

S.S. n.130 "Iglesiente"

Eliminazione degli incroci a raso da Cagliari a Decimomannu
da km 3+000 a 15+600

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA316
CA351

PROGETTAZIONE: ATI VIA - LOTTI - SERING - VDP - BRENG

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Francesco Nicchiarelli (Ord. Ing. Prov. Roma 14711)

RESPONSABILI D'AREA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

(Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Francesco Corrias

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



MANDANTI:




MONITORAGGIO AMBIENTALE

RELAZIONE PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE




CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00IA04MOARE01A_MONIT_AMB_REL			
CA316351	D 19	CODICE ELAB.	T00IA04MOARE01	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	MAR.2020	A. ZENTI	F. VENTURA	F. NICCHIARELLI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO


SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

Sommario

1	PREMESSA	3
2	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	3
3	COMPONENTI AMBIENTALI MONITORATE	5
3.1.	ASPETTI GENERALI	5
3.1.1	Gestione dei dati e articolazione temporale del monitoraggio	6
3.2.	ATMOSFERA	6
3.2.1	Obiettivi del monitoraggio	6
3.2.2	Normativa di riferimento	7
3.2.3	Identificazione dei punti di monitoraggio	9
3.2.4	Parametri di monitoraggio	11
3.2.5	Programma delle attività	12
3.3.	RUMORE	14
3.3.1	Obiettivi del monitoraggio	14
3.3.2	Identificazione dei punti di monitoraggio	14
3.3.3	Parametri di monitoraggio	17
3.3.4	Programma delle attività	17
3.4.	BIODIVERSITÀ (FAUNA)	19
3.4.1	Obiettivi del monitoraggio	19
3.4.2	Identificazione dei punti di monitoraggio	20
3.4.3	Parametri di monitoraggio	20
3.4.4	Programma delle attività	20
3.5.	ACQUE SUPERFICIALI	21
3.5.1	Obiettivi del monitoraggio	21
3.5.2	Normativa di riferimento	22
3.5.3	Identificazione dei punti di monitoraggio	22
3.5.4	Parametri di monitoraggio	23
3.5.5	Programma delle attività	28

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

3.6.	ACQUE SOTTERRANEE	29
3.6.1	Obiettivi del monitoraggio	29
3.6.2	Normativa di riferimento	30
3.6.3	Identificazione dei punti di monitoraggio	31
3.6.4	Parametri di monitoraggio	32
3.6.5	Programma delle attività	36
3.7.	SUOLO	38
3.7.1	Obiettivi del monitoraggio	38
3.7.2	Normativa di riferimento	39
3.7.3	Identificazione dei punti di monitoraggio	39
3.7.4	Parametri di monitoraggio	41
3.7.5	Programma delle attività	44

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

1 Premessa

La presente relazione costituisce il Piano di Monitoraggio (PMA) dello Studio di Impatto Ambientale del Progetto Definitivo SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu.

Per garantire la stesura di un documento il più possibile coerente con le externalità e le criticità prodotte dal progetto, ci si avvarrà di una guida metodologica stilata dal ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (M.A.T.T.M.) che rappresenta un compendio tecnico/legale per la redazione di un monitoraggio coerente e condiviso.

Lo Studio sarà sviluppato sugli aspetti maggiormente significativi delle condizioni ambientali dell'area, cercando di garantire allo stesso tempo la significatività d'insieme delle rilevazioni con la loro sostenibilità economica. La stesura di un piano di monitoraggio presenta diversi fattori di complessità, in quanto richiede una grande conoscenza delle matrici e delle dinamiche ambientali, un'esperienza consolidata nella gestione dei sistemi di informazione territoriale, la capacità di addentrarsi in un quadro di riferimento normativo spesso complesso e capzioso, e l'integrazione di un consistente numero di contributi disciplinari. Inoltre, la definizione di uno schema operativo di acquisizione ed elaborazione dati dovrà presentare degli standard condivisi, vista la necessità di integrarne i contributi con quelli delle autorità preposte alla gestione del territorio.

Nei seguenti paragrafi si forniscono delle indicazioni generiche relative all'elaborato "Piano di Monitoraggio Ambientale", mentre successivamente si approfondiscono le singole componenti ambientali facenti parte del Piano di Monitoraggio.


2 Obiettivi del monitoraggio ambientale

Oggetto del presente capitolo è quello di fornire le indicazioni per l'esecuzione di un Piano di Monitoraggio Ambientale correlato alla realizzazione del progetto in esame, affrontando gli aspetti maggiormente significativi delle condizioni ambientali dell'area.

Un piano di monitoraggio assume valenza di strumento operativo per la verifica delle previsioni delle precedenti fasi progettuali e dello studio di impatto ambientale, e la sua prescrizione costituisce un fondamentale elemento di garanzia affinché il progetto sia concepito e realizzato nel pieno rispetto delle esigenze ambientali.

A tal proposito il PMA dovrà perseguire diverse finalità che rendono conto dell'iter procedurale ambientale cui il progetto è stato sottoposto. Il PMA inoltre dovrà far fronte a tutte le possibili occorrenze non paventate nella stesura del progetto, e attivare dei sistemi di allarme che informino in tempo reale di qualunque scostamento dal quadro previsionale di riferimento; in questo modo, si potrebbero studiare in tempo reale le contromisure per le problematiche riscontrate, così come appurare l'effettiva adeguatezza delle eventuali opere di mitigazione. In ultima istanza il Piano dovrà presentare tutti gli elementi utili per la verifica della corretta esecuzione degli accertamenti e del recepimento delle eventuali prescrizioni da parte di Enti di controllo.


In generale le finalità proprie del Piano sono così sintetizzabili:

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<p style="text-align: center;"><i>Studio di Impatto Ambientale</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i></p>	

- Correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale.
- Garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive (Sistema di gestione ambientale del progetto).
- Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione.
- Fornire agli Enti di controllo di competenza territoriale gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

In accordo con le indicazioni sinora riportate, uno degli aspetti più interessanti delle indagini di accertamento ambientale rende conto della sua articolazione temporale che prevede l'accertamento dei parametri di interesse durante le diverse fasi della vita di un'opera, da prima della sua cantierizzazione fino al suo esercizio; a tal riguardo questo dovrà essere scandito secondo tre distinti momenti: monitoraggio ante-operam, corso d'opera e post-operam.

- Monitoraggio ante-operam, che si conclude prima dell'inizio di attività interferenti con la componente ambientale. Il monitoraggio ante operam sarà predisposto per accertare lo stato fisico dei luoghi e le caratteristiche originarie dell'ambiente naturale ed antropico; la sua definizione è un aspetto fondamentale nella lettura critica degli effetti di un'opera sull'ambiente e consentirà di valutarne la sostenibilità fornendo il termine di paragone per la valutazione dello "stato ambientale attuale" nei vari stadi di avanzamento lavori.
- Monitoraggio in corso d'opera, che comprende tutto il periodo di realizzazione dell'opera, dall'apertura del cantiere fino al completo smantellamento. Il monitoraggio in corso d'opera avrà luogo durante tutto il corso delle lavorazioni, secondo i tempi e le modalità più opportune a caratterizzare e a verificare gli impatti. La sua realizzazione serve a valutare l'evoluzione degli indicatori ambientali nel tempo, affinché emerga l'effettiva incidenza degli impatti sulle componenti ambientali e sia possibile definire una modellizzazione del fenomeno, utile alla stesura di eventuali correttivi per la mitigazione; in tale fase sarà possibile inoltre aclarare ulteriori ed impreviste dinamiche di impatto, che richiederanno pur anche la rielaborazione di alcune decisioni progettuali. La sua funzione assurge a strumento di prevenzione e precauzione, predisponendo una sorta di sistema di allerta per il contenimento del danno ambientale e la pianificazione delle rispettive contromisure.
- Monitoraggio post-operam, comprendente le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'opera oggetto del monitoraggio, la cui durata è funzione sia della componente indagata sia della tipologia dell'Opera. Il monitoraggio post operam viene effettuato durante la fase di esercizio. I valori ottenuti dalla campagna di acquisizione dati una volta confrontati con le determinazioni ante-operam consentiranno la determinazione degli scarti apprezzati negli indicatori ambientali, e di valutare dunque eventuali deviazioni rispetto alle attese modellistiche. Tutto ciò assume una grande importanza perché potrebbe portare all'accettazione delle opere di mitigazione e compensazione ambientale allegata al progetto, o richiederne l'integrazione; il fine prioritario di tale campagna resta comunque quello di controllare che l'insieme dei parametri prescelti per la caratterizzazione dello stato ambientale non superino i limiti ammissibili per legge.

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

3 Componenti ambientali monitorate

3.1. ASPETTI GENERALI

In seguito alla valutazione degli aspetti ambientali che caratterizzano il territorio, nonché considerando quanto evidenziato dal Progetto della Cantierizzazione delle opere in oggetto, si prevede che il monitoraggio ambientale interessi le seguenti componenti ambientali:

- ATMOSFERA;
- RUMORE;
- BIODIVERSITA' (FAUNA);
- SUOLO E SOTTOSUOLO;
- ACQUE SUPERFICIALI;
- ACQUE SOTTERRANEE.


La scelta delle suddette componenti ambientali è stata eseguita a valle di quanto riportato nello Studio di Impatto Ambientale, dove, in funzione della localizzazione e delle caratteristiche dell'opera, è stata effettuata un'analisi di tali singole componenti ambientali ed è stata eseguita una stima dei relativi impatti potenziali, sia nelle fasi di cantiere che nelle fasi di esercizio.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale è una stretta conseguenza degli studi e delle analisi contenuti nel SIA di cui peraltro ne fa parte. La scelta delle componenti ambientali di cui è costituito, pertanto, è stata dettata dalla necessità di verificare le valutazioni ambientali effettuate nello Studio di Impatto Ambientale, con la finalità di confermare quanto stimato oppure eventualmente intervenire con azioni mirate nel caso in cui venissero riscontrati scenari non in linea con quanto previsto nello Studio e non in linea con i valori limite e valori soglia definiti prima dell'inizio del monitoraggio.

La significatività degli impatti in relazione alle componenti ambientali risulta inoltre variabile in funzione della presenza e sensibilità dei ricettori, della tipologia di opera interferita, della tipologia e durata delle lavorazioni. Pertanto, i punti di misura sono stati scelti tenendo conto dei possibili impatti delle lavorazioni e dell'opera sull'ambiente naturale ed antropico esistente.

Ogni punto di monitoraggio viene indicato con una stringa alfanumerica (es. ATM01, RUM01, ecc.) in cui le prime lettere indicano la componente ambientale monitorata nel punto ed il numero finale indica la numerazione progressiva dei punti per ciascuna componente ambientale.

CODICE	COMPONENTE
ATM	Componente ATM osfera
RUM	Componente RUM ore
FAU	Componente Biodiversità (FAU na)
SUO	Componente SUO lo

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	Studio di Impatto Ambientale Piano di Monitoraggio Ambientale	

CODICE	COMPONENTE
ASup	Componente Acque Superficiale
ASot	Componente Acque Sotterraneo

Tabella 3-1: Denominazione dei punti di monitoraggio

Il dettaglio di tali implicazioni viene fornito nell'ambito delle specifiche trattazioni per singola componente ambientale.

3.1.1 Gestione dei dati e articolazione temporale del monitoraggio

La struttura del PMA risulta flessibile e ridefinibile in Corso d'Opera, in grado di soddisfare le esigenze di approfondimenti in itinere, variazioni normative, miglioramenti, non definibili a priori, stante la durata e la complessità del progetto in attuazione. In conseguenza di ciò, la frequenza e la localizzazione dei rilevamenti potranno essere modificate in funzione dell'evoluzione e dell'organizzazione effettiva dei cantieri, nonché dell'obiettivo di indagine.

I valori limite dei parametri monitorati sono riportati nelle indicazioni normative riportate nei paragrafi delle relative componenti ambientali. Per quanto riguarda la definizione dei valori delle soglie di anomalia, invece, e le relative modalità di gestione, si rimanda agli opportuni gruppi di lavoro e tavoli tecnici che saranno indetti in fase di definizione delle attività prima dell'inizio del monitoraggio della fase ante-operam.

In tali sedi saranno inoltre definite le tempistiche di trasmissione dei dati monitorati, le modalità ed i format della reportistica e le modalità di gestione delle anomalie. La restituzione dei dati monitorati potrà prevedere, se richiesto dal Committente e/o dagli Enti ambientali del caso, il caricamento di quanto monitorato su un portale ambientale informatico creato ad hoc.


