



# Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

ASR 18/07  
AUTOSTRADA A3 SALERNO – REGGIO CALABRIA

LAVORI DI AMMODERNAMENTO ED ADEGUAMENTO AL TIPO 1a DELLE NORME CNR/80  
Dal km 153+400 al km 173+900  
MACROLOTTO 3 – PARTE 2^

## PROGETTO ESECUTIVO

CONTRAENTE GENERALE  	IL RESPONSABILE DEL CONTRAENTE GENERALE
--	---

GRUPPO DI PROGETTAZIONE  RTP: TECHNITAL S.p.A. (mandataria) 3TI PROGETTI ITALIA S.p.A. PROMETEOENGINEERING.IT S.r.l. STUDIO MELE ASSOCIATI S.r.l. SOIL S.r.l. SITECO S.r.l.	  Dott. Ing. M. Raccosta	I RESPONSABILI DI PROGETTO  Dott. Ing. M. Raccosta Ordine Ing. Verona n° A1665  Dott. Ing. S. Possati Ordine Ing. Roma n° 20809  Dott. Ing. A. Focaracci Ordine Ing. Roma n° 28894  Prof. Ing. M. Mele Ordine Ing. Roma n° A10145  Dott. Ing. L. Albert Ordine Ing. Milano n° 14725  Dott. Ing. A. Frascari Ordine Ing. Bologna n° 7115/A
INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	Dott. Ing. M. Raccosta	
IL GEOLOGO  Dott. Geol. Vittorio Federici Ordine dei Geologi del Lazio n. 784	IL RESPONSABILE AMBIENTALE  Dott. Massimiliano Bechini	
IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Giovanni Maria Cepparotti Ordine Ing. Viterbo n. 392	VISTO: ANAS S.p.A. – IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Dott. Ing. Maurizio Aramini	

## ELABORATI SPECIALISTICI PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE RELAZIONE

CODICE PROGETTO  PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG. L0411B      E      1301		NOME FILE T00-MA01-MOA-RE01_C.dwg  CODICE ELAB.      T00MA01MOARE01		REVISIONE C	SCALA: -
D	REVISIONE	15/11/2013	Ferrante	Bechini	Possati
C	REVISIONE PER ADEGUAMENTO TRACCIATI	05/08/2013	Ferrante	Bechini	Possati
B	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI ANAS	19/06/2013	Ferrante	Bechini	Possati
A	EMISSIONE	Maggio 2013	Ferrante	Bechini	Possati
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

WBS DI RIFERIMENTO : -

## INDICE

1. PARTE GENERALE .....	4
1.1. Obiettivi del monitoraggio ambientale .....	4
1.2. Articolazione del Monitoraggio Ambientale .....	5
1.3. Modalità di attuazione del monitoraggio ambientale .....	6
1.4. Modalità di gestione e rappresentazione dei risultati .....	6
1.5. Struttura organizzativa preposta all'effettuazione del monitoraggio ambientale	6
1.6. Piano di monitoraggio e di gestione ambientale. ....	7
1.7. Gestione del P.M.A. ....	9
1.7.1. <i>Architettura del Sistema (piattaforma Hardware e Software)</i> .....	10
1.7.2. <i>Requisiti e caratteristiche funzionali del Sistema</i> .....	10
2. COMPONENTI AMBIENTALI DI INDAGINE .....	12
2.1. Introduzione .....	12
2.2. Ambiente idrico sotterraneo .....	12
2.2.1. <i>Premessa</i> .....	12
2.2.2. <i>Approccio metodologico</i> .....	13
2.2.3. <i>Descrizione punti di misura</i> .....	14
2.2.4. <i>Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti</i> .....	17
2.2.5. <i>Normativa di riferimento</i> .....	19
2.3. Ambiente idrico superficiale .....	23
2.3.1. <i>Premessa</i> .....	23
2.3.1. <i>Approccio metodologico</i> .....	25
2.3.2. <i>Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti</i> .....	30
2.3.3. <i>Normativa di riferimento</i> .....	33
2.4. Atmosfera .....	36
2.4.1. <i>Premessa</i> .....	36
2.4.1. <i>Approccio metodologico</i> .....	37
2.4.2. <i>Descrizione punti di misura</i> .....	38
2.4.3. <i>Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti</i> .....	40
2.4.4. <i>Normativa di riferimento</i> .....	41
2.4.5. <i>Scelta degli indicatori ambientali</i> .....	48
2.5. Rumore .....	51

2.5.1. Premessa.....	51
2.5.1. Approccio metodologico.....	53
2.5.2. Descrizione punti di misura.....	54
2.5.3. Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti.....	57
2.5.4. Normativa di riferimento.....	59
2.6. Suolo.....	61
2.6.1. Premessa.....	61
2.6.1. Approccio metodologico.....	61
2.6.2. Descrizione punti di misura.....	62
2.6.3. Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti.....	64
2.6.4. Normativa di riferimento.....	67
2.7. Sottosuolo.....	68
2.7.1. Premessa.....	68
2.7.1. Approccio metodologico.....	69
2.7.2. Descrizione punti di misura.....	70
2.7.3. Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti.....	80
2.7.4. Normativa Di Riferimento.....	89
2.8. Vegetazione e fauna.....	90
2.8.1. Premessa.....	90
2.8.1. Approccio metodologico.....	91
2.8.2. Inquadramento vegetazionale dell'area di studio.....	92
2.8.3. Ambiti di monitoraggio vegetazionali.....	94
2.8.4. Ambiti di monitoraggio faunistico.....	95
2.8.5. Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti.....	98
2.8.6. Normativa di riferimento.....	114
2.9. Paesaggio.....	117
2.9.1. Definizione del quadro informativo esistente.....	117
2.9.2. Approccio metodologico e definizione delle aree e dei beni da monitorare 122	
2.9.3. Indicatori ambientali e identificazione degli impatti da monitorare.....	122
2.9.4. Criteri di identificazione delle aree e dei punti di monitoraggio.....	124
2.9.5. Modalità di esecuzione del monitoraggio.....	124
2.10. Vibrazioni.....	129

2.10.1.	<i>Premessa.....</i>	129
2.10.1.	<i>Approccio metodologico.....</i>	130
2.10.2.	<i>Descrizione punti di misura.....</i>	131
2.10.3.	<i>Articolazione ed estensione temporale delle attività di monitoraggio... </i>	132
2.10.4.	<i>Misure di caratterizzazione dei livelli vibratori ante operam.....</i>	132
2.10.5.	<i>Misure di caratterizzazione dei livelli vibratori in corso d'opera.....</i>	132
2.10.6.	<i>Misure di caratterizzazione dei livelli vibratori post operam.....</i>	133
2.10.7.	<i>Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti.....</i>	133
2.10.8.	<i>Normativa di riferimento.....</i>	137

## 1. PARTE GENERALE

### 1.1. Obiettivi del monitoraggio ambientale

Il monitoraggio ambientale definito nel presente lavoro ha i seguenti obiettivi primari:

- Verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nel SIA per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'Opera.
- 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 (SGA).
- Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione.
- Effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti, e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

Dalle precedenti premesse Il Progetto di Monitoraggio descritto nel presente documento ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni perturbative che intervengono nell'ambiente durante la costruzione dell'opera o immediatamente dopo la sua entrata in esercizio, risalendone alle cause e fornendo i parametri di input al Sistema di Gestione Ambientale (SGA) per l'attuazione dei sistemi correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni sostenibili. Una conoscenza approfondita del territorio attraversato dall'infrastruttura e l'identificazione dei ricettori ambientali più sensibili alle varie fasi di lavoro sono stati la base per l'impostazione metodologica del Piano e conseguentemente per l'ubicazione delle postazioni di monitoraggio e la definizione della frequenza e delle quantità delle campagne di misura. Tra i concetti principali che hanno governato la stesura del presente PMA vi è quello della flessibilità in quanto la complessità delle opere e del territorio interessato nonché il naturale sviluppo dei fenomeni ambientali non permettono di gestire un monitoraggio ambientale con strumenti rigidi e statici. Ne consegue che la possibilità di adeguare lo sviluppo delle attività di monitoraggio con quello delle attività di cantiere e dei fenomeni che si verranno a verificare è uno degli aspetti caratteristici del PMA e, ancora di più, dell'organizzazione della struttura operativa che dovrà gestire ed eseguire le indicazioni in esso contenute.

