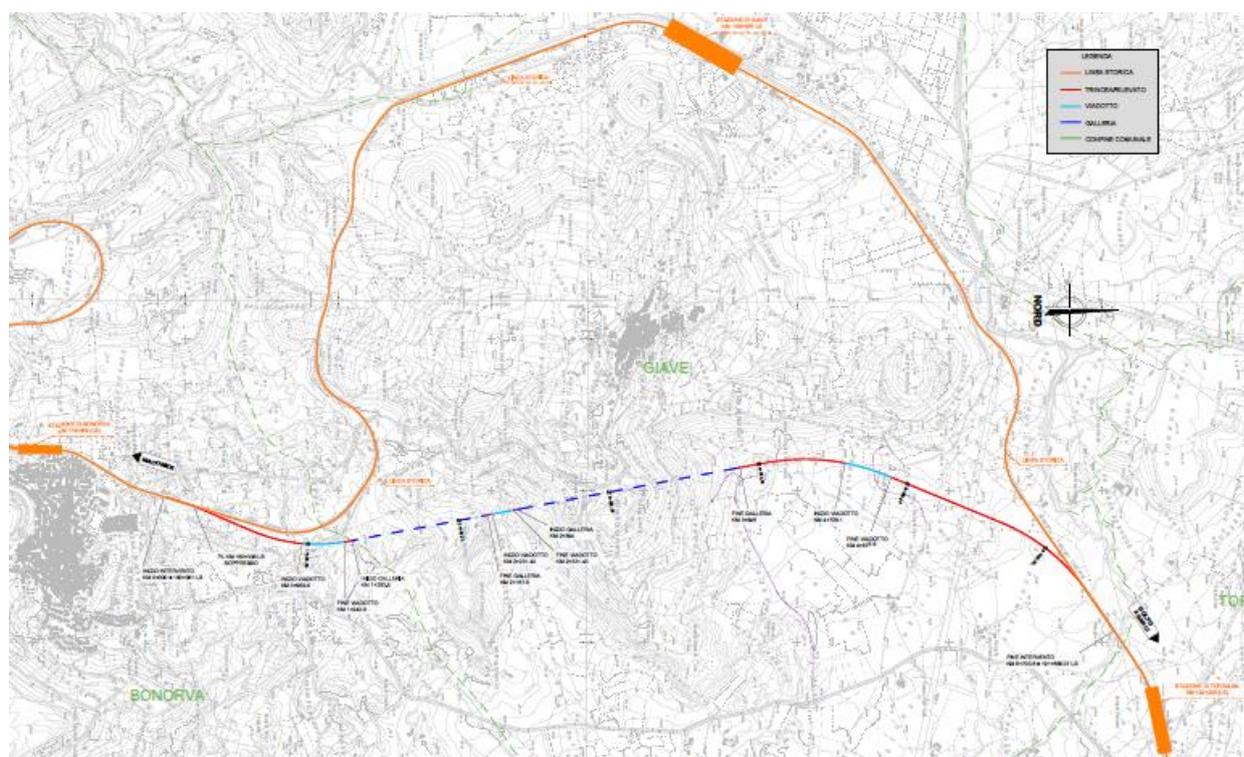


Figura 1 – Planimetria di progetto

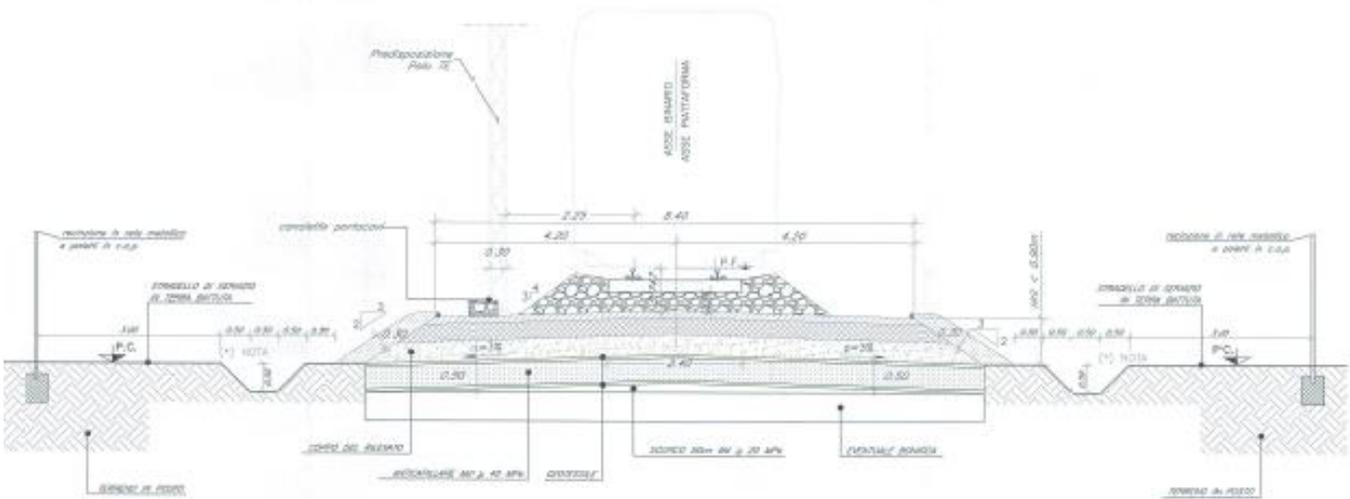
2.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE PRINCIPALI

2.2.1 Rilevati e trincee

Per la progettazione dei rilevati e delle trincee verranno utilizzate le sezioni trasversali tipo indicate nel Manuale di Progettazione RFI per i tratti in cui non intervengono variazioni delle sezioni per esigenze legate alla sicurezza in galleria e/o alla presenza di banchine di fermata/stazione.

Nei tratti caratterizzati da modifiche legate alla sicurezza in galleria (presenza di marciapiedi per Fire Fighting Point o marciapiedi di Galleria Equivalente) sono state utilizzate le sezioni di seguito riportate.

SEZIONE TIPO IN RILEVATO
Int < 9.90m
SCALA 1:50



SEZIONI TIPO IN RILEVATO (sezione A-A)
CON FFP E COLONNA PER IDRANTI
SCALA 1:50

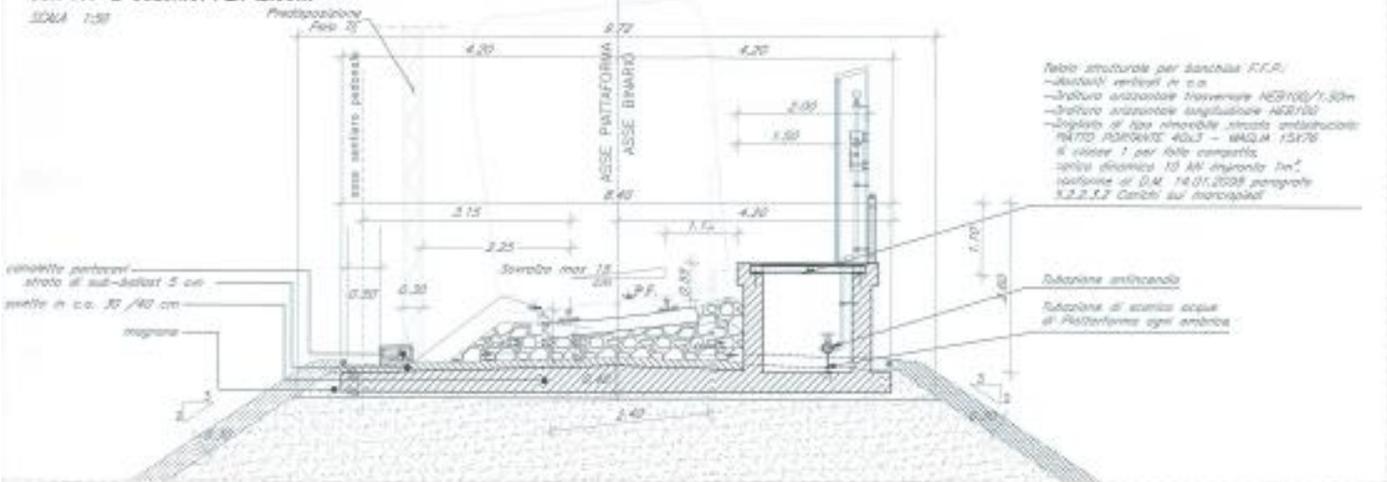


Tabella 1 - Progressive delle gallerie della Linea variante Bonorva - Torralba

GALLERIA	p _{kinizio}	p _{kfinale}	L	Opera	L _{TOT}
[-]	[m]	[m]	[m]		[m]
Monte Martis	1268,00	1283,50	15,5	GA policentrica lato Bonorva	935,12
	1283,50	2187,80	904,3	GN01	
	2187,80	2203,12	15,32	GA policentrica lato Chilivani	
Giave	2378,50	2394,00	15,50	GA policentrica lato Bonorva	1591,50
	2394,00	3845,00	1451,00	GN01	
	3845,00	3970,00	125,00	GA policentrica lato Chilivani	

Le sezioni di intradosso utilizzate per gallerie di linea a singolo binario in scavo tradizionale sono in accordo con le sezioni tipo del Manuale di Progettazione RFI, idonee al transito del gabarit B+ (P.M.O. n°3) e velocità di progetto sino a 160 km/h. La linea ferroviaria è prevista a trazione. La galleria al suo interno prevede l'alloggiamento dell'armamento tradizionale con traverse tipo "RFI-240" poggiate su ballast ed è predisposta per l'eventuale elettrificazione in c.c. a 3 kV.

Dette sezioni hanno un raggio di calotta pari a 3.00 metri, il raggio alle reni pari a 5.00 metri e il raggio di piedritto pari a 6.70 metri sviluppando complessivamente un'area libera di 32.3 m² ed un perimetro di 21.7 metri. Lo stradello di servizio è a geometria variabile, secondo quanto prescritto dal Manuale di Progettazione RFI, e, adattandosi alla configurazione trasversale del binario, è caratterizzato dal ciglio posto ad altezza fissa, misurata perpendicolarmente al piano di rotolamento del piano attiguo, pari a +55 cm e a distanza dal bordo interno della più vicina rotaia, misurata parallelamente al piano di rotolamento, pari a 113 cm. Pertanto la larghezza del camminamento in rettilineo è pari a 127 centimetri al netto della tolleranza costruttiva.

Galleria Monte Martis: la massima sopraelevazione è pari a 60 mm per il tratto di marciapiede in esterno curva pertanto quest'ultimo varierà da una larghezza massima di 132 cm con un' altezza massima di 65 cm alle condizioni in retta.

Galleria Giave: la massima sopraelevazione è di 75 mm millimetri per il tratto di marciapiede in interno curva pertanto quest'ultimo varierà da una larghezza minima di 124 cm con un'altezza minima di 49 cm alle condizioni in retta.

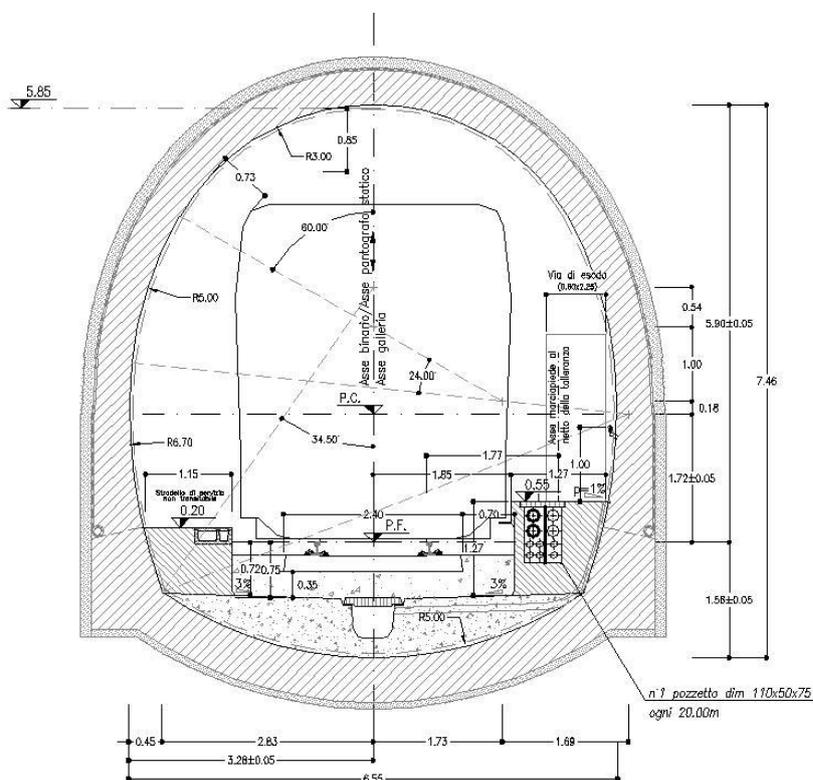


Figura 2 – Sezione di intradosso gallerie di linea e gallerie artificiali policentriche (sezione corrente in retta)

Con riferimento al Manuale di Progettazione RFI, le gallerie non sono dotate di nicchie di ricovero personale ma esclusivamente di nicchie LFM previste circa ogni 250 m, di dimensioni utili interne pari a circa 1,75x2,00m. Le nicchie tecnologiche, previste alle pk 2+120.00 e 2+420.00, sono caratterizzate da dimensioni interne pari a 3,4 m x 2,80 m.

Di seguito si riporta una breve descrizione delle opere in sotterraneo di linea e delle opere di imbocco ad esse connesse. Per maggiori dettagli descrittivi si rimanda agli elaborati grafici specialistici allegati al progetto.

Galleria Monte Martis

La quota di imbocco lato Bonorva è pari a circa 440 m s.l.m. mentre quella lato Chilivani è pari a circa 420 m s.l.m. La galleria è monopendente con pendenza del 16‰ in discesa verso Chilivani. Procedendo dall'imbocco lato Bonorva le coperture dopo un primo tratto con valori fino a 20 m crescono fino a raggiungere il massimo di 70. Dalla copertura massima a pk 1+900 km, le coperture degradano fino all'imbocco lato Chilivani.

La realizzazione degli imbocchi è prevista senza l'ausilio di opere provvisorie con "attacco diretto". Le trincee di approccio alle pareti di attacco dello scavo in naturale sono previste mediante scavi aventi pendenza 4/1 (H/L) nelle lgnimbriti mentre nelle coltri eluvio-colluviali avranno pendenza 2/3 (H/L). Le

superfici delle trincee nelle Ignimbriti saranno protette nelle fasi provvisorie da uno strato di calcestruzzo proiettato e da una maglia di bullonature passive. In fase definitiva si provvederà alla realizzazione in tali tratti di 2 gallerie artificiali policentriche che saranno ritombate e di portali a becco di flauto inverso.

Galleria Giave

La quota di imbocco lato Bonorva è pari a circa 415 m s.l.m mentre quella lato Chilivani è pari a circa 400 m s.l.m. La galleria è monopendente con pendenza del 16‰ in discesa verso Chilivani. Procedendo dall'imbocco lato Bonorva le coperture crescono rapidamente fino a raggiungere i valori max. di 200 m. Dalla copertura massima a pk 3+100 km, le coperture degradano fino all'imbocco lato Chilivani.

Le trincee di approccio alle pareti di attacco dello scavo in naturale sono previste mediante scavi aventi pendenza 4/1 (H/L) nelle Ignimbriti mentre nelle coltri eluvio-colluviali avranno pendenza 2/3 (H/L). Le superfici delle trincee nelle Ignimbriti saranno protette nelle fasi provvisorie da uno strato di calcestruzzo proiettato e da una maglia di bullonature passive. In fase definitiva si provvederà alla realizzazione in tali tratti di 2 gallerie artificiali policentriche che saranno ritombate e lato Bonorva sarà disposto un portale a becco di flauto inverso mentre lato Chilivani un portale a becco di flauto.

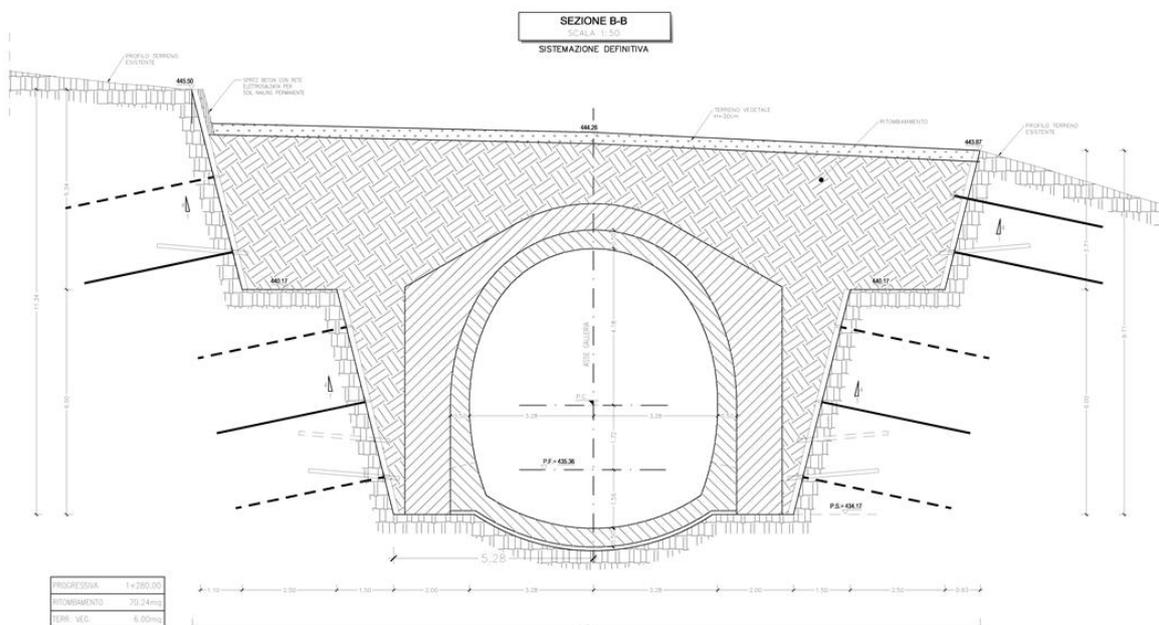


Figura 3 – Sezione sistemazione definitiva Galleria Monte Martis lato Bonorva.

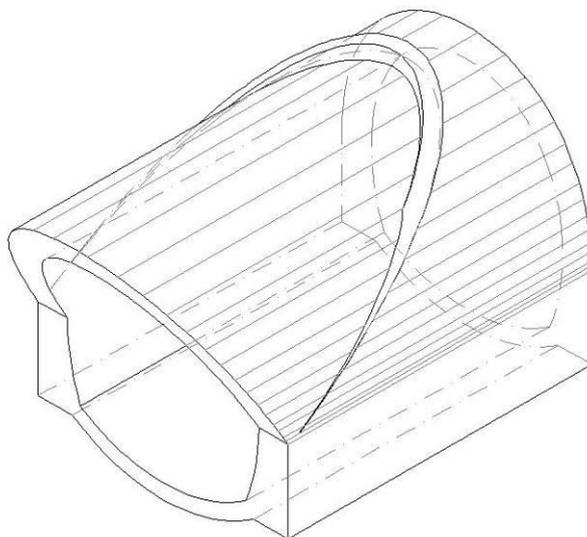


Figura 4 – Portale a "Becco di flauto inverso".

Uscite di emergenza

In accordo a quanto richiesto dalle Specifiche Tecniche di Interoperabilità concernenti la sicurezza nelle gallerie ferroviarie nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità, che prevedono uscite di emergenza laterali e/o verticali ogni 1000 m, considerato lo sviluppo della galleria di linea, è stata progettata 1 uscita/accesso di emergenza pedonale intermedia solo per la galleria Giave che ha un'estesa superiore ai 1000m. La sezione dell'uscita/accesso ha un'altezza di 3.15 m ed una larghezza utile sul piano di calpestio pari a 3.00 m. All'innesto con la galleria di linea l'uscita di emergenza è dotata di una sezione allargata avente un raggio di 2,35 m in calotta e larghezza utile al piano di calpestio pari a 3,80 m.

L'uscita/accesso è collegata alla galleria di linea attraverso zone filtro, con accesso mediante 2 porte di larghezza utile pari a 90 cm e altezza utile pari a 200 cm. Nel tratto allargato è prevista anche la realizzazione di un locale tecnologico avente lunghezza utile pari a 11 m.

Tabella 2 - Caratteristiche geometriche uscite/accessi pedonali galleria Giave

GALLERIA	L_{artificiale}	L_{naturale}	L_{TOT}	Pendenza max
[-]	[m]	[m]	[m]	(%)
Uscita/accesso di emergenza Giave	23.27	598.02	621.29	5.09%

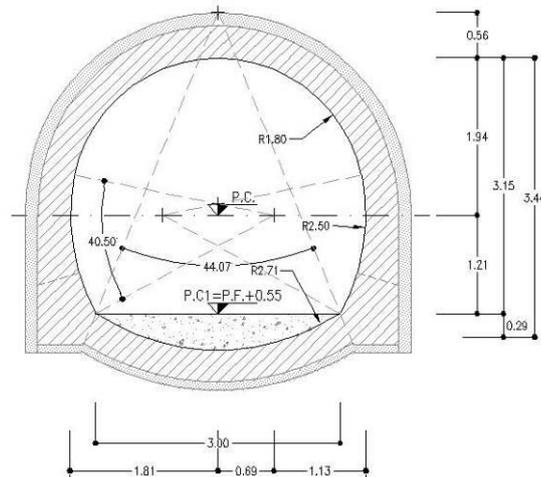


Figura 5 – Sezione tipo di intradosso uscita di emergenza pedonale sezione corrente.

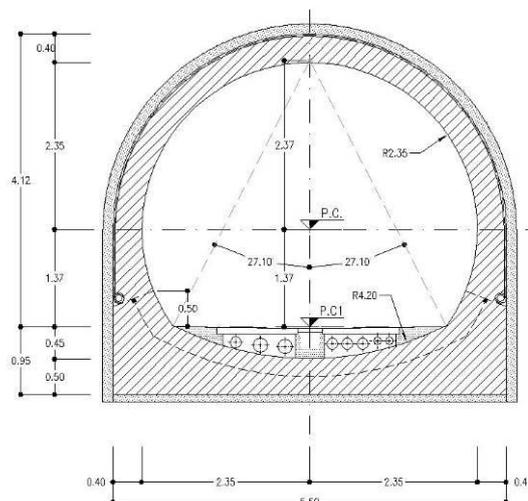


Figura 6 – Sezione tipo di intradosso uscita di emergenza pedonale zona d'innesto.

L'imbocco è realizzato con micropali tirantati aventi interasse 0.40 m . In fase definitiva si provvederà alla realizzazione di un tratto di galleria artificiale policentrica che sarà ritombata, l'uscita all'aperto è prevista mediante un portale a becco di flauto.

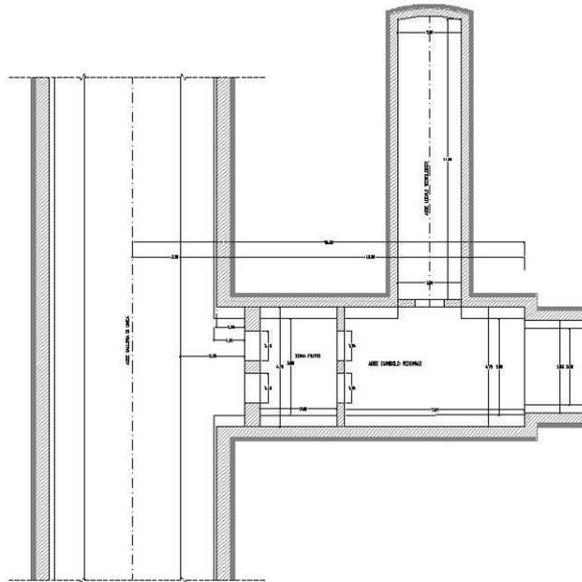


Figura 7 – Innesto galleria di linea – cunicolo pedonale.

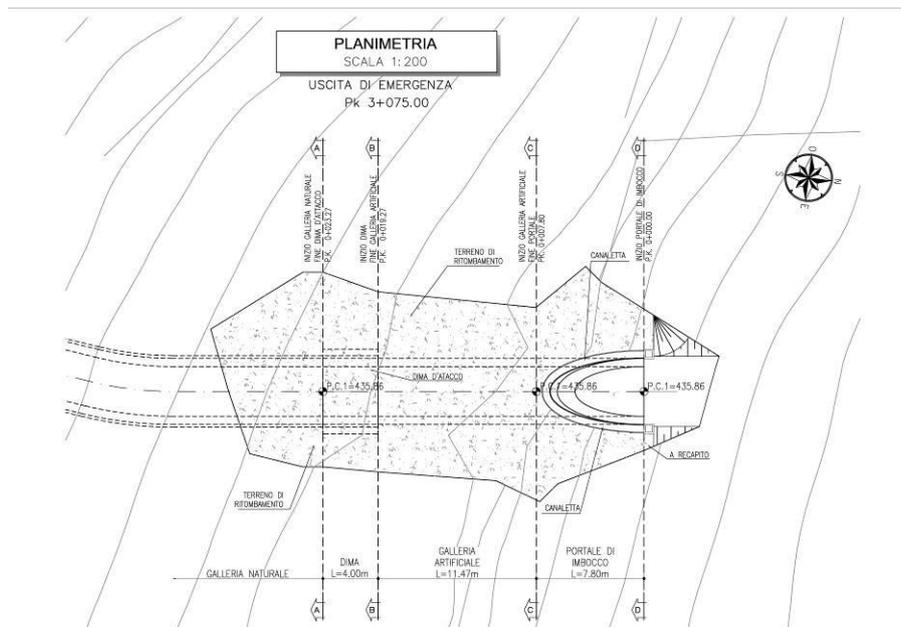


Figura 8 – Planimetria Definitiva Uscita Accesso Giave.

2.2.3 Viadotti

Lungo la variante di Bonorva sono presenti tre viadotti, di cui due sono caratterizzati da impalcati poggianti a struttura mista acciaio-calcestruzzo, mentre il terzo viadotto è realizzato con impalcati a travi poggiate in c.a.p.

Gli impalcati a struttura mista hanno campate variabili di 30m, 40m e 45m, quelli in c.a.p. hanno luci da 25m.