Come anticipato, il Monitoraggio Ambientale è articolato in tre fasi temporali distinte:

- monitoraggio Ante Operam, che si conclude prima dell'inizio di attività potenzialmente interferenti con le componenti ambientali. In questa fase verranno recepiti e verificati tutti i dati reperiti e direttamente misurati per la redazione del progetto dell'infrastruttura, oltre all'effettuazione delle ulteriori misurazioni necessarie;
- monitoraggio in Corso d'Opera, che comprende tutto il periodo di realizzazione dell'opera; la programmazione temporale del monitoraggio farà riferimento al cronoprogramma dei lavori ed all'effettiva evoluzione degli stessi. Pertanto, in fase di CO i campionamenti e le misure saranno attivate in relazione all'effettiva presenza di fattori di pressione ambientale;
- monitoraggio Post-Operam, comprendente le fasi temporali antecedenti l'esercizio e quella di esercizio, la cui durata è funzione sia della componente indagata sia della tipologia di Opera, fino al raggiungimento di una stabilizzazione dei dati acquisiti (situazione a regime).
-

3.2. ATMOSFERA

3.2.1 Obiettivi del monitoraggio

La componente in esame ha come obiettivo il controllo delle emissioni derivanti dalle attività cantieristiche dell'Opera di progetto ed alle emissioni inquinanti correlate alla fase di esercizio. Per monitoraggio ambientale si

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<p style="text-align: center;"><i>Studio di Impatto Ambientale</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i></p>	

intende l'insieme dei controlli, periodici o continui, di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali coinvolte nella realizzazione e nell'esercizio delle opere.

Il monitoraggio viene eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera al fine di:

- misurare gli stati di ante operam, corso d'opera e post operam in modo da documentare l'evolversi della situazione ambientale;
- controllare le previsioni di impatto per le fasi di costruzione ed esercizio;
- garantire, durante la costruzione, il controllo della situazione ambientale, in modo da rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste e/o anomale;
- fornire agli Enti preposti gli elementi di verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

A questo proposito generalmente si assumono come riferimento i valori registrati allo stato attuale (ante operam), si procede poi con misurazioni nel corso delle fasi di costruzione ed infine si valuta lo stato di post operam con lo scopo di definire la situazione ambientale a lavori conclusi. Il monitoraggio dell'opera, nelle sue diverse fasi, deve essere programmato al fine di tutelare il territorio e la popolazione residente dalle possibili modificazioni che la costruzione dell'opera ed il successivo esercizio possono comportare.

3.2.2 Normativa di riferimento


Per i principali inquinanti atmosferici, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente, la normativa stabilisce le modalità con cui eseguire i rilevamenti delle concentrazioni ed i limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi.

La norma di riferimento per la Qualità dell'aria in Italia è divenuta negli ultimi tempi il decreto legislativo n°155 del 15 agosto 2010.

Tale decreto costituisce l'attuazione della direttiva comunitaria 2008/50/CE circa la valutazione della qualità dell'aria ambiente, la sua gestione, nonché il suo miglioramento; con il presente atto, in definitiva, viene istituito un quadro di riferimento unitario in materia.

In tale decreto vengono definiti i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM₁₀; i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto; le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto; il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM_{2,5}; i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene nonché i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono. Per quanto riguarda il PM_{2,5} il decreto definisce il limite annuale di 25 µg/mc.

Il decreto definisce, inoltre, alcuni aspetti tecnici legati al monitoraggio della qualità dell'aria, indicando l'obbligo di definire una suddivisione, ovvero una zonizzazione, del territorio nazionale ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente (Art. 3 e 4); gli Art. 5 e 6 definiscono le modalità di valutazione della qualità dell'aria ambiente. Gli Art. 7 e 8, invece, stabiliscono le caratteristiche e l'opportunità delle stazioni di misurazione in siti fissi di campionamento.

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	


Per quanto concerne i piani di azione e le misure relative al raggiungimento dei valori limite e dei livelli critici, al perseguimento dei valori obiettivo, al mantenimento del relativo rispetto, alla riduzione del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme gli Art. 9, 10 e 14 delineano le direttive per l'intera casistica; mentre l'Art. 11 riporta le modalità e le procedure di attuazione dei suddetti piani. Infine, l'Art.15 regola le comunicazioni in materia di valutazione e gestione dell'aria ambiente per le province e le regioni autonome e l'Art.16 definisce le procedure per le questioni di inquinamento transfrontaliero.

Nell'allegato XI al decreto vengono riportati i valori limite ed i livelli critici degli inquinanti normati; nelle seguenti tabelle si riportano i limiti degli inquinanti indagati nello studio.

INQUINANTE	VALORE LIMITE		TEMPO DI MEDIAZIONE
Biossido di Azoto	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	200 (µg/mc)	1 ora
	Valore limite per la protezione della salute umana	40 (µg/mc)	anno civile
	Soglia di allarme (rilevata su 3 h consecutive)	400 (µg/mc)	1 ora
Ossidi di Azoto	Livello critico per la protezione della vegetazione	30 (µg/mc)	anno civile
Biossido di Zolfo	Valore Limite protezione della salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)	350 (µg/mc)	1 ora
	Valore Limite protezione della salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)	125 (µg/mc)	24 ore
	Livello critico per la protezione della vegetazione	20 (µg/mc)	Anno civile e Inverno
	Soglia di Allarme (concentrazione rilevata su 3 ore consecutive)	500 (µg/mc)	1 ora
Monossido di Carbonio	Valore limite per la protezione della salute umana	10 (mg/mc)	8 ore
Ozono	Valore obiettivo protezione salute umana (da non superare più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni)	120 (µg/mc)	8 ore
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40 calcolato sui valori di 1h da luglio a luglio)	18.000(µg/mc*h)	5 anni
	Soglia di informazione	180 (µg/mc)	1 ora
	Soglia di allarme	240 (µg/mc)	1 ora

Tabella 3-2 - Limiti di Legge per la normativa italiana sulla Qualità dell'Aria: Inquinanti Gassosi.

INQUINANTE	VALORE LIMITE		TEMPO DI MEDIAZIONE
Particolato PM10	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50 (µg/mc)	24 ore
	Valore limite per la protezione della salute umana	40 (µg/mc)	anno civile
Particolato PM2.5	Valore limite per la protezione della salute umana	25 (µg/mc)	anno civile
Benzene	Valore limite	5 (µg/mc)	anno civile
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	1 (ng/mc)	anno

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	Studio di Impatto Ambientale Piano di Monitoraggio Ambientale	

INQUINANTE	VALORE LIMITE		TEMPO DI MEDIAZIONE
Piombo	Valore limite	0,5 (µg/mc)	anno civile
Arsenico	Valore obiettivo	6 (ng/mc)	anno civile
Cadmio	Valore obiettivo	5 (ng/mc)	anno civile
Nichel	Valore obiettivo	20 (ng/mc)	anno civile

Tabella 3-3 - Limiti di Legge per la normativa sulla Qualità dell'Aria: Particolato e Specie nel particolato

3.2.3 Identificazione dei punti di monitoraggio

Per la scelta dei punti di monitoraggio si sono individuate tre postazioni, una per ogni comune attraversato, nelle vicinanze delle Opere in oggetto di realizzazione.

La localizzazione delle postazioni di monitoraggio è stata definita in funzione della presenza di centri abitati nelle vicinanze dell'infrastruttura, con la finalità di monitorare le eventuali modifiche che l'Opera in oggetto potrebbe apportare alla qualità dell'aria di tali zone. Sono state individuate aree valutate influenzate dall'Opera in oggetto e, in linea generale, prive di altre sorgenti emissive di uguale importanza.

Nello specifico, la postazione ATM01 è posizionata nel comune di Decimomannu (codice ATM-DEC-01) a circa 100 metri di distanza dall'infrastruttura; la postazione ATM02 è posizionata nel comune di Assemini (codice ATM-ASS-01), anch'essa a circa 100 metri di distanza dall'infrastruttura; la postazione ATM03 è posizionata nel comune di Elmas (codice ATM-ELM-01) a circa 170 metri di distanza dall'infrastruttura. Le localizzazioni indicative delle suddette postazioni di monitoraggio vengono indicate nelle seguenti figure.

Per una localizzazione di maggior dettaglio si rimanda all'elaborato grafico allegato al documento (*Planimetria con ubicazione punti di misura* - Cod. T00IA04MOAPL01A_03A). Il posizionamento definitivo, tuttavia, dovrà essere successivamente condiviso con gli Enti di Controllo del caso.



Figura 3-1 Localizzazione della postazione di monitoraggio ATM_DEC_01 – Componente Atmosfera - Decimomannu



Figura 3-2 Localizzazione della postazione di monitoraggio ATM_ASS_01 – Componente Atmosfera - Assemini



Figura 3-3 Localizzazione della postazione di monitoraggio ATM_ELM_01 – Componente Atmosfera - Elmas


3.2.4 Parametri di monitoraggio

La campagna di monitoraggio sarà svolta mediante l'utilizzo di campionatori a norma di legge, gestiti da tecnici competenti. Con riferimento alla legislazione vigente, si riporta l'elenco degli inquinanti che saranno monitorati durante le campagne di misura:

- Polveri sottili PM10;
- Polveri sottili PM2,5;
- IPA sul PM10;
- Metalli sul PM10;
- Monossido di Carbonio (CO);
- Ossidi di Azoto (NOx);
- Biossido di Azoto (NO2);
- Monossido di Azoto (NO);
- Benzene (C6H6).

I campionamenti dovranno essere eseguiti secondo quanto indicato nel D.lgs. 155/2010 (cfr. allegato I al D.Lgs 155, che definisce gli obiettivi di qualità dei dati per misurazioni in siti fissi e per le misurazioni indicative).

Sarà inoltre prevista la misura dei parametri meteorologici necessari a valutare i fenomeni di diffusione e di trasporto a distanza dell'inquinamento atmosferico:

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<p style="text-align: center;"><i>Studio di Impatto Ambientale</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i></p>	

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

Il monitoraggio ambientale per la componente atmosfera prevede:

- il monitoraggio della componente atmosfera ante operam: esso risulta infatti necessario per la definizione dello stato della qualità dell'aria prima dell'inizio dei lavori, integrando possibilmente le misure svolte con informazioni raccolte nel tempo dalle centraline di rilevamento locali;
- il monitoraggio della componente atmosfera in corso d'opera, per le interferenze dovute all'attività dei cantieri. Le campagne di misura del corso d'opera saranno compiute contemporaneamente all'effettivo svolgimento delle attività di costruzione;
- il monitoraggio della componente atmosfera in fase post opera, per valutare le eventuali modifiche alla qualità dell'aria derivanti dall'entrata in attività dell'Opera in oggetto di studio.

3.2.5 Programma delle attività

Le misure relative alla fase di cantierizzazione dovranno avere periodicità tale da poter caratterizzare le principali macro-fasi che caratterizzano le lavorazioni in esame.

Monitoraggio ante-operam (AO)


Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di AO sono da eseguirsi durante l'anno precedente all'apertura dei cantieri e sono quindi così definite:

- analisi bibliografica e conoscitiva;
- sopralluogo e identificazione 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;
- esecuzione delle campagne di rilievo;
- analisi ed elaborazione dei risultati;
- restituzione dei risultati secondo quanto indicato nelle schede di rilevamento;
- produzione del rapporto descrittivo e inserimento dei dati nel sistema informativo del caso.

Si prevede di effettuare le misure della fase ante operam entro la fase di prima cantierizzazione e comunque non oltre l'effettivo inizio delle lavorazioni nei cantieri.

Monitoraggio in corso d'opera (CO)

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di CO sono da eseguirsi ogni trimestre per tutta la durata dei lavori, e sono quindi così definite:

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	Studio di Impatto Ambientale Piano di Monitoraggio Ambientale	

- verifica della tempistica di campionamento in funzione delle fasi di costruzione dell'opera e delle relative attività di lavorazione;
- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari;
- esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche;
- restituzione dei risultati nelle schede di rilievo;
- valutazione dei risultati;
- inserimento dei risultati nel Sistema Informativo;
- redazione del rapporto annuale.

Monitoraggio post-opera (PO)


Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di PO sono da eseguirsi durante l'anno di entrata in esercizio dell'opera, e sono quindi così definite:

- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari;
- esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche;
- restituzione dei risultati nelle schede di rilievo;
- valutazione dei risultati;
- inserimento dei risultati nel Sistema Informativo;
- redazione del rapporto annuale.

Il monitoraggio della componente atmosfera, quindi, sarà realizzato presso due postazioni di misura, secondo il programma indicato nella seguente tabella.