Il presente PMA potrà quindi essere adeguato in funzione di varie eventualità che potrebbero verificarsi e che si possono così riassumere:

- evoluzione dei fenomeni monitorati;
- rilievo di fenomeni imprevisti;
- segnalazione di eventi inattesi (Non Conformità);
- verifica dell'efficienza di eventuali opere / interventi di minimizzazione /mitigazione di eventuali impatti.

Naturalmente, l'elenco sopra riportato non esaurisce le casistiche di motivazioni che possono indurre variazioni nel contenuto del Piano ma sono indicative della volontà di predisporre un documento di lavoro flessibile ed operativo.

## 1.2. Articolazione del Monitoraggio Ambientale

Il Monitoraggio si articola in:

- **Monitoraggio Ante Operam (MAO):** Verrà eseguito, laddove necessario, prima dell'avvio dei cantieri con lo scopo di fornire una descrizione dello stato dell'ambiente prima della lavorazione (stato attuale) e di fungere da base per la previsione delle variazioni che potranno intervenire durante la costruzione, proponendo le eventuali contromisure. Le situazioni in tal modo definite andranno a costituire, per quanto possibile, il livello iniziale di riferimento cui rapportare gli esiti delle campagne di misura in corso d'opera ed in fase di esercizio.
- **Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO),** il cui obiettivo è quello di:
  - documentare l'evolversi della situazione ambientale ante operam al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni ambientali sia coerente rispetto alle previsioni dello studio d'impatto ambientale;
  - segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze ambientali affinché sia possibile intervenire nei modi e nelle forme più opportune per evitare che si producano eventi irreversibili e gravemente compromissivi della qualità dell'ambiente;
  - garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali.
- **Monitoraggio Post Operam (MPO),** il cui obiettivo è quello di:
  - Verificare gli obiettivi prefissi dalle opere di mitigazione ambientale e delle metodiche applicate;
  - Stabilire i nuovi livelli dei parametri ambientali;
  - Verificare le ricadute ambientali positive.

La struttura con cui si sono modulate le proposte d'attuazione dei rilevamenti per le singole componenti ambientali è stata impostata tenendo in considerazione

principalmente l'obiettivo di adottare un PMA il più possibile flessibile e ridefinibile in corso d'opera, in grado di soddisfare le esigenze di approfondimenti in itinere, non definibili a priori, stante la durata e la complessità del progetto in attuazione, e la complessa articolazione temporale delle diverse opere e delle relative attività di cantiere.

### **1.3. Modalità di attuazione del monitoraggio ambientale**

Relativamente alle modalità di attuazione del monitoraggio il presente PMA ha effettuato:

- le operazioni propedeutiche alle misure, attraverso sopralluoghi sui punti ove installare le apparecchiature.
- la scelta delle metodiche di rilievo, analisi ed elaborazioni dati, differenziate in funzione delle diverse tipologie di rilievo, delle fasi di monitoraggio e dei siti interessati.
- l'articolazione temporale delle attività e frequenza per ciascun tipo di misura.

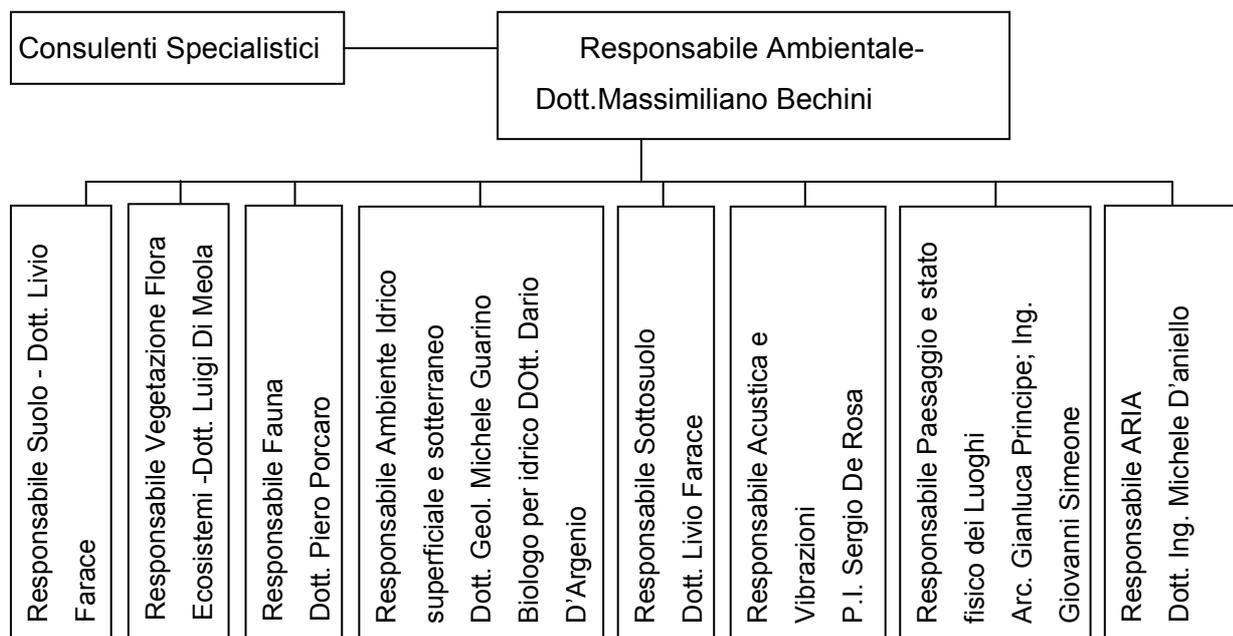
### **1.4. Modalità di gestione e rappresentazione dei risultati**

La complessità e la quantità delle informazioni che occorre gestire richiedono un'attenta programmazione delle modalità atte a definire e valutare lo stato ambientale ante-operam, in corso d'opera e post-operam. La scelta del formato e delle modalità di restituzione dei risultati è basata sui criteri di completezza, congruenza e chiarezza, anche in previsione di dover fornire tali informazioni a soggetti non direttamente coinvolti nelle attività di monitoraggio.

La modalità di restituzione dei risultati prevede l'impiego di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) per la rappresentazione e l'analisi dei risultati dell'intero progetto di monitoraggio ambientale.