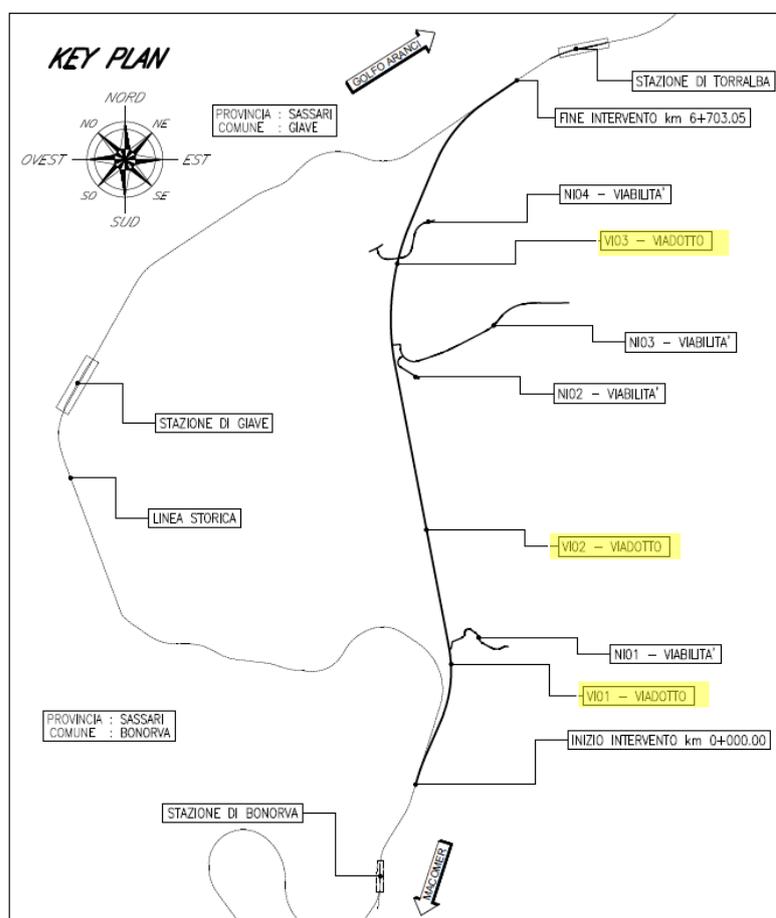


Figura 9 – Key-plan Bonorva

Il viadotto VIO1 è individuato dalla progressiva 0+969.80 alla progressiva 1+243.80 e risulta compreso tra la WBS RI0 e la WBS TR03.

L'opera sviluppa 247.0m di lunghezza complessiva (misurata in asse appoggi) e si compone di 7 campate: due campate laterali da 30 metri, una da 45 e le altre da 40 metri.

Il viadotto, che supporta un binario singolo, presenta un raggio di curvatura planimetrico pari a $R=1100m$ ed un andamento altimetrico con pendenza -1.6% , nel verso delle progressive crescenti.

L'opera ricade in una zona di bassa pericolosità sismica ($PGATR=712 = 0.057 g$), con sottosuoli classificabili di tipo A (secondo DM 14.01.2008).

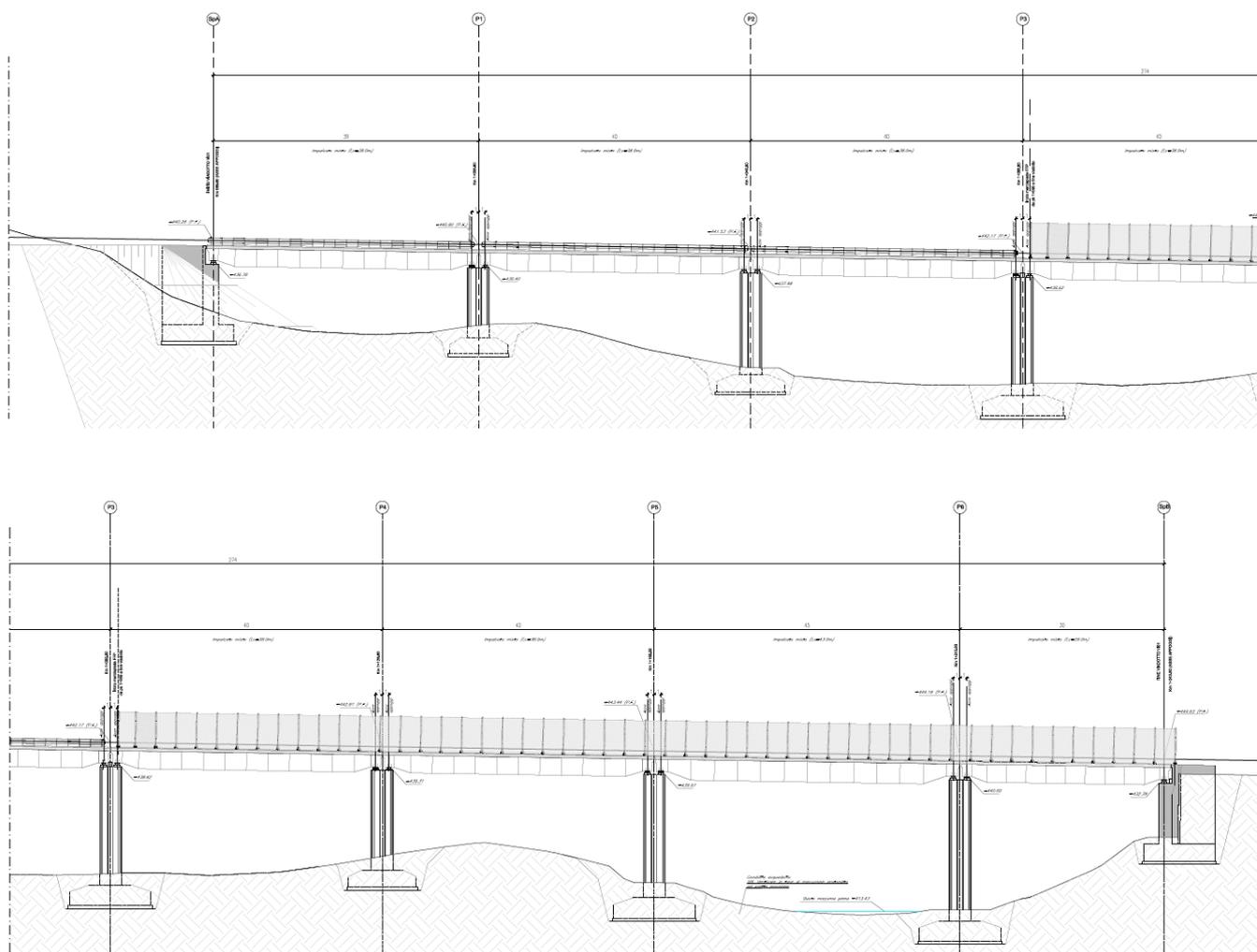


Figura 10 – Prospetto VI01 Bonorva

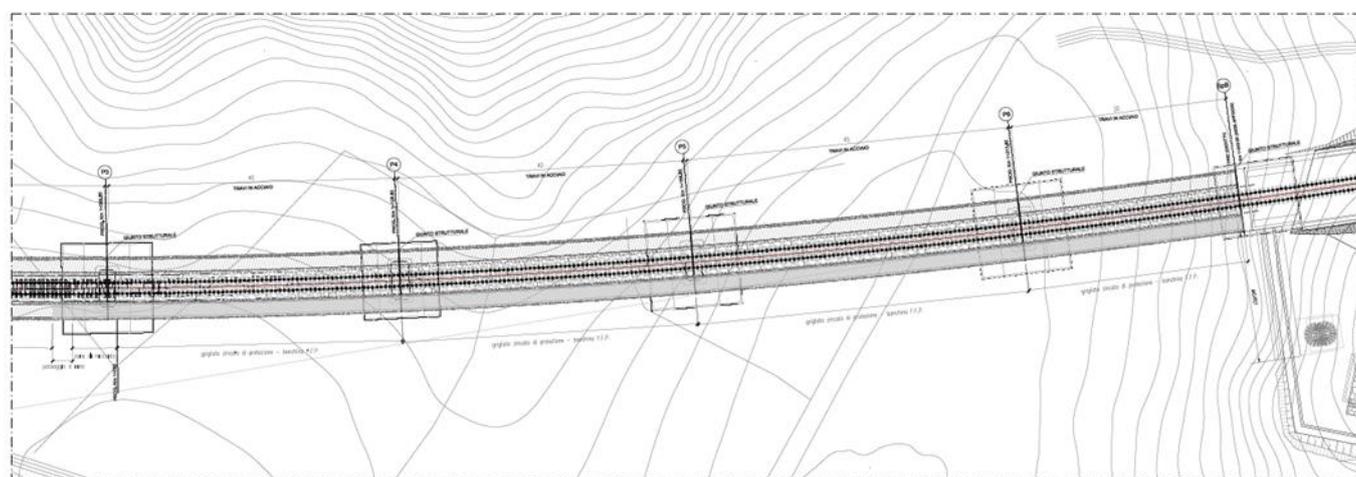
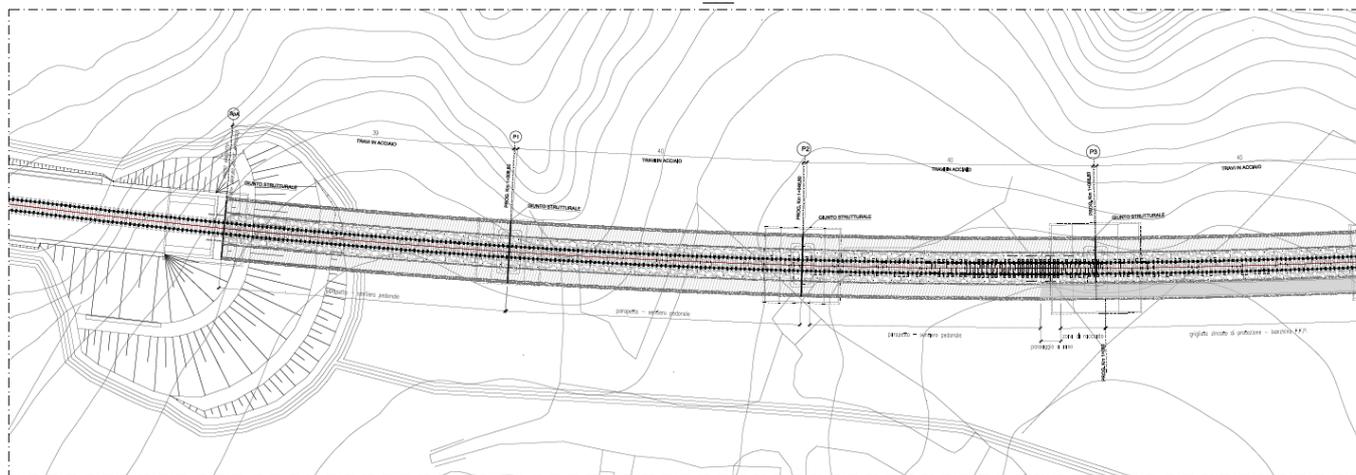


Figura 11 – Pianta VI01 Bonorva

Il viadotto VI02 è individuato dalla progressiva 2+231.43 alla progressiva 2+331.43 e risulta compreso tra la WBS RI03 e la WBS TR04.

L'opera sviluppa 100m di lunghezza complessiva (misurata in asse appoggi) e si compone di 3 campate: due da campate laterali 30 metri e una centrale da 40 metri.

Il viadotto, che supporta un binario singolo, presenta un andamento planimetrico rettilineo ed un andamento altimetrico con pendenza -1.5% nel verso delle progressive crescenti.

L'opera ricade in una zona di bassa pericolosità sismica (PGATR=712 =0.057 g), con sottosuoli classificabili di tipo A (secondo DM14.01.2008).

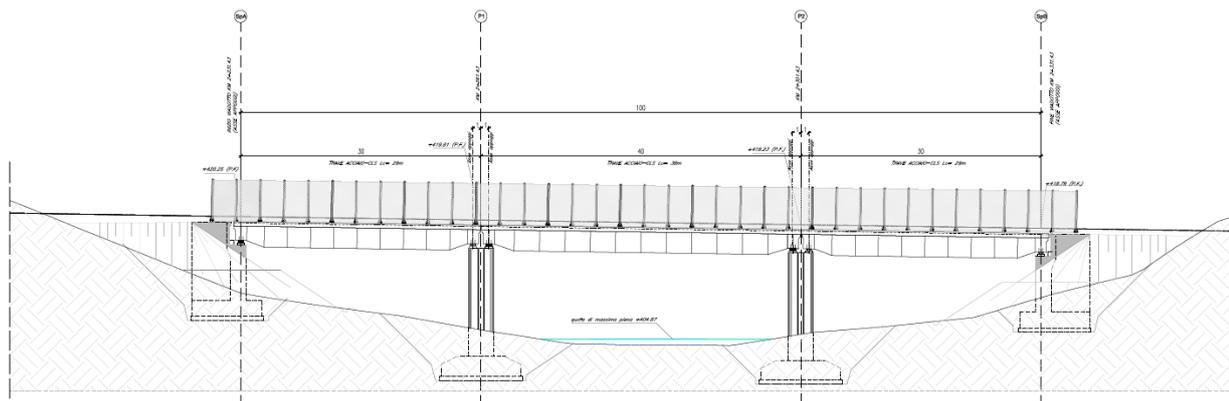


Figura 12 – Prospetto VI02 Bonorva

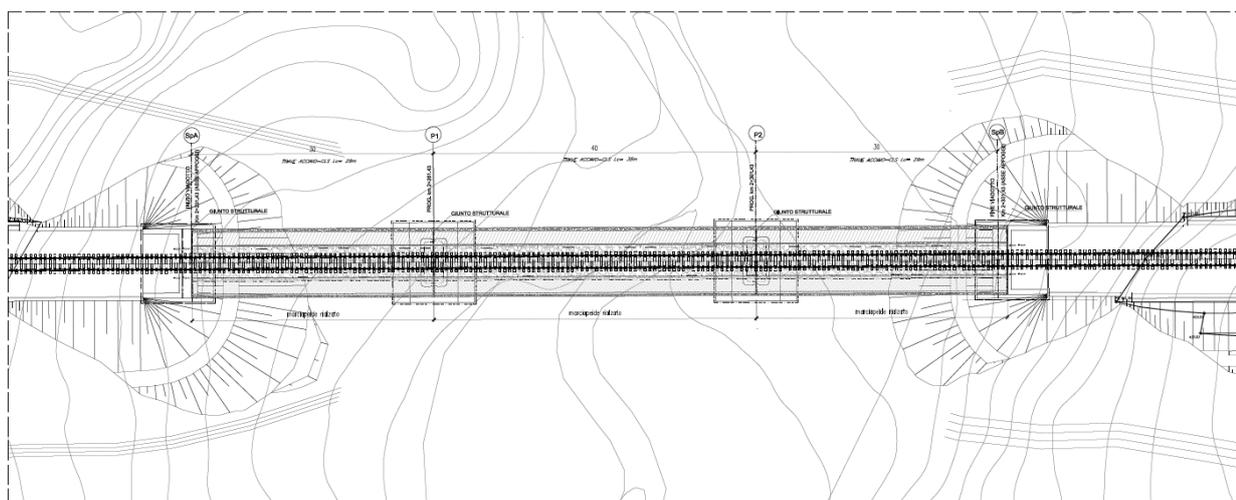


Figura 13 – Pianta VI02 Bonorva

Il viadotto VI03 è individuato dalla progressiva 4+726.10 alla progressiva 4+873.90 e risulta compreso tra la WBS RI04 e la WBS RI05.

L'opera sviluppa 147.8m di lunghezza complessiva (misurata in asse appoggi) e si compone di 6 campate da 25 metri.

Il viadotto, che supporta un binario singolo, presenta un raggio di curvatura planimetrico pari a $R=2200$ m ed un andamento altimetrico con pendenza -1.5% nel verso delle progressive crescenti.

L'opera ricade in una zona di bassa pericolosità sismica ($PGATR=712 = 0.057$ g), con sottosuoli classificabili di tipo A (secondo DM14.01.2008).

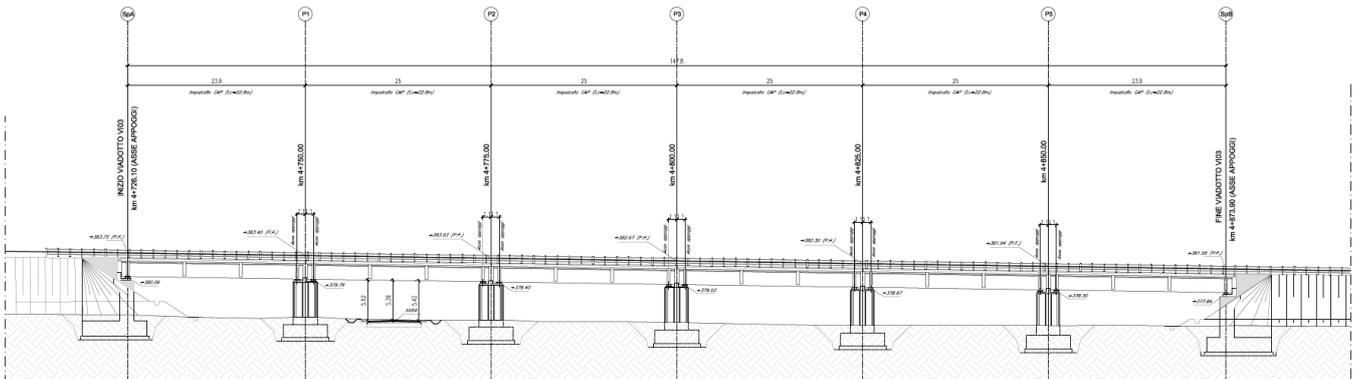


Figura 14 – Prospetto VI03 Bonorva

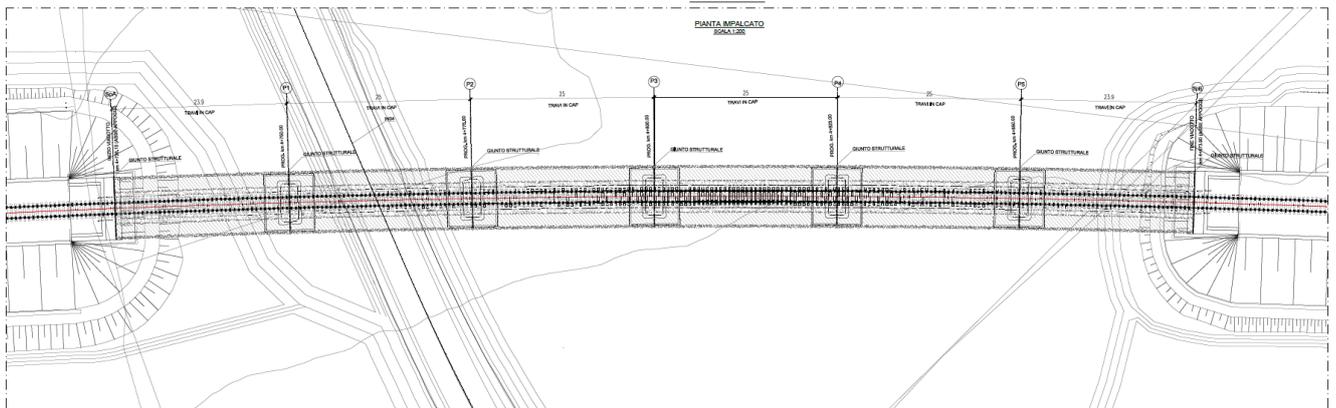


Figura 15 – Pianta VI03 Bonorva

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati di dettaglio (vedi elenco elaborati).

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 23/102

3 **QUADRO CONOSCITIVO ESISTENTE**

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale è stato redatto tenendo in considerazione il quadro conoscitivo esistente; si è provveduto, quindi, all'acquisizione di tutti i dati disponibili, relativamente sia al contesto territoriale ed ambientale di intervento, sia al progetto dell'opera ferroviaria.

A tale proposito, è stata considerata ed analizzata la seguente documentazione:

- Progetto Definitivo della “Velocizzazione Linea San Gavino-Sassari-Olbia. Variante di Bauladu”, del quale il presente PMA costituisce parte integrante;
- Cantierizzazione e gestione dei materiali di risulta;
- Studio geologico;
- Studio acustico;
- Studio di Impatto Ambientale;
- Progetto Ambientale della Cantierizzazione;
- Relazione paesaggistica;
- Interventi di mitigazione ed inserimento ambientale e paesaggistico.

Relativamente allo Studio di Impatto Ambientale, sono stati considerati i risultati della caratterizzazione dello stato attuale delle componenti ambientali, effettuata sulla base di rilievi diretti (come nel caso delle misurazioni fonometriche appositamente svolte per la componente “Rumore”), dei sopralluoghi nell'area di intervento eseguiti dai diversi specialisti che, ad esempio, hanno consentito di poter inquadrare l'area di intervento dal punto di vista “naturalistico” (fauna, flora, vegetazione ed ecosistemi), ecc..

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 24/102

4 RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI

4.1 I RICETTORI

I ricettori sono stati individuati sulla base di un'analisi del territorio e degli studi ambientali svolti per il progetto in esame.

Il territorio interessato dal progetto è prevalentemente di tipo rurale e seminaturale, caratterizzato da un'alternanza di aree agricole a vaste porzioni di incolti (prati, cespugli, ecc.). I ricettori presenti sul territorio attraversato dalle opere in progetto, nonché dal sistema di cantierizzazione, sono stati individuati all'interno di una fascia di 250 metri dall'asse del tracciato.

I ricettori censiti all'interno della suddetta fascia, sono solo poche unità e costituiti principalmente da ruderi, edifici agricoli, magazzini, ecc..; non si rinvenivano nuclei residenziali e centri abitati.

Per l'ubicazione dei principali ricettori che potrebbero essere interessati dalle lavorazioni di cantiere si rimanda all'elaborato grafico RR0H04D69P6CA0000001-4A "Planimetria localizzazione interventi di mitigazione".

4.2 PUNTI DI MISURA

Nel presente PMA per le aree di intervento e per ciascuna area di cantiere sono state individuate le componenti ambientali da monitorare, la tipologia di monitoraggio (orario, 24 h, settimanale, bisettimanale) e la frequenza delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam (una volta, mensile, trimestrale).

Per ognuna delle componenti ambientali selezionate sono stati definiti univocamente i siti nei quali predisporre le stazioni di monitoraggio per eseguire misure e prelievi, a seconda dei casi specifici.

Ciascun punto di monitoraggio è stato posizionato sulla base di analisi di dettaglio in campo, condotte in questa fase di progettazione definitiva, delle criticità e significatività specifica per singola componente ambientale messa in evidenza nel Piano Ambientale della Cantierizzazione (in seguito denominato PAC), sottoponendo il punto ad accertamento delle condizioni di accessibilità e mappandolo in carta. Per ognuno di tali punti si è previsto di individuarne la fase in cui esso verrà monitorato, le attività di monitoraggio che in esso avranno luogo e le relative frequenze e durate.

L'esatta localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle tavole allegate (RR0H04D69P6AC0000001-4 Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio).

4.3 TEMPI E FREQUENZE

Nel presente PMA per ogni componente ambientale, in funzione delle aree monitorate sono state individuate le frequenze delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam.

Per quanto riguarda la durata delle misure, essa è legata generalmente ad aspetti normativi o ad aspetti di significatività e rappresentatività dei dati. In particolare, per la fase corso d'opera le frequenze sono legate soprattutto ai tempi di realizzazione dell'opera o ai tempi di permanenza dei cantieri. La durata



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bonorva-Torralba

PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTO DI MONITORAGGIO
AMBIENTALE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR0H	04	D 69 RG	AC 0000 001	A	25/102

complessiva del monitoraggio in corso d'opera quindi dipenderà chiaramente dai tempi di realizzazione delle opere stesse ma soprattutto dalla durata delle lavorazioni più impattanti legate alle componenti da monitorare.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 26/102

5 RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI

Le componenti ambientali oggetto del presente PMA, che sono state individuate in considerazione delle caratteristiche dell'ambito territoriale di intervento e della tipologia dell'opera in progetto, così come desunto dallo Studio di Impatto Ambientale e agli altri studi specialistici sopra elencati, si riferiscono alle seguenti componenti ambientali:

- "Atmosfera"
- "Acque superficiali"
- "Acque sotterranee"
- "Suolo e sottosuolo"
- "Vegetazione, flora e fauna"
- "Rumore"
- "Vibrazioni"
- "Paesaggio"
- "Ambiente sociale"

Di seguito si riportano, per ciascuna componente ambientale, le specifiche tecniche sulla base della qualificazione degli impatti prevedibili relativi al progetto.

5.1 ATMOSFERA

5.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Le finalità del monitoraggio ambientale per la componente atmosfera sono:

- valutare l'effettivo contributo connesso alle attività di cantiere in termini di emissione sullo stato di qualità dell'aria complessivo;
- fornire ulteriori informazioni evidenziando eventuali variazioni intervenute rispetto alle valutazioni effettuate in fase di progettazione, con la finalità di procedere per iterazioni successive in corso d'opera ad un aggiornamento della valutazione delle emissioni prodotte in fase di cantiere;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e delle procedure operative per il contenimento degli impatti connessi alle potenziali emissioni prodotte nella fase di cantierizzazione dell'opera;
- fornire dati per l'eventuale taratura e/o adeguamento dei modelli previsionali utilizzati negli studi di impatto ambientale.

I parametri rilevati durante il monitoraggio, opportunamente acquisiti ed elaborati, permetteranno nella fase di cantiere una corretta e tempestiva gestione della componente ambientale in oggetto.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 27/102

5.1.2 Normativa di riferimento

Normativa nazionale

I principali riferimenti sono rappresentati da:

- D.P.C.M. 28/3/1983 - Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno;
- D.P.R. 203/88 (relativamente agli impianti preesistenti) ed altri decreti attuativi - Attuazione Direttive n. 80/779, 82/884, 84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell'art. 15 della Legge 16/4/87 n. 183;
- D.M. 20/5/1991 - Criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- D.M. 15/4/1994 - Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli artt. 3 e 4 del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203 e dell'art. 9 del D.M. 20 maggio 1991;
- D.M. 25/11/1994 - Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994;
- D.M. 16/5/1996 - Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono;
- D.Lgs. 4/8/99 n. 351 - Attuazione della direttiva 96/62 in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria;
- D.M. 1/10/2002 n.261 - Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione dei piani e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351;
- D. Lgs. 21/05/2004 n.183: Attuazione della direttiva 2002/03/CE relativa all'ozono nell'aria;
- D. Lgs. 3/8/2007 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. 13/8/2010 n.155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D. Lgs. 250/2012, Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio della componente atmosfera, descritto di seguito, è stato redatto in conformità delle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014".