POSTAZIONE	TIPOLOGIA ANALISI	FREQUENZA			TOTALE ANALISI (C.O. 4 anni)		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
ATM_DEC_01	Monitoraggio in continuo di durata pari a 30 giorni	2 volte all'anno	-	2 volte all'anno	2	-	2
	Monitoraggio in continuo di durata pari a 15 giorni	-	Trimestrale	-	-	12	-
ATM_ASS_01	Monitoraggio in continuo di durata pari a 30 giorni	2 volte all'anno	-	2 volte all'anno	2	-	2
	Monitoraggio in continuo di durata pari a 15 giorni	-	Trimestrale	-	-	12	-
ATM_ELM_01	Monitoraggio in continuo di durata pari a 30 giorni	2 volte all'anno	-	2 volte all'anno	2	-	2
	Monitoraggio in continuo di durata pari a 15 giorni	-	Trimestrale	-	-	12	-

Tabella 3-4: Programma di monitoraggio – componente Atmosfera

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

In accordo con gli obiettivi di qualità dei dati di cui all'Allegato 1 del D.Lgs. 155/2010 e s.m.i., per tutti gli inquinanti considerati, le campagne di monitoraggio dovranno avere una durata pari a 8 settimane distribuite equamente durante l'anno. Per la caratterizzazione della fase ante operam e della fase post operam, tali 8 settimane saranno suddivise in 2 diverse mensilità, un mese in inverno, periodo più sfavorevole per alcuni inquinanti (ad esempio le polveri sottili) ed un mese in estate, periodo più sfavorevole per altri inquinanti (ad esempio ozono ed NO₂). Per la fase di corso d'Opera, invece, le 8 settimane saranno suddivise in 2 settimane per ogni trimestre, monitorando in tal modo l'evolversi delle attività cantieristiche in diverse fasi dell'anno.

Per la fase ante-operam, quindi, si prevedono 2 campagne della durata di 30 giorni ciascuna, una nel periodo invernale ed una nel periodo estivo.

Per la fase di corso d'opera si prevedono 4 misure all'anno per tutta la durata delle lavorazioni (durata prevista pari a 4 anni), una per ogni trimestre, ciascuna della durata di 15 giorni in continuo.

Per la fase post-operam, infine, si prevedono 2 campagne della durata di 30 giorni ciascuna, una nel periodo invernale ed una nel periodo estivo, da effettuare durante l'anno di entrata in esercizio dell'opera.

3.3. RUMORE

3.3.1 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, 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.

3.3.2 Identificazione dei punti di monitoraggio

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto di standard o di 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.

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	Studio di Impatto Ambientale Piano di Monitoraggio Ambientale	

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.

In base alla finalità della misura si prevede di eseguire, in funzione delle postazioni individuate, delle misure in continuo per la durata di 1 settimana per la fase di ante e di post operam e misure in continuo per la durata di 24 ore per la fase di corso d'opera, con postazioni parzialmente assistite da operatore. Si individuano 9 postazioni complessive, 3 per ogni Comune attraversato.

La localizzazione indicativa delle postazioni di monitoraggio viene indicata nelle seguenti figure. Per una localizzazione di maggior dettaglio si rimanda all'elaborato grafico allegato al documento (*Planimetria con ubicazione punti di misura* - Cod. T00IA04MOAPL01A_03A). Il posizionamento definitivo, tuttavia, dovrà essere successivamente condiviso con gli Enti di Controllo del caso.



Figura 3-4 Localizzazione delle 3 postazioni di monitoraggio nel comune di Decimomannu

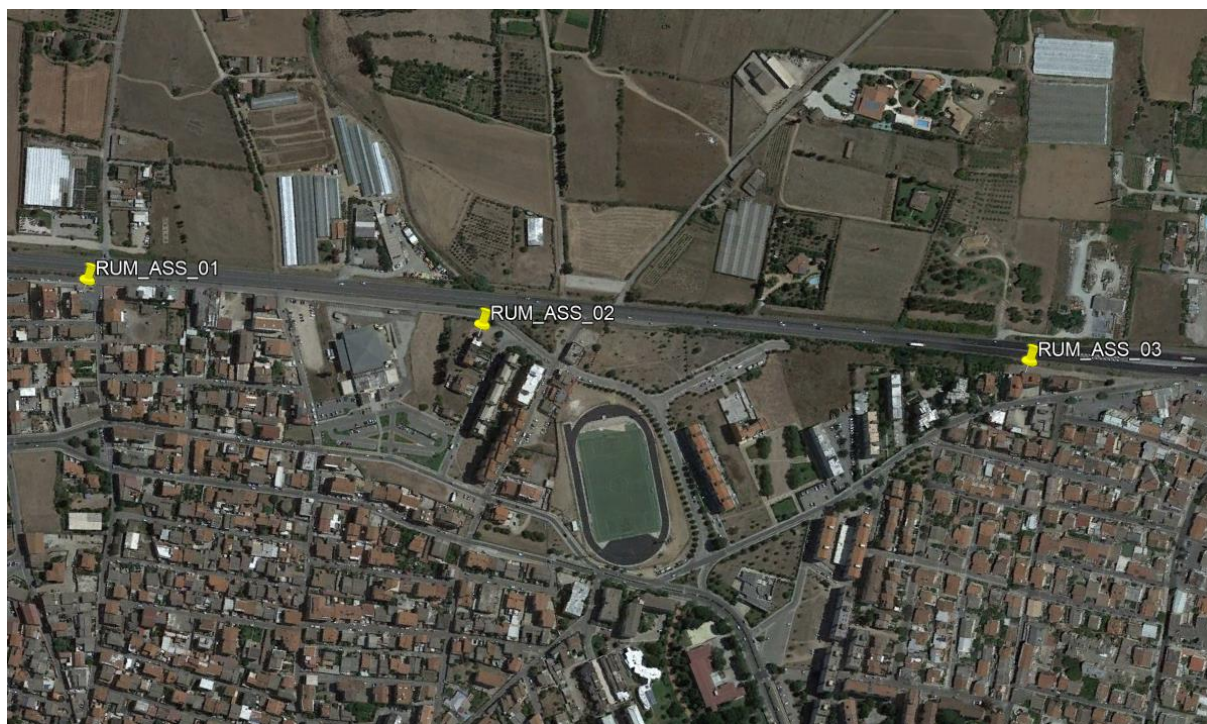



Figura 3-5 Localizzazione delle 3 postazioni di monitoraggio nel comune di Assemini



Figura 3-6 Localizzazione delle 3 postazioni di monitoraggio nel comune di Elmas

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA316- CA351	Studio di Impatto Ambientale Piano di Monitoraggio Ambientale	

3.3.3 Parametri 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
LAeq,TR	<p>è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento. Si calcola dalla formula seguente:</p> $L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AFi})} - k$ <p>dove: TR è il periodo di riferimento diurno o notturno; n è il numero di transiti avvenuti nel periodo TR; k = 47,6 dB(A) nel periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e k = 44,6 dB(A) nel periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).</p>
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.

Tabella 3-5: Parametri acustici oggetto del monitoraggio

3.3.4 Programma delle attività


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

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

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:


SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

- 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.

Complessivamente sono stati previsti 9 punti di monitoraggio, da indagare sia per la verifica dei livelli acustici prodotti dalle lavorazioni sia per la verifica dei livelli acustici prodotti dall'esercizio dell'opera realizzata.

Il monitoraggio della componente rumore, quindi, sarà realizzato presso 9 postazioni di misura, come di seguito definito:

Postazione	Fase	Durata	Frequenza
RUM_DEC_01	Ante Operam	Settimanale	Una tantum
	Corso d'Opera	24 ore	Trimestrale, durante le attività di cantiere
	Post Opera	Settimanale	Una tantum
RUM_DEC_02	Ante Operam	Settimanale	Una tantum
	Corso d'Opera	24 ore	Trimestrale, durante le attività di cantiere
	Post Opera	Settimanale	Una tantum
RUM_DEC_03	Ante Operam	Settimanale	Una tantum
	Corso d'Opera	24 ore	Trimestrale, durante le attività di cantiere
	Post Opera	Settimanale	Una tantum
RUM_ASS_01	Ante Operam	Settimanale	Una tantum
	Corso d'Opera	24 ore	Trimestrale, durante le attività di cantiere
	Post Opera	Settimanale	Una tantum
RUM_ASS_02	Ante Operam	Settimanale	Una tantum
	Corso d'Opera	24 ore	Trimestrale, durante le attività di cantiere
	Post Opera	Settimanale	Una tantum
RUM_ASS_03	Ante Operam	Settimanale	Una tantum
	Corso d'Opera	24 ore	Trimestrale, durante le attività di cantiere
	Post Opera	Settimanale	Una tantum
RUM_ELM_01	Ante Operam	Settimanale	Una tantum
	Corso d'Opera	24 ore	Trimestrale, durante le attività di cantiere
	Post Opera	Settimanale	Una tantum

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	Studio di Impatto Ambientale Piano di Monitoraggio Ambientale	

RUM_ELM_02	Ante Operam	Settimanale	Una tantum
	Corso d'Opera	24 ore	Trimestrale, durante le attività di cantiere
	Post Opera	Settimanale	Una tantum
RUM_ELM_03	Ante Operam	Settimanale	Una tantum
	Corso d'Opera	24 ore	Trimestrale, durante le attività di cantiere
	Post Opera	Settimanale	Una tantum

Tabella 3-6: Programma di monitoraggio – componente Rumore

Per ciascuna delle postazioni individuate, per la caratterizzazione della fase ante operam si prevede una campagna di misura di durata di 7 giorni in continuo, da effettuare una volta durante l'anno precedente l'inizio delle lavorazioni.

Per la fase di corso d'opera, si prevedono delle misure trimestrali della durata di 24 ore; ciascun punto sarà indagato per tutta la durata dei cantieri presenti nelle vicinanze.

Per la fase di esercizio si prevede una misura settimanale in continuo da effettuare una tantum all'interno dell'anno di entrata in esercizio dell'Opera.

3.4. BIODIVERSITÀ (FAUNA)

3.4.1 Obiettivi del monitoraggio

Il piano di monitoraggio è relativo al popolamento avifaunistico, poiché la realizzazione della nuova viabilità si inserisce in un ambito territoriale di pregio per la presenza di numerose specie, in particolare di quelle ornitiche. Come già descritto, lo Stagno di Cagliari, rappresenta un luogo di sosta e nutrizione per numerose specie ornitiche, in particolare nel periodo delle migrazioni annuali.


L'obiettivo del monitoraggio è quello di definire la comunità faunistica presente nei suddetti ambiti, che entra in relazione con il progetto, e valutare l'interferenza con l'entrata in esercizio dell'opera in esame.

Per verificare l'effettiva "sensibilità" delle aree individuate nell'ambito dello studio di impatto ambientale e la reale presenza di specie ornitiche con particolare riferimento a quelle di interesse comunitario, sarà eseguito un monitoraggio nella fase ante operam, nella fase in corso d'operam e nella fase post operam.

In fase ante operam le indagini hanno lo scopo principale di appurare la presenza/assenza delle specie nelle aree di studio e di verificare la tipologia di fruizione degli habitat presenti. I rilievi prenderanno in considerazione tutte le specie potenzialmente presenti nell'area di studio, adottando specifiche tecniche di monitoraggio.

Nella fase di corso d'operam, il piano di monitoraggio valuterà eventuali interferenze (es. allontanamento) da parte della fauna locale a causa dell'alterazione del clima acustico provocato dai cantieri attivi e dai mezzi in movimento per la realizzazione dell'opera.

Per quel che concerne la fase in post operam, il monitoraggio oltre che all'individuazione delle specie gravitanti nell'area indagata, sarà finalizzato alla stima dell'eventuale interferenza da parte della fauna locale con il tracciato di progetto.

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	Studio di Impatto Ambientale Piano di Monitoraggio Ambientale	

3.4.2 Identificazione dei punti di monitoraggio

Il piano di campionamento per la componente ornitica (nidificante e migratrice) prevede complessivamente 2 postazioni di indagine, situate lungo il Rio Sesto, immissario dello Stagno di Cagliari, sito di elevata biodiversità.

Indagini	Numero postazioni
Analisi del popolamento ornitico	2

Per la localizzazione delle postazioni di monitoraggio si rimanda all'elaborato grafico allegato al documento (*Planimetria con ubicazione punti di misura* (Cod. T00IA04MOAPL01A_03A). Si precisa che le postazioni indicate nella Planimetria indicano la localizzazione di indagini di tipo transetti; l'indicazione del simbolo è da intendersi come punto di inizio del transetto, in fase esecutiva verrà stabilita la corretta e precisa localizzazione dei percorsi da effettuare per lo svolgimento dei rilievi.

3.4.3 Parametri di monitoraggio

Le indagini, ritenute idonee ai fini della valutazione dello stato ecologico delle specie legati ai sistemi ambientali interessati dal progetto, fanno riferimento al censimento ornitico presente nell'area di studio.

Nello specifico l'indagine relativa all'avifauna si basa sulla metodica dei transetti lineari. I rilievi andranno compiuti lungo percorsi prestabiliti, di lunghezza pari ad almeno 300 m, tracciati in maniera da ricadere il più possibile in ambienti omogenei e da assicurare la copertura di superfici rappresentative degli habitat di specie più significativi presenti nell'area vasta di indagine.