### **1.5. Struttura organizzativa preposta all'effettuazione del monitoraggio ambientale**

In considerazione del numero e della complessa articolazione delle attività di monitoraggio ambientale la "struttura organizzativa" prevista per lo svolgimento e la gestione di tutte le attività di monitoraggio, per l'intera durata dello stesso, è la seguente:



Successivamente all'assegnazione delle attività, per ciascuna componente e/o fattore ambientale interessati dalle attività di monitoraggio, saranno individuati: il responsabile specialistico, le qualifiche ed i nominativi degli esperti utilizzati sia per le indagini ed i rilievi di campo, sia per l'elaborazione dei dati, nonché l'elenco dei laboratori individuati per lo svolgimento di analisi chimico-fisiche, etc. (saranno fornite le certificazioni disponibili attestanti l'accreditamento).

### 1.6. Piano di monitoraggio e di gestione ambientale.

IL PMGA (Piano di Monitoraggio e Gestione Ambientale), rappresenta uno strumento di tutela e salvaguardia, finalizzato alla prevenzione dei rischi ambientali derivanti dalla cantierizzazione ed esercizio di un'opera.

Il PMGA costituisce un momento di verifica delle scelte progettuali, e rappresenta un'opportunità per l'attuazione di correttivi rivolti a sanare l'insorgenza di eventi, fenomeni ed effetti imprevedibili o imprevedibili, che comportino come esito finale il deterioramento, il danno o l'aggravio dello stato di conservazione delle matrici ambientali.

In tal senso gli outcomes del monitoraggio rappresentano un fondamentale feedback per il gruppo di progettazione, attraverso il quale valutare la bontà e la congruità delle posizioni assunte, concorrendo al miglioramento della conoscenza del quadro

ambientale di riferimento, e a formare la sensibilità professionale degli stessi tecnici. Per quanto approfondita e precisa, la progettazione non è infatti esente da sviste o approssimazioni, che possono ripercuotersi in modo più o meno vistoso sull'ambiente;

Poichè la rappresentazione dell'ambiente si fonda sull'analisi dello stato e delle interazioni di tutte le sue componenti (in particolar modo quelle più direttamente coinvolgenti l'uomo e le sue sfere) la misurazione di parametri e variabili rappresentativi delle dinamiche ambientali è il presupposto per registrare gli impatti e loro significatività rispetto agli scenari previsionali attesi in sede progettuale.

A tal proposito, i dati acquisiti in sede di monitoraggio rappresentano il riscontro della fase di pianificazione e progettazione dell'opera, ed andranno ad integrarne i rilevati in un processo iterativo che è proprio dei sistemi di gestione;

Il piano di monitoraggio ambientale rappresenta infatti il momento di verifica del ciclo di Deming (Plan-Do-Check-Act), per cui l'opera di progetto (Plan) è realizzata nei termini previsti (Do), rimettendo al PMA la verifica dei risultati di azioni programmate (Check), la cui efficacia potrà essere eventualmente garantita grazie a correttivi e misure ad hoc (Act).

In tal senso, il progetto in se, non è più da considerarsi un momento concluso della vita di un'opera, ma piuttosto un'attività in progress, da implementarsi ogni qual volta emergano evidenze significative che denuncino carenze, peccati o criticità nuove o irrisolte dell'opera rispetto al suo ambiente.

Gran parte degli aspetti registrabili, riferiscono della conservazione delle matrici ambientali in chiave naturalistica (flora fauna ecosistemi, acque superficiali) mentre altre attengono maggiormente alla preservazione delle condizioni di benessere, salute e qualità della vita della popolazione residente (inquinamento acustico vibrazionale, atmosferico, pregiudizio dello stato dei luoghi e del paesaggio, tutela delle acque sotterranee etc).

Ne deriva l'individuazione di una serie molto estesa di variabili di processo, la cui corretta interpretazione da parte di professionalità aventi titolo, dovrà corrispondere all'attuazione di meccanismi di gestione come garantiti dalla predisposizione dei sistemi per la qualità, l'ambiente e la sicurezza di cui alle norme tecniche UNI EN ISO 9001, 14001 ed OHSAS 18001.

Il PMA, quale momento di verifica della realizzazione di un'opera, ne costituirà il metro di giudizio, e dovrà proporsi come strumento flessibile capace di adeguarsi alle istanze della produzione infrastrutturale e del crono programma delle attività.

Ciò garantirà la comprensione delle dinamiche causa effetto rilevate, e la possibilità di muovere soluzioni e correttivi appropriati alla soluzione di nodi, impedimenti e criticità emersi.

Gran parte degli oneri di gestione ambientale spetteranno alle figure professionali indicate dal presente PMA quali responsabili di specialistica, mentre la figura del responsabile del monitoraggio sarà il terminale cui spetterà il coordinamento delle professionalità coinvolte con l'agenzia regionale per la protezione ambientale.

L'emergere di situazioni impreviste, o il superamento di limiti di legge (ove espressamente stabiliti dalla normativa) dovrà portare all'individuazione delle strategie di intervento per ciascuna delle componenti attenzionate, riducendo o analizzando le cause del disturbo con l'attuazione di soluzioni attive e passive, ivi incluse la predisposizione di affinamenti investigativi e la messa in opera di correttivi progettuali.

### **1.7. Gestione del P.M.A.**

Al fine di garantire una corretta gestione del M.A., è necessario l'utilizzo di un sistema informativo, basato su piattaforma GIS, che gestisca la massa di dati proveniente, nel tempo, dalle diverse componenti ambientali. Tale sistema dovrà rispondere non solo ad esigenze di archiviazione, ma anche di acquisizione, validazione, elaborazione, comparazione, pubblicazione e trasmissione dei diversi dati. Il sistema sarà strutturato in moduli, tra di loro pienamente interfacciati e costruiti secondo criteri di gestione e consultazione comuni, funzionali a ciascuna attività necessaria al monitoraggio. La base informativa georeferenziata è costituita dagli elementi caratteristici del progetto e delle diverse componenti ambientali, dal database delle misure e degli indicatori, delle schede di rilevamento, delle analisi e dei riferimenti normativi e progettuali. In generale, la struttura dati della base informativa è una struttura basata su un modello dei dati per cui i dati alfanumerici (organizzati in un database relazionale - RDBMS) e i dati cartografici (organizzati in un GIS), sono collegati tra loro tramite un geocodice, in modo che tutti i dati, cui è possibile attribuire un'ubicazione sul territorio, risultino georeferenziati. Tutti i dati georeferenziati dovranno essere associati ad opportuni file di

strato vettoriale per la localizzazione geografica con suddivisione a livello di limiti amministrativi fino almeno a livello comunale. La georeferenziazione dei dati è effettuata in sistema WGS-84 (World Geodetic System 1984), al fine di tener conto dei diversi Sistemi di Coordinate utilizzati storicamente in cartografia. Per quanto riguarda il tipo di proiezione viene adottata la proiezione cilindrica traversa di Gauss, nella versione UTM (Universal Transverse Mercator). Anche tutte le cartografie prodotte, sia in formato vettoriale sia in formato raster saranno rappresentate secondo il sistema WGS84/UTM. Il Sistema Informativo soddisfa comunque i requisiti minimi di:

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

#### 1.7.1. Architettura del Sistema (piattaforma Hardware e Software)

La scelta della piattaforma hardware e software per la progettazione e lo sviluppo del Sistema Informativo è stata guidata dai seguenti criteri:

- utilizzo di una architettura hardware potente ma flessibile e che garantisca un supporto elevato a livello di prestazioni ma anche una relativa semplicità d'uso;
- utilizzo di software diffusi sul mercato e basati su interfaccia di uso comune, allo scopo di
- minimizzare i tempi di apprendimento per l'utente finale;
- utilizzo di software che garantiscano una buona flessibilità d'uso e consentano un elevato livello di personalizzazioni;
- utilizzo di RDBMS (Relational Data Base Management System) SQL compatibili allo scopo di consentire una elevata capacità di comunicazione del Sistema con altri esterni;
- utilizzo di prodotti che offrano una adeguata rete di supporto tecnico e di manutenzione;
- utilizzo di prodotti che consentano eventuali successive attività di implementazione allo scopo di adattare il Sistema a nuove esigenze.