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 28/102

Inoltre il progetto di monitoraggio della componente atmosfera descritto in questo elaborato è stato definito sulla base del documento “Linee Guida per il monitoraggio dell’atmosfera nei cantieri di grandi opere” prodotto da Italferr a Giugno 2012.

Normativa Regionale

L’Assessorato della Difesa dell’ambiente della Regione Autonoma della Sardegna ha predisposto il documento di zonizzazione e classificazione del territorio regionale, per la qualità dell’aria ambiente, che è stato adottato con la DGR n. 52/19 del 2013.

L’adeguamento della zonizzazione e classificazione, precedentemente redatte con deliberazione di Giunta regionale n. 55/6 del 29 novembre 2005, si è reso necessario ai fini del rispetto dei criteri indicati nel D.Lgs. 13.8.2010 n. 155, articoli 3 e 4, tendenti a individuare agglomerati e zone omogenee per la qualità dell’aria ambiente.

5.1.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

La scelta della localizzazione delle aree di indagine e, nell’ambito di queste, dei punti (stazioni) di monitoraggio, è effettuata sulla base delle analisi e delle valutazioni degli impatti sulla qualità dell’aria contenute nel SIA e/o nel Piano Ambientale della Cantierizzazione.

Di seguito si elencano i principali criteri per la localizzazione dei punti di monitoraggio nelle diverse fasi (AO, CO, PO), così come riportati nelle Linee Guida ministeriali:

- presenza di ricettori sensibili in relazione alla protezione della salute, della vegetazione e degli ecosistemi, dei beni archeologici e monumentali e dei materiali;
- punti di massima rappresentatività territoriale delle aree potenzialmente interferite e/o dei punti di massima ricaduta degli inquinanti (CO e PO) in base alle analisi e valutazioni condotte mediante modelli e stime nell’ambito dello SIA;
- caratteristiche microclimatiche dell’area di indagine (con particolare riferimento all’anemologia);
- presenza di altre stazioni di monitoraggio afferenti a reti di monitoraggio pubbliche/private che permettano un’efficace correlazione dei dati;
- morfologia dell’area di indagine;
- aspetti logistici e fattibilità a macroscale e microscale;
- tipologia di inquinanti e relative caratteristiche fisico-chimiche;
- possibilità di individuare e discriminare eventuali altre fonti emmissive, non imputabili all’opera, che possano generare interferenze con il monitoraggio;
- caratteristiche geometriche (in base alla tipologia - puntuale, lineare, areale, volumetrica) ed emmissive (profilo temporale) della/e sorgente/i (per il monitoraggio CO e PO).

Lo studio della componente Atmosfera, sviluppato nel SIA, non ha evidenziato impatti particolarmente significativi in fase di cantiere, considerata anche la sostanziale assenza di ricettori direttamente esposti alle fasi di lavorazione. Ciononostante, anche alla luce delle semplificazioni insite nella schematizzazione previsionale, a titolo cautelativo si è prevista un’attività di monitoraggio in

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 29/102

corrispondenza di ricettori potenzialmente interferiti dal transito dei mezzi d'opera e più in generale dalle attività di lavorazione.

Il monitoraggio verrà quindi effettuato in alcuni punti significativi denominati "stazioni di monitoraggio".

Per "stazione" si intende una zona definita in cui si ritiene necessario prevedere la determinazione del potenziale contributo della cantierizzazione in termini di inquinanti atmosferici. In particolare si definiscono almeno due differenti tipologie di sezione di monitoraggio:

- aree di cantiere presenti per tutta la durata dei lavori;
- aree di lavoro presenti per una durata limitata dei lavori (Fronte Avanzamento Lavori).

Per ciascuna sezione di monitoraggio, sempre secondo le finalità definite sopra, si prevede l'ubicazione di almeno due punti di monitoraggio, in particolare:

- un punto di monitoraggio in un'area interessata da emissioni atmosferiche prodotte dall'attività di cantiere (Influenzata);
- un secondo punto di monitoraggio in una postazione di misura assolutamente equivalente alla prima in termini di condizioni ambientali al contorno, ma non influenzato dal cantiere e, ovviamente, non influenzato da altri cantieri o punti di immissione singolare (Non Influenzata).

Nel caso in esame, in funzione dell'ampiezza delle aree interferite, del numero di ricettori presenti, della severità dei potenziali impatti e della durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera, la rete di monitoraggio sarà composta unicamente da 2 sezioni di monitoraggio, costituite da 2 punti potenzialmente influenzati dalle attività di lavorazione sul fronte di avanzamento lavori (ATL); inoltre, si utilizzerà 1 punto di monitoraggio non influenzato dalle attività di cantiere (N.I.), per un totale di 3 punti di monitoraggio.

In virtù della natura dell'opera, non si prevedono elementi di impatto per la componente atmosfera durante l'esercizio dell'opera, quindi non si prevede di eseguire monitoraggi in fase post operam, per detta componente.

La localizzazione delle sezioni di monitoraggio con indicazione dei possibili punti di monitoraggio viene rappresentata negli elaborati grafici RR0H04D69P6AC0000001-4 "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio".

L'ubicazione dei punti di monitoraggio che costituiranno ciascuna stazione è determinata in riferimento ai risultati delle analisi ambientali di progetto e potrà essere modificata durante la fase di corso d'opera, sempre con la finalità di evidenziare nella sezione il contributo delle emissioni di cantiere.

In particolare, l'ubicazione esatta dei punti da monitorare dovrà essere confermata a seguito della verifica dell'effettiva cantierizzazione che sarà effettuata in sede di approfondimento del progetto esecutivo.

5.1.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Sulla base del documento "Linee Guida per il monitoraggio dell'atmosfera nei cantieri di grandi opere" prodotto da Italferr a Giugno 2012, i parametri della qualità dell'aria di cui si prevede il monitoraggio sono di due tipi: il primo tipo si riferisce ad inquinanti convenzionali, ovvero quelli inclusi nella legislazione

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 30/102

vigente per i quali sono stati stabiliti limiti normativi, mentre il secondo tipo riguarda una serie di parametri ed analisi non convenzionali che non sono previsti dalla vigente legislazione sulla qualità dell'aria ma che sono necessari per definire il potenziale contributo di inquinanti verosimilmente prodotti durante le fasi di cantierizzazione dell'opera.

Nota la finalità del monitoraggio per detta componente i parametri oggetto di indagine sono:

Parametri convenzionali

- particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM₁₀);
- particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM_{2.5}).

Parametri non convenzionali

- analisi della composizione chimica del particolato relativamente agli elementi terrigeni nelle due frazioni granulometriche;
- misura ed interpretazione quali-quantitativa dei dati relativi al particolato sedimentabile (deposizioni);
- misura simultanea delle polveri con metodo gravimetrico e della distribuzione granulometrica del particolato ad alta risoluzione temporale mediante contatori ottici.

Sarà inoltre prevista la misura dei parametri meteorologici necessari a valutare i fenomeni di diffusione e di trasporto a distanza dell'inquinamento atmosferico, e ad avere una base sito specifica dei parametri meteo da utilizzare nelle simulazioni atmosferiche:

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- umidità relativa;
- temperatura;
- precipitazioni atmosferiche;
- pressione barometrica;
- radiazione solare;
- componente verticale del vento (anemometro tridimensionale).

Nell'ambito delle misure e dell'interpretazione dei dati meteorologici particolare attenzione sarà data a parametri relativi alla stima delle caratteristiche di stabilità dell'atmosfera combinando, ad esempio, i dati della lunghezza stimata di Monin-Obhukov, della valutazione della classe di stabilità di Pasquill ed i dati della componente verticale del vento.

Il monitoraggio ambientale per la componente atmosfera prevede:

- il monitoraggio della componente atmosfera in corso d'opera, per le interferenze dovute all'attività dei cantieri fissi (aree tecniche, aree di stoccaggio, etc.) ed al fronte di avanzamento lavori.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 31/102

Considerato, infatti, il contesto territoriale privo di significative fonti di inquinamento atmosferico (centri abitati, nuclei industriali, ecc.), si ritiene superflua la definizione dello stato della qualità dell'aria prima dell'inizio dei lavori.

Le campagne di misura del corso d'opera, limitatamente alle misure del tipo ATL, saranno compiute contemporaneamente all'effettivo svolgimento delle attività di cantiere in prossimità del punto di monitoraggio e sono finalizzate alla verifica di eventuali superamenti temporanei delle concentrazioni di polveri.

5.1.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Metodologia di acquisizione parametri convenzionali

Per l'acquisizione dei dati di monitoraggio atmosferico saranno utilizzate stazioni di misura conformi ai sensi dell'art.1 comma g) del D. Lgs. 155/10 e s.m.i.:

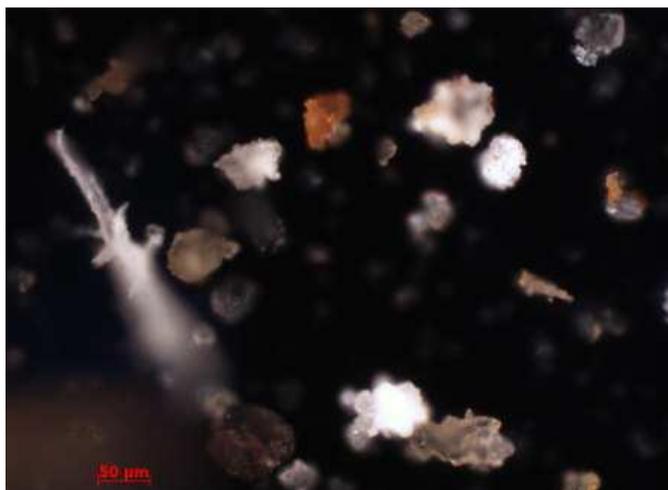
- per quanto riguarda i requisiti richiesti per la strumentazione;
- utilizzo di metodiche riconosciute o equivalenti a quelle previste da normative;
- strumentazione che permetta un'acquisizione e restituzione dei dati utile ad intervenire tempestivamente in caso di anomalie.

In particolare per il campionamento e le analisi dei parametri sopra indicati verranno utilizzate strumentazione e metodiche previste dalla normativa vigente in materia (D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.) e le principali norme tecniche (ad esempio per le polveri sottili la UNI EN 12341) così da ottenere dei dati validati e confrontabili con le centraline degli Enti territoriali competenti per la determinazione della qualità dell'aria ai sensi dell'art. 1 del D. Lgs. 155/10 e s.m.i. ed avere delle indicazioni sull'andamento della qualità dell'aria delle zone territoriali su cui insistono le aree di cantiere e l'eventuale contributo delle attività di realizzazione dell'opera ferroviaria.

Metodologia di acquisizione parametri non convenzionali

Deposizione e microscopia: questa tecnica consente l'acquisizione, sulla base di periodi più lunghi (ad esempio 7 gg) di campioni di materiale particolato depositato, ossia la frazione più pesante del particolato aerotrasportato. Utilizzando un campionatore che si attiva solo in assenza di precipitazione (Dry-Only), saranno acquisiti i dati di deposizione di massa (mg/mq*giorno) di polveri sedimentate, nonché vetrini per microscopio ottico sul quale effettuare l'osservazione qualitativa della natura delle polveri e della loro distribuzione in termini di colore, aspetto e dimensione, naturalmente in riferimento alle osservazioni da microscopio ottico che, in pratica, si riferiscono a particelle sedimentate di dimensioni superiori a 3 mm circa.

Anche in questo caso, al fine di chiarire meglio il senso delle osservazioni, nelle figure seguenti sono mostrate le apparecchiature per questo tipo di valutazione. Nella fase di campionamento viene impiegata un'apparecchiatura molto simile a quella presentata in fotografia:



Tale apparecchio si attiva in assenza di precipitazioni raccogliendo il materiale sedimentato. Quest'ultimo viene poi valutato per microscopia ottica automatica dopo essere stato raccolto su adeguato vetrino di osservazione. La foto di seguito riportata si riferisce ad un campione di particolato atmosferico sedimentato.



L'analisi automatica dell'immagine rende possibile la valutazione della distribuzione granulometrica e la classificazione del materiale depositato in classi di "colore" aggiungendo importanti informazioni a quelle già acquisite e che possono essere riportate in tabelle simili a quella che viene di seguito mostrata ove appunto sono mostrate 8 classi granulometriche da 1 a 200 µm di diametro e tre classi di colore (Nero, Bianco, Marrone).

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 33/102

5.1.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Per quanto detto sopra, il monitoraggio della componente atmosfera viene svolto nella sola fase di:

- **Monitoraggio corso d'opera** (durante la realizzazione delle attività di cantiere):

Le attività di monitoraggio dovranno essere precedute da un'analisi mediante modelli previsionali degli impatti legati all'organizzazione "esecutiva" della cantierizzazione. Sulla base delle risultanze delle simulazioni integrative, Italferr provvederà a confermare o eventualmente modificare le ubicazioni delle sezioni di monitoraggio e a comunicarle agli Enti competenti.

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di CO sono da eseguirsi per ogni anno di durata dei lavori e sono così definite:

- verifica della tempistica di campionamento in funzione delle fasi di costruzione dell'opera e delle relative attività di lavorazione;
- sopralluogo e riconoscimento dei punti di monitoraggio;
- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari con particolare riferimento all'installazione delle centraline per il monitoraggio in continuo;
- esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche;
- restituzione dei risultati nelle schede di rilievo;
- valutazione dei risultati;
- produzione del Bollettino dei Risultati ed inserimento dei dati nel Sistema Informativo;
- redazione del rapporto annuale.

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola allegata al Piano di monitoraggio ambientale RR0H04D69P6AC0000001-4, con le metodiche di riferimento indicate al par. 0 con durata e frequenza come di seguito riportato:

Fase corso d'opera

La fase di monitoraggio CO si prevede con durata e frequenza di seguito riportata:

- Durata: per tutta la durata dei lavori, ossia circa 4,5 anni;
- Frequenza: trimestrale (pari a n° 18 campagne nell'anno precedente l'inizio lavori).

Le campagne di misura in ciascun punto di monitoraggio avranno durata di 15 giorni; la tabella che segue riporta il numero di campagne di monitoraggio previste per ogni fase.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 34/102

Tabella 3 - Punti di monitoraggio e frequenza prevista per la componente atmosfera

CODICE PUNTO	ANTE OPERAM (6 MESI) FREQUENZA	CORSO D'OPERA (4,5 ANNI) FREQUENZA
ATL 1	\	trimestrale
ATL 2	\	trimestrale
N.I. 1	\	trimestrale

* Nello stralcio di seguito si riporta la posizione del punto N.I. (punto “non influenzati” dalle attività di cantiere); nella successiva fase progettuale tale punto individuato potrà subire variazioni a seguito di ulteriori affinamenti dei modelli previsionale da prevedersi una volta definito il layout di cantiere esecutivo e di accertamenti sul campo per la verifica della fattibilità logistica (allacci corrente, permessi in aree private, ecc.).

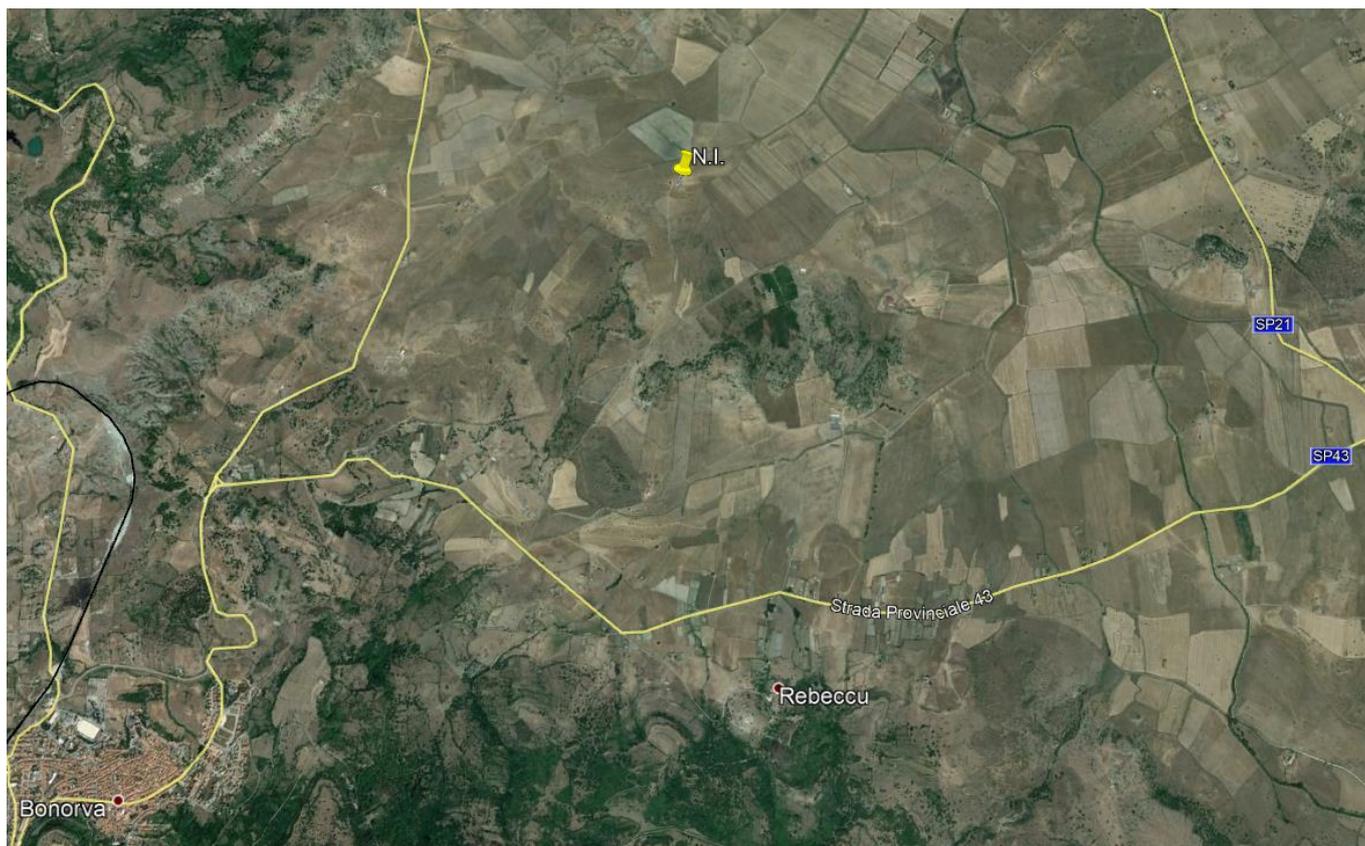


Figura 16 - Posizionamento dei Punti N.I.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 35/102

5.2 ACQUE SUPERFICIALI

5.2.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio relativo alla componente “Ambiente idrico superficiale” è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all’esercizio dell’opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, che intervengono sui corpi idrici superficiali interferiti dall’opera o prossimi ad essa, ed a risalirne le cause, così da ricercare gli eventuali correttivi per ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l’ambiente idrico pre-esistente.

5.2.2 Normativa di riferimento

Per quanto riguarda le norme a cui far riferimento per l’esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare e le grandezze da misurare, si citano i seguenti riferimenti:

Normativa Comunitaria

- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 12 agosto 2013, n. 2013/39/UE - Direttiva che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque;
- Direttiva della Commissione delle Comunità europee 31 luglio 2009, n. 2009/90/Ce - Direttiva che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 16 dicembre 2008, n. 2008/105/CE - Direttiva sugli standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque (modifica e abrogazione delle Dir. 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE e modifica della Dir. 2000/60/CE);
- Direttiva del Parlamento europeo, 15 febbraio 2006, n. 2006/11/CE - Direttiva 2006/11/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 febbraio 2006 concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità;
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;
- Direttiva 1991/271/CE del 21 maggio 1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane, ovvero la tipologia di trattamento che devono subire le acque reflue che confluiscono in reti fognarie prima dello scarico;
- Direttiva del Consiglio del 4 maggio 1976, n. 76/464/CEE - Direttiva concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità.

Normativa nazionale

- Legge 28 dicembre 2015, n. 221 - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali;
- D.Lgs. 13 ottobre 2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive

2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque. Entrata in vigore del provvedimento: 11/11/2015;

- Legge 22 maggio 2015, n. 68 - Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 27 novembre 2013, n. 156 - Regolamento recante i criteri tecnici per l'identificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- D.Lgs. 10 dicembre 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;
- D.M. 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;
- Legge 25 febbraio 2010, n. 36 - Disciplina sanzionatoria dello scarico di acque reflue.
- D.M. 14 aprile 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";
- Legge 27 febbraio 2009, n. 13 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
- D.L. 30 dicembre 2008, n. 208 e ss.mm.ii. - Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
- D.M. 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;
- D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.Lgs. 8 novembre 2006, n. 284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.M. 2 maggio 2006 - Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue, ai sensi dell'articolo 99, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;

- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale). In particolare, la Parte Terza del suddetto decreto, concernente: “Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall’inquinamento e di gestione delle risorse idriche” e successivi Decreti legislativi correttivi (D.Lgs. n. 284 del 8 novembre 2006, D.Lgs. n. 4 del 16 gennaio 2008);
- Direttiva del Ministero dell’Ambiente e della tutela del territorio e del mare 27 maggio 2004 - Disposizioni interpretative delle norme relative agli standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose;
- D.M. 6 aprile 2004, n.174 - Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano;
- D.M. 12 giugno 2003, n. 185 – Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell’articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152;
- D. M. 18 settembre 2002 e s.m.i. - Modalità di informazione sullo stato di qualità delle acque, ai sensi dell'art. 3, comma 7, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 52;
- D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 e ss.mm.ii. - Attuazione della direttiva 98/83/Ce - Qualità delle acque destinate al consumo umano.

Normativa regionale

Con la deliberazione della Giunta regionale n. 14/16 del 4 aprile 2006, in attuazione della legge regionale del 19 luglio 2000, n. 14, è stato approvato in via definitiva il Piano di Tutela delle Acque redatto, ai sensi dell'art. 44 del D.Lgs n. 152/1999 e s.m.i., dal Servizio di Tutela delle Acque dell'Assessorato.

5.2.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è stato redatto in conformità agli “Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Ambiente idrico REV. 1 del 17 giugno 2015”.

In base ai dettami del documento, le aree oggetto di monitoraggio dovranno essere individuate in base alla tipologia di opera e in relazione alla sensibilità e/o vulnerabilità dell’area potenzialmente interferita, pertanto l’individuazione dei punti dovrà essere strettamente connessa a:

- interferenze opera – ambiente idrico e alla valutazione dei relativi impatti;
- punti di monitoraggio considerati in fase di caratterizzazione ante operam;
- reti di monitoraggio (nazionale, regionale e locale) meteo idro–pluviometriche e quali – quantitative esistenti, in base alla normativa di settore.

Nel PMA sono indicati i siti di monitoraggio puntuali atti ad eseguire un’analisi a scala di sito, e quindi strettamente calati sulle emergenze idriche da monitorare. In corrispondenza dei più significativi corpi idrici potenzialmente interferiti dovranno essere posizionati due punti di monitoraggio secondo il criterio idrologico “M-V”, così da poter valutare in tutte le fasi del monitoraggio la variazione degli specifici

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 38/102

parametri/indicatori tra i due punti “M-V” ed eventualmente individuare gli impatti derivanti dalle attività connesse al progetto.

Dall’analisi dell’assetto idrografico della zona in esame e delle tipologie di opere che saranno realizzate nell’ambito del progetto si ritiene di eseguire il monitoraggio delle acque sui corpi idrici superficiali significativi interferiti dal tracciato in progetto, e per tale motivo potenzialmente esposti ad eventuale contaminazione connessa alle attività di cantiere (a seguito ad esempio di sversamenti accidentali di sostanze inquinanti).

Il tracciato di progetto prevede l’attraversamento di vallecole minori e fossi d’incisione a carattere marcatamente stagionale o torrentizio, con portate estremamente variabili e fortemente condizionate dal regime delle piogge.

Si prevede quindi una coppia di punti di monitoraggio, uno a monte ed uno a valle idrologico rispetto all’attraversamento da realizzare, nonché rispetto alle aree di cantiere prossime al corso d’acqua in oggetto, allo scopo di monitorare lo stato qualitativo del corpo idrico a seguito della costruzione delle opere in progetto e nel corso della realizzazione delle stesse.

Appare evidente che la frequenza del monitoraggio della componente acque superficiali in fase CO e PO potrà essere variata in funzione delle caratteristiche torrentizie/stagionali del corso d’acqua impattato e sulla base degli esiti del monitoraggio eseguito in fase AO.

Inoltre, considerata la vicinanza del Riu Mannu alle aree di lavorazione si prevede cautelativamente il monitoraggio del corso d’acqua alla fine della tratta in progetto in coincidenza dell’affiancamento con l’attuale tracciato.

Nell’ambito delle attività di monitoraggio ambientale da eseguirsi in fase di Corso d’Opera (CO) sulle matrici ambientali interessate dall’attuazione del Piano di Utilizzo al fine di evitare eventuali fenomeni di contaminazione delle falde idriche sotterranee si prevede di eseguire il monitoraggio in Corso d’Opera (CO) delle acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio dei materiali di scavo.

5.2.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Secondo quanto indicato nelle citate linee guida ministeriali, la scelta degli indicatori deve essere fatta in funzione della tipologia del corpo idrico potenzialmente interferito, ponendo particolare attenzione alla valutazione dell’obiettivo di “non deterioramento” delle componenti ecosistemiche del corpo idrico, introdotto dalla Direttiva Quadro sulle Acque.

Dal momento che non si può escludere a priori che la realizzazione delle opere in progetto non comprometta il raggiungimento degli “obiettivi di qualità” e/o variazioni di “stato/classe di qualità” del corpo idrico, così come definiti dalla normativa di settore e contenuti negli strumenti settoriali di pianificazione/programmazione, verranno utilizzati gli indicatori/indici (con le relative metriche di valutazione) indicati dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i..

Le attività di monitoraggio prevedono controlli mirati all’accertamento dello stato quali-quantitativo delle risorse idriche superficiali. Tali controlli consistono in indagini del seguente tipo:

- Indagini quantitative: misure di portata;

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 39/102

- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici.