È necessario Individuare e conteggiare, annotandoli su apposita scheda, tutti gli individui osservati e uditi, in verso o in canto, durante il tempo impiegato per percorrere l'intero transetto, in una fascia di almeno 100 m a destra e a sinistra del rilevatore. Durante i sopralluoghi raccogliere informazioni sulle variabili ambientali caratterizzanti l'area e utili per la caratterizzazione degli habitat utilizzati dalle specie quali siti di sosta, alimentazione e riproduzione. Cercare e annotare la posizione di eventuali nidi, ai fini di successiva mappatura. Fotografare gli esemplari individuati dove possibile.


Le indagini saranno svolte nelle prime ore del giorno, per 3 giorni consecutivi, 2 nel periodo primaverile, 1 in quello autunnale e 1 in quello invernale, così da coprire il periodo migratorio, lo svernante e quello della nidificazione.

I dati raccolti saranno registrati opportunamente su un'apposita scheda di rilevamento, riportando il numero di individui, il tipo di attività, il substrato, la distanza dall'operatore, la data e l'ora di contatto.

3.4.4 Programma delle attività

Il monitoraggio sulla componente fauna nelle diverse fasi (ante operam, corso e post operam) si svolge secondo i seguenti stadi:

- Verifica dei luoghi mediante fotointerpretazione;
- Scelta degli ambiti territoriali nei quali eseguire i rilievi;

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	Studio di Impatto Ambientale Piano di Monitoraggio Ambientale	

- Rilievi avifaunistici in campo;
- Elaborazione dei dati ed emissione di reportistica

Complessivamente sono state previste 2 postazioni di monitoraggio, in ciascuna di esse verranno svolte le campagne di indagine sia durante la fase ante, corso che post operam.

Si riporta di seguito l'articolazione temporale delle indagini avifaunistiche relativamente a tutte le fasi. I periodi indicati permetteranno di osservare i popolamenti ornitici nelle diverse componenti dei nidificanti, dei rapaci diurni e notturni nidificanti, degli svernanti e dei migratori.

Si riporta di seguito una sintesi dell'articolazione temporale del programma dei campionamenti.

INDAGINE	PERIODO											
	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo
Censimento Avifauna	x	x					x			x		

Al termine della campagna di monitoraggio verrà redatto un unico documento, nel quale saranno presentate per ciascun gruppo faunistico esaminato, le metodologie di campionamento e i risultati delle indagini compiute nell'arco dell'anno.

3.5. ACQUE SUPERFICIALI


3.5.1 Obiettivi del monitoraggio

Le principali problematiche a carico della componente "Ambiente idrico superficiale", in fase di costruzione, derivano dalla realizzazione delle nuove opere di attraversamento, per le quali è prevedibile un'interferenza diretta con il corpo idrico.

I potenziali impatti si esprimono sia in termini di alterazione temporanea delle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche delle acque sia di variazione del regime idrologico. Pertanto il monitoraggio delle acque superficiali ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni, risalendone, ove possibile, alle cause.

La finalità delle campagne di misura consiste nel determinare se le variazioni rilevate siano imputabili alla realizzazione dell'opera e nel suggerire gli eventuali correttivi da porre in atto, in modo da ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l'ambiente idrico preesistente. Le interferenze sul sistema delle acque superficiali indotte dalla realizzazione dell'opera possono essere discriminate considerando i seguenti criteri:

- presenza di aree destinate alla cantierizzazione che, provocando la movimentazione di terra, possono indurre un intorbidamento delle acque o nelle quali possono verificarsi sversamenti accidentali di sostanze inquinanti;
- durata delle attività che interessano il corpo idrico;
- scarico di acque reflue e recapito delle acque piovane provenienti dalle aree di cantiere.

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA316- CA351	Studio di Impatto Ambientale Piano di Monitoraggio Ambientale	

3.5.2 Normativa di riferimento

Il processo di classificazione della qualità dei corpi idrici ha origine con l'emanazione della Direttiva quadro Acque 2000/60/CE, fortemente ispirata a principi di tutela ecologica della risorsa idrica, cui è seguito l'atto di recepimento nella normativa italiana con il D. Lgs 152/2006.

Ad integrazione del citato provvedimento normativo, sono stati emanati, nel corso del 2008, 2009 e 2010, una serie di decreti attuativi del D.Lgs 152/2006 che hanno dettato i criteri tecnici per sviluppare le diverse fasi che conducono alla classificazione dei corpi idrici.

Nella presente sede si è fatto riferimento ai seguenti riferimenti tecnici e normativi:

- D.Lgs. 152/2006 - Norme in materia ambientale;
- DM 260/2010 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- Linee guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del DM 260/2010 (ISPRA);
- Linee guida SNPA 13/2018 – Il campionamento delle acque interne finalizzato alla determinazione dei parametri chimici e misure in campo dei parametri chimico fisici di base per la direttiva quadro sulle acque.
- 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.)


3.5.3 Identificazione dei punti di monitoraggio

La scelta dei punti da monitorare è stata realizzata valutando l'interferenza tra il tracciato ed il reticolo idrografico. Sono stati considerati punti maggiormente esposti a potenziali modifiche quelli in corrispondenza degli attraversamenti dei principali corsi d'acqua e quelli in corrispondenza delle aree fisse di cantiere situate in prossimità dei corsi d'acqua, che potrebbero essere quindi interessati da fenomeni di inquinamento derivante da stoccaggio di materiali, lavorazioni pericolose, etc..

La definizione dei punti di monitoraggio tra i corsi d'acqua interferenti con il tracciato ha considerato inoltre l'importanza del corpo idrico, la quale si può tradurre in un rilevante livello di fruizione antropica oppure in interesse naturalistico.

Di seguito si riporta l'elenco completo dei punti di monitoraggio delle acque superficiali.

Codice punti di monitoraggio	Corso d'acqua	Comune
ASup-01 e ASup-02	Riu Murta	Assemini
ASup-03 e ASup-04	Fiume 3045	Elmas
ASup-05 e ASup-06	Riu di Sestu	Elmas

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316-CA351	Studio di Impatto Ambientale Piano di Monitoraggio Ambientale	

ASup-07 e ASup-08	Riu sa Nuxedda	Elmas
-------------------	----------------	-------

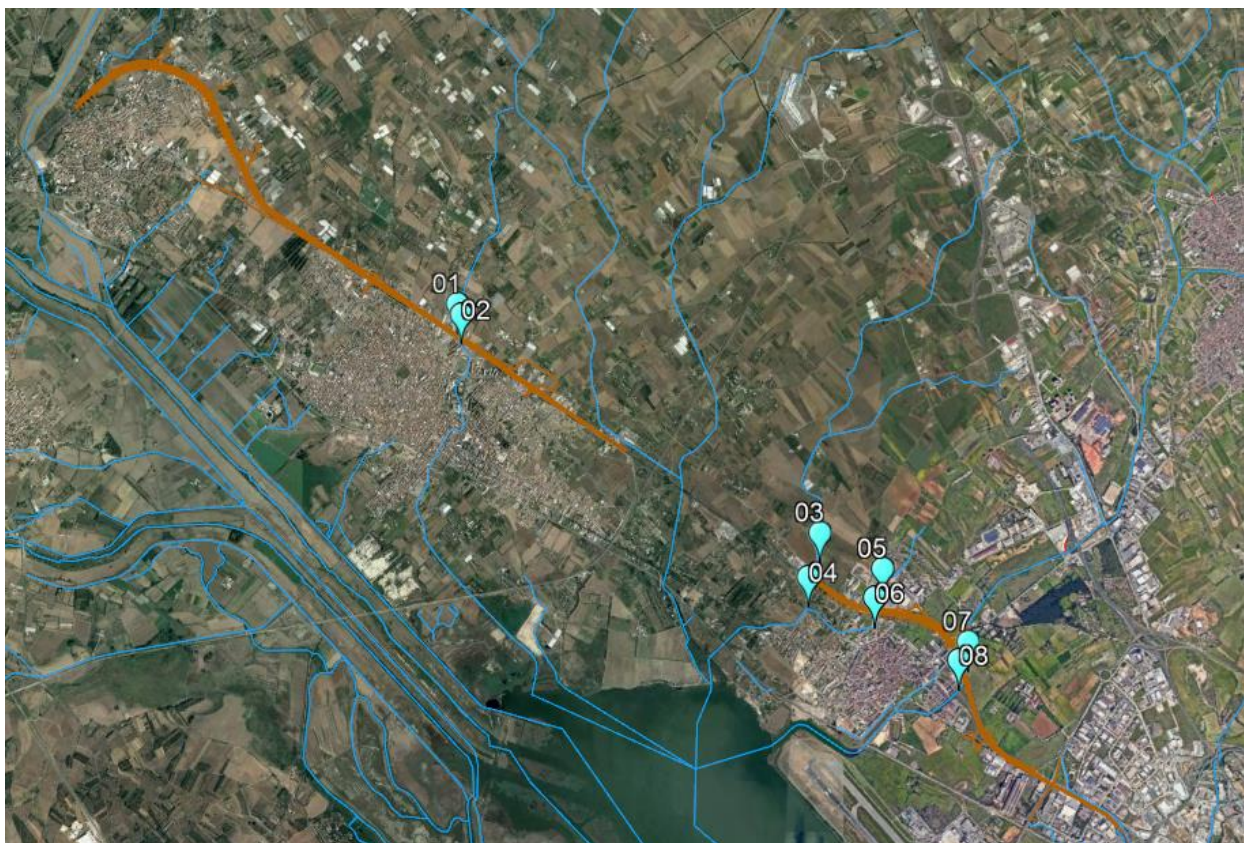


Figura 3.7 - Ubicazione punti di indagine Acque superficiali (ASup-n)


3.5.4 Parametri di monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale si baserà su:

- Misure di portata e analisi di parametri chimico-fisici in situ, rilevati direttamente mediante l'utilizzo di un mulinello (o galleggianti) e di sonde multiparametriche;
- prelievo di campioni per le analisi chimiche di laboratorio;
- determinazione dell'indice STAR-IMCi
- determinazione dell'indice LIMeco

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

- Parametri idrologici (portata): sono necessari per desumere informazioni riguardo eventuali modificazioni del regime idraulico o variazioni dello stato quantitativo della risorsa;

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<p style="text-align: center;"><i>Studio di Impatto Ambientale</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i></p>	

- Parametri chimico-fisici in situ: sono i principali parametri fisico-chimici, misurabili istantaneamente mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori);
- Parametri chimici di laboratorio: sono stati scelti parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione.

Per l'identificazione dei parametri sopracitati verranno applicate le metodologie disposte dalle "Linee guida SNPA 13/2018 – Il campionamento delle acque interne finalizzato alla determinazione dei parametri chimici e misure in campo dei parametri chimico fisici di base per la direttiva qua-dro sulle acque" e di seguito sintetizzate.

Misure di portata dei flussi a pelo libero

Le misure di portata potranno essere effettuate con metodo correntometrico (operando da passerella, da ponte o al guado) mediante mulinelli intestati su aste. Il numero complessivo delle verticali e dei punti di misura, il loro posizionamento reciproco e i tempi di esposizione del mulinello dovranno essere scelti in modo da definire correttamente il campo di velocità, dopo aver eseguito il rilievo geometrico della sezione d'alveo. Solo nel caso di piccoli torrenti e fossi, quando è impossibile l'uso del mulinello a causa di stati idrologici di magra o in situazioni con portate inferiori a 0,5 m³/s, la misura viene effettuata con galleggiante, determinando la velocità superficiale e osservando il tempo necessario ad un galleggiante per transitare tra sezioni a distanza nota e di cui si conosce la geometria, o con metodo volumetrico. In caso un fosso o un torrente rimanga secco le misure di portata non verranno eseguite e tale condizione verrà annotata nella scheda di campo.

L'esecuzione delle misure di portata con il metodo correntometrico (mulinello) dovrà essere effettuata in due sezioni di monte e di valle, ricercando le condizioni migliori.


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. Ogni sezione dovrà essere completata utilizzando la stessa strumentazione. In caso di sostituzione degli apparecchi nel corso della misura, la sezione dovrà essere iniziata di nuovo.

La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore; in linea di massima il numero di verticali sarà maggiore quanto più la sezione risulti accidentata. Per ciascuna verticale è necessario effettuare una misura di velocità al fondo, una in superficie e una o più intermedie (in base alla profondità dell'alveo del corso d'acqua).

L'elaborazione dei dati correntometrici dovrà quindi fornire, partendo dalla matrice dei giri/secondo misurati:

- la matrice delle velocità;
- il poligono delle velocità per ogni verticale;
- la portata totale.