#### 1.7.2. Requisiti e caratteristiche funzionali del Sistema

Il software impiegato consentirà di interrogare la banca dati e di estrarne le informazioni di interesse in maniera semplice e rapida. In particolare si potrà effettuare la ricerca dei

dati riguardanti un intero ambito di monitoraggio oppure un singolo punto di monitoraggio. Ad ogni punto di monitoraggio sarà associato il dato storico delle misure nonché tutte le informazioni multimediali connesse ( foto, testi, schede, ecc.). I dati relativi a ciascun punto potranno essere presentati in forma tabulare od in formato grafico (andamento di una certa variabile nel tempo). Le informazioni ed i dati estratti dalla banca dati saranno disponibili in formati importabili da programmi di larga diffusione tipo Excel, Access, Word, Autocad, Arcinfo ed Arcview. Le funzionalità di base del Sistema saranno le seguenti:

- visualizzazione ed interrogazione dei dati di monitoraggio sia su base cartografica che alfanumerica.
- caricamento dei dati di monitoraggio secondo maschere di acquisizione.
- realizzazione e stampa di report ed elaborati grafici di sintesi per ogni componente ambientale
- confronto delle misure con i valori di norma.

Funzioni di visualizzazione:

- visualizzazione della cartografia di base con requisiti di pan e zoom;
- visualizzazione contemporanea attraverso finestre multiple di dati grafici e alfanumerici; overlay di dati vettoriali e raster;
- visualizzazione di foto e immagini;
- visualizzazione attraverso tabelle e report dei dati alfanumerici per ogni componente monitorata;
- visualizzazione dei bollettini di monitoraggio e delle schede di monitoraggio attraverso l'interfaccia utente della banca dati alfanumerica.

Funzioni di interrogazione e report:

- selezione dei dati alfanumerici attraverso le stesse maschere utilizzate per l'introduzione dei dati con la funzione "query by form";
- selezione dei dati alfanumerici attraverso il puntamento tramite mouse dei punti di monitoraggio sulla cartografia;
- selezione dei punti sulla cartografia attraverso query su base alfanumerica;
- confronto tra le misure rilevate e i valori di norma. Individuazione dei punti critici;
- stampa dei report relativi ai punti di monitoraggio sia attraverso le maschere di acquisizione dati e interrogazione, che attraverso il collegamento dinamico con i dati cartografici.

## **2. COMPONENTI AMBIENTALI DI INDAGINE**

### **2.1. Introduzione**

L'opera in oggetto si sviluppa all'interno di un contesto extraurbano, ricalcando in buona parte il sedime attuale dell'autostrada A3 Salerno Reggio Calabria, ed attraversando aree agricole e naturali contraddistinte dalla presenza di case sparse; sulla base delle caratteristiche e delle valenze proprie di questo contesto territoriale, ma soprattutto sulla base delle risultanze dello Studio di Impatto Ambientale, delle attività previste durante l'intera fase costruttiva dell'opera e dei relativi impatti e di specifici sopralluoghi volti a definire la sensibilità dei ricettori ambientali interessati, si è provveduto a selezionare le componenti ambientali da monitorare che sono risultate realmente significative per una esaustiva caratterizzazione della qualità dell'ambiente in cui l'opera in progetto si sviluppa. Sulla base delle determinazioni cui si è giunti nel corso del presente lavoro, il monitoraggio ambientale verrà esteso alle seguenti 8 componenti:

- Ambiente idrico sotterraneo
- Ambiente idrico superficiale
- Atmosfera
- Rumore
- Suolo
- Vegetazione e Fauna
- Vibrazioni
- Paesaggio e Stato Fisico dei Luoghi

La significatività degli impatti delle lavorazioni in relazione alle componenti ambientali risulta variabile in funzione della tipologia delle lavorazioni, della loro durata e della presenza di ricettori in prossimità del cantiere. Il dettaglio di tali implicazioni viene fornito nell'ambito delle specifiche trattazioni per singola componente ambientale.

### **2.2. Ambiente idrico sotterraneo**

#### **2.2.1. Premessa**

Il progetto di monitoraggio dell'Ambiente Idrico Sotterraneo ha lo scopo di evidenziare le eventuali significative variazioni quantitative e qualitative sugli equilibri idrogeologici provocate dalla realizzazione delle opere previste nel progetto del nuovo tracciato stradale, dall'ubicazione e dalle caratteristiche delle aree di cantiere ai i loro impatti

potenziali nelle aree critiche segnalate dallo Studio di Impatto Ambientale. L'individuazione delle zone e dei siti dove localizzare i punti di monitoraggio è possibile attraverso l'incrocio dei diversi parametri idrogeologici che caratterizzano l'area con le tipologie di opere impattanti. Nei punti così individuati il monitoraggio consentirà di:

- definire lo stato della componente ambientale prima dell'inizio dei lavori;
- rilevare le eventuali interferenze generate sulle acque sotterranee dalle azioni di progetto, e la loro evoluzione nel tempo;
- certificare l'efficacia o meno degli interventi di mitigazione adottati;
- verificare, nel tempo, le condizioni fisico-chimiche delle acque di falda.

### 2.2.2. Approccio metodologico

Il monitoraggio delle acque sotterranee, muove dall'individuazione dei corpi idrici sottesi al tracciato e dai loro risentimenti alle lavorazioni e alle ricadute dell'esercizio stradale.

La presenza di falde idriche, in un contesto a così elevata complessità orografica non consente che in prima approssimazione la valutazione della significatività degli accumuli idrici sotterranei.

La stesura del presente monitoraggio ha dunque assimilato i contenuti informativi e bibliografici disponibili, e riconosciuto negli altopiani di Campotenese e del Mercure i siti di maggior interesse idrogeologico, cui associare ulteriori ambiti di rilievo locale, valevoli di tutela in ordine alla loro specificità e al rilievo assunto nei confronti delle piccole comunità insediative che si ritrovino a dipenderne.

Lo schema idrogeologico generale, identifica nelle formazioni terrigene paleo lacustri del Mercure e di Campotenese la presenza delle più significative falde idriche, potenzialmente interferite dalle opere in sottterraneo e dalle fondazioni afferenti a gallerie ponti, viadotti etc.

Gli ulteriori ambiti di indagine, tendono invece a collocarsi ove si rilevino insediamenti antropici sparsi, e sono finalizzati alla salvaguardia del diritto di accesso alla risorsa idrica da parte dei residenti. In tal senso non dovrà sorprendere la materializzazione di postazioni di monitoraggio in siti contraddistinti da una scarsa trasmissività idraulica, i cui rapporti stratigrafici tendono a configurarne quelle funzioni di acquicludo all'origine di un accumulo della risorsa.

Laddove indicato nella carta di ubicazione dei punti di monitoraggio, si predisporranno campionamenti ed analisi così come indicato nel prosieguo della trattazione, cogliendo i principali e più aggiornati riferimenti normativi e le più consolidate prassi tecnico scientifiche.