Indagini quantitative

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla contestualizzazione dei valori provenienti dalle analisi qualitative chimiche, fisiche e batteriologiche, pertanto verrà rilevato il seguente parametro:

- Portata (in situ)

È il parametro che quantifica l'entità dei deflussi, fornendo un dato che può essere messo in correlazione sia al quadro di riferimento idrologico del corso d'acqua, per identificare eventuali impatti dovuti alle lavorazioni limitrofe impattanti il regime idrologico, sia ai parametri chimico-fisici di qualità dell'acqua per valutare l'entità dei carichi di inquinanti che defluiscono nella sezione di controllo (dato essenziale per la stima di bilanci di inquinanti nella rete idrografica).

Nelle campagne di misura la rilevazione della portata verrà eseguita effettuando misure correntometriche. Tali misure saranno eseguite utilizzando mulinelli, provvisti di un set di eliche, idonee per misure in qualsiasi condizione di velocità. Quando necessario le sezioni di misura verranno predisposte al rilievo eseguendo la pulizia del fondo e delle sponde o i manufatti esistenti per applicare i dispositivi di supporto e di calata. Sulla stessa sezione fluviale, nel caso di misure ripetute in periodi diversi, verranno, per quanto possibile, mantenute metodiche e condizioni di misura analoghe, per favorire la confrontabilità dei dati.

Indagini qualitative

- **Parametri chimico-fisici**

I parametri chimico-fisici potranno fornire un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque dei corsi d'acqua preliminare all'inizio dei lavori, ed in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in costruzione. Verranno rilevati i seguenti parametri:

Temperatura acqua

Temperatura aria

pH

Conducibilità elettrica

Ossigeno disciolto

Solidi disciolti totali (TDS)

Solidi sospesi totali (TSS)

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza d'inquinanti. La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono

essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno è in funzione della temperatura e della pressione barometrica pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. La presenza di organismi fotosintetici (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne. I solidi in sospensione totali sono indicativi, eventualmente in associazione con la torbidità rilevata strumentalmente e con la misura del trasporto solido in sospensione, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o ad interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosibilità del suolo (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, di cava o discarica; sistemazioni idrogeologiche, dissesti, ecc.). L'entità e la durata di concentrazioni acute di solidi in sospensione ha ripercussioni sulla quantità degli habitat per macroinvertebrati e fauna ittica.

- **Parametri chimici e microbiologici acqua**

Le analisi chimiche e microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua. Verranno analizzati parametri tipicamente legati alle attività di lavorazione e secondariamente all'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria. Verranno rilevati i seguenti parametri:

Calcio

Sodio

Potassio

Magnesio

Cloruri

Cloro attivo

Fluoruri

Solfati

Bicarbonati

Nitrati

Nitriti

Ammmonio

Ferro

Cromo VI

Cromo totale

Idrocarburi Btex

Idrocarburi Totali

Piombo

Zinco

Rame

Nichel

Cadmio

Azoto nitroso (in caso di scavo meccanico)

I cloruri sono sempre presenti nell'acqua in quanto possono avere origine minerale. Valori elevati possono essere collegati a scarichi civili, industriali e allo spandimento di fertilizzanti clorurati e all'impiego di sali antigelo sulle piattaforme stradali. Possono inoltre derivare da processi di depurazione dovuti ad attività di cantiere, dove viene utilizzato l'acido cloridrico (HCL) come correttore di pH, oppure derivano dal processo di potabilizzazione per aggiunta di ipoclorito di sodio NaClO, utilizzato per ossidare le sostanze presenti nell'acqua, liberando ossigeno. Cromo, Nichel, Zinco sono metalli potenzialmente riferibili al traffico veicolare. Il Cadmio è indicativo della classe di qualità dei corsi d'acqua ed è correlabile alle possibilità di vita dei pesci. La presenza di alcuni metalli può essere inoltre correlata alle lavorazioni, in quanto presenti nel calcestruzzo (cromo) o tramite vernici, zincature e cromature. La presenza di oli e idrocarburi è riconducibile all'attività di macchine operatrici di cantiere, a sversamenti accidentali, al lavaggio di cisterne e automezzi e al traffico veicolare.

- **Parametri biologici e fisiografico-ambientali**

STAR.ICMI

Indice ISECI

IFF

Lo STAR-ICMI è un indice che viene calcolato attraverso la combinazione di sei metriche correlate alle caratteristiche di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità/ricchezza riscontrabili nei siti fluviali. L'indice è costruito per valutare la qualità generale dei siti fluviali, e viene espresso in Rapporto di Qualità ecologica (RQE), dato dal rapporto del parametro biologico "osservato" ed il valore dello stesso parametro corrispondente ad un "bianco" per la tipologia di corpo idrico considerato.

L'indice ISECI effettua una valutazione sullo stato di una determinata comunità di pesci di un corso d'acqua e costituisce l'indice da utilizzare nella classificazione dei corpi idrici superficiali per l'EQB pesci, l'indice valuta la composizione e l'abbondanza della fauna ittica.

L'indice di Funzionalità Fluviale (IFF) consente di rilevare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e di valutare la funzionalità ecologica, intesa come sinergia tra il biotopo e la biocenosi del sistema acquatico e gli ecosistemi terrestri collegati ad esso.

Per il monitoraggio delle acque superficiali sono stati selezionati dei parametri-indicatori tra quelli previsti nelle linee guida ministeriali, ritenuti significativi, in relazione alla tipologia ed alle caratteristiche dei corsi d'acqua interferiti.

Il set di parametri-indicatori oggetto del monitoraggio e le metodiche di analisi per le acque superficiali sono riassunte nella tabella seguente e saranno utilizzati per le fasi: AO, CO e PO.

Tabella 4 - Parametri da monitorare per la componente acque superficiali (fasi AO, CO e PO)

Parametro	Metodo	U.M.
Temperatura acqua	APAT2100-campo	°C
Temperatura aria	Strumentale - campo	°C
pH	APAT2060-campo	upH
Conducibilità elettrica	APAT2030-campo	µS/cm
Ossigeno disciolto	ASTM D888-campo	mgO ₂ /l
Azoto nitroso (in caso di scavo meccanico)	APAT4020	mg/l
Solidi disciolti Totali (TDS)	UNI 15216	mg/l
Solidi Sospesi Totali (TSS)	APAT2090 B	mg/l
Portata	Correntometro - strumentale	mc/s
Calcio	EPA 6010D	mg/l
Sodio	EPA 6010D	mg/l
Potassio	EPA 6010D	mg/l
Magnesio	EPA 6010D	mg/l
cloruri	APAT4020	mg/l
Cloro attivo	APAT4080	mg/l
Fluoruri	APAT4020	mg/l
Solfati	APAT4020	mg/l
Bicarbonati	APAT2010B	mg/l
Nitrati	APAT4020	mg/l
Nitriti	APAT4020	mg/l
Ammonio	APAT 4030 B	mg/l
ferro	EPA6020	µg/l
CromoVI	EPA7199	µg/l
Cromo totale	EPA6020	µg/l
Btexs	EPA5030 + EPA8260	µg/l
idrocarburi totali (cone n-esano)	EPA5021 + EPA8015 + UNIENISO9377	mg/l

Parametro	Metodo	U.M.
Piombo	EPA6020	mg/l
Zinco	EPA6020	mg/l
Rame	EPA6020	mg/l
Nichel	EPA6020	µg/l
Cadmio	EPA6020	mg/l
Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)	MANUALE APAT 2007	-
Indice ISECI	Protocollo Ispra	-

Il monitoraggio previsto in fase di Corso d'Opera (CO) sulle acque di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio temporaneo dei materiali di scavo, è finalizzato alla ricerca dei potenziali contaminanti riportati di seguito:

Tabella 5 - Parametri da monitorare in fase CO per le acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio

Tipologia parametro	Parametro – Indicatore
Biologico	Concentrazione di nutrienti (azoto e fosforo)
Fisico	Temperatura dell'acqua
	Conducibilità
	Ph
	Torbidità
	Potenziale redox
Chimico	Stato chimico concentrazioni delle sostanze prioritarie (P), le sostanze pericolose prioritarie (PP) e le rimanenti sostanze (E) Idrocarburi, metalli pesanti, ecc. (Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo SQA-MA)
	Durezza
	Cloruro
	Solfati
	BOD5
	COD
	Ossigeno disciolto

Nel corso delle campagne di monitoraggio, in caso di scostamento tra i valori rilevati nella sezione analizzata, occorrerà valutare l'opportunità di eseguire indagini di approfondimento su parametri da valutare di volta in volta.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 44/102

Ad ogni modo, le tipologie di campionature e di analisi periodiche, nonché le normative di riferimento saranno preventivamente concordate con il servizio ARPA di competenza, così come le circostanze e casistiche in cui sarà eventualmente necessario rinfittire i campionamenti.

5.2.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Misure di Portata

Le misure di portata saranno realizzate sulle sezioni precedentemente individuate, il punto preciso di indagine sarà a discrezione dell'esperienza dell'operatore e delle condizioni del fiume, quando non è possibile per via delle condizioni idrologiche utilizzare il mulinello (metodo correntometrico), la portata sarà determinata con il metodo volumetrico o con il galleggiante. Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del possibile, dalla vegetazione. Prima di ogni campagna di misura dovrà essere verificata l'efficienza e la manutenzione della strumentazione. La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore. Le verticali dovranno essere più frequenti laddove il fondo è irregolare.

Il numero di punti di misura per ogni verticale è determinato dal diametro dell'elica o dalle caratteristiche del peso (se utilizzato). Indicando con altezza la profondità della verticale e con profondità la profondità del punto di misura, per la determinazione delle profondità dei punti di misura si seguiranno i seguenti criteri:

- Micromulinello con elica da 5 cm
 - Da 5 a 8 cm di altezza della verticale: 1 misura a 2.5 cm di profondità;
 - Da 8 a 10 cm due misure a 2.5 di prof e a 2.5 dal fondo;
 - Da 10 a 15 si aggiunge una misura a profondità= $2.5+(altezza-5)/2$;
 - Da 15 a 35 alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a prof= $2.5+(altezza-5)/3$, prof= $2.5+(altezza-5)*2/3$;
 - Da 35 a 70 alle due misure di fondo e di superficie si aggiungono 3 punti a prof= $2.5+(altezza-5)/4$, prof= $2.5+(altezza-5)*2/4$, prof= $2.5+(altezza-5)*3/4$;
- Misure a guado con elica da 12 cm di diametro;
 - Da 12 a 13 cm di altezza della verticale una misura a 6 cm di prof.;
 - Da 13 a 25 cm si aggiunge una misura al 6 cm dal fondo;
 - Da 25 a 50 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge una terza a prof= $6+(altezza-12)/2$;
 - Oltre 50 cm di altezza alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a prof= $6+(altezza-12)/3$ e prof= $6+(altezza-12)*2/3$.
- Misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=12 cm
 - Da 18 a 24 cm di altezza della sezione una misura a 6 cm di profondità;

- Da 25 a 30 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 12 cm dal fondo;
- Da 31 a 50 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a $prof=6+(altezza-18)/2$;
- Da 51 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a $prof=6+(altezza-18)/3$ e $prof=6+(altezza-18)*2/3$;
- Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a $prof=6+(altezza-18)/4$, $prof=6+(altezza-18)*2/4$, $prof=6+(altezza-18)*3/4$;
- Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.
- Misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=20 cm
 - Da 26 a 32 cm di altezza della sezione una misura a 6 cm di profondità;
 - Da 33 a 49 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 20 cm dal fondo;
 - Da 50 a 65 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a $prof=6+(altezza-26)/2$;
 - Da 66 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a $prof=6+(altezza-26)/3$ e $prof=6+(altezza-26)*2/3$;
 - Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a $prof=6+(altezza-26)/4$, $prof=6+(altezza-26)*2/4$, $prof=6+(altezza-26)*3/4$;
 - Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.

Campionamento per Analisi di Laboratorio

Il campionamento sarà realizzato tramite sonda a trappola che sarà 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.

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 saranno 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.

Tutte le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- punto di prelievo (nome del corso d'acqua);
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo;
- data e ora del campionamento.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 46/102

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.

Indice di Funzionalità fluviale

L'indice di funzionalità fluviale consente di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale in merito alla funzionalità, intesa come capacità autodepurativa derivante dall'interazione di vari sistemi biotici ed abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato. L'IFF è un'indagine che consiste in un'analisi critica delle caratteristiche ambientali dell'ecosistema fluviale oggetto di studio. L'indagine viene effettuata in un periodo compreso tra il regime idrologico di morbida e magra in fase di attività vegetativa. L'indagine consiste in 14 domande relative ai comparti ambientali che costituiscono il fiume oggetto di studio, distinguendo tra sponda destra e sinistra poiché possono presentare caratteristiche notevolmente diverse, alle risposte vengono assegnati dei pesi numerici raggruppati in quattro classi.

L'IFF viene valutato compilando in campo una scheda mentre si risale il fiume da valle a monte, identificando di volta in volta un tratto omogeneo in base alle caratteristiche da rilevare, per il quale andrà compilata un'unica scheda. Questa si compone di un'intestazione con la richiesta di alcuni metadati riguardanti il bacino, il corso d'acqua, la località, la larghezza dell'alveo di morbida, la lunghezza del tratto omogeneo in esame, la quota media del tratto, la data del rilievo, il numero della scheda, il numero della foto e il codice del tratto omogeneo.

Le domande contenute nella scheda sono relative ai seguenti aspetti:

- Condizioni vegetative delle rive e del territorio circostante al corso d'acqua;
- Ampiezza dell'alveo bagnato e struttura delle rive;
- Struttura dell'alveo;
- Caratteristiche biologiche.

Dopo la compilazione della scheda si effettua la somma dei punteggi ottenuti, determinando il valore di IFF per ciascuna sponda, al valore di IFF viene associato il relativo Livello di funzionalità e Giudizio di Funzionalità consentendo di avere un giudizio sintetico sulle caratteristiche degli ecosistemi biotici e abiotici presenti.

Tabella 6 - Livelli di funzionalità e relativo giudizio e colore di riferimenti.

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	ottimo	Blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	
201-250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	
61 - 100	IV	scadente	arancio
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	
14 - 50	V	pessimo	rosso

L'IFF sarà per una lunghezza di circa 1 km (500 metri a monte e 500 metri a valle dell'opera), individuando i tratti omogenei dei corsi d'acqua.

Indice STAR ICMI

L'indice STAR-ICMI è un indice multimetrico, per il cui calcolo vengono combinate sei metriche riconducibili alle categorie generali di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità ricchezza, ad ogni metrica viene attribuito un peso differente

Tabella 7 - Metriche compongono lo STAR-ICMI e peso attribuito nel calcolo

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Metrica	Descrizione e taxa considerati	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di Famiglia)	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log ₁₀ (Sel_EPTD +1)	Log ₁₀ (somma delle abbondanze di Heptageniidae, Ephemeroidea, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$ (sull'intera comunità)	0.083

L'indice STAR-ICMI viene espressa in Rapporto di qualità ecologica (RQE) dato dal rapporto del parametro biologico "osservato" ed il valore dello stesso parametro corrispondente alle "condizioni di riferimento" per la tipologia di corpo idrico considerato, e assume valori tra 0 e 1 .

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 48/102

Il calcolo dell'indice prevede i seguenti passaggi:

- Calcolo dei valori grezzi che compongono l'indice;
- Conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE;
- Calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche secondo i pesi forniti nella tabella precedente;
- Normalizzazione del valore ottenuto dividendo il valore del campione in esame per il valore di STAR-ICMI nelle condizioni di riferimento.

Al valore di STAR-ICMI calcolato viene attribuito un giudizio di qualità, sulla base della suddivisione della variabilità dell'indice in 5 classi di qualità.

Indice ISECI

La valutazione dello stato di una determinata comunità di pesci di un corso d'acqua viene effettuata sulla base di due criteri principali:

- la naturalità della comunità intesa come la ricchezza determinata dalla presenza di specie indigene attese in relazione al quadro zoogeografico ed ecologico;
- la condizione biologica delle popolazioni indigene, in termini di capacità di autoriprodursi ed avere le normali dinamiche ecologico-evolutive.

Oltre questi due principali criteri, l'ISECI tiene conto di altri tre elementi di valutazione aggiuntivi; quali il disturbo dovuto alla presenza di specie aliene, la presenza di specie endemiche, e all'eventuale presenza di ibridi.

Per ciascuna stazione di campionamento viene preliminarmente individuata in via teorica la comunità ittica attesa in considerazione dei seguenti elementi:

- distribuzione delle specie (in relazione al quadro zoogeografico nazionale dei taxa presenti nelle acque interne italiane);
- ecologia della specie;
- periodo di campionamento (in relazione alla possibile presenza degli stadi adulti di specie migratrici).

L'individuazione della comunità ittica attesa dovrà tenere in considerazione i seguenti aspetti: eventuali indagini faunistiche pregresse, posizione geografica del corso d'acqua e tipo di habitat presente nel corso d'acqua in esame.

Per quanto riguarda il campionamento, sarà eseguito in ottemperanza al protocollo metodologico elaborato da APAT-ISPRA (2008).

Il valore dell'ISECI sarà calcolato come somma pesata delle funzioni normalizzate, degli indicatori descritti in precedenza. I valori dell'ISECI vengono quindi convertiti in classi da I a V corrispondenti a giudizi sintetici che vanno da elevato a cattivo.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 49/102

Tabella 8 - Parametri e Classi per il calcolo dell'ISECI

Classi	Valore dell'ISECI (F)	Giudizio sintetico sullo stato ecologico delle comunità ittiche	Giudizio esteso sullo stato ecologico delle comunità ittiche	Colore (per la rappresentazione cartografica)
I	$0,8 < F \leq 1$	Elevato	si veda ZERUNIAN, 2004a	Blu
II	$0,6 < F \leq 0,8$	Buono	si veda ZERUNIAN, 2004a	Verde
III	$0,4 < F \leq 0,6$	Sufficiente	si veda ZERUNIAN, 2004a	Giallo
IV	$0,2 < F \leq 0,4$	Scarso	si veda ZERUNIAN, 2004a	Arancione
V	$0 < F \leq 0,2$	Cattivo	si veda ZERUNIAN, 2004a	Rosso

5.2.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Il monitoraggio verrà eseguito in 3 fasi:

- Ante – Operam (AO);
- Corso d'operam (CO);
- Post – Operam (PO).

Il Monitoraggio Ante Operam (AO) delle acque superficiali ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche dei corsi d'acqua, in termini qualitativi, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dalle opere in progetto.

Il Monitoraggio AO ha infine lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO o PO, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche dei corsi d'acqua tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico.

A tal fine saranno eseguite misure in situ e saranno prelevati campioni d'acqua da analizzare in laboratorio sotto il profilo fisico-chimico-batterologico e sotto il profilo biologico.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera (CO), ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non induca alterazioni dei caratteri idrologici e qualitativi del sistema delle acque superficiali.

Il Monitoraggio Post Operam (PO), ha lo scopo di evidenziare eventuali alterazioni subite dal corso d'acqua a seguito delle attività dei cantieri.

Il Monitoraggio su un corso d'acqua, in ognuna delle suddette fasi, si esegue attraverso una sezione, composta da due punti di monitoraggio, uno a monte ed uno a valle idrologico rispetto alle opere da realizzare, nonché rispetto alle aree di cantiere prossime al corso d'acqua in oggetto.

I due punti di monitoraggio a monte ed a valle saranno sempre gli stessi nelle tre fasi AO, CO e PO, previa verifica che nel tratto compreso tra esse non vi siano derivazioni, scarichi o immissioni d'acqua.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 50/102

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola allegata al Piano di Monitoraggio Ambientale (RR0H04D69P6AC0000001-4) con le metodiche riportate in precedenza e con durata e frequenza come di seguito riportato:

Fase ante operam

La fase di monitoraggio AO si prevede con durata e frequenza di seguito riportata:

- Durata: 6 mesi;
- Frequenza: trimestrale (pari a n° 2 campagne nell'anno precedente l'inizio lavori per postazione).

Gli indici IFF, ISECI e STAR-ICMI, oltre ad il rilievo della portata, saranno valutati una sola volta nella fase AO in coincidenza dei tratti del corso d'acqua da monitorare.

Fase corso d'opera

La fase di monitoraggio CO si prevede con durata e frequenza di seguito riportata:

- Durata: per tutta la durata dei lavori, ossia circa 4,5 anni;
- Frequenza: trimestrale (pari a n° 18 campagne durante la durata dei lavori)

Gli indici IFF, ISECI e STAR-ICMI, oltre ad il rilievo della portata, saranno valutati con frequenza semestrale su tutte le sezioni di monitoraggio.

Fase post operam

La fase di monitoraggio PO si prevede con durata e frequenza di seguito riportata:

- Durata: 6 mesi;
- Frequenza: (trimestrale) due volte nei mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura;

Nei sei mesi di PO, al fine di verificare la risposta dei corsi acqua, sarà effettuata su le sezioni di monitoraggio una campagna di rilievo degli indici; IFF, STAR-ICMI e ISECI, oltre al rilievo della portata.

Tabella 9 - Programmazione del monitoraggio delle acque superficiali

CODICE PUNTO	POSIZIONE	CORSO D'ACQUA MONITORATO	ANTE OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA)	CORSO D'OPERA (4,5 ANNI) (FREQUENZA)	POST OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA)
ASU 1_1	Monte	/	Trimestrale/Semestrale	Trimestrale/Semestrale	Trimestrale/Semestrale
ASU 1_2	Valle		Trimestrale/Semestrale	Trimestrale/Semestrale	Trimestrale/Semestrale
ASU 2_1	Monte	Riu Borca	Trimestrale/Semestrale	Trimestrale/Semestrale	Trimestrale/Semestrale
ASU 2_2	Valle		Trimestrale/Semestrale	Trimestrale/Semestrale	Trimestrale/Semestrale
ASU 3_1	Monte	Riu Mannu	Trimestrale/Semestrale	Trimestrale/Semestrale	Trimestrale/Semestrale
ASU 3_2	Valle		Trimestrale/Semestrale	Trimestrale/Semestrale	Trimestrale/Semestrale

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 51/102

Come già detto, la frequenza del monitoraggio della componente acque superficiali in fase CO e PO è funzione delle caratteristiche torrentizie/stagionali del corso d'acqua impattato e degli esiti del monitoraggio eseguito in fase AO.

Di seguito di riportano i punti di monitoraggio delle acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio temporaneo nei materiali di scavo.

Tabella 10 - Punti di monitoraggio acque ruscellamento e percolazione delle aree di stoccaggio

CODICE PUNTO	POSIZIONE	ANTE OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA)	CORSO D'OPERA (4,5 ANNI) (FREQUENZA)	POST OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA)
ASU_C1	Area stoccaggio AS.01	-	Trimestrale/Semestrale	-
ASU_C2	Area stoccaggio AS.02	-	Trimestrale/Semestrale	-

5.3 ACQUE SOTTERRANEE

5.3.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto dell'opera sul sistema idrogeologico, al fine di prevenirne le alterazioni, ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

5.3.2 Normativa di riferimento

Per quanto riguarda le norme a cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare e le grandezze da misurare, si citano i seguenti riferimenti:

Normativa Comunitaria

- Direttiva della Commissione 20 giugno 2014, n. 2014/80/UE - Direttiva che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- Direttiva del Parlamento europeo, 12 dicembre 2006, n. 2006/118/CE - Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

Normativa nazionale

- D.Lgs. 16 marzo 2009, n. 30 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- D. Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006, Norma in materia ambientale, e s.m.i.. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale).

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 52/102

Normativa regionale

- L.R. 6 dicembre 2006, n.19 Disposizioni in materia di risorse idriche e bacini idrografici
- L.R. 12 giugno 2006 – Conferimento di funzioni e compiti agli enti locali
- L.R. 17 ottobre 1997, n.29 – Istituzione del servizio idrico integrato, individuazione e organizzazione degli ambiti territoriali ottimali in attuazione della legge 5 gennaio 1994, n.36.
- Delibera n° 1/16 del 14/01/2011 – “Direttiva Quadro sulle Acque (Direttiva 2000/60/CE Direttiva Quadro sulle Acque (Direttiva 2000/60/CE). Caratterizzazione corpi idrici. Caratterizzazione corpi idrici sotterranei della Sardegna e programma di monitoraggio”.

5.3.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è stato redatto in conformità agli “Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Ambiente idrico REV. 1 del 17 giugno 2015”, in linea generale il monitoraggio della componente acque sotterranee è rivolto ai seguenti ambiti:

- aree di captazione idrica, sorgenti e/o pozzi, per uso idropotabile, industriale e irriguo;
- zone interessate da rilevanti opere in sottterraneo quali gallerie e/o movimenti terra e scavi, aree di cantiere, siti di deposito soggette a potenziali contaminazioni, con possibili interferenze con la superficie freatica o con eventuali falde confinate o sospese, che possono determinare sia la variazione nel regime della circolazione idrica sotterranea che mettere in comunicazione acquiferi superficiali di scarsa qualità con acquiferi profondi di buona qualità, spesso sfruttati per uso idropotabile o causare variazione della posizione dell’interfaccia acqua dolci/acque salmastre (cuneo salino) nelle zone costiere;
- corsi d’acqua superficiali in interconnessione con la falda;
- aree di particolare sensibilità e rilevanza ambientale e/o socio – economica (es. sorgenti, aree umide protette, laghi alimentati in parte dalla falda, aree di risorgive carsiche);
- aree di cantiere, per effetto di sversamenti accidentali, perdite di carburanti, presenza di serbatoi con sostanze inquinanti etc.

Dall’analisi della situazione idrogeologica dell’area di indagine, delle opere previste e delle aree di cantiere sono stati individuati i seguenti ambiti di maggiore sensibilità:

- aree per le quali si prevedono opere in sottterraneo,
- aree di captazione idrica, costituiti dai pozzi e sorgenti che sono stati censiti in seguito agli studi geologici e idrogeologici.
- aree di cantiere e deposito soggette a potenziali contaminazioni, ponendo particolare attenzione per quelle che andranno ad interessare delle zone vulnerabili, a causa delle caratteristiche idrogeologiche dei terreni.

L’assetto idrogeologico locale è influenzato dalla presenza di diverse falde idriche sotterranee contenute all’interno delle successioni vulcaniche e sedimentarie del substrato. Tali falde si estendono sia

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 53/102

all'interno delle dorsali morfologiche interessate dalle opere in sotterraneo che all'interno delle depressioni alluvionali e tettoniche. Le falde più profonde presentano un carattere chiaramente perenne e risultano alimentate sia dalle precipitazioni meteoriche che dal deflusso idrico sotterraneo delle strutture idrogeologiche limitrofe.