La sezione del corso d'acqua verrà dunque divisa idealmente in conci verticali, con lo scopo di ottenere sezioni caratterizzate da velocità omogenea, per i quali verrà calcolata una velocità media, derivante dalla media delle velocità misurata nelle diverse profondità del corso d'acqua; dalle misure della velocità media e dell'area delle sezioni potrà essere calcolata la portata per ogni sezione. Infine è possibile ottenere la portata totale del corso d'acqua sommando le portate delle singole sezioni.

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<p style="text-align: center;"><i>Studio di Impatto Ambientale</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i></p>	

Campionamento

Il monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali prevede campionamenti periodici, nei punti prestabiliti, di un quantitativo d'acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi di laboratorio.

Saranno effettuati campionamenti manuali, poiché nei campioni possono essere presenti elevate concentrazioni delle diverse specie di microinquinanti nella componente solida sospesa e/o in quella disciolta; inoltre non è necessario disporre di elevati volumi di acqua. Il campionamento manuale permette di raccogliere diverse aliquote di campioni in uno o più contenitori per poter essere successivamente filtrati ed analizzati in laboratorio.

Il prelievo dei campioni di acqua può essere effettuato con sistemi di campionamento costituiti da bottiglie verticali o orizzontali, così come previsto dai "Metodi analitici per le acque – ISPRA, IRSA-CNR", immerse nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero.

Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza, evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere. I campioni saranno prelevati procedendo per campionamenti puntuali lungo verticali di misura della sezione. Il campionamento sarà quindi di tipo medio-continuo, raccogliendo in successione continua aliquote parziali, permettendo di avere un campione rappresentativo della sezione indagata.

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

Etichettatura dei contenitori

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.

Conservazione e spedizione

I campioni vengono raccolti in opportuni contenitori e conservati alla temperatura di 4°C fino alla consegna al laboratorio analisi, la quale dovrà avvenire entro 24 ore dal prelievo. Dovranno inoltre essere conservati in frigorifero fino al momento dell'analisi in laboratorio, in modo da conservare il più possibile inalterate le caratteristiche dei costituenti. Le analisi saranno comunque effettuate nei tempi tecnici minimi possibili.

Misure con sonda multiparametrica


Utilizzando i metodi di campionamento descritti in precedenza, saranno misurati i parametri chimico-fisici delle acque in situ mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica immersa direttamente nel contenitore, al fine di disturbare il meno possibile il campione (soprattutto per la misurazione dell'ossigeno disciolto). I parametri chimico-fisici misurati saranno: temperatura, pH, potenziale redox, conducibilità e ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno restituiti dalla media di tre determinazioni consecutive; le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

Analisi fisico-chimiche e batteriologiche

Ai fini del del monitoraggio dei corpi idrici superficiali, nella presente sede si farà riferimento all'Allegato 5 alla Parte III del D.Lgs. 152/2006 e alle indicazioni riportate sull'istruttoria, prendendo in considerazione i seguenti parametri:

PARAMETRI	Unità di misura	Scarico in acque superficiali
pH		5,5-9,5
temperatura	°C	
colore		non percettibile con diluizione 1:20
odore		non deve essere causa di molestie
BOD5	mg/L	≤40
COD	mg/L	≤160
Alluminio	mg/L	≤1
Arsenico	mg/L	≤0,5
Bario	mg/L	≤20
Boro	mg/L	≤2
Cadmio	mg/L	≤0,02
Cromo totale	mg/L	≤2
Cromo VI	mg/L	≤0,2
Ferro	mg/L	≤2
Manganese	mg/L	≤2
Mercurio	mg/L	≤0,005
Nichel	mg/L	≤2
Piombo	mg/L	≤0,2
Rame	mg/L	≤0,1
Selenio	mg/L	≤0,03
Stagno	mg/L	≤10
Zinco	mg/L	≤0,5
Solfuri	mg/L	≤1
Solfiti	mg/L	≤1
Solfati	mg/L	≤1000
cloruri	mg/L	≤1200
Fluoruri	mg/L	≤6
fosforo totale	mg/L	≤10
azoto nitrico	mg/L	≤20
azoto nitroso	mg/L	≤0,6
azoto ammoniacale	mg/L	≤15
idrocarburi totali	mg/L	≤5
tensioattivi totali	mg/L	≤2
Escherichia coli	UFC/ 100 m L	< 5000

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	Studio di Impatto Ambientale Piano di Monitoraggio Ambientale	

Indice STAR-IMCi

Il controllo biologico di qualità degli ambienti di acque correnti, basato sull'analisi delle comunità di macroinvertebrati (l'insieme di popolamenti di invertebrati visibili ad occhio nudo che vivono per almeno una parte della loro vita su substrati sommersi), rappresenta un approccio complementare al controllo fisico-chimico ed è in grado di fornire un giudizio sintetico sulla qualità complessiva dell'ambiente e di stimare l'impatto che le differenti cause di alterazione determinano sulle comunità che colonizzano i corsi d'acqua. A questo scopo è utilizzato l'indice STAR_ICMi, introdotto dal D.Lgs. 152/06 e successivamente modificato dal DM 260/2010.

Il DM 260/2010 sostituisce integralmente l'allegato I alla parte III del D.Lgs. 152/06, modificando in particolare il punto "Classificazione e presentazione dello stato ecologico", per renderlo conforme agli obblighi comunitari, attraverso l'inserimento di criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici.

Con riferimento alle indicazioni fornite dal suddetto decreto, vengono elaborati gli elenchi faunistici e le relative abbondanze.


Il sistema di classificazione per i macroinvertebrati, denominato MacrOper, è basato sul calcolo dell'indice denominato Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR_ICMi), che consente di derivare una classe di qualità per gli organismi macrobentonici per la definizione dello Stato Ecologico. Si tratta di un indice multimetrico composto da 6 metriche (Figura 3.8) che descrivono i principali aspetti su cui la 2000/60/CE pone l'attenzione (abbondanza, tolleranza/sensibilità, ricchezza/diversità).

Lo STAR_ICMi è applicabile anche ai corsi d'acqua artificiali e fortemente modificati.

Ai fini della determinazione dell'indice STAR-ICMi si dovrà fare riferimento, oltre che alle disposizioni del DM 260/2010, agli indirizzi dettati dalle "Linee guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del DM 260/2010", edita dall'ISPRA sulla base dei contributi predisposti dall'IRSA.

Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Peso
ASPT	Average Score Per Taxon: intera comunità (livello di famiglia)	0.334
Log ₁₀ (Sel_EPTD +1)	Log ₁₀ (somma abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	0.266
1-GOLD	1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$	0.083

Figura 3.8 - Metriche che compongono lo STAR_ICMi e peso loro attribuito nel calcolo (da CNR-IRSA, 2007; 2008).

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<p style="text-align: center;"><i>Studio di Impatto Ambientale</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i></p>	

Indice LIMeco

L'indice LIMeco, introdotto dal D.M. 260/2010 (che modifica le norme tecniche del D.Lgs. 152/2006), è un descrittore dello stato trofico del fiume, che considera quattro parametri: tre nutrienti (azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo totale) e il livello di ossigeno disciolto espresso come percentuale di saturazione. La procedura di calcolo prevede l'attribuzione di un punteggio alla concentrazione di ogni parametro sulla base della tabella 4.1.2/a del D.M. 260/2010 e il calcolo del LIMeco di ciascun campionamento come media dei punteggi attribuiti ai singoli parametri, quindi il calcolo del LIMeco del sito nell'anno in esame come media ponderata dei singoli LIMeco di ciascun campionamento. Il calcolo del LIMeco da attribuire al corpo idrico è dato dalla media dei valori ottenuti per il triennio 2010-2012. Qualora nel medesimo corpo idrico si monitorino, più siti il valore del LIMeco è calcolato come media ponderata (in base alla percentuale di corpo idrico rappresentata da ciascun sito) tra i valori di LIMeco ottenuti nei diversi siti; infine l'attribuzione della classe di qualità al corpo idrico avviene secondo i limiti previsti dalla tabella 4.1.2/b del D.M. 260/2010. La qualità, espressa in cinque classi, può variare da Elevato a Cattivo (Figura 3.9). Per la determinazione dello Stato Ecologico l'indice LIMeco non scende sotto il livello Sufficiente.

Stato	LIMeco
Elevato*	$\geq 0,66$
Buono	$\geq 0,50$
Sufficiente	$\geq 0,33$
Scarso	$\geq 0,17$
Cattivo	$< 0,17$

Figura 3.9 - Tab. 4.1.2/b - Classificazione di qualità secondo i valori di LIMeco (D.M. 260/2010)

Ai fini della determinazione dell'indice LIMeco si farà riferimento a quanto disposto dal DM 260/2010.


3.5.5 Programma delle attività

La fase di monitoraggio ante operam è caratterizzata per ciascun punto da due campagne di misure fisico-chimiche con cadenza semestrale, da un'unica campagna di analisi chimico-batteriologiche e da una campagna di determinazione dell'indice STAR-ICMi e LIMeco, da realizzare prima dell'inizio dei lavori, a valle del tracciato.

Le attività di monitoraggio in corso d'opera avranno una durata pari a quella delle attività di cantiere, ed una cadenza bimestrale per le misure fisico-chimiche, trimestrale per le analisi chimico-batteriologiche, che verranno realizzate a valle e a monte rispetto al tracciato) e semestrale per la determinazione dell'indice STAR-ICMi e LIMeco.

Per le attività di monitoraggio post operam è stata prevista una sola campagna di monitoraggio per le misure fisico-chimiche, per le analisi chimico-batteriologiche e per la determinazione dell'indice STAR-ICMi e LIMeco, da realizzare in un'area posta a valle rispetto al tracciato.

Nella tabella seguente sono riepilogate le frequenze delle attività di monitoraggio in ante operam, corso d'opera e post operam.

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

Tipologia analisi	Frequenza		
	AO	CO	PO
misure fisico-chimiche	semestrale	bimestrale	annuale
analisi chimico-batterologiche	annuale	trimestrale	
determinazione STAR-ICMi e LIMeco	annuale	semestrale	

Le misure rilevate verranno elaborate mediante reportistica, elaborata al termine di ciascuna campagna di rilevamento, durante il corso dell'anno e da relazioni di sintesi finale a cadenza annuale (per i parametri indagati con frequenza annuale verrà solamente realizzata la relazione finale).

Valutazione di soglie di attenzione e di intervento

I livelli di criticità da considerare per gli aspetti qualitativi e quantitativi delle acque superficiali deriveranno dai parametri chimici e fisici misurati per i corpi idrici durante la fase ante operam; in corso d'opera un primo confronto, per escludere l'ipotesi di interferenza da monte, verrà realizzato dal confronto dei parametri misurati in un due punti rispettivamente a valle e a monte rispetto al tracciato

Qualora, nell'ambito del monitoraggio ambientale, si riscontrassero dei valori dei parametri monitorati al di sopra delle soglie di norma, l'operatore interessato dovrà mettere in atto, tempestivamente, le procedure riportate al Titolo II – Parte VI del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.


3.6. ACQUE SOTTERRANEE

3.6.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo consiste nella caratterizzazione della qualità degli acquiferi in relazione alle possibili interferenze dovute alle attività di costruzione.

Il monitoraggio ante operam avrà lo scopo di ricostruire lo stato di fatto della componente attraverso la predisposizione di specifiche campagne di misura e la ricostruzione aggiornata del quadro idrogeologico, desunto dai rilevamenti di dettaglio e dalle indagini di caratterizzazione svolte ai fini della progettazione.

Il monitoraggio in corso d'opera avrà lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione degli interventi in progetto non induca alterazioni dei caratteri qualitativi del sistema delle acque sotterranee e di fornire

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

le informazioni utili per attivare tempestivamente le eventuali azioni correttive in caso di interferenza con la componente.

Infine il monitoraggio post operam avrà lo scopo di accertare eventuali modificazioni indotte dalla costruzione dell'opera tramite il confronto con le caratteristiche ambientali rilevate durante la fase ante operam.

Nella redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale per la componente specifica sono state seguite le seguenti fasi progettuali:

- Analisi dei documenti di riferimento e di progetto;
- Definizione del quadro informativo esistente;
- Identificazione dei riferimenti normativi e bibliografici sia per le metodiche di monitoraggio che per la determinazione dei valori di riferimento rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali;
- Scelta dei parametri da monitorare: livello statico dell'acquifero superficiale, caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee;
- Scelta dei punti/aree da monitorare per la tutela della salute della popolazione e dell'ambiente;
- Strutturazione delle informazioni per la caratterizzazione e valutazione dello stato ambientale ante operam, in corso d'opera e post operam.

Tenendo conto dei caratteri di reversibilità/temporaneità e/o di irreversibilità/permanenza degli effetti, sono state prese in esame le seguenti possibilità di interferenza per la componente idrogeologica:

- sversamento accidentale di fluidi inquinanti sul suolo che possono percolare negli acquiferi;
- realizzazione di fondazioni profonde in terreni sede di acquiferi;

Verranno dunque considerate variazioni di carattere quantitativo e qualitativo.