### 2.2.3. Descrizione punti di misura

Complessivamente i punti di monitoraggio individuati sono:

- Presso le aree di cantiere ovvero sulle aree di cantiere che per le caratteristiche del sottosuolo e degli impatti presenti sono considerate significative;
- lungo il tracciato in corrispondenza di quelle opere che potrebbero causare sbarramenti del normale deflusso della falda o depressioni locali del livello piezometrico (gallerie, trincee, opere di fondazione).
- Presso le aree limitrofe ad insediamenti antropici con captazioni idriche puntuali.

Nella tavola "Carta dell'ubicazione dei punti di misura" è possibile individuare i punti previsti per il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo. La scelta dei punti di monitoraggio per le acque sotterranee è di difficile attuazione, stante la complessità della componente ambientale considerata, e la difficoltà nel prevederne le dinamiche e le caratteristiche. Il corridoio di interesse è contraddistinto da unità litologiche idrogeologicamente eterogenee, aventi un comportamento differente rispetto all'accumulo e alla veicolazione delle acque sotterranee; le formazioni maggiormente rappresentate, ricollegabili agli ammassi calcareo dolomitici dell'Appennino Calabro-Lucano, presentano una conducibilità idraulica molto alta, figlia dell'elevata permeabilità secondaria di rocce fortemente tettonizzate e chimicamente dissolte. Altre unità geologiche si riferiscono alle formazioni del Mercure e a quelle di campotenese, lasciti della presenza di antichi specchi lacustri invasi da depositi terrigeni a lenti ghiaio-sabbiose e limose, con permeabilità da medie ad elevate, e con una conformazione morfologica che ove non sufficientemente incisa dall'idrografia superficiale, ben si presta all'accumulo della riserva idrica. Un'ultima unità geologica riferisce delle formazioni del Frido, depositi flyshoidi di argilliti e calcescisti, con permeabilità da media a bassa, che concorrono in modo rilevante alla caratterizzazione idrogeologica d'insieme, ponendosi come unità acquiclude di contenimento alla dispersione gravitativa degli apporti pluviometrici. Generalmente, gli apporti meteorici lungo il corridoio tendono ad essere dispersi per drenaggio nel reticolo idrografico e nelle formazioni carbonatiche, che attraversate dai contributi pluviometrici, tendono a

veicolare rapidamente i contributi a fondovalle. Diversa è invece la situazione che vede il contatto tra le unità carbonatiche e quelle ad inferiore trasmissività, il che pone le premesse per un accumulo della risorsa idrica nel sottosuolo.

In tal senso si giustifica gran parte delle scelte operate dal presente monitoraggio, che materializza presso i contatti geologici la maggior parte delle postazioni di campionamento, proprio in corrispondenza di quei siti ove la presenza di insediamenti antropici isolati denota una morfologia meno acclive ed una maggiore disponibilità di risorsa idrica.

Si allega a seguire la distinta dei punti di monitoraggio delle acque sotterranee.

I punti di misura verranno allestiti con piezometri di Casagrande (almeno due celle) o a tubo aperto, seguendo le indicazioni già fornite nel piano di indagini del progetto definitivo.

ID	PUNTO/AMBITO DI MISURA	UBICAZIONE/ PROGRESSIVA	FASE DI MONITORAGGIO	SCELTA PUNTO DI MISURA CRITICITA'
1	A_sott_1	KM 0,800	AO + CO + PO	falda formazioni del mercure
2	A_sott_2	KM 1,867	AO + CO + PO	falda formazioni del mercure
3	A_sott_3	KM 2,676	AO + CO + PO	sorgente - falda formaz. mercure sorgente a valle galleria jannello
4	A_sott_4	KM 2,676	AO + CO + PO	presenza di falda sospesa
5	A_sott_13	KM 4,932	AO + CO + PO	area con case sparse e possibili punti d'acqua privati a valle della galleria laria
6	A_sott_5	KM 5,093	AO + CO + PO	area con case sparse e possibili punti d'acqua privati a valle della galleria laria
7	A_sott_6	KM 6,319	AO + CO + PO	area con case sparse e possibili punti d'acqua
8	A_sott_14	KM 6,708	AO + CO + PO	area con case sparse e possibili punti d'acqua
9	A_sott_7	KM 7,667	AO + CO + PO	falda in area di dissesto gallarizzo
10	A_sott_8	KM 7,933	AO + CO + PO	falde di detrito e possibili accumuli idrici sotterranei in area di imbocco sud galleria colle trodo
11	A_sott_9	KM 8,722	AO + CO + PO	area con case sparse e falda superficiale
12	A_sott_15	KM 9,550	AO + CO + PO	formazione permeabile
13	A_sott_10	KM 10,150	AO + CO + PO	formazione permeabile
14	A_sott_16	KM 11,110	AO + CO + PO	formazione permeabile
15	A_sott_11	KM 13,840	AO + CO + PO	interferenza acquifero campotenese

16	A_sott_17	KM 15,806	AO + CO + PO	formazione permeabile
17	A_sott_19	KM 16,563	AO + CO + PO	formazione permeabile
18	A_sott_18	KM 16,563	AO + CO + PO	formazione permeabile
19	A_sott_20	KM 17,679	AO + CO + PO	formazione permeabile
20	A_sott_21	KM 17,759	AO + CO + PO	interferenza acquifero campotenese
21	A_sott_12	KM 19,150	AO + CO + PO	interferenza acquifero campotenese

**Tabella 1: Punti monitoraggio acque sotterranee**

### Attività di monitoraggio ante operam

Nei tre mesi precedenti l'inizio dei lavori si prevede di realizzare una raccolta di dati nei siti individuati per il monitoraggio, con misure dei parametri che si ritiene possano essere interferiti dalle operazioni. Nelle schede di rilevamento si riporteranno le seguenti informazioni:

- ubicazione stazioni monitoraggio acque sotterranee;
- letture piezometriche;
- dati sulla qualità delle acque sotterranee;
- regime pluvio-termometrico dell'area.

Si potranno così avere dati qualitativi e quantitativi tali da consentire di caratterizzare le acque sotterranee in modo da avere una situazione di riferimento che consenta di individuare le eventuali variazioni indotte dalla realizzazione dei manufatti e dalla installazione dei cantieri. Per l'ante operam si prevede l'esecuzione di due ripetizioni nei tre mesi precedenti l'inizio dei lavori.

PUNTO DI MISURA	MISURE				
	DURATA FASE ANTE OPERAM	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1÷21	4 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	trimestrale	1 G	FISCHE - LABORATORIO

**Tabella 2: Punti monitoraggio acque sotterranee - AO**

### Attività di monitoraggio in corso d'opera

Il Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO) ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non induca alterazioni dei caratteri quantitativi e qualitativi del sistema delle acque sotterranee. Il MCO dovrà confrontare i parametri

rilevati nello stato AO e segnalare le eventuali divergenze da questo. In particolare, in riferimento alle caratteristiche quantitative delle acque, il MCO dovrà evidenziare:

- l'entità dei prelievi o dei drenaggi legati alla realizzazione dell'opera;
- le conseguenti escursioni piezometriche;
- gli eventuali affioramenti delle acque sotterranee;
- le variazioni delle direzioni di flusso legate alla realizzazione dell'opera.

Per quanto riguarda le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee, il MCO dovrà segnalare le variazioni dello stato chimico delle acque e situazioni di inquinamento, per potere dare corso alle eventuali contromisure. Le misure di livello statico verranno svolte con cadenza trimestrale così come le misure in situ e le analisi di laboratorio, (parametri chimici, composti organici mirati e parametri microbiologici).