In relazione ai dati idrogeologici disponibili, le ricostruzioni della superficie piezometrica sono state effettuate unicamente per i settori di imbocco delle opere in sotterraneo e in corrispondenza delle aree impluviali più meridionali. In tali zone la falda è posta a profondità mediamente comprese tra i 1 e 6 m circa dal p.c., a meno dei settori di imbocco meridionale della Galleria Martis, dove si approfondisce fino a 15 m circa dal p.c.. Il deflusso segue generalmente l'andamento della superficie topografica, anche se risulta talora influenzato dalla presenza di elementi strutturali e zone di deformazione tettonica.

Il monitoraggio sarà quindi uno strumento per segnalare una eventuale interferenza con la componente in esame, ed eventualmente, in caso di rilevata contaminazione, effettuare opportune misure correttive.

Il monitoraggio delle acque sotterranee intercettate dagli scavi dell'opera, sarà volto a verificare il rispetto delle CSC delle acque sotterranee secondo i limiti contenuti nella tabella 2 dell'allegato 5 della parte IV Titolo V del D.Lgs 152/2006 e s.m.i., e ad evidenziare eventuali variazioni di livello piezometrico durante il corso d'opera.

Da quanto desumibile dalla "Relazione Geologica, Geomorfologica e Idrogeologica" (cfr. RR0H04D69RGGE0001001A) e dagli elaborati grafici associati, i punti presso i quali si ha un'interferenza diretta fra falda e scavo, fanno riferimento ai seguenti piezometri:

- S6_BO
- S7_BO
- S8_BO

Per quanto riguarda le aree di captazione idrica, in seguito all'analisi degli studi geologici ed idrogeologici eseguiti sul territorio, sono state rilevate alcune sorgenti e tre pozzi per uso irriguo.

Considerata l'importanza per l'economia locale legata all'agricoltura e all'allevamento, si prevede un monitoraggio anche nei pozzi individuati.

Inoltre, analizzato l'assetto idrogeologico in coincidenza delle principali aree di cantiere, non si prevedono, in prima approssimazione, contaminazioni della falda legate alla percolazione di inquinanti dai piazzali di lavorazione.

Infatti, i depositi di copertura del Complesso detritico-colluviale, costituiscono dei potenziali acquiferi porosi di scarsa rilevanza dal punto di vista idrogeologico. In generale tali terreni presentano una discreta permeabilità ma, a causa del loro ridotto spessore, sono privi di corpi idrici sotterranei di una certa importanza, a meno di piccole falde a carattere stagionale direttamente alimentate dalle precipitazioni meteoriche.

Tuttavia, in coincidenza dei cantieri operativi e delle aree di stoccaggio, si prevede la perforazione di sondaggi (attrezzabili a piezometro) alla profondità di non oltre 5 metri dal p.c. per la verifica puntuale della presenza o meno di falde acquifere d'importanza locale.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 54/102

Nel caso di intercettazione di falde, si procederà con l'installazione di piezometri rispettando il criterio monte - valle rispetto alla direzione di deflusso della falda, al fine di poter valutare non solo le caratteristiche chimico – fisiche delle acque sotterranee e la superficie piezometrica della falda, ma anche di valutare e individuare “tempestivamente” eventuali variazioni di un determinato parametro tra punti di misura ubicati a monte e valle idrogeologico, delle aree di cantiere e conseguentemente eventuali impatti legati alle pressioni riconducibili, o meno, alle azioni del progetto.

5.3.4 Parametri oggetto del monitoraggio

I parametri descrittivi che verranno indagati sono quelli ritenuti più significativi, perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria, alle attività previste, agli scarichi di cantiere, ad eventuali sversamenti accidentali, e all'eventuale filtrazione delle acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio temporaneo dei materiali di scavo.

Il monitoraggio sulla presente componente prevedrà indagini quantitative e indagini qualitative:

Indagini quantitative

- Livello piezometrico su pozzi: Il monitoraggio quantitativo è mirato alla valutazione di massima degli andamenti stagionali della falda e delle modalità di deflusso delle acque sotterranee, al fine di individuare eventuali interferenze che le opere in trincea e galleria possono operare sul deflusso di falda. Il conseguimento di tali finalità richiede la disponibilità di dati sufficienti a definire le curve di ricarica e di esaurimento della falda. Pertanto all'avvio del monitoraggio dovranno essere a disposizione tutte le informazioni idonee a restituire un quadro conoscitivo completo e dettagliato dei pozzi e delle sorgenti presenti nell'areale di progetto, inoltre dovranno essere aggiornati i dati relativi ai pozzi esistenti mediante sopralluoghi ad hoc, e dovranno essere redatte delle schede sintetiche descrittive dei dati caratteristici di tutti i punti monitorati.

Indagini qualitative

- Parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

Temperatura

Ph

Conducibilità

La determinazione dei parametri chimico-fisici fornirà un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in progetto. Significative variazioni di pH possono essere collegate a fenomeni di dilavamento di conglomerati cementizi e contatto con materiale di rivestimento di opere in sotterraneo. Variazioni della conducibilità elettrica possono essere ricondotti a fenomeni di dilavamento di pasta di cemento con conseguente aumento di ioni o sversamenti accidentali. Infine, variazioni significative di temperatura possono indicare modifiche o alterazioni nei meccanismi di alimentazione della falda (sversamenti, apporti di acque superficiali)

- Parametri chimici e microbiologici acqua

Verranno rilevati i seguenti parametri:

Calcio

Sodio

Potassio

Magnesio

Cloruri

Cloro attivo

Fluoruri

Solfati

Bicarbonati

Nitrati

Nitriti

Ammonio

Solidi disciolti totali (TDS)

Solidi sospesi totali (TSS)

Elementi in traccia

Ferro

Cromo totale

Piombo

Zinco

Rame

Nichel

Cadmio

Il set di parametri descrittivi della qualità della componente oggetto di studio, sono quelli ritenuti più significativi perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria.

In definitiva, per la definizione delle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite misure di campagna o di laboratorio, i parametri riportati nella tabella 13. I set parametrici proposti di seguito sono da intendersi come set standard che possono essere eventualmente implementati, nel caso di specifiche esigenze rilevabili in itinere legate alle caratteristiche territoriali in cui si colloca l'opera.

I parametri si riferiscono a tutte le fasi: Ante Operam (AO), Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO).



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bonorva-Torralba

PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTO DI MONITORAGGIO
AMBIENTALE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR0H	04	D 69 RG	AC 0000 001	A	56/102

Per il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei presenti nel territorio in esame è stato scelto di valutare i parametri di base definiti dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e di indagare soprattutto i parametri che consentano di valutare i possibili effetti di inquinamento dovuti alle attività ed agli scarichi di cantiere ed eventuali sversamenti accidentali.

Preliminarmente, in fase ante operam, saranno inoltre eseguite tutte le operazioni finalizzate all'installazione dell'attrezzatura di perforazione per la realizzazione dei sondaggi, fatto salvo quanto anticipato sopra relativamente all'eventuale presenza di piezometri già esistenti e ritenuti idonei allo scopo del monitoraggio.

Tabella 11 - Parametri monitorati per la componente acque sotterranee

ATTIVITÀ DI CAMPO	METODICA	U.M.
Misura del livello statico/piezometrico	-	
Misure speditive dei parametri chimico-fisici	Multiparametrica	
Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche	-	
INDAGINI DI LABORATORIO		
Determinazione in laboratorio dei parametri fisici e chimici inorganici:		
<i>calcio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>sodio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>potassio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>magnesio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>cloruri</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>cloro attivo libero</i>	<i>APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>fluoruri</i>	<i>APAT4020</i>	<i>µg/l</i>
<i>solfati</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>bicarbonati</i>	<i>APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003</i>	<i>meq/l HCO₃</i>
<i>nitrati</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>nitriti</i>	<i>APAT4020</i>	<i>µg/l</i>
<i>ammonio</i>	<i>APAT CNR IRSA 4030 B Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>solidi disciolti totali (TDS)</i>	<i>UNI EN 15216:2008</i>	<i>mg/l</i>
<i>Solidi sospesi totali (TSS)</i>	<i>APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>ferro</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>cromo totale</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>piombo</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>zinco</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>rame</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>nicel</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>cadmio</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>idrocarburi totali (cone n-esano)</i>	<i>EPA5021 8015 UNI 9377</i>	<i>µg/l</i>

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 58/102

5.3.5 Specifiche e strumentazione di monitoraggio

Misure in situ

Le misure del livello statico verranno effettuate mediante sonda elettrica il cui cavo sia marcato almeno ogni centimetro. La misura andrà effettuata dalla bocca del piezometro (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile; verrà quindi misurata l'altezza della bocca del piezometro o del punto di riferimento rispetto al suolo. L'indicazione del punto di riferimento dovrà essere riportata sulla scheda di misura. Il livello statico sarà indicato con l'approssimazione del centimetro.

La misura della temperatura dell'aria e dell'acqua potrà essere effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico ed andrà riportata con l'approssimazione del mezzo grado. L'ossigeno disciolto verrà determinato tramite apposita sonda, il pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinati con pHmetro e conducimetro elettronici che andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della taratura saranno annotati su apposite schede. In relazione agli strumenti da utilizzare per la determinazione di questi ultimi parametri, potranno essere impiegate, in alternativa, anche sonde multi-parametriche.

I rilievi ed i campionamenti dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

Prima dell'esecuzione del monitoraggio ante operam, il soggetto incaricato di tale attività dovrà provvedere a:

- determinare la quota assoluta dell'estremità superiore della tubazione (testa piezometro);
- rilievo della posizione del piezometro in termini di coordinate geografiche.

Il rilievo dei parametri fisici - chimici da valutare in campo su ciascun campione d'acqua dovrà essere eseguito subito dopo la misura del livello statico della falda e dopo un adeguato spurgo del pozzo/piezometro e la stabilizzazione delle condizioni idrochimiche. Per la verifica dei parametri in situ potrà essere utilizzata una sonda multiparametrica o altra strumentazione idonea. Al fine di consentire una definizione della variabilità stagionale dei parametri, si dovrà cercare di eseguire i rilievi o il prelievo di campioni nei momenti di minimo/massima condizioni idrologiche (periodo di magra e di ricarica della falda) per definire meglio il range della variabilità stagionale (es. a primavera, fine estate, autunno o dopo un periodo caratterizzato da precipitazioni eccezionali.).

Prelievo campioni per analisi di laboratorio

Il campionamento da piezometri dovrà essere preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramente rappresentativa della falda. Con la stessa pompa si provvederà poi a riempire direttamente le bottiglie come di seguito indicate:

- bottiglia sterile da 0,5 litri per le analisi batteriologiche;
- bottiglia di due litri in vetro per le analisi chimico-fisiche;
- bottiglia di due litri in plastica per le analisi di metalli e di anioni.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 59/102

Qualora il campionamento da pompa non fosse praticabile dovrà essere utilizzato un recipiente unico ben pulito per raccogliere le acque destinate alle analisi chimiche, riempiendo poi con questa acqua le bottiglie ed evitando di lasciare aria tra il pelo libero ed il tappo. Il campionamento per le analisi batteriologiche invece richiede la massima attenzione nell'evitare qualsiasi contatto tra l'acqua ed altri corpi estranei diversi dalla bottiglia sterile. La stessa bocca di acqua va sterilizzata con fiamma a gas del tipo portatile.

Per pozzi invece non serviti da pompa si dovrà, campionare per immersione della bottiglia sterile sotto il pelo libero dell'acqua.

Analoghe precauzioni, nei limiti delle possibilità, dovranno essere adottate per il campionamento da piezometri.

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- sigla identificativa del pozzo o del piezometro;
- data e ora del campionamento.

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

Inoltre, per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4°C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate. Le analisi di laboratorio saranno effettuate in accordo agli standard in uso, presso laboratori certificati che seguiranno metodiche standard, quali ad esempio le procedure indicate da APAT, ISPRA, CNR, IRSA, ISO, EPA, UNI. Le misurazioni saranno accompagnate da idoneo certificato. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

5.3.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

I punti di monitoraggio saranno determinati individuando per ogni area critica una coppia di punti di rilevazione che consentano di valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo.

La rete di monitoraggio sarà costituita da n. 7 punti in coincidenza dei piezometri esistenti lungo l'asse ferroviario e di pozzi/sorgenti esistenti e prossimi l'area d'intervento; oltre a questi saranno perforati sondaggi in prossimità delle aree di cantiere per verificare puntualmente la presenza o meno della falda a profondità non oltre i 5 metri dal piano campagna.

Le coppie di punti in prossimità saranno posizionate secondo la direzione di deflusso prima e dopo quelle opere o aree di cantiere che possono provocare interferenza con la falda.

Qualora emergesse la necessità di installare ulteriori punti, l'esatta ubicazione dovrà essere decisa in situ tenendo conto di tutte le operazioni che verranno effettuate nel tempo in tale area.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 60/102

Si prevede un'intensificazione del monitoraggio nel caso di eventi piovosi di particolare intensità, quando il livello della falda possa risalire fino a raggiungere il livello delle lavorazioni; tale accorgimento è di carattere puntuale, in base alle valutazioni in corso d'opera.

Ogni postazione dovrà infatti essere posizionata in una zona protetta ma accessibile e dovrà essere protetta in superficie da danni accidentali o atti di vandalismo.

Le misure saranno condotte con durata e frequenza come di seguito riportato:

Fase AO:

- Durata: 6 mesi;
- Frequenza: trimestrale (pari a n° 2 campagne da svolgersi nell'anno precedente l'inizio lavori).

Fasce CO:

- Durata: per tutta la durata dei lavori; ovvero circa 4,5 anni;
- Frequenza: trimestrale (pari a n° 4 campagne durante la durata dei lavori, con le misure svolte negli analoghi periodi, estivi e invernali, in cui sono state svolte le rilevazioni ante operam).

Fase PO

- Durata: 6 mesi
- Frequenza: trimestrale (pari a n° 2 campagne da eseguirsi nei mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura).

Di seguito si riporta una tabella esplicativa con fasi e frequenze del monitoraggio relativo all'interferenza dell'opera in progetto con le acque sotterranee (sorgenti e piezometri).

Tabella 12 – Punti sorgenti/pozzi e frequenza

CODICE PUNTO	CODIFICA SORGENTI	ANTE OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA*)	CORSO D'OPERA (4,5 ANNI) (FREQUENZA*)	POST OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA)
ASO_S1	S1BO	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASO_S2	S2BO	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASO_S3	P1BO	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASO_S4	P2BO	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASO_S5	P3BO	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 61/102

Tabella 13 – Punti piezometri ubicati lungo l'asse di progetto e frequenza

CODICE PUNTO	CODIFICA PIEZOMETRI	ANTE OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA*)	CORSO D'OPERA (4,5 ANNI) (FREQUENZA*)	POST OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA)
ASO_P1	S6_BO	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASO_P2	S7_BO	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASO_P3	S8_BO	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale

5.4 SUOLO E SOTTOSUOLO

5.4.1 Obiettivi del monitoraggio

Le operazioni di monitoraggio della componente suolo consentiranno di valutare principalmente le modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni dovute alle relative lavorazioni in corso d'opera. Le alterazioni della qualità dei suoli conseguenti alle lavorazioni di cantiere possono essere sintetizzate come segue:

- modifica delle caratteristiche fisiche dei terreni;
- variazione di fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, etc.).

Si ritiene necessario prevedere le seguenti fasi di monitoraggio:

- ante operam (AO) al fine di costituire un database di informazioni sugli aspetti pedologici iniziali di confronto per la restituzione all'uso agricolo delle aree occupate temporaneamente dai cantieri;
- corso d'opera (CO) al fine di verificare l'adeguato mantenimento dei cumuli di terreno vegetale derivante dallo scotico iniziale che verrà successivamente reimpiegato per le attività di ripristino;
- post operam (PO) al fine di evidenziare eventuali alterazioni subite dal terreno a seguito delle attività dei cantieri. Questo consentirà di determinare le eventuali aree in cui sarà necessario effettuare le operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva.

Nell'ambito della componente suolo e sottosuolo, il monitoraggio della fase di corso d'opera (CO) è pertanto riferito ai cumuli di terreno che a seguito dell'attività di scotico, vengono formati in attesa di riutilizzo nell'ambito dei lavori. Infatti, i parametri oggetto di monitoraggio per la fase di CO sono rappresentativi per verificare l'efficacia delle cure manutentive attuate dall'appaltatore sui cumuli per assicurare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità del terreno scotico.

Inoltre, considerato il ripristino naturalistico in progetto lungo il tracciato e il contesto paesaggistico non trascurabile nel quale si inserisce l'opera, si sono opportunamente previsti dei punti di monitoraggio in coincidenza dei principali interventi di rinaturalizzazione (vedi elaborato "Opere a verde di mitigazione e compensazione ambientale" [RR0H04D22RGIA0000001A] e relativi elaborati grafici).

I progetti di rinaturalizzazione in coincidenza delle principali opere (imbocchi gallerie, finestre, ecc.) prevedono uno scotico preventivo del terreno vegetale, l'accantonamento e il successivo riutilizzo per la finitura della superficie finale; pertanto, analogamente a quanto previsto per le aree di stoccaggio

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 62/102

temporaneo, si prevedono misure/analisi finalizzate alla definizione della fertilità dei suoli e per verificare l'efficacia delle cure manutentive.

5.4.2 Normativa di riferimento

La normativa di riferimento in accordo alla quale il presente progetto di monitoraggio è stato redatto fa riferimento ai criteri adottati dagli organismi nazionali ed internazionali per quel che concerne le descrizioni di campagna e la classificazione dei suoli.

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. “Norme in materia ambientale”;
- Comunicazione della Commissione “Verso una strategia tematica per la protezione del suolo” COM (2002) 179 del 16 aprile 2002;
- Legge 7 agosto 1990 n. 253 “Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”;
- Legge 18 maggio 1989, n. 183 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (testo coordinato con le modifiche apportate a tutto il 6 maggio 1996)”.

5.4.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio della componente suolo avrà la funzione di garantire:

- il controllo dell'evoluzione della qualità del suolo intesa sia come capacità agro-produttiva che come funzione protettiva;
- il rilevamento di eventuali alterazioni dei terreni al termine dei lavori al fine di garantire la restituzione delle aree temporaneamente occupate ed il corretto ripristino dei suoli;
- un adeguato ripristino ambientale (agricolo e forestale) delle aree di cantiere;
- il controllo delle possibili alterazioni e/o modifiche al regime di scorrimento delle acque superficiali e/o scalzamento al piede di aree affette da dissesto e di conseguenza la verifica dell'efficacia degli interventi di stabilizzazione.

Coerentemente con l'obiettivo di verificare l'impatto delle aree di cantiere sulla componente in oggetto, il monitoraggio del suolo riguarderà in particolare le aree destinate allo stoccaggio del materiale. All'interno di queste aree è previsto un punto di monitoraggio destinato alle indagini in situ.

Per le fasi di ante operam e corso d'opera sarà previsto l'accertamento dei seguenti parametri:

- parametri pedologici;
- parametri chimico – fisici;
- parametri topografico-morfologici e piezometrici.

Più in dettaglio, nei punti di monitoraggio scelti e localizzati in base a criteri di rappresentatività, le caratteristiche dei suoli saranno investigate, descritte e dimensionate fino a profondità massima di 1.5 m, mediante l'esecuzione di scavi (di larghezza di almeno 2 m) che consentano accurate descrizioni di profili pedologici.



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bonorva-Torralba

PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTO DI MONITORAGGIO
AMBIENTALE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR0H	04	D 69 RG	AC 0000 001	A	63/102

Per il punto di monitoraggio, oltre ai riferimenti geografici (comprese le coordinate) e temporali, saranno registrati i caratteri stazionali dell'area di appartenenza: quota, pendenza, esposizione, uso del suolo, vegetazione, substrato pedogenetico, rocciosità affiorante, pietrosità superficiale, altri aspetti superficiali, stato erosivo, permeabilità, profondità della falda. Nella descrizione del profilo del suolo saranno definiti i diversi orizzonti e, relativamente a ciascuno di questi, i seguenti parametri: profondità, tipo e andamento del limite inferiore; umidità; colore; screziature; tessitura; contenuto in scheletro; struttura; consistenza; presenza di pori e fenditure; presenza di attività biologica e di radici; presenza (e natura) di pellicole, concrezioni, noduli, efflorescenze saline; reazione (pH); effervescenza all'HCl. Il contesto areale di ogni punto di monitoraggio e lo spaccato del profilo pedologico saranno documentati anche fotograficamente.

5.4.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Come già anticipato, preliminarmente dovranno essere definiti i parametri stazionali del punto di indagine e raccolte le informazioni relative all'uso attuale del suolo, la valutazione della capacità d'uso e la definizione delle pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere; seguiranno la descrizione del profilo e la classificazione pedologica.

Dovranno essere determinati i seguenti parametri del sito durante le fasi Ante Operam (AO) e Post Operam (PO), ovvero rispettivamente: prima di eseguire lo scotico del terreno e, a fine lavori, dopo aver eseguito i ripristini, al fine di verificare le caratteristiche dei suoli riportati.

Tabella 14 - Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo (fasi AO e PO)

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO (FASI AO E PO)	
Parametri pedologici	Esposizione
	Pendenza
	Uso del suolo
	Microrilievo
	Pietrosità superficiale
	Rocciosità affiorante
	Fenditure superficiali
	Vegetazione
	Stato erosivo
	Permeabilità
	Classe di drenaggio
	Substrato pedogenetico
	Profondità falda
Parametri chimico – fisici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio)	Designazione orizzonte
	Limiti di passaggio
	Colore allo stato secco e umido
	Tessitura
	Struttura
	Consistenza
	Porosità
	Umidità
	Contenuto in scheletro
	Concrezioni e noduli
	Efflorescenze saline
Fenditure o fessure	
Ph	
PARAMETRI CHIMICI (Analisi di laboratorio)	Capacità di scambio cationico
	Azoto totale
	Azoto assimilabile
	Fosforo assimilabile
	Carbonati totali
	Sostanza organica
	Capacità di ritenzione idrica
	Conducibilità elettrica
	Permeabilità
	Densità apparente

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 65/102

Il monitoraggio della fase di Corso d'Opera (CO) è riferito ai cumuli di terreno che a seguito dell'attività di scotico, vengono formati, in attesa di riutilizzo nell'ambito dei lavori. Oltre all'analisi sul mantenimento del cumulo (dimensioni, altezza, pendenza sponde) andranno effettuate analisi per definire le specie autoctone, sinantropiche ed infestanti. La metodologia da applicare deve consentire la redazione di una lista delle specie reperite sul cumulo, specificando per ciascuna di esse l'eventuale carattere sinantropico-opportunista-ruderale.

Al riguardo si fa riferimento ai parametri elencati nella tabella seguente, verificati in situ per registrare l'efficacia delle cure manutentive attuate dall'appaltatore sui cumuli per assicurare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità del terreno stoccato.

Tabella 15 - Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo - cumuli (fase CO)

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO – CUMULI (FASE CO)	
Parametri da rilevare in situ	Provenienza e destinazione del cumulo
	Altezza del cumulo
	Pendenza scarpate
	Verifica attecchimento idrosemia (% superficie del cumulo inerbita)
	Presenza specie autoctone, sinantropiche ed infestanti
	Presenza commistione di terreno sterile e vegetale

5.4.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Generalità

Un termine comunemente usato dai pedologi rilevatori per indicare un'osservazione pedologica nel suo insieme è "profilo" ["soil profile" in USDA-SCS, 1998 citato più in alto; Hodgson, J.M. (ed.) (1997) – Soil survey field handbook. SoilSurv. Tech. Monogr. No. 5, Silsoe], che viene esposto per mezzo di un taglio verticale attraverso il suolo realizzato a mano o tramite un escavatore. L'ampiezza di un profilo varia da pochi decimetri ad alcuni metri, o più; dovrebbe avere dimensioni tali da includere le unità strutturali più grandi.

L'altro modo per realizzare un'osservazione pedologica è la "trivellata" [Guitoli F., Matranga M.G., Paladino A., Perciabosco M., Pumo A., Costantini E.A.C. (1998) - Manuale per l'esecuzione e la descrizione della trivellata. Regione Siciliana, Ass. Agricoltura e Foreste. Sez. operativa n. 8 - S. Agata Militello (ME)], consistente in una perforazione eseguita con trivella a mano.

A volte l'osservazione pedologica è realizzata in parte con un profilo (fossa), in parte con trivella, di solito per raggiungere profondità superiori a quelle direttamente visibili nella fossa (se i materiali sono penetrabili).

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 66/102

Per il presente lavoro, in ogni punto di monitoraggio le caratteristiche dei suoli saranno studiate mediante l'esecuzione di uno scavo, da effettuarsi con escavatore meccanico a benna rovescia, e la descrizione del profilo.

Preliminarmente allo scavo si registreranno, in corrispondenza del punto, oltre ai riferimenti geografici e temporali, anche i caratteri stazionali dell'area di appartenenza.

Il contesto areale del punto di monitoraggio ed il profilo del suolo andranno inoltre documentati fotograficamente.

Contemporaneamente, in corrispondenza di ogni punto di monitoraggio sarà prelevato un campione di terreno da destinare alle successive determinazioni di laboratorio, chimico-fisiche ed eco-tossicologiche.

Preliminarmente alle attività in campagna, si dovranno effettuare una serie di sopralluoghi preparatori nelle aree e nei punti da monitorare, con lo scopo di verificare l'idoneità del sito prescelto in relazione alle operazioni da eseguire (accessibilità con strumenti e mezzi per il rilevamento) ed agli obiettivi dell'indagine (rappresentatività delle caratteristiche pedo-ambientali dell'area).

Tutti i dati del monitoraggio, con le classificazioni pedologiche da questi derivate, saranno registrati in apposite schede e, associandoli spazialmente ai punti di monitoraggio, inseriti in forme numeriche e/o grafiche nell'ambito del sistema informativo di gestione del progetto

5.4.5.1 *Profilo del suolo*

Per la descrizione del suolo si considererà una profondità standard del profilo di 1.5 metri, mentre la larghezza sarà di almeno 2 metri. Nello scavo della fossa, realizzabile sia a mano che con pala meccanica (escavatore a braccio rovescio) si terrà separata la parte superficiale con il cotico erboso dal resto dei materiali scavati, in due mucchi ben distinti; nella fase di riempimento il cotico erboso verrà riposizionato per ultimo in modo da lasciare la superficie nelle condizioni migliori. I mucchi saranno appoggiati su fogli di plastica o teloni.

Per le posizioni in pendio, il piano di scavo della faccia a monte (normale alla linea di massima pendenza), sarà reso il più verticale possibile.