Per variazioni quantitative verranno considerate le variazioni, positive o negative, dei parametri idraulici indotte negli acquiferi, le quali possono verificarsi a seguito di attività quali la realizzazione di fondazioni profonde. Dall'incrocio delle caratteristiche idrogeologiche intrinseche delle formazioni acquifere presenti nell'area di studio e delle diverse tipologie di opere derivano i possibili scenari di interferenza per la componente, che consentono la definizione delle aree e dei siti ove localizzare le attività di monitoraggio.


Per variazioni qualitative si intendono invece le variazioni delle caratteristiche chimiche delle acque, che possono verificarsi in seguito a sversamento accidentale di sostanze nocive, ad azioni di inquinamento diffuso ricollegabili alle attività di cantiere o all'apporto nel terreno di sostanze necessarie al miglioramento delle caratteristiche geotecniche dello stesso.

3.6.2 Normativa di riferimento

Il processo di classificazione della qualità dei corpi idrici ha origine con l'emanazione della Direttiva quadro Acque 2000/60/CE, fortemente ispirata a principi di tutela ecologica della risorsa idrica, cui è seguito l'atto di recepimento nella normativa italiana con il D. Lgs 152/2006.

Ad integrazione del citato provvedimento normativo, sono stati emanati, nel corso del 2008, 2009 e 2010, una serie di decreti attuativi del D.Lgs. 152/2006 che hanno dettato i criteri tecnici per sviluppare le diverse fasi che conducono alla classificazione dei corpi idrici.

Nella presente sede si è fatto riferimento ai seguenti riferimenti tecnici e normativi:

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	Studio di Impatto Ambientale Piano di Monitoraggio Ambientale	

- D.Lgs. 152/2006 - Norme in materia ambientale;
- DM 260/2010 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- Linee guida SNPA 13/2018 – Il campionamento delle acque interne finalizzato alla determinazione dei parametri chimici e misure in campo dei parametri chimico fisici di base per la direttiva quadro sulle acque.
- 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.)

3.6.3 Identificazione dei punti di monitoraggio

I punti di monitoraggio sono stati posizionati con l'obiettivo di creare una rete di punti a cavallo del tracciato, nelle zone in cui sono localizzati gli interventi che risultano potenzialmente impattanti per le falde acquifere.

I punti di indagine sono posti corrispettivamente a monte e valle idrogeologica delle aree da monitorare, in modo tale da consentire il controllo di tutta l'area potenzialmente influenzata da flussi idrici provenienti da monte.

L'ambiente idrico sotterraneo verrà pertanto monitorato:

- nell'intorno dei cantieri e lungo il tracciato, specificatamente nelle zone in cui è prevista la realizzazione di fondazioni profonde;
- nei siti in cui i lavori interessano le acque di falda.

Al fine di poter rispettare i criteri di ubicazione dei punti di monitoraggio si è optato per la realizzazione di nuovi piezometri a tubo aperto appositamente predisposti (di diametro pari a 3").

Di seguito si riporta l'elenco completo dei punti di monitoraggio delle acque sotterranee.

Codice punto di monitoraggio	Tipologia punto di misura e campionamento	Posizione rispetto al tracciato	Comune
ASot-01	Piezometro T.A.	Monte	Decimomannu
ASot-02	Piezometro T.A.	Valle	Decimomannu
ASot-03	Piezometro T.A.	Monte	Decimomannu
ASot-04	Piezometro T.A.	Valle	Decimomannu
ASot-05	Piezometro T.A.	Monte	Decimomannu
ASot-06	Piezometro T.A.	Valle	Decimomannu
ASot-07	Piezometro T.A.	Monte	Assemini
ASot-08	Piezometro T.A.	Valle	Assemini
ASot-09	Piezometro T.A.	Monte	Assemini

Codice punto di monitoraggio	Tipologia punto di misura e campionamento	Posizione rispetto al tracciato	Comune
ASot-10	Piezometro T.A.	Valle	Assemini
ASot-11	Piezometro T.A.	Monte	Assemini
ASot-12	Piezometro T.A.	Valle	Elmas
ASot-13	Piezometro T.A.	Monte	Elmas
ASot-14	Piezometro T.A.	Valle	Elmas

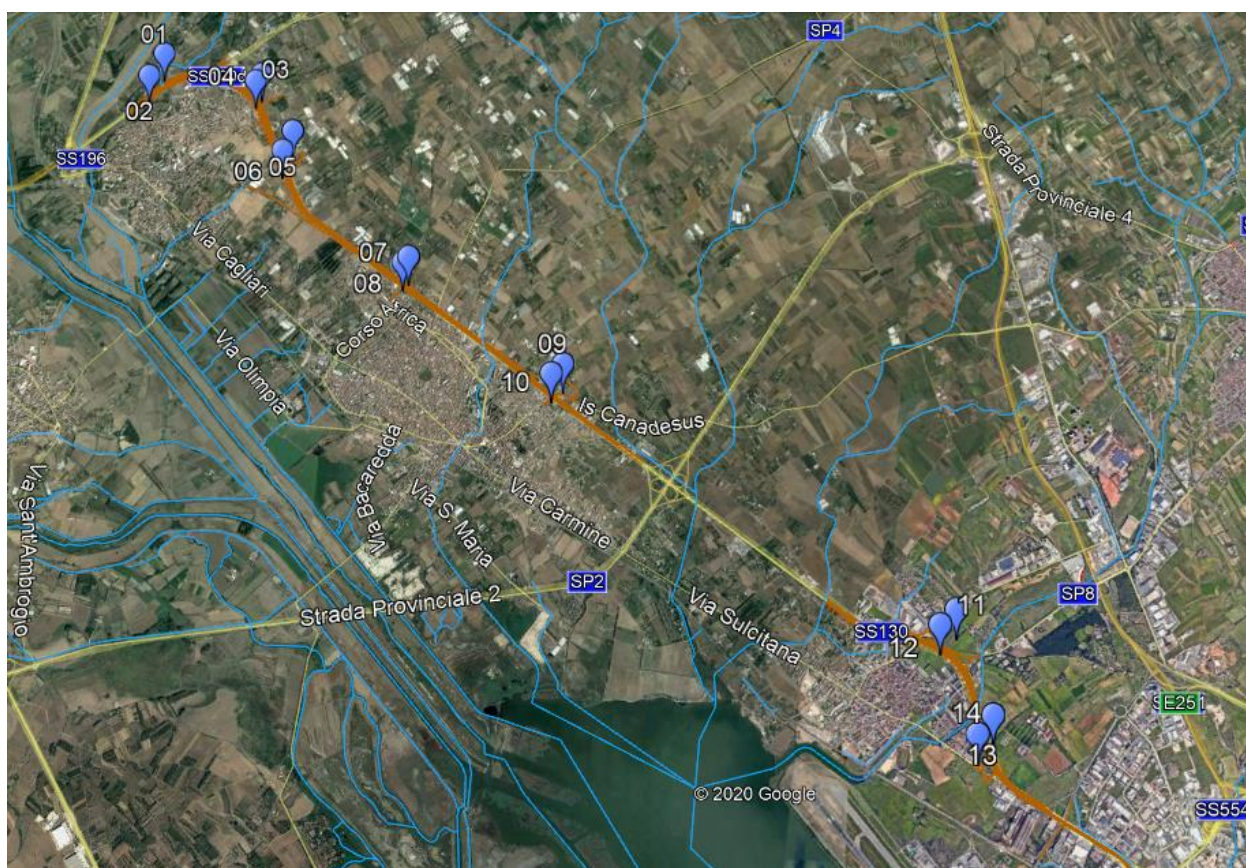



Figura 3.10 – Ubicazione punti di indagine Acque sotterranee (ASot-n).

3.6.4 Parametri di monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo si baserà, in accordo con la normativa vigente:

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<p style="text-align: center;"><i>Studio di Impatto Ambientale</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i></p>	

- sull'analisi di parametri chimico-fisici in situ, rilevati direttamente mediante l'utilizzo di un freattometro e di sonde multiparametriche piezometri;
- sul prelievo di campioni per le analisi di laboratorio di parametri chimici;

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

- Parametri idrogeologici (Livello statico e portata): sono necessari per desumere informazioni riguardo eventuali modificazioni del regime idraulico o variazioni dello stato quantitativo della risorsa;
- Parametri chimico-fisici in situ: sono i principali parametri fisico-chimici, misurabili istantaneamente mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori);
- Parametri chimici di laboratorio: sono stati scelti parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione;

Per l'identificazione dei parametri sopracitati verranno applicate le metodologie disposte dalle "Linee guida SNPA 13/2018 – Il campionamento delle acque interne finalizzato alla determinazione dei parametri chimici e misure in campo dei parametri chimico fisici di base per la direttiva quadro sulle acque" e di seguito sintetizzate.

Misure piezometriche

Il livello della falda sarà rilevato utilizzando un sondino piezometrico (di opportuna lunghezza rispetto al livello statico da misurare) a punta elettrica, munita di avvisatore acustico e/o ottico.

Sarà cura dell'operatore eseguire:

- la corretta identificazione della stazione di misura (pozzo, piezometro);
- la verifica dell'integrità della chiusura del pozzetto di protezione di bocca foro (per i piezometri);
- l'immediata annotazione su apposita modulistica delle misure rilevate.


La scheda di campo dovrà contenere:

- la codifica del presidio monitorato;
- la misura rilevata in quota relativa e assoluta (in metri, con almeno due cifre decimali);
- la data della misura.

Prelievo di campioni per misure in situ e analisi di laboratorio

Al fine di prelevare campioni d'acqua il più possibile rappresentativi della situazione idrochimica sotterranea, si procederà ad operazioni di spurgo del piezometro; un'accurata procedura di spurgo è funzione anche delle caratteristiche idrauliche del pozzo e della produttività dell'acquifero.

Il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. indica di effettuare uno spurgo di un volume da 3 a 5 volte il volume di acqua contenuta nel piezometro. Indicazione del reale rinnovo dell'acqua contenuta nel piezometro e del fatto che il volume d'acqua in esso contenuto sia rappresentativo delle reali condizioni chimico-fisiche dell'acquifero è la stabilizzazione di parametri quali la temperatura, il pH, la conducibilità elettrica e il potenziale di ossido-riduzione misurati prima

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

dell'inizio e durante le operazioni di spurgo. E' possibile effettuare il prelievo di acqua solo quando questi parametri sono stabilizzati su valori pressoché costanti.

E' buona norma inoltre, ad integrazione dai criteri sopra citati, protrarre lo spurgo fino alla chiarificazione, ovvero fintanto che l'acqua non si presenta priva di particelle in sospensione.

Campionamento

Le attrezzature per il campionamento devono essere di materiale inerte (acciaio inossidabile, vetro e resine fluoro-carboniche inerti) tali da non adsorbire inquinanti, non desorbire i suoi componenti e non alterare la conducibilità elettrica e il pH. I campionatori suggeriti sono di tipo statico.

Dovrà essere posta attenzione nel preservare da qualsiasi tipo di contaminazione le attrezzature destinate al prelievo, sia nelle fasi di trasporto che in quelle che precedono il prelievo stesso.

Nel caso di campionamenti consecutivi da piezometri diversi dovranno essere impiegati campionatori singoli per ogni pozzo oppure le attrezzature dovranno essere pulite ogni qualvolta verranno riutilizzate.

Il campionatore dovrà essere calato lentamente nel foro avendo cura di non causare spruzzi al suo interno. Durante le operazioni di campionamento non dovrà essere provocata l'agitazione del campione e la sua esposizione all'aria dovrà essere ridotta al minimo.

La quantità di campione prelevato dovrà essere sufficiente alla realizzazione delle analisi complete di laboratorio. Il passaggio dal campionatore al contenitore sarà fatto immediatamente dopo il recupero e con molta precauzione, fuori dell'azione diretta dei raggi solari o di altri agenti di disturbo, riducendo all'indispensabile il contatto con l'aria e versando l'acqua con molta dolcezza, senza spruzzi; nel contenitore una volta chiuso non deve rimanere aria. In generale il campione di acqua prelevato sarà inserito in contenitori preferibilmente in polietilene e vetro sterili, chiusi da tappi ermetici in materiale inerte e esternamente ricoperti dai raggi solari.


Misure fisico-chimiche di campo con sonda multiparametrica

Utilizzando i metodi di campionamento descritti in precedenza, saranno misurati i parametri chimico-fisici delle acque in situ mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica immersa direttamente nel contenitore, al fine di disturbare il meno possibile il campione (soprattutto per la misurazione dell'ossigeno disciolto). L'operatore avrà cura di annotare immediatamente sulla scheda di campo:

- i parametri chimico-fisici misurati (temperatura aria, temperatura acqua, pH, potenziale redox, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, nitrati, ione ammonio);
- il tipo di strumento utilizzato;
- l'unità di misura utilizzata;
- la grandezza misurata;
- la data della misura.