PUNTO DI MISURA	MISURE			
	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1÷21	16	OGNI 3 MESI	1 G	FISICHE - LABORATORIO

Tabella 3: Punti monitoraggio acque sotterranee - CO

### Attività di monitoraggio post operam

Per il monitoraggio post operam si appronterà una sola indagine per ciascun punto di indagine indicato nei paragrafi precedenti, collezionando i parametri già selezionati.

PUNTO DI MISURA	MISURE			
	NUMERO MISURE	DURATA FASE POST OPERAM	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1÷21	1	3 MESI DALL'ULTIMAZIONE DEI LAVORI	1 G	FISICHE - LABORATORIO

Tabella 4: Punti monitoraggio acque sotterranee - PO

#### 2.2.4. Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti

Le misure si eseguiranno all'interno di piezometri; essi, del tipo a tubo aperto, saranno posizionati all'interno di perforazioni eseguite appositamente in cui si immette un rivestimento provvisorio.

Prima di introdurre il piezometro il foro va spurgato pompando fuori acqua fin quando non esce pulita e poi si mette in posto il piezometro costituito da un tubo in pvc finestrato.

Il piezometro deve essere isolato verso l'esterno; al termine si provvederà a proteggere l'estremità superiore dei piezometri con un chiusino carrabile in ghisa.

Lo scopo del campionamento è quello di ottenere dei campioni di acqua di falda rappresentativi delle condizioni locali, e che possano essere utilizzati per le analisi di laboratorio.

Le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite analisi in situ e analisi di laboratorio:

#### **Analisi fisiche in situ**

- livello statico/livello piezometrico m.s.l.m.
- temperatura aria (°C)
- temperatura acqua (°C)
- ossigeno disciolto (mg/l)
- conducibilità elettrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
- conducibilità idraulica
- pH
- portata
- potenziale di ossido riduzione redox (mV)

#### **Analisi di tipo chimico-fisico di laboratorio:**

- solidi totali disciolti
- alcalinità
- ferro
- rame
- Nichel
- Zinco
- cadmio
- piombo
- cromo
- manganese
- arsenico
- Cromo totale
- Cromo VI
- Ferro
- Alluminio
- idrocarburi totali
- TOC

- Tensioattivi ionici e non ionici
- oli minerali
- solventi organici e solventi clorurati.
- Calcio
- Sodio
- Magnesio
- Potassio
- Nitrati
- Cloruri
- Solfati

#### 2.2.5. Normativa di riferimento

Per quanto riguarda le norme cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare, le grandezze da misurare, ecc., sono elencati i seguenti documenti:

#### **Normativa Comunitaria**

##### DIRETTIVA 2009/90/CE DELLA COMMISSIONE del 31 luglio 2009 :

Specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio. Attraverso tale direttiva la commissione Europea fornisce dei criteri e degli standard minimi per la caratterizzazione chimico fisica delle acque, e i requisiti cui dovranno ottemperare i laboratori per garantire l'emissione di standard di qualità conformi alle specifiche dettate dalla presente direttiva.

##### DIRETTIVA PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO UE 2008/105/CE:

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque. Tale direttiva costituisce parziale modifica ai contenuti della direttiva 2000/60 in materia di acque superficiali, e propone nuovi standard di qualità ambientale (Sqa) per alcune sostanze inquinanti prioritarie.

##### DIRETTIVA PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO UE 2006/118/CE:

Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. La direttiva istituisce misure specifiche per prevenire e controllare l'inquinamento delle acque sotterranee, ai sensi dell'articolo 17, paragrafi 1 e 2, della direttiva 2000/60/ CE. Queste misure comprendono in particolare: a) criteri per valutare il buono stato chimico delle

acque sotterranee; e b) criteri per individuare e invertire le tendenze significative e durature all'aumento e per determinare i punti di partenza per le inversioni di tendenza. Questa integra le disposizioni intese a prevenire o limitare le immissioni di inquinanti nelle acque sotterranee, già previste nella direttiva 2000/60/CE e mira a prevenire il deterioramento dello stato di tutti i corpi idrici sotterranei.

DECISIONE 2001/2455/CE PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO DEL 20/11/2001  
istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE. (GUCE L 15/12/2001, n. 331).

DIRETTIVA PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO UE 2000/60/CE:

Quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. La presente direttiva costituisce il quadro di riferimento volto alla tutela della risorsa idrica superficiale interna, sotterranea, di transizione e marina. In essa vengono stabiliti principi ed indirizzi per la sua tutela, il controllo degli scarichi e gli obiettivi per il suo continuo miglioramento in relazione ai suoi usi e alla sua conservazione.

DIRETTIVA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA n.1991/676/CE

DIRETTIVA CONSIGLIO UE N. 80/68/CEE:

Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose - Testo consolidato. La direttiva ha lo scopo di prevenire l'inquinamento delle acque sotterranee dovuto ad alcune sostanze (allegati I e II) e di ridurre o eliminare, nella misura possibile, le conseguenze dell'inquinamento già in atto.

## **Normativa Nazionale**

DM AMBIENTE 8 Novembre 2010, N. 260 (Decreto Classificazione):

Decreto Legislativo 16 marzo 2009, n. 30

"Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento"

DM AMBIENTE 14 APRILE 2009, N. 56:

Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici - Articolo 75, Dlgs 152/2006. Costituisce modifica del testo unico ambientale, nella fattispecie alla parte Terza del medesimo, che vedrà sostituito il suo allegato 1 con quello del presente decreto. I contenuti di detto allegato si riferiscono al monitoraggio e alla classificazione delle acque in funzione degli

obiettivi di qualità ambientale, e rendono conto dei contenuti ecologici chimici e fisici minimi per la caratterizzazione dei corpi idrici secondo precisi standard di qualità.

*DLGS 16 MARZO 2009, N. 30:*

Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. Il decreto definisce misure specifiche per prevenire e controllare l'inquinamento ed il depauperamento delle acque sotterranee, quali: a) criteri per l'identificazione e la caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei; b) standard di qualità per alcuni parametri e valori soglia per altri parametri necessari alla valutazione del buono stato chimico delle acque sotterranee; c) criteri per individuare e per invertire le tendenze significative e durature all'aumento dell'inquinamento e per determinare i punti di partenza per dette inversioni di tendenza; d) criteri per la classificazione dello stato quantitativo; e) modalità per la definizione dei programmi di monitoraggio quali-quantitativo.

*DLGS 16 GENNAIO 2008, N. 4 :*

Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Dlgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale. Il decreto costituisce l'aggiornamento principale del D.Lgs. 152 del 2006 e modifica anche la parte terza dello stesso relativa alla tutela delle acque; l'integrazione dei due decreti legislativi rappresenta la guideline in materia ambientale del nostro paese.

*DLGS 152/2006, TESTO UNICO AMBIENTALE :*

Il Testo unico ambientale rappresenta la legge quadro italiana nell'ambito della gestione tutela e protezione dell'ambiente; nella sua PARTE TERZA rende conto degli obiettivi e dei criteri per la gestione della risorsa idrica, stabilendo le linee guida per il suo utilizzo, depurazione, tutela e standard di qualità. Tale Parte sostituisce di fatto i contenuti della precedente normativa (DLgs 152/1999) demandando alle autorità regionali il compito di applicarne le indicazioni.