Se il suolo è molto ricco in materiali grossolani (suolo scheletrico) e lo scavo viene eseguito a mano, può essere utile tenere separati i materiali >5–7 cm di diametro dagli altri per facilitare le successive operazioni di riempimento della fossa con la pala, ma anche per migliorare la stima visiva del contenuto volumetrico in materiali grossolani, integrando l'esame sulle pareti della fossa.

Sia in piano sia in pendio è possibile che nel corso dello scavo si incontri una falda superficiale; l'esistenza di una falda può essere talvolta prevedibile ancora prima dell'inizio dello scavo individuando la presenza di specie igrofite (in ambienti naturali e seminaturali) od accertabile direttamente per mezzo di un controllo preliminare con trivella (sempre consigliabile, anche in assenza di falda). Se la portata della falda è molto elevata l'approfondimento della fossa si limiterà al piano della falda, con qualche pericolo di crollo delle pareti secondo il tipo e le dimensioni dei materiali nella zona di contatto; se la falda è di dimensioni molto ridotte e con portata molto bassa, può essere tenuta sotto controllo svuotando (o meglio drenando la fossa con una pompa e, nelle situazioni in pendio, realizzando un vero e proprio drenaggio con un tubo di plastica che funzioni da sifone), ma le operazioni di descrizione

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 67/102

saranno comunque rese più complicate dalla fanghiglia che si forma sul fondo. La massima profondità descrivibile sarà comunque condizionata dal piano superiore della falda stessa.

Ultimate le operazioni di scavo, le superfici scelte per la descrizione vanno ripulite accuratamente e se una parte è molto umida, in contrasto con una parte poco umida, sarebbe consigliabile attendere (se c'è tempo disponibile e le condizioni ambientali sono favorevoli) fino a che la superficie più umida sia in parte asciugata. Nel caso di suoli, od orizzonti, con forme strutturate rilevanti, la preparazione della superficie dovrebbe essere fatta "a coltello" (agendo cioè sulle fessure naturali tra aggregato ed aggregato) in modo da evidenziare queste strutture, sia per realizzare una ripresa fotografica più significativa, sia per facilitare l'individuazione di orizzonti specifici. I piani scelti per foto e descrizione possono essere lisciati grattando la superficie con un coltello od una cazzuola in modo uniforme, per rimuovere tutti i segni lasciati dagli strumenti di scavo. Le condizioni migliori per evidenziare le forme aggregate naturali sono legate al contenuto idrico, e così è anche per molti colori, perciò le classi da umido a poco umido sono considerate le più favorevoli. Se il suolo è troppo secco le eventuali aggregazioni diventano prominenti, ma i contrasti di colore risultano molto attenuati. In queste condizioni sarà opportuno inumidire la faccia del profilo prima della ripresa fotografica con un nebulizzatore, in modo da esaltarne gli aspetti cromatici (meglio ancora, per sottolineare questi aspetti, inumidire solo una striscia ad es. tra un lato della faccia ed il nastro graduato delle profondità posto verso il centro del profilo, lasciando l'altra metà in condizioni secche). Il "make up" preparatorio per foto e descrizione comprende anche la rimozione di tutte le imbrattature dei materiali estranei agli orizzonti che si realizzano durante lo scavo, la verticalizzazione del piano (cercando però di lasciare in loco le pietre, anche se sporgenti, e gli spezzoni di radici in modo da rispettare l'architettura dei sistemi radicali), la rimozione di tutti i materiali caduti sul fondo durante queste operazioni.

Dopo lo scatto delle fotografie si passerà poi all'esame visivo dell'insieme del profilo, alla suddivisione dello stesso in orizzonti, alla descrizione degli orizzonti, alla determinazione dei parametri fisici in situ, e al prelievo dei campioni, per la determinazione dei parametri fisici e chimici in laboratorio.

5.4.5.2 *Descrizione del profilo*

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

Parametri pedologici

La descrizione dei parametri pedologici si riferisce all'intorno dell'osservazione, cioè al sito che comprende al suo interno il punto di monitoraggio, per esso dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- Esposizione: immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire da nord in senso orario;
- Pendenza: inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza ed espressa in gradi sessagesimali;
- Uso del suolo: tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 mq attorno al punto di monitoraggio;

- Microrilievo: la descrizione di eventuali caratteri specifici del microrilievo del sito, secondo come di seguito specificato:

COD.	DESCRIZIONE
RA	Da ribaltamento di alberi
AG	Da argille dinamiche (ad es. Gilgai)
CE	Cuscinetti erbosi (crionivali)
CP	“suoli” poligonali (crionivali)
CT	Terrazette (crionivali)
CS	“suoli” striati (crionivali)
MM	Cunette e rilievi da movimenti di massa
AL	Altro tipo di microrilievo (specificare in nota per ampliare i codici)
Z	Assente

- Pietrosità superficiale: percentuale relativa di frammenti di roccia alterata (di dimensioni oltre 25 cm nelle definizioni U.S.D.A.) presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, rilevata utilizzando i codici numerici corrispondenti alle classi di pietrosità di seguito elencate:

COD	DESCRIZIONE
0	Nessuna pietrosità: pietre assenti o non in grado d'interferire con le coltivazioni con le moderne macchine agricole (<0,01% dell'area)
1	Scarsa pietrosità: pietre in quantità tali da ostacolare ma non impedire l'utilizzo di macchine agricole (0,01=0,1 % dell'area)
2	Comune pietrosità: pietre sufficienti a impedire l'utilizzo di moderne macchine agricole (0,1=3% dell'area). Suolo coltivabile a prato o con macchine leggere
3	Elevata pietrosità: pietre ricoprenti dal 3 al 15% dell'area. Uso di macchinari leggeri o strumenti manuali ancora possibile
4	Eccessiva pietrosità: pietre ricoprenti dal 15 al 90% della superficie, tali da rendere impossibile l'uso di qualsiasi tipo di macchina
5	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 15 e il 50% dell'area
6	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 50 e il 90% dell'area
7	Pietraia: pietre oltre il 90% dell'area

- Rocciosità affiorante: percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 mq attorno al punto di monitoraggio;
- Fenditure superficiali: indicare per un'area di circa 100 mq il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità (valori più frequenti di circa 10 misurazioni) in cm delle fessure presenti in superficie;
- Vegetazione: descrizione, mediante utilizzo di unità sintetiche fisionomiche o floristiche, della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno aerea del punto di monitoraggio;
- Stato erosivo: presenza di fenomeni di erosione o deposizione di parti di suolo;
- Permeabilità: velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuibile allo stato a granulometria più fine presente nel suolo, utilizzando la seguente scala numerica:

SCALA NUMERICA	GRANULOMETRIA	PERMEABILITÀ
6	Ghiaie lavate	Molto alta
5	Ghiaie/sabbie grosse	Alta
4	Sabbie medie/sabbie gradate	Medio alta
3	Sabbie fini/sabbie limose	Media
2	Sabbie argillose	Medio bassa
1	Limi/limi argillosi	Bassa
0	Argille	Molto bassa

Classe di drenaggio: a seconda di come l'acqua viene rimossa dal suolo, si individueranno le seguenti classi:

CLASSE	DESCRIZIONE
Rapido	L'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente
Moderatamente rapido	L'acqua è rimossa dal suolo rapidamente
Buono	L'acqua è rimossa dal suolo prontamente ma non rapidamente
Mediocre	In alcuni periodi dell'anno l'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Lento	L'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Molto lento	L'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati a poca profondità per lunghi periodi durante la stagione di crescita
Impedito	L'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati in superficie o in prossimità di questa per lunghi periodi durante la stagione di crescita

Designazione orizzonti e parametri fisico-chimici

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

- Designazione orizzonte: designazione genetica mediante codici alfanumerici e secondo le convenzioni definite in IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999) e SOIL SURVEY STAFF (1998);
- Limiti di passaggio: confine tra un orizzonte e quello immediatamente sottostante, definito quanto a "profondità" (distanza media dal piano di campagna), "tipo" (ampiezza dell'intervallo di passaggio), "andamento" (geometria del limite);
- Colore allo stato secco e umido: colore della superficie interna di un aggregato di suolo in condizioni secche e umide, definito mediante confronto con le "Tavole Munsell" (Munsell Soil Color Charts) utilizzando i codici alfanumerici previsti dalla stessa notazione Munsell (hue, value, chroma);
- Tessitura: stima delle percentuali di sabbia, limo e argilla presenti nella terra fine, determinate rispetto al totale della terra fine, come definite nel triangolo tessiturale della "SoilTaxonomy - U.S.D.A.":

Classe tessiturale (codice)
Sabbiosa (S)
Sabbioso franca (SF)
Franco sabbiosa (FS)
Franca (F)
Franco limosa (FL)
Limosa (L)
Franco sabbioso argillosa (FSA)
Franco argillosa (FA)
Franco limoso argillosa (FLA)
Argillosa (A)
Argilloso sabbiosa (AS)
Argilloso limosa (AL)

- Struttura: entità e modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo in particelle composte separate da superfici di minor resistenza, a dare unità strutturali naturali relativamente permanenti (aggregati), o meno persistenti quali zolle e frammenti (tipici di orizzonti superficiali coltivati); definire "grado" di distinguibilità-stabilità, "dimensione" e "forma" degli aggregati;
- Consistenza: caratteristica del suolo determinata dal tipo di coesione e adesione, definita, in relazione al differente grado di umidità del suolo, quanto a "resistenza", "caratteristiche di rottura", "cementazione", "massima adesività" e "massima plasticità";
- Porosità: vuoti di diametro superiore a 60 micron, definiti quanto a "diametro" e "quantità";

- Umidità: condizioni di umidità dell'orizzonte al momento del rilevamento, definite mediante i codici numerici corrispondenti alle seguenti suddivisioni:

Codice	Descrizione
1	Asciutto
2	Poco umido
3	Umido
4	Molto Umido
5	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), "forma" (predominante nella classe dimensionale prevalente), "litologia" (natura prevalente dei frammenti di roccia);
- Concrezioni e noduli: presenza di cristalli, noduli, concrezioni, concentrazioni, cioè figure d'origine pedogenetica definite quanto a "composizione", "tipo", "dimensioni" e "quantità";
- Efflorescenze saline: determinazione indiretta della presenza (e stima approssimata della quantità) di carbonato di calcio, tramite effervescenza all'HCl ottenuta facendo gocciolare poche gocce di HCl (in concentrazione del 10%) e osservando l'eventuale sviluppo di effervescenza, codificata come segue:

Codice	Descrizione	Stima quantità carbonato di calcio
0	Nessuna effervescenza	$\text{CaCO}_3 \leq 0,1\%$
1	Effervescenza molto debole	$\text{CaCO}_3 \approx 0,5\%$
2	Effervescenza debole	$\text{CaCO}_3 1 \div 2\%$
3	Effervescenza forte	$\text{CaCO}_3 \approx 5\%$
4	Effervescenza molto forte	$\text{CaCO}_3 \geq 10\%$

- Fenditure o Fessure: vuoti ad andamento planare, delimitanti aggregati, zolle, frammenti, definiti quanto alla "larghezza";
- pH: grado di acidità/alcalinità del suolo, rilevata direttamente sul terreno mediante apposito kit (vaschetta di ceramica; indicatore universale in boccetta contagocce; scala cromatica) e/o determinata in laboratorio.

I parametri sopra descritti saranno rilevati in situ o in laboratorio; quando possibile si determineranno in entrambi i contesti.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 72/102

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.

- Capacità di scambio cationico: valutata come di seguito, espressa in meq/100 g di suolo, tramite il metodo Bascom modificato, che prevede l'estrazione di potassio, calcio, magnesio e sodio con una soluzione di bario cloruro e trietanolamina, e successivo dosaggio dei cationi estratti per spettrofotometria:

Capacità Scambio Cationico (C.S.C.)	
Bassa	< 10 meq/100 g
Media	10÷20 meq/100 g
Elevata	20÷30 meq/100 g
Molto elevata	> 30 meq/100 g

- Azoto totale: espresso in %, determinato tramite il metodo Kjeldhal;
- Azoto assimilabile;
- Fosforo assimilabile: espresso in mg/kg, viene determinato secondo il metodo Olsen nei terreni con pH in acqua > di 6.5, secondo il metodo Bray e Krutz nei terreni con pH < di 6.5;
- Carbonati totali: determinazione gas-volumetrica del CO₂ che si sviluppa trattando il suolo con HCl. Il contenuto di carbonati totali (o calcare totale) viene espresso in % di CaCO₃ nel terreno;
- Sostanza organica: contenuto di carbonio organico, espresso in % e determinato secondo il metodo Walkley e Black;
- Capacità di ritenzione idrica;
- Conducibilità elettrica;
- Permeabilità;
- Densità apparente.

5.4.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

I punti di monitoraggio sono stati definiti nelle aree dei cantieri ove si svolgono le lavorazioni principali e in tutti i siti interessati dai depositi temporanei del materiale di scavo.

La fase di AO e PO avrà durata 6 mesi, mentre la fase di corso d'opera avrà una durata di circa 4,5 anni, ovvero tutta la durata dei lavori per la realizzazione dell'opera.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 73/102

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio". Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei punti di misura.

Tabella 16 - Punti di monitoraggio della componente suolo e sottosuolo

CODICE PUNTO	AREA DI CANTIERE	ANTE OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA)	CORSO D'OPERA (4,5 ANNI) (FREQUENZA)	POST OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA)
SUO 1	DT.01	Semestrale	Semestrale	/
SUO 2	DT.02	Semestrale	Semestrale	/
SUO 3	AS.01	Semestrale	Semestrale	/
SUO 4	Viadotto VI.02	Semestrale	Semestrale	Semestrale
SUO 5	Galleria GN.02 imbocco nord	Semestrale	Semestrale	Semestrale
SUO 6	AS.02/DT.03	Semestrale	Semestrale	/

5.5 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA

5.5.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio ambientale, relativamente all'ambito vegetazionale e faunistico consiste nel documentare lo stato attuale della componente nella fase ante operam al fine di definire, nelle fasi successive del monitoraggio (corso d'opera e post operam), l'evolversi delle caratteristiche che connotano le componenti stesse. In particolare gli accertamenti non sono finalizzati esclusivamente agli aspetti botanici ma riguardano anche i popolamenti faunistici.

Il monitoraggio ha anche lo scopo di verificare, durante la costruzione, la situazione ambientale, in modo da rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste e predisporre le necessarie azioni correttive.

Il monitoraggio verrà eseguito nelle tre fasi AO, CO e PO.

Le aree da monitorare sono state scelte in funzione della sensibilità del territorio attraversato e della presenza di ambiti di maggior pregio naturalistico.

L'area di progetto ha caratteristiche prevalentemente agro-pastorali, le zone boscate risultano frammentate e concentrate in corrispondenza delle incisioni vallive, che mantengono caratteri naturali non trascurabili, come testimoniato anche dalla presenza di numerose aree protette.

La zona è caratterizzata da specie vegetali forestali a sclerofille prevalenti, la specie arborea principale è la sughera, il leccio e l'olivastro.

Le indagini previste sono volte a monitorare lo stato della vegetazione presente (fase ante operam) e il suo decorso nelle fasi CO, PO; in fase di post operam sarà effettuato un controllo sullo stato

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 74/102

manutenimento degli interventi di ripristino e di mitigazione ambientale, nelle aree oggetto di interventi di rinaturalizzazione.

5.5.2 Normativa di riferimento

Di seguito sono elencati i principali riferimenti normativi di interesse per l'ambito biotico che sono stati considerati per la redazione del presente progetto di monitoraggio:

Normativa comunitaria

- Direttiva 97/62/CE del Consiglio del 27 ottobre 1997: G.U.C.E n. L 305 dell'8/11/1997, recante adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Regolamento CEE 1390/97 della Commissione del 18/07/97 (G.U.C.E. 19/07/97, L.190) che modifica il Regolamento CEE 1021/94 della Commissione relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 1091/94 della Commissione del 29/04/94 (G.U.C.E. 18/06/94, L.126) relativo, alle modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 2157/92 del Consiglio del 23/07/92 (G.U.C.E. 31/07/92, L. 217) che modifica il Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Direttiva (CEE) 92/43 del Consiglio, 21 maggio 1992: G.U.C.E. 22 luglio 1992, n. L 206. Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Direttiva (CEE) 79/409 del Consiglio, 2 aprile 1979: G.U.C.E. 25 aprile 1979, n. L 103 (e s.m.i.) Conservazione degli uccelli selvatici;
- Regolamento CEE 1696/87 della Commissione del 10/06/87 (G.U.C.E. 17/06/87, L.161) relativo, alle modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio del 17/11/86 (G.U.C.E. 20/11/86, L.326) relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico.

Normativa Nazionale

- Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357: Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi-naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche (G.U. N. 284 DEL 23-10-1997, S.O. n.219/L). Testo coordinato al D.P.R. n. 120 del 2003 (G.U. n.124 del 30.05.2003);
- Legge 6 dicembre 1991, n. 394 "Legge quadro sulle aree protette" che detta i principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree protette al fine di conservare e valorizzare il patrimonio naturale del paese;
- Legge 8 agosto 1985, n. 431 "Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 75/102

ambientale”;

- Ex Decreto 431/1985 dei beni vincolati (ora art. 146 D. Lgs. 490/99; D. Lgs. 42/04 – Codice dei beni culturali e del paesaggio - , modificato dal D. Lgs. 22 gennaio 2006) relativo alla tutela dei beni paesaggistici e ambientali di notevole interesse pubblico, in particolare le aree ricoperte da boschi o vegetazione naturale (zone boscate) e fasce di rispetto dei corsi d’acqua

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio delle componenti in oggetto descritto di seguito è stato redatto in conformità delle “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) REV. 1 del 13 marzo 2015”.

5.5.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

La scelta delle aree è stata effettuata sulla base di criteri differenziati come sotto descritti:

- Rappresentatività in relazione alle diverse unità di vegetazione intese come ambiti naturalistici a diversa idoneità faunistica;
- Sensibilità, nel senso che dovranno essere oggetto di controllo diretto in campo tutte quelle aree che risultano avere particolari caratteristiche in relazione al valore naturalistico e/o alla fragilità degli equilibri in atto (aree verdi ricadenti in ambiti vincolati dal punto di vista ambientale);
- Presenza di attività connesse alla costruzione dell’Opera particolarmente critiche sotto il profilo del potenziale impatto sulla vegetazione e fauna (cantieri);
- Ripristini delle aree occupate temporaneamente per le attività di costruzione della linea ed opere accessorie.

Nel territorio in esame sono numerosi gli ambii di tutela naturalistica (siti compresi in Natura 2000) e gli habitat di specie a priorità di conservazione.

In riferimento, quindi, alla sensibilità del territorio in cui permangono caratteri di naturalità e di seminaturalità dovuti all’alternanza di aree agricole ad aree incolte, si è ritenuto opportuno concentrare il monitoraggio su flora, comunità ornitiche e fauna mobile terrestre al fine di desumere informazioni utili alla verifica di:

- sottrazione di vegetazione naturale, in particolare elementi di pregio naturalistico;
- alterazione di popolamenti vegetali in fase di realizzazione dell’opera;
- interruzione o alterazione di corridoi ecologici;
- sottrazione o alterazione di habitat faunistici.

5.5.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Di seguito vengono riportati i riferimenti scientifici riguardanti le modalità e le tecniche che saranno utilizzate nel corso delle operazioni di monitoraggio. Vengono inoltre indicati i riferimenti normativi relativi alle aree di interesse naturalistico e quelli riguardanti le specie rare o di pregio.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 76/102

5.5.4.1 Comunità vegetali

I rilevamenti fitosociologici saranno eseguiti secondo il metodo di Braun Blanquet (Braun-Blanquet J. 1964; Pignatti S. 1959; Pirola A., 1970; Westhoff V. E Van Der Maarel E. 1978; Giacomini V., Fenaroli L. 1958) e permetteranno (ove il rilievo sia effettuabile rispettando tutti i criteri previsti dal metodo stesso) l'attribuzione delle porzioni vegetazionali rilevate a fitocenosi note e ad una loro classificazione gerarchica di naturalità, e quindi ad un loro eventuale scostamento da tali categorie durante le fasi successive.

5.5.4.2 Flora

Al fine di fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse sarà utilizzato un indice di naturalità, basato sul rapporto tra le percentuali dei corotipi multizonali (definiti secondo S. Pignatti, 1982 appartenenti alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione, codice 9) a quelli eurimediterranei (appartenenti, sempre secondo Pignatti alla omonima categoria corologica).

Tale rapporto è stato messo a punto da Menichetti, Petrella e Pignatti nel 1989. In fase di ante operam la presenza delle specie sinantropiche permette di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituisce un riferimento per il confronto nelle fasi successive. Il rapporto "specie sinantropiche/totale specie censite" rappresenta, infatti, uno degli indici utilizzabili per il confronto dei risultati delle fasi di monitoraggio ed un modo per evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura.

Per quanto concerne la sinantropia, si sottolinea che tale attributo non è standardizzato in maniera esaustiva in alcun testo; pertanto si includeranno nella categoria "sinantropiche" quelle specie che:

- appartengono alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione (cod. 9). La categoria corologica rappresenta anche il carattere preso in considerazione nel calcolo del citato indice di sintesi (Menichetti, Petrella, Pignatti, 1989);
- sono tipiche di un habitat ruderale; rientrano in questo gruppo le entità che si rinvencono comunemente ai bordi delle strade o presso i ruderi, le avventizie naturalizzate, le specie sfuggite a coltura ed inselvatichite, alcune infestanti di campi ed incolti.

Tutte le specie con tali caratteristiche saranno contrassegnate, nelle schede di indagine, con "Sin". Nelle schede di rilevamento le specie vegetali rare o molto rare in Italia saranno contrassegnate dalle sigle R ed RR rispettivamente, quelle rare o molto rare nelle regioni interessate con r ed rr.

Per quanto riguarda la nomenclatura scientifica utilizzata e la verifica della corretta determinazione delle specie nelle indagini floristiche, il testo di riferimento è: S. Pignatti, 1982, Flora d'Italia, Edagricole.

Un ulteriore riferimento per la flora è costituito dalle Liste Rosse (Conti et al., 1992,1997) elaborate dalla Società Botanica Italiana e dal WWF con il contributo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Saranno contrassegnate con LR.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 77/102

5.5.4.3 Fauna

Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche significative e stabili degli ecosistemi

Le comunità ornitiche si prestano bene a rappresentare e descrivere la situazione qualitativa ambientale e le sue variazioni nel tempo; infatti questo gruppo faunistico risponde velocemente agli eventuali cambiamenti degli habitat, grazie alla sua elevata mobilità e sensibilità.

La metodologia scelta per effettuare i rilievi è inoltre particolarmente idonea ad essere applicata in ambienti uniformi ed omogenei, come sono le unità agroecosistemiche, e lungo ambienti che si sviluppano linearmente come le fasce ripariali dei corsi d'acqua.

Lo studio sull'avifauna sarà condotto sulla comunità delle specie nidificanti campione attraverso Transect Method; tale metodologia è ampiamente sperimentata e di uso consolidato (Merikallio, 1946; Jarvinen & Vaisanen, 1976).

I parametri e gli indici che saranno considerati ed elaborati sono i seguenti:

S = ricchezza di specie, numero totale di specie nel biotopo; questo valore è direttamente collegato all'estensione del biotopo campionato ed al grado di maturità e complessità, anche fisionomico-vegetazionale dello stesso (Mac Arthur e Mac Arthur, 1961)

H = indice di diversità calcolato attraverso l'indice Shannon & Wiener (1963) in cui:

$$H = - \sum p_i \ln p_i$$

dove p_i è la frequenza (F_r) dell'iesima specie ed \ln il logaritmo naturale; questo indice dà una misura della probabilità di incontrare nel corso del campionamento individui diversi; in pratica ad H maggiori corrispondono biotopi più complessi, con un numero maggiore di specie e con abbondanze ben ripartite;

J = indice di equiripartizione di Lloyd & Ghelardi (1964) in cui $J = H/H_{max}$, dove $H_{max} = \ln S$; l'indice misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità o in altri termini il grado di lontananza da una equiripartizione (una comunità costituita da specie con eguale numero di individui); tale indice varia tra 0 e 1;

% non-Pass. = percentuale delle specie non appartenenti all'ordine dei Passeriformi; il numero di non-Passeriformi è direttamente correlato, almeno negli ambienti boschivi, al grado di maturità della successione ecologica (Ferry e Frochet, 1970);

d = dominanza; sono state ritenute dominanti quelle specie che compaiono nella comunità con una frequenza relativa uguale o maggiore di 0,05 (Turcek, 1956; Oelke, 1980); le specie dominanti diminuiscono con l'aumentare del grado di complessità e di maturità dei biotopi.

Abbondanza: numero di individui/15' = numero di individui osservati di una determinata specie nell'unità di tempo di 15'; numero di individui/1000 m = numero di individui osservati di una determinata specie in 1000 metri di transetto.

Fauna mobile terrestre

Nell'indagine relativa alla Fauna mobile terrestre, la corretta attribuzione dei reperti sarà verificata con la consultazione di manuali, atlanti e guide scientifiche e lavori scientifici, quali:

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 78/102

- S. Debrot, G. Fivaz, C. Mermod e J.M. Weber, 1982, Atlas des poils the marnmiferes d'Europe. Neuchatei Institute de Zoologie.
- M.G Day, 1966, "Identification of hair and theather remains in the gut and faices ofstoats and weasels". Journal of zoology, London, 148: 201-217.
- Lang A., 1989. Tracce di animali (impronte, escrementi, pasti, borre, tane e nidi). Zanichelli ed.
- Brown R.W., Lawrence M.J., Pope J., 1996. Le tracce degli animali. Arnoldo Mondadori ed.
- Corbet, Ovenden, 1985. Guida ai mammiferi d'Europa. Franco Muzzio Editore.
- Stokes D., 1986. A guide to animal tracking and behaviour Stokes nature guides.
- Arnold, Burton, 1985. Guida dei rettili e degli anfibi d'Europa. Franco Muzzio Editore.

Saranno inoltre evidenziate le specie animali presenti nelle Liste Rosse.

Il tracciato di progetto interseca la ZPS denominata "Campu Giavesu" [IT B013049] istituito per la tutela degli habitat di specie di avifauna d'importanza comunitaria presenti nel proprio territorio, tra cui la cicogna e la gallina prataiola. Allo stato attuale il sito non è ancora dotato di Piano di gestione.

Nell'area vasta di progetto sono inoltre presenti altri siti appartenenti a Natura 2000 e parchi regionali.