Etichettatura dei contenitori

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

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

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

Conservazione e spedizione

I contenitori saranno tenuti in ombra e protetti da ogni possibile contaminazione, preferibilmente in frigorifero alla temperatura di 4°C, fino alla consegna presso il laboratorio di analisi (entro 12 ore dal prelievo). Qualora la consegna avvenga a maggior distanza di tempo dal prelievo (comunque entro le 24 ore) i contenitori saranno tassativamente conservati in frigorifero.

Analisi fisico-chimiche di laboratorio

Ai fini del del monitoraggio dei corpi idrici sotterranei, nella presente sede si farà riferimento all'Allegato 5 Titolo V alla Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e alle indicazioni riportate sull'istruttoria, prendendo in considerazione i seguenti parametri:

SOSTANZE	Valore limite (µ/l)
METALLI	
Alluminio	200
Arsenico	10
Cadmio	5
Cromo totale	50
Cromo (VI)	5
Ferro	200
Mercurio	1
Nichel	20
Piombo	10
Rame	1000
Manganese	50
Zinco	3000
INQUINANTI INORGANICI	
Boro	1000
Calcio	
Magnesio	
Sodio	
Potassio	
Cianuri liberi	50
Cloruri	


CA316-
CA351

Studio di Impatto Ambientale
Piano di Monitoraggio Ambientale

Fluoruri	1500
Solfati (mg/L)	250
Nitrati	
Nitriti	500
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	
Benzene	1
Etilbenzene	50
Stirene	25
Toluene	15
para-Xilene	10
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)	
Benzo(a) antracene	0.1
Benzo (a) pirene	0.01
*Benzo (b) fluorantene	0.1
*Benzo (k,) fluorantene	0.05
*Benzo (g, h, i) perilene	0.01
Crisene	5
Dibenzo (a, h) antracene	0.01
*Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0.1
Pirene	50
Sommatoria (*)	0.1
SOLVENTI CLORURATI	
Triclorometano	0.15
Cloruro di Vinile	0.5
1,2-Dicloroetano	3
Tricloroetilene	1.5
Tetracloroetilene	1.1
Esaclorobutadiene	0.15
Sommatoria organoalogenati	10
1,2-Dicloroetilene	60
Dibromoclorometano	0.13
Bromodiclorometano	0.17
ALTRI PARAMETRI	
Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	350
MTBE	20-40
TOC (mg/L)	

3.6.5 Programma delle attività

La fase di monitoraggio ante operam, da realizzare prima dell'inizio dei lavori, è caratterizzata da:

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<p style="text-align: center;"><i>Studio di Impatto Ambientale</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i></p>	

- una campagna di misura delle caratteristiche chimiche;
- campagne con cadenza trimestrale di misura del livello statico e di caratterizzazione delle caratteristiche fisico-chimiche con sonda multiparametrica.

In questa fase di monitoraggio verranno inoltre allestiti i nuovi piezometri necessari alle misurazioni

Le attività di monitoraggio in corso d'opera avranno una durata pari a quella delle attività di cantiere e cadenza trimestrale per le misure delle caratteristiche chimiche e bimestrale per la misura del livello statico e di caratterizzazione delle caratteristiche fisico-chimiche con sonda multiparametrica.

Si ipotizzano infine, per le attività di post operam, campagne di misura con le stesse modalità realizzate nella fase ante operam.

Nelle tabelle seguenti sono riepilogate le attività di monitoraggio da eseguire per ogni punto individuato e la loro frequenza in ante operam, corso d'opera e post operam:

Tipologia analisi	Frequenza		
	AO	CO	PO
misura delle caratteristiche chimiche	annuale	trimestrale	annuale
misura del livello statico e misure fisico-chimiche	trimestrale	bimestrale	trimestrale


Le misure rilevate verranno elaborate mediante reportistica, elaborata al termine di ciascuna campagna di rilevamento, durante il corso dell'anno e da relazioni di sintesi finale a cadenza annuale (per i parametri indagati con frequenza annuale verrà solamente realizzata la relazione finale).

Valutazione di soglie di attenzione e di intervento

I livelli di criticità da considerare per gli aspetti qualitativi delle acque sotterranee saranno quelli indicati nell' "Allegato 5 – Concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione di uso dei siti", del D.Lgs 152/2006, che costituiscono i valori di concentrazione limite accettabili nelle acque sotterranee. Il superamento di uno o più di tali valori di concentrazione porterà a considerare il sito "potenzialmente inquinato", in attesa di espletare le operazioni di caratterizzazione e di analisi di rischio sanitario-ambientale sito specifica, la quale permette di determinarne lo stato di contaminazione sulla base delle "concentrazioni soglia di rischio".

Riguardo le variazioni quantitative del livello statico della stessa nel tempo, risulta necessario il confronto con i parametri definiti nella fase ante operam, che comunque dovrà costituire un parametro di confronto aggiuntivo anche nel caso delle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee.

Qualora, nell'ambito del monitoraggio ambientale, si riscontrassero dei valori dei parametri monitorati al di sopra delle soglie di norma,, l'operatore interessato dovrà mettere in atto, tempestivamente, le procedure riportate al Titolo II – Parte VI del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

3.7. SUOLO

3.7.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio della componente suolo ha lo scopo di analizzare e caratterizzare dal punto di vista pedologico e chimico i terreni interessati dalle attività di cantiere. Obiettivo principale dell'attività è il controllo delle possibili alterazioni di tali caratteristiche, a valle delle operazioni di impianto dei cantieri stessi e delle relative lavorazioni in corso d'opera, al momento della restituzione dei terreni stessi al precedente uso. Quindi il monitoraggio verrà realizzato nella fase ante operam, in modo da fornire un quadro base delle caratteristiche del terreno, in corso d'opera, finalizzato al controllo di eventuali eventi accidentali, e nella fase post operam, con lo scopo di verificare il ripristino delle condizioni iniziali.

Il monitoraggio della componente sottosuolo ha invece lo scopo di verificare l'eventuale presenza ed entità di fattori di interferenza dell'opera nelle zone più problematiche del tracciato, interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico reali o potenziali (da verificare in tutte le fasi di realizzazione dell'opera).


Nella redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale per la componente specifica si sono seguite le seguenti fasi progettuali:

- Analisi dei documenti di riferimento e di progetto;
- Definizione del quadro informativo esistente;
- Identificazione dei riferimenti normativi e bibliografici sia per le metodiche di monitoraggio che per la determinazione dei valori di riferimento rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali;
- Scelta dei parametri da monitorare: si tratta di parametri pedologici e fisico-chimici da verificare per la componente suolo in situ e in laboratorio sulla base della sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto;
- Scelta delle aree da monitorare per la tutela della salute della popolazione e dell'ambiente;
- Strutturazione delle informazioni per la caratterizzazione e valutazione dello stato ambientale Ante operam, in Corso d'opera e Post operam.

I problemi che possono essere causati alla matrice pedologica sono di tre tipi:

- perdita di materiale naturale;
- contaminazione dei suoli in caso di eventi accidentali;
- impermeabilizzazione dei terreni.

In sede di monitoraggio si dovrà verificare pertanto il mantenimento delle caratteristiche strutturali dei suoli nelle zone di cantierizzazione, ostacolato dai fenomeni di asportazione di materiale dovuti alle caratteristiche dell'opera. Nelle aree di cantierizzazione risulta inoltre possibile la contaminazione del suolo dovuta a sversamenti accidentali causati da mezzi di trasporto e movimentazione, che può in ogni caso essere tenuta sotto controllo intervenendo nell'eventualità di incidente in tempi veloci; in caso di contaminazioni accidentali sono comunque previste indagini extra e specifiche. L'impermeabilizzazione del suolo è invece dovuta alle caratteristiche intrinseche dell'opera che portano alla copertura di terreno con asfalto, al passaggio di mezzi pesanti e all'asportazione di materiale. Questi possono comportare asfissia, compattazione e impoverimento del suolo stesso; processo ulteriormente favorito nei suoli argillosi presenti nell'area in esame.

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316-CA351	Studio di Impatto Ambientale Piano di Monitoraggio Ambientale	

Non essendo un elemento prevedibile, e quindi mitigabile a priori, la contaminazione delle aree di cantiere sarà l'elemento maggiormente soggetto a monitoraggio.

I problemi che possono essere causati alla matrice sottosuolo sono invece legati all'eventuale evoluzione dei fenomeni di dissesto già presenti nell'area interessata dall'opera. Si provvederà quindi al monitoraggio relativamente alle zone più problematiche del tracciato, verificando l'interazione tra l'opera in fase di realizzazione e le ipotesi progettuali.

3.7.2 Normativa di riferimento

Nella presente sede si è fatto riferimento ai seguenti riferimenti tecnici e normativi:

- D.P.R. 120/2017 - Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164
- D.Lgs. 152/2006 - Norme in materia ambientale;
- 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.).

3.7.3 Identificazione dei punti di monitoraggio

Gli impatti conseguenti all'impianto ed alle lavorazioni di cantiere ed il successivo ripristino consistono nell'alterazione delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, presenza di sostanze chimiche, etc.).

Il monitoraggio della componente suolo si realizza lungo tutto lo sviluppo del tracciato di progetto

La seguente tabella riporta l'insieme dei punti di rilievo del monitoraggio della componente suolo definiti.

Codice punto di monitoraggio	Tipologia punto di misura e campionamento	Posizione rispetto al tracciato	Comune
SUO-01	Profilo pedologico	Valle	Decimomannu
SUO-02	Profilo pedologico	Monte	Decimomannu
SUO-03	Profilo pedologico	Valle	Decimomannu
SUO-04	Profilo pedologico	Monte	Decimomannu
SUO-05	Profilo pedologico	Monte	Assemini
SUO-06	Profilo pedologico	Monte	Assemini
SUO-07	Profilo pedologico	Monte	Assemini
SUO-08	Profilo pedologico	Monte	Assemini

CA316-
CA351
Studio di Impatto Ambientale
Piano di Monitoraggio Ambientale

Codice punto di monitoraggio	Tipologia punto di misura e campionamento	Posizione rispetto al tracciato	Comune
SUO-09	Profilo pedologico	Monte	Elmas
SUO-10	Profilo pedologico	Monte	Elmas
SUO-11	Profilo pedologico	Monte	Elmas
SUO-12	Profilo pedologico	Monte	Elmas
SUO-13	Profilo pedologico	Valle	Elmas
SUO-14	Profilo pedologico	Monte	Elmas
SUO-15	Profilo pedologico	Valle	Elmas
SUO-16	Profilo pedologico	Monte	Elmas

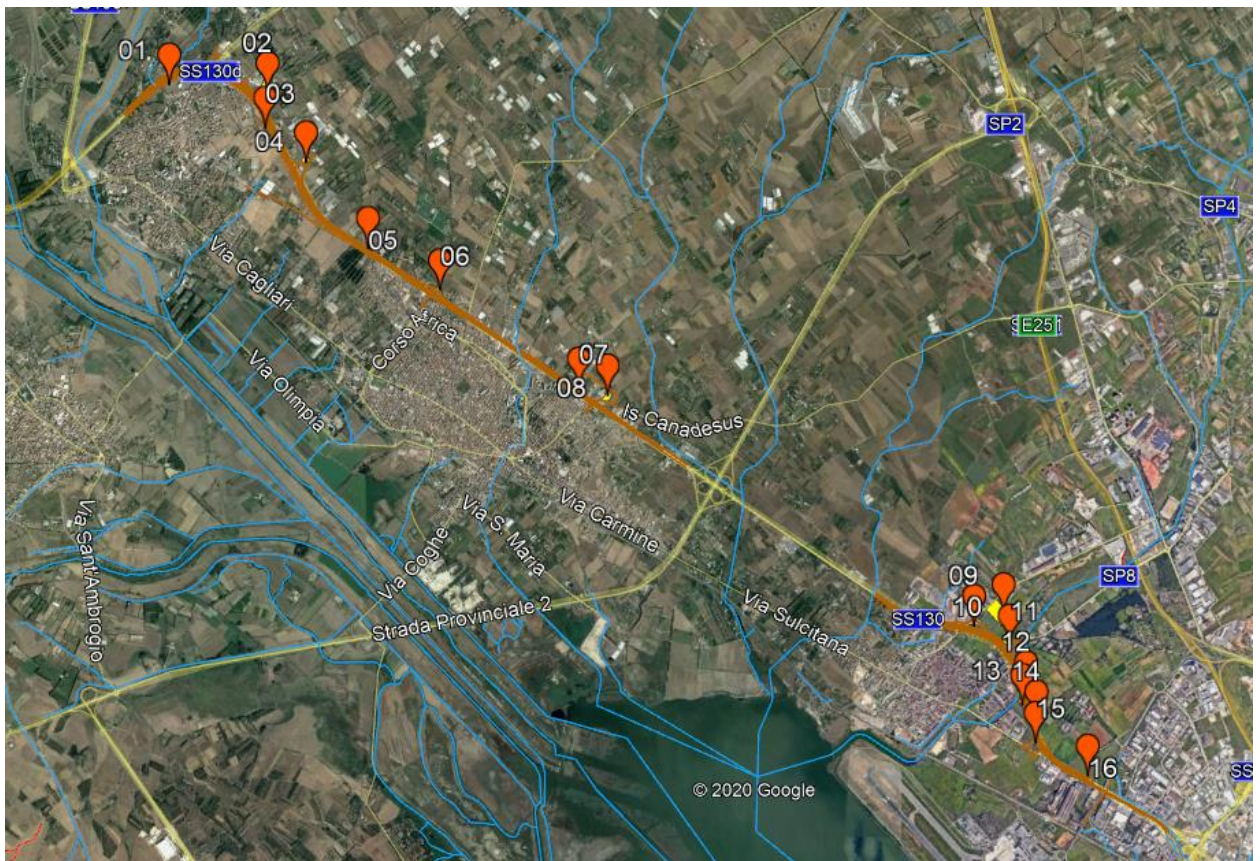



Figura 3.11 - Ubicazione punti di indagine Suolo e sottosuolo (SUO-n)

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

3.7.4 Parametri di monitoraggio

I parametri da raccogliere per la componente suolo dovranno essere di tre tipi:

- Parametri stazionali dei punti di indagine, dati dall'uso attuale del suolo e dalle pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere;
- Descrizione dei profili di suolo attraverso apposite schede, classificazione pedologica e prelievo dei campioni;
- Analisi di laboratorio per i campioni prelevati.