*DLGS 11 MAGGIO 1999, N. 152 - Disposizioni sulla tutela delle acque*

Rappresenta la prima norma di riferimento in materia di protezione delle acque e si prefigge la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee, perseguendo i seguenti obiettivi: a) prevenire e ridurre l'inquinamento e attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati; b) conseguire il miglioramento dello stato delle acque ed adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi; c) perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse

idriche, con priorità per quelle potabili; d) mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

DECRETO LEGISLATIVO 27 GENNAIO 1992, N.132 :

Attuazione della direttiva 80/68/CEE concernente la protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose. Il presente decreto ha lo scopo di prevenire l'inquinamento delle acque sotterranee dovuto alle sostanze appartenenti alle famiglie e ai gruppi di sostanze in allegato, e di ridurre o eliminare per quanto possibile le conseguenze dell'inquinamento già esistenti.

LEGGE 18 MAGGIO 1989, N. 183

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. La presente legge ha per scopo di assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi.

**Normativa Regionale**

PIANO DI TUTELA DELLA ACQUE DELLA REGIONE CALABRIA

**Campionamento acque**

- UNI EN 25667-1 Guida alla definizione di programmi di campionamento (1996)
- UNI EN 25667-2 Guida alle tecniche di campionamento (1996)
- Letteratura scientifica
- P. Bullo, A. Dal Prà "Lo sfruttamento ad uso acquedottistico delle acque sotterranee dell'alta pianura veneta" in *Geologica Romana* n° 30 (1994)
- Associazione Geotecnica Italiana (1977) "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche"
- G. Chiesa (1994) "Pozzi di Rilevazione" - I Quaderni delle acque sotterranee . n° 1 editrice Geo-Graph . Milano
- G. Chiesa "Metodi di indagine e di rilevazione per l'inquinamento" - I quaderni delle acque sotterranee
- G.Chiesa "Inquinamento delle acque sotterranee, metodi di indagine e di studio per la bonifica e la gestione delle acque inquinate" Hoepli editore 1992
- GNDCI - V.Francani e G.P.Beretta " Protezione e recupero delle acque sotterranee"

- *National Water Well Association (1986) "RCRA - Groundwater monitoring technical enforcement guidance document - NWWA/EPA series - Dublin . Ohio*
- *U.S. EPA (1975) "Manual of water well construction practices" - Report N.EPA -570/9-75-001 - Washington D.C.*
- *U.S. EPA Office of Water "National Recommended Water Quality Criteria"*
- *U.S. EPA Office of Water - Monitoring Water Quality- "National Water Quality Inventory" 1996, report to Congress*
- *U.S. EPA Office of Water - Monitoring Water Quality Inventory "Environmental Indicators of Water Quality Of United States"*

### **Trivellazione di pozzi**

- *Regio Decreto 11 Dicembre 1933 n° 1775 Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici*
- *Legge 464 dei 4 agosto 1984 "Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio Geologico elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale"*
- *Norme tecniche per lo scavo, la perforazione, la manutenzione e la chiusura di pozzi d'acqua (art 8 DPR. 236/88), testo approvato dal Consiglio Superiore LL.PP.*
- *Decreto Legislativo 12 Luglio 1993 n° 275 Riordino in materia di acque pubbliche*
- *Legge n° 36 del 1994 Disposizione in materia di acque pubbliche, e successive modifiche ed integrazioni.*

## **2.3. Ambiente idrico superficiale**

### **2.3.1. Premessa**

Il D.Lgs. 152/99 dispone che le Regioni individuino, sulla base delle indicazioni contenute nell'allegato 1 del Decreto stesso, i corpi idrici significativi, che devono conseguentemente essere monitorati e classificati al fine del raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale.

In particolare, devono essere considerati significativi tutti i *corsi d'acqua naturali di primo ordine* (cioè quelli recapitanti direttamente in mare) il cui bacino imbrifero abbia una superficie maggiore di 200 kmq, nonché tutti i *corsi d'acqua di secondo ordine o superiore* il cui bacino imbrifero abbia una superficie maggiore di 400 kmq;

“Devono inoltre essere censiti, monitorati e classificati anche tutti *quei corpi idrici che, per valori naturalistici e/o paesaggistici o per particolari utilizzazioni in atto, hanno rilevante interesse ambientale*”.

“Infine devono essere monitorati e classificati anche tutti *quei corpi idrici che, per il carico inquinante da essi convogliato, possono avere un’influenza negativa rilevante sui corpi idrici significativi*”.

Il tal senso, la regione Calabria ha individuato 32 bacini regionali significativi, mentre nel corridoio considerato, soddisfano i requisiti enumerati i fiumi Lao, Jannello e Battendiero.

Il progetto di monitoraggio dell’Ambiente Idrico Superficiale ha lo scopo di testimoniare le eventuali variazioni quantitative e qualitative indotte, a seguito dalla realizzazione dell’infrastruttura stradale, sulle caratteristiche delle acque superficiali presenti nel territorio attraversato, ovvero di verificare che non siano alterate le caratteristiche fisiche e chimiche e non sia turbato il naturale deflusso delle acque né durante l’esecuzione dei lavori né ad ultimazione degli stessi.

Il monitoraggio delle Acque Superficiali definirà le caratteristiche delle aste idriche nella fase ante operam e le variazioni che la realizzazione e l’esercizio dell’opera possono comportare nello stato della risorsa idrica. I punti da monitorare e le tecniche da adottare sono determinati dalla tipologia delle aree di interferenza dell’opera, dalle caratteristiche dei siti attraversati e dagli obiettivi del monitoraggio.

Essendo intervenuta la direttiva Europea WFD, che modifica nella sostanza le determinazioni e le prescrizioni contenute nel D.Lgs. 152/1999 e sue emanazioni regionali (Piano di Tutela delle Acque Regione Calabria – PTARC), la struttura del monitoraggio per le acque superficiali dovrà essere riadattata alle indicazioni della direttiva, come recepita dal D.lgs. 152/2006 e s.m.i. pur non contravvenendo al PTARC tuttora vigente.

In tal senso, lo stato di fatto nel recepimento del D.Lgs. pur avendo portato all’individuazione dei corpi idrici regionali, ancora non è in grado di fornirne la classificazione secondo le linee metodologiche indicate dal legislatore in classi di qualità chimica ed ecologica.

In attesa delle prime risultanze della campagna di monitoraggio prevista nell’ambito del

“POR Calabria FESR 2007-2013 - Linea d'intervento: Progetto per il Monitoraggio quali-quantitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei della regione ai sensi del d.lgs. 152/06 s.m.i.”, verranno mutuati i dati delle precedenti determinazioni, e considerate le classificazioni come da protocollo contenuto nel D.Lgs 152/1999 che attribuiscono la qualità “BUONA” al corso d'acqua Lao, presso la stazione di monitoraggio di Laino Borgo.

Per quanto attiene le attività pertinenti il presente progetto di monitoraggio, la campagna muoverà sulle indicazioni della direttiva WFD, promuovendo l'acquisizione delle metriche e dei parametri indicate dal nuovo quadro normativo per la caratterizzazione dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici individuati dal “Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale”.

Tra questi corpi idrici è bene sottolineare che non sia stato incluso il Torrente Jannello, che tuttavia, ritenuto come significativo rispetto alle esternalità prodotte dalle attività di costruzione della presente opera, verrà trattato in questa sede alla stregua dei corpi idrici individuati dall'autorità distrettuale di Bacino.