Infine, il tracciato di progetto passa in vicinanza di alcune areali nei quali è stata riscontrata la presenza della Gallina Prataiola, specie minacciata (Collar et al.1994) e iscritta nell'allegato I della direttiva UE "Uccelli".

5.5.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

5.5.5.1 Vegetazione e flora

La caratterizzazione della vegetazione e della flora sarà effettuata attraverso due tipi di indagine:

- Rilievo fitosociologico;
- Censimento floristico.

Le aree verranno georeferenziate mediante l'utilizzo del GPS, al fine di rendere agevole il ritrovamento dell'area esatta negli anni successivi di monitoraggio. Verrà disposto, possibilmente presso ogni area, un cartello identificativo dell'area di rilevamento al fine di evitare che i paletti vengano rimossi da ignoti. All'interno di queste aree verranno effettuate le analisi come nel seguito descritto.

La localizzazione precisa delle aree di indagine sarà definita in campo, al fine di scegliere in loco le aree ritenute idonee al monitoraggio.

I risultati di tali attività sono raccolti in specifiche schede, check-list e su elaborati grafici. In particolare viene redatta la Carta Fisionomico Strutturale della Vegetazione, rappresentabile su base cartografica o su ortofoto.

In corrispondenza di ciascuna area indagata verranno quindi ricavati l'indice di ricchezza totale (numero di specie dell'area) e l'indice di sinantropicità (rapporto tra la differenza tra le specie presenti e le specie

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 79/102

sinantropiche ed il numero delle specie in totale), al fine di verificare possibili alterazioni delle fitocenosi autoctone (in particolare l'ingresso di specie infestanti dovute alle attività di cantiere).

Con particolare riferimento alla fase di Post Operam, il monitoraggio ambientale delle componenti vegetazionali, avrà inoltre la finalità di verificare che l'impianto sia stato realizzato in coerenza con il progetto e con il capitolato speciale delle opere a verde di RFI (Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili – Parte II – Sezione 15 “Opere a Verde” Prot. RFI DTC SICS SP IFS 001 A del 30/06/2014), si fa presente che la suddetta verifica, riguardante l'attecchimento degli impianti sarà a carico dell'appaltatore, mentre sarà oggetto del presente PMA verificare la corretta manutenzione degli impianti vegetativi.

- Rilievo fitosociologico con metodo Braun-Blanquet che consente di registrare la presenza delle specie vegetali naturali ed alloctone invasive e di verificarne l'espansione e la contrazione nel corso del tempo (1)

Tale indagine è finalizzata all'individuazione delle variazioni prodotte nella struttura delle formazioni vegetali e consiste in rilievi fitosociologici con il metodo Braun-Blanquet.

Le stazioni di rilevamento vengono identificate sulla base dei caratteri fisionomici indicatori dell'unitarietà strutturale della vegetazione considerata. Nella superficie campione (stazione di rilevamento), congruente col minimo areale di sviluppo del popolamento indagato, viene effettuato il censimento delle entità floristiche presenti, che sarà riportato sulla relativa scheda di rilevamento insieme alla percentuale di terreno coperta da ciascuna specie.

Per la stima del grado di copertura della singola specie si utilizza il metodo di Braun-Blanquet (1928).

Nel corso dell'indagine l'area in esame deve essere delimitata temporaneamente da una fettuccia metrica. Nel caso di vegetazione pluristratificata, le specie dei diversi strati vengono rilevate separatamente (strato arboreo, arbustivo ed erbaceo).

<u>Risultati attesi</u>	
➤	Analisi composizionale secondo metodo Braun-Blanquet: <ul style="list-style-type: none"> ○ Strato ○ Composizione floristica ○ Copertura ○ Forma
➤	Fisionomia e struttura della vegetazione

- Rilievo della composizione floristica e della copertura percentuale delle singole specie (2)

L'analisi floristica consiste nell'individuazione delle specie vegetali presenti all'interno di quadrati permanenti opportunamente predisposti in zone campione significative dal punto di vista ecologico e rappresentative dell'area in esame.

Per ogni punto di campionamento, i censimenti della flora vengono realizzati lungo fasce di interesse, di larghezza non superiore ai 30 m, poste ai lati del tracciato dell'opera, opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine.

Il censimento delle specie vegetali viene realizzato percorrendo due itinerari paralleli al tracciato in modo tale da distinguere la flora della fascia prossimale alla linea ferroviaria, più esposta all'infiltrazione di specie estranee alla flora originaria, da quella della fascia distale, meno esposta, dove si ritiene persista, almeno in parte, la composizione floristica originaria (o quanto meno più intatta). Si procede per tratti successivi di 100 m con percorsi ad "U". I rilevamenti si considerano conclusi quando l'incremento delle specie censite, con il procedere dei tratti, è inferiore al 10% del totale rilevato fino a quel momento.

Il riconoscimento delle specie è effettuato in campo (quando il campione è certo al livello di specie; viceversa i campioni per i quali sussistono dubbi vengono portati in laboratorio per un'analisi più approfondita): vengono segnalate le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico, e foto-documentate. Inoltre, per meglio evidenziare le variazioni che la realizzazione dell'infrastruttura produce nella flora, vengono distinte le entità sinantropiche presenti nelle due fasce. Il rapporto specie sinantropiche/totale specie censite rappresenta, infatti, uno degli indici previsti per il confronto dei risultati delle fasi di monitoraggio ed un modo per evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura.

In fase di ante operam la presenza delle specie sinantropiche permette di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituisce un riferimento per il confronto nelle fasi successive.

Risultati attesi

- Lista floristica:
 - Fascia prossimale
 - Fascia distale
- Emergenze floristiche
- Specie sinantropiche
- Specie invasive/banalizzatrici
- Mappatura percorsi
- Indice di variazione:

SPECIE SINANTROPICHE / TOT. SPECIE CENSITE

5.5.5.2 Fauna

In merito ai popolamenti faunistici, nell'ambito del Progetto di Monitoraggio Ambientale, si svolgono i censimenti volti ad individuare la presenza di popolamenti significativi.

Vista la tipologia a carattere prevalentemente agricolo del territorio, si ritiene di poter effettuare un'analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche degli ecosistemi: l'avifauna, infatti, può fungere da efficace

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 81/102

indicatore della qualità ambientale e costituisce un elemento di fondamentale importanza sia per la corretta valutazione di eventuali incidenze del progetto in esame, sia per le eventuali attività di monitoraggio connesse a quest'ultimo. In corrispondenza dei tratti a maggior naturalità, si prevede inoltre di integrare l'indagine ai Mammiferi ed ai Rettili. La presenza di edifici abbandonati, casolari agricoli, e poderi ormai in disuso favorisce la presenza di una buona varietà di chiroteri, pertanto, saranno oggetto di indagine

In definitiva, quindi, nell'ambito del presente Progetto di Monitoraggio Ambientale, si prevedono i censimenti volti ad individuare la presenza dei seguenti Taxa:

- Mammiferi terrestri;
- Rettili;
- Avifauna.

(il monitoraggio dell'ittiofauna è stato già considerato nella componente acqua superficiali, mediante la determinazione dell'indice ISECI).

La caratterizzazione della fauna sarà effettuata attraverso tre tipi di indagine, la cui metodologia è descritta nei paragrafi seguenti:

- indagini sull'avifauna;
- fauna mobile terrestre – Mammiferi medi e piccoli;
- fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili;

I censimenti sull'avifauna verranno condotti lungo i transetti significativi mediante il metodo del "Visual census" e, per l'avifauna, mediante punti o transetti con l'ascolto al canto (Vocal individualità count) e osservazione visiva standard (Direct count). La durata indicativa di ciascun punto o transetto di ascolto-osservazione è compresa tra 10-15 minuti.

La caratterizzazione delle presenze verrà implementata anche mediante raccolta di elementi testimoniali di eventuali siti riproduttivi, tracce, siti rifugio, ecc.

In corrispondenza di ciascuna area indagata, in base ai censimenti condotti lungo gli opportuni transetti ed effettuati come sopra descritto, verranno sintetizzati i seguenti indicatori:

- indice di ricchezza totale (N° specie in totale);
- presenza/assenza di specie tutelate e/o di interesse conservazionistico e, per l'avifauna;
- rapporto non passeriformi/passeriformi;
- la valutazione qualitativa delle specie di uccelli nidificanti nell'area.

La localizzazione delle aree campione e dei transetti di censimento verrà rappresentata in un opportuno elaborato grafico, alla scala 1:1.000 o adeguate, su base cartografica oppure su ortofoto. I risultati delle attività di censimento verranno riportati in opportune schede di rilevamento, check-list, tabelle.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 82/102

- *Indagini sull'avifauna*

Lo studio sull'avifauna sarà condotto nel corso dei mesi primaverili-estivi e riguarderà la raccolta di dati sulla comunità delle specie nidificanti attraverso il metodo dei sentieri campione (Transect Method). Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:

- il rilievo mediante stazioni di ascolto (point counts);
- il rilievo su transetti lineari.

Le metodologie di riferimento sono approvate dalle seguenti istruzioni: MITO2000 (Monitoraggio ITaliano Ornitologico); INFS (Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica); CISO (Centro Italiano Studi Ornitologici).

Le specie particolarmente elusive o rare (es. rapaci) possono inoltre richiedere l'applicazione di metodiche particolari, quali ad esempio battute di ascolto in particolari momenti della giornata (es. al tramonto per gli strigiformi), ricerca dei nidi o dei segni di presenza, induzione di risposta canora (censimento al playback). Le specie coloniali (es. laridi, ardeidi) richiedono anch'esse tecniche specifiche per stimare le densità delle colonie individuate.

- *Fauna mobile terrestre*

Per l'indagine relativa alla fauna terrestre mobile, potenzialmente condizionata dalle interruzioni della continuità degli habitat da parte dei tratti della linea, è necessario definire degli itinerari lineari per rilevare Mammiferi. Il principale obiettivo di questo tipo d'indagine è la verifica di eventuali effetti di interruzione della continuità faunistica da parte dell'opera.

Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso l'osservazione diretta e mediante l'utilizzo dei cosiddetti segni di presenza, efficaci soprattutto per i Mammiferi con abitudini notturne. In questi casi si prenderanno in considerazione per il riconoscimento delle specie le tracce, le feci, gli scavi e le tane. Si misureranno le dimensioni (lunghezza, larghezza e profondità) di alcuni reperti quali feci, scavi e tane. Le tracce di Mammiferi verranno identificate ed attribuite alle diverse specie fin dal loro ritrovamento in campagna. In taluni casi, per avere ulteriori conferme, verranno prelevati campioni per sottoporli a successive indagini: al microscopio binoculare verrà effettuato il riconoscimento dei resti alimentari, mentre al microscopio ottico verranno analizzati gli eventuali campioni di peli rinvenuti ed opportunamente trattati.

É opportuno sottolineare che, al fine di ottenere un campionamento meno condizionato dalla casualità delle osservazioni, sarebbe necessario effettuare numerosi rilevamenti in diversi periodi dell'anno, almeno uno per stagione. Soltanto uno studio di questo tipo è, infatti, in grado di fornire informazioni precise ed attendibili sulla presenza di tutte le specie agenti nell'area, e permette di stimare le densità e la struttura di popolazione

Tuttavia, al fine di migliorare l'efficienza dell'indagine ed ottenere risultati utili a conoscere sufficientemente almeno la presenza/assenza delle specie sul territorio, verranno effettuati due giorni di rilevamenti in campagna per ciascuna area campione.

I risultati di questo tipo d'indagine permetteranno di analizzare le possibili interferenze tra la linea ferroviaria ed i vertebrati rinvenuti, di avanzare ipotesi da verificare nelle fasi successive e di suggerire,

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 83/102

ove necessario, opportuni accorgimenti alfine di mitigare gli impatti specifici ed in particolare l'effetto barriera.

I parametri che verranno raccolti saranno i seguenti:

- elenco delle specie presenti;
- loro frequenza e distribuzione all'interno dell'area campionata.

I luoghi di ritrovamento dei campioni saranno posizionati sulle carte di progetto in scala 1:1.000 (al fine di uno specifico posizionamento attraverso coordinate geografiche) e saranno fotografati; sulla cartografia saranno riportati anche i con visuali delle foto.

5.5.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

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

- *ante operam*;
- *corso d'opera*;
- *post operam*.

5.5.6.1 Flora e vegetazione

Il monitoraggio della vegetazione e flora riguarderà le fasi di AO, CO e PO. Per l'intero periodo di monitoraggio sono previste le seguenti frequenze di misura:

Tabella 17 – Tipologia e numero rilievi previsti

ATTIVITÀ	ANTE OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA)	CORSO D' OPERA (4,5 ANNI) (FREQUENZA)	POST OPERAM (2 ANNI) (FREQUENZA)
<i>Censimento floristico</i> <i>Flora - analisi floristica per fasce campione distale e prossimale all'opera (c)</i>	Trimestrale (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	Semestrale (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	Semestrale (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)
<i>Rilievo Fitosociologico</i> <i>Comunità vegetali - rilievo fitosociologico con metodo di Braun-Blanquet (d)</i>	Semestrale (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	Annuale (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	Annuale (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)

La durata del periodo di monitoraggio in corso d'opera sarà di circa 4,5 anni; mentre quello relativo alla fase post operam, che ha l'obiettivo di controllare le ricadute dell'esercizio dell'opera, avrà una durata di pari a due anni dalla fine delle lavorazioni, anche per la verifica dello stato fito-sanitario delle specie messe a dimora.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 84/102

Rinvii temporanei di prelievi e/o misure potranno essere previsti in corrispondenza delle singole aree in presenza di:

- precipitazioni e contestuali di intensità tali da rendere impossibili le indagini;
- oggettivi e documentati impedimenti all'accesso ai siti di indagini.

I rilievi in campo dovranno essere effettuati nel periodo primaverile (I campagna) e nel periodo tardo estivo (II campagna) escludendo il periodo estivo, in presenza di temperature alte e clima secco; coerentemente sarà escluso anche il periodo invernale in cui le temperature risultano essere molto basse e avverse alla vegetazione.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "Planimetrie dei punti di monitoraggio". Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei punti individuati.

Tabella 18 - Punti di monitoraggio per la componente Flora e Vegetazione

CODICE PUNTO	ANTE OPERAM (6 MESI)	CORSO D' OPERA (4,5 ANNI)	POST OPERAM (2 ANNI)
VEG 1	2 volte (attività c) 1 volta (attività d)	10 volte (attività c) 5 volte (attività d)	4 volte (attività c) 2 volte (attività d)
VEG 2	2 volte (attività c) 1 volta (attività d)	10 volte (attività c) 5 volte (attività d)	4 volte (attività c) 2 volte (attività d)
VEG 3	2 volte (attività c) 1 volta (attività d)	10 volte (attività c) 5 volte (attività d)	4 volte (attività c) 2 volte (attività d)

5.5.6.2 Fauna

Il monitoraggio della Fauna riguarderà le fasi di AO, CO e PO.

La durata del periodo di monitoraggio in corso d'opera sarà di circa 4,5 anni, mentre quello relativo alla fase post operam sarà di sei mesi.

Per l'intero periodo di monitoraggio sono previste le seguenti frequenze di misura:

Tabella 19 – Tipologia e numero rilievi previsti

Attività	ANTE OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA)	CORSO D' OPERA (4,5 ANNI) (FREQUENZA)	POST OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA)
Avifauna (AV)	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
Fauna mobile terrestre – Mammiferi di medie e piccole dimensioni (MT ₁)	Trimestrale	Quadrimestrale	Trimestrale
Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili (MT ₂)	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale

Le aree caratterizzate da una maggiore naturalità corrispondono a zone incolte e interessate generalmente da macchia mediterranea e tutelate con l'istituzione della Zona di Protezione Speciale (ZPS) ITB013049 – Campo Giavesu.

L'area è stata individuata come ZPS per la presenza nella piana di Giave della specie Gallina prataiola, che in questo sito si riproduce, dalla presenza di un sito di nidificazione della Cicogna bianca e inoltre per la nidificazione di altre specie di allegato I della direttiva Uccelli.

In prossimità dell'intervento ricadono anche i seguenti ulteriori ambiti tutelati appartenenti alla Rete Natura 2000: ZPS ITB023050 – Piana di Semestene, Bonorva, Macomer e Bortigali (distante circa 1,3 km); SIC ITB012212 – Sa Rocca Ulari (distante circa 4,9 km).

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio ambientale", ove è possibile individuare i punti previsti. Di seguito si riporta una tabella esplicativa.

Tabella 20 - Punti di monitoraggio per la componente Fauna

CODICE PUNTO	ANTE OPERAM (6 MESI)	CORSO D' OPERA (4,5 ANNI)	POST OPERAM (6 MESI)
FAU 1	2 volte (attività AV, MT)	18 volte (attività AV, MT ₂) 14 volte (attività MT ₁)	2 volte (attività AV, MT)
FAU 2	2 volte (attività AV, MT)	18 volte (attività AV, MT ₂) 14 volte (attività MT ₁)	2 volte (attività AV, MT)
FAU 3	2 volte (attività AV, MT)	18 volte (attività AV, MT ₂) 14 volte (attività MT ₁)	2 volte (attività AV, MT)
FAU 4	2 volte (attività AV, MT)	18 volte (attività AV, MT ₂) 14 volte (attività MT ₁)	2 volte (attività AV, MT)

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 86/102

5.6 RUMORE

5.6.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio del rumore ha l'obiettivo di controllare l'evolversi della situazione ambientale per la componente in oggetto nel rispetto dei valori imposti dalla normativa vigente.

Il monitoraggio per lo stato corso d'opera è finalizzato a verificare il disturbo sui ricettori nelle aree limitrofe alle aree di lavoro ed intervenire tempestivamente con misure idonee durante la fase costruttiva. Per la fase post operam l'obiettivo del monitoraggio è quello di verificare gli impatti acustici dovuti all'esercizio della nuova linea, accertare la reale efficacia degli interventi di mitigazione e predisporre le eventuali nuove misure per il contenimento del rumore.

Le misure dovranno essere effettuate ante operam, corso d'opera e post operam, ossia dopo l'ingresso in esercizio dell'opera in progetto, in aree con o senza necessità di opere di mitigazione.

5.6.2 Normativa di riferimento

Leggi nazionali

- D. Lgs. 19/08/05 n. 194 Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (GU n. 222 del 23-9-2005) Testo coordinato del Decreto-Legge n. 194 del 19 agosto 2005 (G.U. n. 239 del 13/10/2005) Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005);
- Presidenza del Consiglio dei Ministri 30 giugno 2005: Parere ai sensi dell'art.9 comma 3 del decreto legislativo 28 agosto 1997 n.281 sullo schema di decreto legislativo recante recepimento della Direttiva 2002/49CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale;
- Circolare 6 settembre 2004 – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004);
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 Marzo 2004, n. 142 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447. (GU n. 127 del 1-6-2004) testo in vigore dal 16-6-2004;
- Decreto 1 aprile 2004 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale (GU n. 84 del 9-4-2004);
- DECRETO LEGISLATIVO 4 settembre 2002, n.262 Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto;
- Decreto 23 Novembre 2001 Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di

trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore. (GU n. 288 del 12-12-2001);

- Decreto Ministero Ambiente 29 novembre 2000 “Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore” (Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000);
- D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459: Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario;
- Decreto Ministeriale 16 marzo 1998 -Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 -Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 -Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO";
- Il DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio della componente rumore descritto di seguito è stato redatto in conformità agli “Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014”.

5.6.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto degli standard o dei valori limite definiti dalle leggi, in particolare il rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti in base alla classificazione acustica del territorio.

Il monitoraggio acustico nelle diverse fasi (ante operam, corso d’opera e post operam) si svolge secondo i seguenti stadi:

- sopralluoghi, acquisizione permessi e posizionamento strumentazione
- monitoraggio per il rilievo in corrispondenza dei punti di misura
- elaborazione dei dati
- emissioni di reportistica ed inserimento in banca dati

In caso di criticità riscontrate, attribuibili all’opera in oggetto, sarà segnalato il superamento registrato in modo da intervenire tempestivamente con misure preventive o di mitigazione.

La metodica di misura si fonda sul rilievo del rumore in postazioni di differenti tipologie:

- RUC, per il monitoraggio del rumore prodotto dalle attività di cantiere (ante operam, corso d’opera);
- RUV, per il monitoraggio del rumore prodotto dalla viabilità di cantiere (ante operam, corso d’opera);
- RUL, per il monitoraggio del rumore prodotto dal FAL (corso d’opera);

- RUF, per il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario (ante operam, post operam).

Nel caso in oggetto, in funzione della tipologia dell'opera da realizzare, della dotazione infrastrutturale e del territorio in cui si inserisce, non si prevedono misure del rumore prodotto dal transito ferroviario (RUF) e in corrispondenza delle aree di cantiere (RUC).

Le simulazioni modellistiche effettuate nello Studio Acustico (cfr. RR0H04D22RGIM006001A), a corredo del presente progetto, restituiscono valori significativamente entro i limiti di legge; inoltre, riscontrata l'assenza pressoché totale di ricettori residenziali e/o sensibili, risultano del tutto superflui interventi antirumore.

In base alla finalità della misura ed alla tipologia di rumore monitorato (viabilità di cantiere e attività di lavorazione sul fronte avanzamento) si prevede di eseguire per le tipologie di punti RUL delle misure di 7 giorni; le misure saranno eseguite in fase ante operam ed in corso d'opera per il controllo e la caratterizzazione del rumore prodotto dalla viabilità di cantiere (RUV), solo in fase di corso d'opera per il fronte di avanzamento lavori (RUL).

Gli unici monitoraggi previsti sono finalizzati al rilievo di potenziali criticità durante le fasi di lavorazione e/o di transito dei mezzi d'opera lungo la viabilità pubblica.

La dislocazione dei punti tiene conto della disposizione dei ricettori rispetto alle sorgenti di rumore, della classificazione acustica e della densità abitativa dell'area, aumentando opportunamente la densità dei punti di monitoraggio, posizionati in corrispondenza degli edifici più esposti.

5.6.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

L'esecuzione dei rilievi avviene a mezzo di fonometri, che registrano, nel tempo, i livelli di potenza sonora (espressi in dBA) e le frequenze a cui il rumore viene emesso.

Nella tabella seguente sono indicati i principali parametri acustici oggetto del monitoraggio.

Distanza	distanza del microfono dalla sorgente
Altezza	altezza del microfono rispetto al piano campagna
LA	(livello di rumore ambientale) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. Esso deve essere distinto tra periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).
LR	(livello di rumore residuo) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici. Nel nostro caso è il livello ambientale depurato dal contributo sonoro di tutti i transiti ferroviari.
Treni N	numero di treni transitati nel periodo di riferimento diurno e notturno.
LAeq,F	è il livello continuo equivalente riferito solo al passaggio di tutti i convogli nelle 24 ore

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 89/102

5.6.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

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

- parametri acustici;
- parametri meteorologici (temperatura, velocità e direzione del vento, piovosità, umidità);
- parametri di inquadramento territoriale (localizzazione, classificazione acustica prevista dalla zonizzazione, documentazione fotografica, principali caratteristiche territoriali).

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

- analizzatori di precisione real time o fonometri integratori;
- microfoni per esterni con schermo antivento;
- calibratori;
- cavalletti, stativi o aste microfoniche;
- minicabine o valigette stagne, antiurto, complete di batterie e per il ricovero della strumentazione;
- centralina meteorologica.

Le fasi di monitoraggio si prevedono con durata e frequenza di seguito riportata:

Fase ante operam

- Misure tipo “RUV”
 - Durata: - ;
 - Frequenza: una volta prima dell’inizio dei lavori.

Fase corso d’opera

- Misure tipo “RUV”
 - Durata: per tutta la durata dei lavori; ossia circa 4 anni;
 - Frequenza: trimestrale.
- Misure tipo “RUL”
 - Durata: per tutta la durata dei lavori; ossia circa 4 anni;
 - Frequenza: 2 volte

Nella fase post operam non si prevedono campagne di monitoraggio poiché come detto non sono previsti impatti significativi connessi all’esercizio della linea ferroviaria (misure RUF).

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 90/102

Tabella 21 - Punti di monitoraggio sulla componente rumore

PUNTO	COD. RICETTORE/ PK PER RICETTORI	FASE	FREQUENZA	DURATA
RUL 01	0 + 400	AO	-	-
		CO	2 volte	7g
RUL 02	1 + 000	AO	-	-
		CO	2 volte	7g
RUV 01	Bonorva	AO	n. 1 campagna	7g
		CO	trimestrale	7g

5.7 VIBRAZIONI

A valle dell'analisi geologica dei terreni attraversati (coltri eluvio-colluviali, depositi vulcanici, tufi, arenarie, calcareniti, basalti), della tipologia di tracciato ferroviario e considerate le condizioni al contorno (assenza di ricettori a brevi distanze), si esclude altresì un impatto da vibrazioni. Il fenomeno vibratorio difatti già a ridosso della sorgente si attenua permettendo il rispetto delle norme di riferimento (UNI 6914, UNI 9916).

Per quanto detto non si ritiene necessario un monitoraggio dei fenomeni vibrazionali.

5.8 PAESAGGIO

5.8.1 Obiettivi di monitoraggio

Il monitoraggio della componente paesaggistica ha lo scopo di analizzare lo stato dei luoghi (contesto paesaggistico ed area di intervento) prima dell'esecuzione delle opere previste, ed accertarne dopo la realizzazione dell'intervento:

- la compatibilità rispetto ai valori paesaggistici riconosciuti dagli eventuali vincoli presenti;
- la congruità con i criteri di gestione dell'immobile o dell'area;
- la coerenza con gli obiettivi di qualità paesaggistica.

Per tale motivo si prevede di monitorare la componente paesaggio in tutte le fasi temporali: ante operam, corso d'opera e post operam.

Gli elementi per la valutazione di compatibilità paesaggistica si basano su una simulazione dettagliata dello stato dei luoghi a seguito della realizzazione del progetto, resa mediante una fotomodellazione realistica (rendering computerizzato o manuale del progetto e sovrapposizione alle foto dello stato di fatto), comprendente un adeguato intorno dell'area di intervento, desunto dal rapporto di intervisibilità esistente (punti di osservazione), per consentire la valutazione di compatibilità ed adeguatezza delle soluzioni nei riguardi del contesto paesaggistico. Attraverso elaborazioni fotografiche e grafiche, si mostreranno gli effetti dell'inserimento nel contesto paesaggistico e l'adeguatezza delle soluzioni.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 91/102

5.8.2 Il report sul paesaggio

Il monitoraggio della componente paesaggio si esplica attraverso diverse attività finalizzate alla redazione del Report sul Paesaggio, comprensivo di rappresentazioni in elaborati grafici.