Le indagini saranno effettuate nella fase ante operam, in quella in corso d'opera e in quella post operam, con il fine di poter effettuare il confronto degli esiti delle medesime e di poter trarre valutazioni circa gli eventuali interventi di mitigazione da porre in opera, anche in relazione alle soglie normative vigenti (D.Lgs 152/2006 e s.m.i.).


E' stata quindi preventivata una campagna di indagini pedologiche di dettaglio da effettuare in situ prima dell'inizio dei lavori e in post operam, in corrispondenza delle aree di cantiere e da eseguirsi indicativamente alla profondità di 1,5 m (che è la profondità massima consentita per scavi di terra senza protezione laterale). L'indagine standard prevista per questo tipo di indagine è quella del profilo pedologico; in presenza di ambienti ad orografia complessa o di siti caratterizzati da limitata accessibilità si potrà effettuare un'analisi di caratterizzazione mediante trivellate pedologiche e pertanto adottare un metodo di indagine meno invasivo.

Dapprima si raccoglieranno le informazioni relative all'uso attuale del suolo, capacità d'uso, classificazione pedologica e pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere. Successivamente, la descrizione delle aree di monitoraggio integrerà le informazioni raccolte con la definizione dei seguenti parametri:

- esposizione;
- pendenza;
- microrilievo;
- pietrosità superficiale;
- rocciosità affiorante;
- fenditure superficiali;
- vegetazione;
- stato erosivo;
- substrato pedogenetico.

La caratterizzazione chimica e pedologica dei terreni, da realizzare in corrispondenza di ogni punto di indagine in laboratorio, comporterà poi la descrizione del profilo del suolo e la determinazione dei seguenti parametri sugli orizzonti maggiormente rappresentativi del profilo:

- colore allo stato secco e umido;
- tessitura;
- struttura;
- consistenza;
- porosità;
- umidità;
- contenuto in scheletro;
- pH;
- capacità di scambio cationico (CSC);

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<p style="text-align: center;"><i>Studio di Impatto Ambientale</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i></p>	

- azoto assimilabile e fosforo assimilabili;
- sostanza organica;
- basi di scambio (Ca, Mg, K, Na, H)
- idrocarburi (con scorporo in C<12 e C>12);
- metalli pesanti (Cd, Co, Cr tot, Mn, Ni, Pb, Cu, Zn);
- solventi aromatici;
- IPA.

Una seconda campagna di "analisi speditive" è stata ipotizzata per la fase in corso d'opera, durante la quale verranno effettuate solamente le determinazioni chimiche sul suolo (campionato mediante trivella pedologica) per i seguenti parametri: idrocarburi (con scorporo in C<12 e C>12), metalli pesanti (Cd, Co, Cr tot., Mn, Ni, Pb, Cu, Zn), solventi aromatici, IPA.

Profilo pedologico

La caratterizzazione del profilo pedologico ha come obiettivo la caratterizzazione dettagliata delle principali tipologie di suolo, con descrizione completa di tutte le caratteristiche e proprietà del suolo, fotografia del profilo e campionamento degli orizzonti pedologici per le analisi di laboratorio.

Lo scavo del profilo deve essere possibilmente orientato in modo tale che il sole lo illumini per l'intera sua profondità; in inverno è invece preferibile orientare il profilo in modo tale che sia completamente in ombra (ma non controlluce), affinché le condizioni di illuminazione siano tali da non permettere mai l'intera illuminazione del profilo.


La larghezza standard del profilo è compresa fra 100 e 150 cm; per la lunghezza dello scavo si deve considerare minimo un valore pari a 150 cm, tenendo presente che una maggiore lunghezza garantisce migliori condizioni fotografiche.

Durante le operazioni di scavo, occorre accertarsi che l'operatore della pala meccanica separi il topsoil dal subsoil, così da poter richiudere il profilo mantenendo inalterata la successione degli orizzonti.

La superficie del profilo deve essere, almeno in parte, levigata con la vanga dopo le operazioni di scavo per meglio individuare i limiti fra i diversi orizzonti e le differenze di colore; questa operazione può compiersi su due terzi della superficie del profilo. Si consiglia altresì di lavorare con un coltello la rimanente parte della superficie, per meglio cogliere l'aggregazione fra le particelle di suolo.

Estremamente importante è la fotografia del profilo pedologico, scattata in duplice copia prima di procedere alla compilazione della scheda di campagna. A proposito della descrizione del profilo del suolo è opportuno rammentare ancora quanto segue:

- nella descrizione del colore occorre porsi con il sole alle spalle ed osservare campioni di suolo di dimensioni piuttosto importanti, così da riuscire a cogliere i diversi colori che il suolo presenta;
- il giudizio su ogni carattere del suolo deve essere fornito dallo stesso rilevatore per tutti gli orizzonti;
- si deve sempre effettuare il disegno del profilo colorandolo per strofinamento con particelle di suolo dei diversi orizzonti;
- occorre interrogare con cura il conduttore del fondo, o in sua assenza il tecnico referente, circa le produzioni agrarie ottenute da quel suolo rispetto ad altri suoli che egli conosce. Domande devono anche essere fatte per le pratiche agricole attuate;

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

- registrare sulla scheda, se possibile, particolari curiosi che possono permettere, anche a distanza di anni, di ricordare l'osservazione.

Descritte tutte le caratteristiche del profilo, si può procedere al campionamento degli orizzonti del suolo. Tale operazione si svolge a partire dall'orizzonte più profondo verso quello di superficie per evitare la commistione di particelle di orizzonti diversi.

Trivellate pedologiche

Per ciò che riguarda le modalità di esecuzione, le trivellate saranno effettuate manualmente, con l'ausilio della trivella pedologica standard, a punta elicoidale; durante le operazioni occorrerà effettuare la trivellata il più possibile verticale e sempre per l'intera lunghezza della trivella, qualora la profondità del suolo sia uguale o superiore a questa lunghezza, o comunque fino al rifiuto strumentale.

Campionamento

Il suolo deve essere introdotto in sacchetti puliti di dimensioni minime 35x25cm; la quantità di suolo minima da raccogliere deve essere sufficiente per eseguire le analisi dei parametri indicati in precedenza. Nel sacchetto si deve introdurre il preposto cartellino per campionamenti compilato, preferibilmente a matita, in tutte le sue parti. Qualora si preveda di non poter aprire il sacchetto di suolo per alcuni giorni è auspicabile isolare il cartellino di riconoscimento dal campione di suolo mediante una doppia chiusura. I sacchetti devono essere chiusi possibilmente con lacciolo metallico (tipo freezer).

Indagini di laboratorio

In ottemperanza alla normativa vigente, le indagini di laboratorio previste comportano la determinazione dei seguenti parametri.

SOSTANZE	Siti ad uso Commerciale e Industriale (mg kg-1 espressi come ss)
COMPOSTI INORGANICI	
Antimonio	30
Arsenico	50
Berillio	10
Cadmio	15
Cobalto	250
Cromo totale	800
Cromo VI	15
Mercurio	5


CA316-
CA351

Studio di Impatto Ambientale
Piano di Monitoraggio Ambientale

Nichel	500
Piombo	1000
Rame	600
Selenio	15
Stagno	350
Tallio	10
Vanadio	250
Zinco	1500
Cianuri (liberi)	100
Fluoruri	2000
AROMATICI	
Benzene	2
*Etilbenzene	50
*Stirene	50
*Toluene	50
*Xilene	50
Sommatoria organici aromatici (*)	100
AROMATICI POLICICLICI	
*Benzo(a)antracene	10
*Benzo(a)pirene	10
*Benzo(b)fluorantene	10
*Benzo(k,)fluorantene	10
*Benzo(g, h, i,)terilene	10
*Crisene	50
*Dibenzo(a,e)pirene	10
*Dibenzo(a,l)pirene	10
*Dibenzo(a,i)pirene	10
*Dibenzo(a,h)pirene.	10
Dibenzo(a,h)antracene	10
Indenopirene	5
Pirene	50
Sommatoria policiclici aromatici (*)	100
IDROCARBURI	
Idrocarburi Leggeri C inferiore o uguale a 12	250
Idrocarburi pesanti C superiore a 12	750

3.7.5 Programma delle attività

Il monitoraggio ante operam consiste nell'esecuzione di una campagna di indagini pedologiche da effettuare prima dell'inizio dei lavori.

SS130 "Iglesiente" - Lavori di eliminazione degli Incroci a raso da Cagliari a Decimomannu		
CA316- CA351	<i>Studio di Impatto Ambientale</i> <i>Piano di Monitoraggio Ambientale</i>	

In corso d'opera verranno realizzate più analisi, finalizzate al controllo di eventi accidentali inquinanti. Le misurazioni avranno cadenza semestrale e si protrarranno fino al momento di chiusura definitiva dei lavori, in modo da poter attivare il funzionamento dell'infrastruttura senza problemi insoluti. Verranno effettuate solamente le determinazioni chimiche sul suolo.

Il monitoraggio post operam, che ha lo scopo di analizzare le variazioni delle caratteristiche dei terreni a seguito dell'impianto dei cantieri e dell'esecuzione delle lavorazioni, si realizzerà ad ultimazione dell'opera dopo il ripristino delle aree di cantiere, mediante un'unica campagna di misure. I risultati del monitoraggio post operam saranno confrontati con quelli relativi alla situazione di "bianco" accertata nella fase ante operam e con i limiti stabiliti dalla normativa vigente (D.Lgs 152/2006 s.m.i.), con il fine di predisporre l'eventuale adozione di interventi di mitigazione.

Tipologia analisi	Frequenza		
	AO	CO	PO
Caratterizzazione pedologica	annuale		annuale
Caratterizzazione chimica	annuale	semestrale	annuale

Le misure rilevate verranno elaborate mediante reportistica, elaborata al termine di ciascuna campagna di rilevamento, durante il corso dell'anno e da relazioni di sintesi finale a cadenza annuale (per i parametri indagati con frequenza annuale verrà solamente realizzata la relazione finale).

Valutazione di soglie di attenzione e di intervento

I livelli di criticità da considerare per gli aspetti qualitativi dei suoli saranno quelli indicati nell' "Allegato 5 – Concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione di uso dei siti", del D.Lgs 152/2006, che costituiscono i valori di concentrazione limite accettabili nei suoli, a seconda della specifica destinazione d'uso. Il superamento di uno o più di tali valori di concentrazione porterà a considerare il sito "potenzialmente inquinato", in attesa di espletare le operazioni di caratterizzazione e di analisi di rischio sanitario-ambientale sito specifica, la quale permette di determinarne lo stato di contaminazione sulla base delle "concentrazioni soglia di rischio". Un sito è definito contaminato infatti nel caso in cui i valori delle concentrazioni soglia di rischio, determinate appunto con l'analisi di rischio, risultino superati.

Qualora, nell'ambito del monitoraggio ambientale, si riscontrassero dei valori dei parametri monitorati al di sopra delle soglie di norma, l'operatore interessato dovrà mettere in atto, tempestivamente, le procedure riportate al Titolo II – Parte VI del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.