A tal fine, il Report individua:

- lo stato attuale del bene paesaggistico interessato;
- gli elementi di valore paesaggistico in esso presenti, nonché le eventuali presenze di beni culturali tutelati di cui alla parte II del Codice del Paesaggio (D. Lgs. 41/2004 e s.m.i.);
- gli impatti sul paesaggio delle trasformazioni proposte;
- gli elementi di mitigazione e compensazione necessari.

5.8.3 Metodiche di monitoraggio

Il monitoraggio della componente paesaggio consisterà in due tipologie differenti di rilevazioni:

- Rilievo Aerofotogrammetrico;
- Rilievo a terra con punti di presa fotografica.

Il Rilievo Aerofotogrammetrico consisterà nell'acquisizione (preferibilmente mediante ripresa aerofotogrammetrica eseguita mediante drone) a distanza di dati riguardanti il territorio e l'ambiente, attraverso tecniche di telerilevamento (tecnologia LiDAR), che prevedono le seguenti fasi:

- esecuzione del volo di ripresa aerofotogrammetrica;
- produzione fotogrammi stereoscopici;
- produzione ortofoto digitali a colori;
- elaborazione dati LiDAR.

Scopo principale della ripresa aerotrasportata è l'acquisizione di dati attraverso i quali poter analizzare, relativamente alle aree di indagine:

- l'uso del suolo;
- gli eventuali stress presenti nella vegetazione naturale;
- fornire elementi per l'analisi di dettaglio della vegetazione naturale attraverso processi di stratificazione dei dati di immagine.

Nell'ambito della progettazione della ripresa aerea, i seguenti elementi saranno tenuti in considerazione:

- la risoluzione geometrica al suolo non sarà maggiore di 1,0 m, allo scopo di ottenere un numero sufficiente di pixels per l'analisi delle chiome degli alberi;
- l'accuratezza della geometria dell'immagine compresa tra 1 e 2,5 m;
- la ripresa sarà effettuata in un preciso momento dello stato vegetativo della copertura del suolo, allo scopo di meglio cogliere l'eventuale stress della vegetazione;
- saranno precisati:

- la quota di volo;
- il tempo necessario per il completo ricoprimto delle aree di indagine.
- gli strumenti di controllo della posizione prevedranno l'uso di:
 - GPS differenziale;
 - Sistema di Navigazione Inerziale (POS).
- Per l'esecuzione della ripresa si dovranno inoltre acquisire:
 - descrizione strumentazione utilizzata;
- verifica del funzionamento dello spettroscopio e dell'attrezzatura di controllo della posizione del drone;

verifica delle condizioni meteorologiche presenti sulle aree di indagine al momento della prevista realizzazione delle riprese aeree ed in termini di:

- probabile copertura nuvolosa sulle dette aree che non dovrà essere superiore al 5%;
- condizioni di trasparenza atmosferica da mettere in relazione all'umidità dell'area e del pulviscolo atmosferico;
- rispetto dell'intervallo di tempo previsto per non più di 3 ore di acquisizione giornaliere centrate sulle ore 12,00 solari (10,30-13,30) allo scopo di evitare l'effetto ombra.

Il Rilievo Fotografico sarà eseguito congiuntamente ai rilievi fotogrammetrici, e consentirà di eseguire un'attenta analisi del paesaggio, dello stato attuale dell'area d'intervento e del contesto paesaggistico.

I punti di presa funzionali al rilievo fotografico saranno quelli che, in base agli studi paesaggistici effettuati, possono determinare un'alterazione della percezione scenica dei luoghi, relativamente al rapporto opera-paesaggio.

Per quanto riguarda il rilievo fotografico sarà prodotta una documentazione fotografica costituita da schede monografiche di dettaglio dei punti individuati e di un elaborato grafico dove sono individuati planimetricamente i punti in cui sono scattate le foto mediante i coni ottici di visualizzazione.

5.8.4 Criteri di scelta delle aree indagate

Le indagini effettuate mediante telerilevamento interesseranno il seguente territorio:

- tutto il territorio interessato dalla realizzazione della tratta ferroviaria, ivi compresi i tratti di interconnessione, per una fascia minima di 100 metri da ciascun lato della linea;
- le aree di cantiere e le aree limitrofe per una fascia minima di 100 metri intorno al loro confine;
- le aree di particolare interesse naturalistico limitrofe alla linea.

Per quanto riguarda i rilievi fotografici, i punti di osservazione e di rappresentazione fotografica saranno individuati e ripresi nelle aree per le quali l'inserimento dell'opera determini sulla componente in esame e in merito ai criteri contenuti negli studi paesaggistici, un impatto medio o alto, i punti di rilievo saranno

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 93/102

ubicati in luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici, dai quali sia possibile cogliere con completezza le fisionomie fondamentali del territorio.

In particolare, la rappresentazione dei prospetti e degli skylines si estenderà anche agli edifici contermini, per un'area più o meno estesa, secondo le principali prospettive visuali da cui l'intervento è visibile.

5.8.5 Elaborazione delle immagini e output

Le immagini acquisite mediante telerilevamento verranno elaborate allo scopo di derivare dati quali-quantitativi sullo stato della copertura vegetale e per indirizzare le indagini di campo attraverso la stratificazione dei dati di immagine. L'elaborazione consiste nelle seguenti attività:

- correzioni radiometriche ed atmosferiche realizzate allo scopo di rendere comparabili i dati di immagine acquisiti in condizioni diverse di illuminazione (azimut e zenit solari, trasparenza atmosferica);
- correzioni geometriche realizzate allo scopo di ottenere ortoimmagini sovrapponibili alla cartografia in scala 1:10.000. L'obiettivo di queste correzioni è raggiunto utilizzando:
 - un DTM di dettaglio delle aree di indagine con risoluzione non superiore a 20x20 m;
 - i dati raccolti dal GPS e dal Sistema di Navigazione Inerziale.

La precisione della correzione dovrà essere compresa tra ± 2 pixels.

Gli output delle indagini eseguite mediante i metodi descritti nei paragrafi precedenti saranno opportunamente elaborati, così da fornire delle valutazioni oggettive, e funzionali ad un confronto tra la situazione ante operam e post operam, le elaborazioni che saranno eseguite sono le seguenti:

- elaborazione delle immagini orientate alla evidenziazione della vegetazione sottoposta a stress in generale: a tale scopo saranno utilizzati modelli che consentano la messa in evidenza dei detti stress NDVI (Normalized Differences Vegetation Index).
 - L'indice di vegetazione normalizzato è il principale indicatore da satellite della presenza di vegetazione sulla superficie terrestre e del suo evolversi nel tempo. L'indice viene utilizzato come indicatore poiché, in caso di stress idrico, le piante riducono l'attività fotosintetica. L'indice viene calcolato partendo da immagini satellitari prodotte da sensori che acquisiscono nel rosso (R: 0.7 μm) e vicino infrarosso (NIR: 0.9 μm). Valuta la presenza di attività fotosintetica, in quanto mette in relazione lo spettro del rosso, in cui c'è assorbimento da parte della clorofilla, e quello del vicino infrarosso in cui le foglie riflettono la luce per evitare il surriscaldamento. I valori dell'indice sono tipicamente compresi tra -1 e +1. La presenza di vegetazione assume valori maggiori di 0.2. L'indice così determinato può essere confrontato con una serie storica di valori, e permette quindi di rilevare e identificare eventuali anomalie.
- elaborazione dei dati di immagini orientate a segmentare le immagini con lo scopo di assistere la fase di campionamento della copertura vegetale direttamente in campo.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 94/102

5.8.6 Articolazione temporale del monitoraggio

Come già precisato nel precedente paragrafo il monitoraggio della Componente Paesaggio verrà effettuato in tutte le fasi di progetto (ante operam, corso d'opera e post operam).

Per il monitoraggio in fase ante operam si prevede una campagna (verosimilmente della durata complessiva) di circa 2-3 mesi al fine di fornire un quadro delle condizioni iniziali attraverso:

- la caratterizzazione ambientale dell'intero territorio di indagine;
- la caratterizzazione socio-economica del medesimo territorio;
- la sua caratterizzazione storico - urbanistica.

Il monitoraggio in corso d'opera ha lo scopo di consentire la verifica del rispetto delle indicazioni progettuali inerenti alle attività di costruzione ed al corretto inserimento dell'opera. Tutte le variazioni riconducibili alle attività di cantierizzazione e costruzione dell'Opera che intervengano in questa fase saranno valutate e per ognuna dovrà essere controllato che l'impatto sia di natura temporanea. Le indagini in campo saranno in linea generale eseguite negli stessi punti e intorni areali individuati in fase ante operam nonché con le stesse modalità: in particolare le riprese fotografiche dovranno essere effettuate per quanto possibile dagli stessi "punti di vista". Durante la fase di corso d'opera tuttavia il numero complessivo e la distribuzione dei punti di monitoraggio potranno subire modifiche (aggiunte e/o eliminazioni, rilocalizzazioni) in relazione agli esiti delle indagini conoscitive e in campo effettuate in ante operam, oltre che delle interviste effettuate alla popolazione locale, previste nell'ambito dell'attuazione del PMA relativo alla Componente Ambiente sociale.

Le attività di monitoraggio in campo verranno svolte almeno due volte all'anno su tutti i punti individuati e saranno temporalmente collocate in base allo stato di avanzamento lavori e/o alla stagionalità di fruizione delle aree.

Il monitoraggio post operam avrà l'obiettivo specifico di controllare la corretta esecuzione degli interventi di ripristino e inserimento paesaggistico, attraverso la verifica del conseguimento degli obiettivi, paesaggistici e naturalistici prefissati in fase progettuale.

Il monitoraggio sarà realizzato mediante le indagini in campo ed avrà la durata di due anni dopo il termine delle attività di ripristino. I rilievi in campo saranno eseguiti una volta l'anno, in corrispondenza di tutti i punti di monitoraggio previsti e monitorati in ante operam, tenendo ovviamente conto delle eventuali modifiche in merito intervenute in corso d'opera, compresi quelli che ricadono in aree di galleria naturale, di per sé non soggette ad interventi di ripristino: in questi punti il monitoraggio post operam servirà per verificare il mantenimento delle caratteristiche del territorio rilevate in ante operam.

Tabella 22 - Punti di monitoraggio per la componente Paesaggio

CODICE PUNTO	ANTE OPERAM (6 MESI)	CORSO D' OPERA (4,5 ANNI)	POST OPERAM (2 ANNI)
PAE 1	1 volta/anno	2 volte/anno	1 volta/anno
PAE 2	1 volta/anno	2 volte/anno	1 volta/anno

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 95/102

5.9 AMBIENTE SOCIALE

La motivazione principale della trattazione di tale componente risiede in una concezione generale dell'Opera da realizzare non esclusivamente come un sistema tecnico, ma come un sistema socio-tecnico, da inserire nell'ambito urbanizzato e produttivo interessato dall'opera di progetto.

Tale socialità è ben evidente quando si considera il concreto coinvolgimento - a partire dai processi di decisione ai vari livelli, dalla determinazione di finalità ed obiettivi - di soggetti istituzionali, di gruppi più o meno strutturati, di vari attori sociali. La stessa "area di impatto" del progetto non si configura soltanto come puro territorio fisico o come semplice insieme eco-sistemico ma anche come sistema sociale spaziale.

Una grande Opera, quindi, coinvolge non solo risorse fisiche ma anche risorse sociali, economiche e territoriali, si innesta in un tessuto socioculturale che condiziona destini individuali, progetti familiari, aggregazioni sociali, può influire sugli assetti di potere locali e perfino nazionali.

Inoltre, gli impatti sociali della realizzazione di una grande Opera possono essere socio culturalmente differenziati e determinare pertanto una distribuzione non equa dei vantaggi e degli svantaggi indotti, generando, quindi, diversi atteggiamenti, diversi comportamenti (ad esempio consenso/dissenso) e diverse opinioni (opinioni che, ovviamente, non esistono allo "stato puro", ma risentono anche delle azioni dei produttori di opinione, quali movimenti ambientalisti, mass media, leader d'opinione locali, gruppi economici, formazioni politiche, esperti).

In un'ottica siffatta, monitorare l'ambiente sociale significa, in estrema sintesi, rilevare, analizzare e spiegare i cambiamenti che si producono in corso d'opera nelle principali variabili socioeconomiche e socioculturali che caratterizzano il quadro di vita delle comunità coinvolte nel progetto, cogliere gli "umori" dei cittadini, percepire e recepire tempestivamente i problemi che emergono per porre in essere azioni per la loro soluzione.

5.9.1 Misurazione degli impatti mediante il confronto nel tempo di indicatori "oggettivi"

Per la misurazione degli impatti mediante il confronto di indicatori "oggettivi", relativi ai diversi campi o settori in cui si estrinsecano gli effetti del progetto, si effettua una ricognizione, quelle che gli studiosi "classici" del Social Impact Assessment definiscono come Baseline Conditions, vale a dire le condizioni esistenti e le tendenze passate relative all'ambiente sociale nel quale si inserisce il progetto, anche se, probabilmente, in questa fase, deve essere in parte già scontato un "effetto annuncio".

Successivamente a tale studio ante operam, gli indicatori utilizzati dovrebbero essere applicati di nuovo, periodicamente, durante la fase di cantiere, nonché in fase di esercizio, in modo da identificare le possibili deviazioni dalle azioni inizialmente programmate e gli impatti sociali parzialmente o del tutto non previsti.

La lista delle componenti e dei parametri sociali su cui misurare gli effetti dipende dal tipo di progetto così come dalle caratteristiche dell'area interessata. In termini molto generali, il seguente elenco di dimensioni sociali consente di individuare una serie di indicatori utili:

- popolazione: variazioni nella struttura e nella dinamica (composizione per sesso, età, movimento naturale e movimento migratorio), cambiamenti relativi agli aspetti sociali della struttura demografica



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bonorva-Torralba

PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTO DI MONITORAGGIO
AMBIENTALE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR0H	04	D 69 RG	AC 0000 001	A	96/102

(livelli di istruzione, mobilità giornaliera);

- attività economiche: variazioni nel reddito locale, variazioni settoriali - agricoltura, industria, servizi (numero aziende, caratteristiche qualitative e dimensionali, indici di specializzazione, di concentrazione settoriale, fatturato, addetti, etc.), variazioni nel settore turistico (numero e capienza delle strutture ricettive, presenze, etc.);
- mercato del lavoro: variazioni nel livello e nella struttura occupazionale, influenze dirette e indirette del progetto (popolazione attiva, occupati, disoccupati, ripartizioni per settore di attività, etc.);
- servizi e infrastrutture: variazioni nel sistema scolastico, in quello sanitario, negli assetti abitativi e urbanistici, nelle strutture ricreative e ricettive, nelle infrastrutture di trasporto e di comunicazione;
- aspetti socio-culturali: famiglie e reddito (tipologie famigliari, redditi individuali e famigliari, composizione dei consumi); indicatori di stile e condizioni di vita (diffusione di mezzi di trasporto privato, diffusione di particolari elettrodomestici, diffusione di libri, riviste e giornali, condizioni abitative, indici di salute fisica quali ricorso a cure mediche, etc.).

Un altro esempio di schema per individuare aree problematiche, parametri e indicatori sulle condizioni esistenti e tendenze relative all'ambiente sociale nel quale si inserisce il progetto è dato dalla seguente Tabella, elaborata sulla base del lavoro dell'Inter-organizational Committee on Social Impact Assessment (USA), "Guidelines and Principles for Social Impact Assessment" del 1995.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 97/102

Tabella 23 - Parametri e indicatori sulle condizioni esistenti e tendenze relative all'ambiente sociale nel quale si inserisce il progetto

Condizioni esistenti e tendenze relative all'ambiente sociale nel quale si inserisce il progetto	
Relazioni dei sistemi sociali locali con l'ambiente fisico	Aspetti dell'ambiente considerati risorse e/o problemi; aree di particolare rilevanza economica, ricreativa, estetica e simbolica per gruppi più o meno estesi di persone; atteggiamenti nei confronti dei problemi ambientali; comportamenti legati all'uso delle risorse
Ricostruzione del retroterra storico delle aree coinvolte	Evoluzioni storiche della popolazione; eventi e periodi di sviluppo (periodi di forte espansione, tendenze dell'occupazione); controversie passate e presenti nelle comunità locali, in particolare quelle associate a tecnologie e a problemi ambientali; altre esperienze che possano influire sul livello, sulla distribuzione degli impatti e sulla ricettività locale del progetto
Risorse politiche e sociali	Caratteristiche sistemi primari e delle istituzioni (es: il sistema scolastico); distribuzione di caratteristiche socio-demografiche come l'età e presenza di minoranze etniche; presenza di gruppi potenzialmente vulnerabili (es: quelli di reddito basso); legami tra unità geopolitiche
Cultura, atteggiamenti e condizioni socio-psicologiche	Atteggiamenti nei confronti della realizzazione del progetto: fiducia nelle istituzioni politiche e sociali; percezioni dei rischi; valutazione della qualità della vita; altri valori rilevanti per l'azione proposta e da questa potenzialmente impattabili
Caratteristiche della popolazione	Dati demografici dei gruppi rilevanti (compresi tutti i portatori d'interesse significativi e la popolazione sensibile al problema); principali attività economiche; mercato del lavoro e disponibilità di forza lavoro; disoccupazione e sottooccupazione; tendenze demografiche; disponibilità di case, infrastrutture e servizi; ampiezza e struttura delle famiglie

5.9.2 Modalità di monitoraggio

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle principali attività da svolgere ai fini dell'analisi degli aspetti sociali. I criteri di scelta dei punti dove verranno eseguite tali attività terranno conto del numero di comuni interferiti dalla realizzazione dell'opera e della loro importanza in termini di assetto demografico e socio-economico.

Tabella 24 - Tabella riassuntiva dell'analisi degli aspetti sociali

Definizione dell'assetto demografico e socioeconomico	Acquisizione dati statistici per sezioni censuarie
	Acquisizione dati socioeconomici e immobiliari
	Elaborazione dati demografici
	Elaborazione dati socioeconomici
	Individuazione e caratterizzazione dei luoghi d'aggregazione e dei servizi sociali
	Individuazione e caratterizzazione delle destinazioni d'uso da PRG
	Redazione di elaborati grafici a carattere demografico, socioeconomico e urbanistico
	Individuazione delle tendenze evolutive demografiche, socioeconomiche e infrastrutturali in atto
Finalizzazione dell'analisi	Definizione del bacino di utenza
	Individuazione delle categorie di stakeholders rappresentative
	Scelta degli indicatori
	Analisi dei dati demografici, socioeconomici e geografici e individuazione della caratterizzazione delle aree problema
	Redazione di elaborati grafici sulle criticità socioeconomiche
Predisposizione della campagna di monitoraggio in campo	Definizione di tecniche e metodologie di campionamento
	Approntamento modulistica e reportistica
	Definizione di tecniche e metodologie di interviste
	Definizione di tecniche e metodologie di campionamento
	Approntamento modulistica e reportistica
	Selezione mezzi di stampa rappresentativi
Esecuzione campagne di monitoraggio	Effettuazione interviste dirette
	Effettuazione interviste via mail
	Rassegna stampa dei mezzi di comunicazione selezionati
	Redazione dei report periodici
	Caricamento banca dati

5.9.3 Ambito di intervento del monitoraggio

Le metodologie per la valutazione di impatto sociale sono molteplici. L'ambito di intervento è focalizzato sull'analisi delle percezioni sociali e dei flussi di informazione generati dai media locali.

Il monitoraggio si esplica in quattro distinti ambiti:

- Desk research;

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bonorva-Torralba					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO AC 0000 001	REV. A	PAG. 99/102

- Social media monitoring;
- Interviste ai principali stakeholder;
- Analisi dei media (stampa e radio-televisione).

Nello specifico, le metodologie verranno adattate alle diverse fasi di realizzazione dell'opera infrastrutturale (Ante, Corso e Post Operam) di seguito sintetizzate.

Fase Ante operam

Verranno utilizzate tecniche di monitoraggio a basso impatto sul tessuto sociale, ma in grado di costruire:

- una mappatura dei punti di forza e dei punti di debolezza del progetto in area locale;
- una individuazione degli stakeholder coinvolti nella realizzazione del progetto (enti locali, associazioni, cittadini, ecc.);
- una ricerca per “parole chiave” attraverso l'utilizzo di software specifici delle fonti di informazione presenti sul web ed una elaborazione dei pareri degli utenti espressi in rete.

In questa fase il monitoraggio permetterà di:

- tarare le strategie di comunicazione sia a livello di messaggi che di strumenti ed azioni;
- ottimizzare le strategie di relazione con le diverse tipologie di stakeholder;
- individuare gli spazi della rete e le parole chiave riferite al progetto in esame, i principali “influencer”, le opinioni e il “sentiment” collettivo.

Fase corso d'opera

Verranno adottate metodologie con una maggiore visibilità in area locale. Verrà monitorato l'andamento del sentiment e delle percezioni collettive attraverso l'analisi dei contenuti espressi sui social e sul web relativamente agli aspetti connessi alla realizzazione dell'opera. In questa fase il monitoraggio assume infatti la doppia valenza di rilevazione e actionresearch, finalizzata a creare consenso e ad individuare eventuali interventi e/o azioni compensative.

Fase post operam

La valutazione consisterà in una verifica del raggiungimento degli obiettivi iniziali nella percezione delle comunità locali.

Tutti i dati raccolti nelle precedenti fasi saranno analizzati ed elaborati per creare un abstract con finalità divulgativa.

5.9.4 Metodologia

La struttura del monitoraggio si articola in due attività distinte ma tra loro correlate:

- il monitoraggio delle percezioni sociali, finalizzato alla rilevazione delle percezioni degli impatti e del grado di consenso al progetto delle comunità locali;
- il monitoraggio dei media (stampa, radio-televisione ed internet) finalizzato a fornire un riferimento



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bonorva-Torralba

PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTO DI MONITORAGGIO
AMBIENTALE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR0H	04	D 69 RG	AC 0000 001	A	100/102

rapido e costante dello stato del consenso ed in grado di segnalare in anticipo potenziali rischi di percezione negativa.

Il monitoraggio delle percezioni sociali si esplica negli ambiti che seguono:

Desk research

Consiste nell'analisi del contenuto di documenti, istanze, forum/blog, prodotti diffusi in area locale da singoli, gruppi di cittadini, associazioni, enti e istituzioni.

Fasi di monitoraggio: ante operam, corso d'opera, post operam.

Principali grandezze da registrare:

- data;
- emittente;
- destinatari;
- grado di consenso/dissenso;
- temi chiave positivi e negativi;
- bisogni e aspettative.

Social Media Monitoring

Internet ed i Social network costituiscono un mezzo di comunicazione sempre più importante, attraverso cui i proponenti e chi si oppone a progetti o iniziative, possono comunicare ed interagire con un numero pressoché infinito di utenti.

L'indagine su internet risulta più complessa di quella sui media cartacei, per la cui analisi è possibile identificare indicatori chiari in grado di fornire informazioni di tipo quantitativo.

I social media oggi in Italia sono uno strumento fondamentale per l'orientamento dell'opinione pubblica ed un'integrazione necessaria per la comunicazione istituzionale. Monitorare ciò che avviene su un dato fenomeno o tema anche sui social ed i new media è fondamentale per comprendere a fondo l'andamento del *sentiment* delle comunità di riferimento relativamente ai progetti di intervento pubblico per la realizzazione di grandi opere.

Pertanto, è necessario attivare dei meccanismi di social listening attraverso strumenti specifici oggi disponibili nel mercato della online research.

Gli indicatori utilizzati per effettuare l'analisi di social media monitoring sono i seguenti:

- i dati demografici principali degli utenti (età, appartenenza territoriale);
- visualizzazioni/commenti sulle pagine social gestite dagli enti istituzionali del territorio, da stakeholders privati e da privati cittadini;
- numero di fan/followers delle suddette pagine;
- attività ed engagement degli utenti in relazione alla post performance: like, share, tweet, retweet;
- numero e tipologia di embeds/download di siti e contenuti pubblicati on line;

- tipologia di citazioni /tag per evidenziarne trend topic rilevanti;
- valutazione quali/quantitativa delle discussioni generate.

Questo percorso è necessario per valutare la online reputation (web e social reputation) del progetto e dei suoi proponenti all'interno delle comunità di riferimento. Per completare il processo di analisi, sarà necessario dotarsi di una piattaforma di social & web analytics, utile per ricostruire le dinamiche di interazione e di attenzione degli utenti sui temi caldi dei progetti

Interviste ai principali Stakeholder

Consiste nella verifica dei bisogni e delle aspettative emerse dai media e dalla desk research, attraverso interviste faccia a faccia a stakeholder locali:

- decisori politici
- decisori economici
- università ed enti di ricerca
- sindacati
- associazioni ambientalisti
- associazioni dei pendolari
- associazioni dei consumatori

Fasi di monitoraggio: corso d'opera, post operam

Principali grandezze da registrare:

- giudizio sul progetto
- aspettative legate al territorio
- aspettative legate alla qualità della vita
- punti di forza e punti di debolezza percepiti del progetto

Analisi dei media (stampa e radio-televisione)

- Stampa

Fasi di monitoraggio: ante operam, corso d'opera, post operam

Principali grandezze da registrare:

- Importanza della testata sulla base degli indicatori di diffusione certificati da ADS notizie
- Rilievo del soggetto analizzato (principale, secondario, marginale)
- Posizione dell'articolo nella pagina
- Caratteristiche della titolatura
- Lunghezza espressa in righe
- Colonne

- Presenza di foto e/o immagini
 - Firma
 - Tipologia dell'articolo (trafiletto, intervista, ecc.)
 - Valutazione del soggetto analizzato
 - Argomenti
 - Profilo di immagine
 - Parole chiave positive e negative
 - Mappa del grado di consenso/dissenso degli stakeholder
- Radio – Televisione

Fasi di monitoraggio: ante operam, corso d'opera, post operam

Principali grandezze da registrare:

- Importanza dell'emittente sulla base dell'ascolto medio fornito da Auditel e Audiradio
- Rilievo del soggetto analizzato (citazione, servizio, presenza in studio, trasmissione dedicata)
- Fascia oraria
- Durata del passaggio
- Registro (formale, informale)
- Tipologia (informazione, intrattenimento, infotainment)
- Linguaggio (per specialisti, per tutti).
- Valutazione del soggetto analizzato
- Argomenti
- Profilo di immagine
- Parole chiave positive e negative
- Mappa del grado di consenso/dissenso degli stakeholder.