### 2.3.1. Approccio metodologico

Il monitoraggio delle acque superficiali, sarà rivolto alla caratterizzazione dei principali corsi d'acqua interessati dalla progettualità, rappresentati dai Fiumi Jannello, Lao e Battendiero.

La collocazione e la scala del progetto allo studio, riferisce di un reticolo idrografico scarsamente gerarchizzato in cui una serie di fossi minori conferiscono i propri contributi idraulici (solitamente effimeri e zenitali) alle aste idrologiche principali, coincidenti con le linee di fagliazione e sovrascorrimento riconoscibili in situ.

La principale discriminante per la materializzazione di una stazione di monitoraggio, si riferisce senza dubbio alla valutazione del deflusso minimo vitale dei corsi d'acqua, quale misura della loro capacità di supportare trame ecosistemiche complesse.

I tre fiumi oggetto di monitoraggio presentano i requisiti minimi per l'approntamento delle campagne di monitoraggio nei termini previsti dalla normativa, e finalizzati alla valutazione dei suoi stati chimici e biologici.

I punti di campionamento saranno collocati presso le principali interferenze con i corsi d'acqua, imputabili alla predisposizione dei cantieri operativi ed aree industriali a

supporto della costruzione/adequamento dei viadotti Jannello, Italia e Battendiero I, II e III.

Mentre per il viadotto Italia, i condizionamenti della cantierizzazione saranno più limitati, potendo contare su tecniche di smantellamento e varo degli implacati poco invasive e di una distanza sufficientemente elevata delle operazioni di cantiere dal corso d'acqua, per i restanti cantieri, si prevede invece l'occupazione degli ambiti golenali, cui potrebbe conseguire il deterioramento dei caratteri chimico fisici, morfologici, idraulici ed ecologici degli stessi, tutti aspetti che sarà cura del presente PMA rilevare e ricostruire.

### **Descrizione punti di misura**

I punti di misura e prelievo sono stati ubicati su sezioni rappresentative delle caratteristiche dei corpi idrici sottoposti a monitoraggio e sono situati a monte e a valle dei punti di realizzazione di opere d'arte (ponti, viadotti). I punti di monitoraggio sono stati scelti anche in funzione delle caratteristiche idrologiche dei corsi d'acqua, tralasciando piccoli fossi o impluvi di testa bacino che hanno acqua solamente pochi giorni all'anno. In tal senso sarà necessario prevedere una programmazione adattabile alle condizioni meteo climatiche e, in caso di impossibilità di effettuare il rilievo nel periodo previsto dal cronoprogramma, la misura dovrà essere rinviata al primo giorno utile in cui verrà rinvenuta una quantità d'acqua significativa. Nella tavola "Carta dell'ubicazione dei punti di misura" è possibile individuare i punti previsti per il Monitoraggio Ambientale delle Acque Superficiali secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche.

<b>PUNTO DI MISURA</b>	<b>UBICAZIONE/ PROGRESSIVA</b>	<b>FASE DI MONITORAGGIO</b>	<b>SCELTA PUNTO DI MISURA CRITICITA'</b>
1	KM 0,869 CARR. SUD	AO, CO + PO	A monte del viadotto sul Fiume Jannello
2	KM 0,869 CARR. NORD	AO, CO + PO	A valle del viadotto sul Fiume Jannello
3	KM 3,737 CARR. NORD	AO, CO + PO	A monte del viadotto Italia sul Fiume Lao
4	KM 3,737 CARR. SUD	AO, CO + PO	A valle del viadotto Italia sul Fiume Lao (presso il ponte in Contrada Campicello - Laino Castello)
5	KM 11,624 CARR. SUD	AO, CO + PO	A monte del Viadotto La Pineta sul fiume battendiero
6	KM 11,411 CARR. NORD	AO, CO + PO	A valle del Viadotto La Pineta sul fiume battendiero
7	KM 11,924 CARR. NORD	AO, CO + PO	A monte del Viadotto battendiero II sul fiume battendiero
8	KM 11,924 CARR. SUD	AO, CO + PO	A valle del Viadotto battendiero II sul fiume battendiero
9	KM 12,597 CARR. SUD	AO, CO + PO	A monte del Viadotto battendiero III sul fiume battendiero
10	KM 12,514 CARR. NORD	AO, CO + PO	A valle del Viadotto battendiero III sul

fiume battendiero

**Tabella 5: Punti monitoraggio acque superficiali**

### Attività di monitoraggio ante operam

Lo scopo, come detto, è quello di determinare le caratteristiche dei corsi d'acqua in termini quantitativi e qualitativi in modo da avere un riferimento da utilizzare in corso d'opera per ristabilire le condizioni preesistenti. Saranno sottoposti a monitoraggio ante operam tutti i corsi d'acqua individuati al punto precedente.

Il Monitoraggio AO delle acque superficiali ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche del corso d'acqua, in termini quantitativi e qualitativi, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dall'opera in progetto. A tal fine la frequenza viene stabilita in una misura da effettuarsi possibilmente in concomitanza con il periodo di massima delle precipitazioni (periodo autunno-inverno). Il MAO ha, infine, lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche del corso d'acqua tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico.

Per l'ante operam si prevede l'esecuzione di due ripetizioni nei mesi precedenti l'inizio dei lavori, cercando di condurne una preferenzialmente nella mensilità di maggio (o in subordine Marzo) e l'altra nel periodo autunnale.

PUNTO DI MISURA	MISURE				
	DURATA FASE ANTE OPERAM	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1÷10	-	2	Dicembre e Maggio (Marzo)	1 G	ASP 1 – ASP 2

**Tabella 6: Punti monitoraggio acque superficiali - AO**

### Attività di monitoraggio in corso d'opera

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

Il MCO dovrà confrontare i suoi rilievi con le determinazioni acquisite durante la fase AO, e segnalare le divergenze che eventualmente venissero a evidenziarsi.

In relazione a quanto stabilito dalla normativa di riferimento e dal Piano di tutela delle acque si ritiene opportuno effettuare un controllo con cadenza almeno trimestrale per

ciascun punto di rilievo, in modo da far emergere le oscillazioni stagionali dei parametri e segnalare i fenomeni di origine antropica ricollegabili alle lavorazioni in corso di svolgimento.

La segnalazione di scostamenti rispetto alle condizioni preesistenti dovrà avviare le procedure di verifica, finalizzate a confermare e valutare le tendenze osservate e a predisporre le indagini necessarie all'individuazione delle cause.

Una volta riconosciute le cause all'origine del disturbo, si dovrà dare corso a contromisure idonee a circoscrivere e sanare il danno eventualmente incorso e dovuto al verificarsi di eventi assolutamente imprevedibili.

Poiché il monitoraggio delle acque dovrà acquisire indicatori diversi sia per contenuto informativo che per significatività campionaria, le operazioni di campionamento potranno occorrere in momenti e periodi diversi, e richiedere frequenze di indagine specifiche;

è evidente infatti che per la corretta valutazione di parametri e metriche di tipo biologico, sarà necessario finalizzare i rilievi entro le finestre temporali idonee a coglierne gli aspetti più significativi, e che a seconda dei casi, si debbano individuare i criteri capaci di far emergere le informazioni ricercate.

I cicli stagionali della vita e delle sue forme, producono manifestazioni differenti durante l'anno, e la primavera rappresenta in via generale il periodo più indicato a cogliere le informazioni ricercate.

In linea generale una volta identificato il corredo di parametri da monitorare, si renderà necessario definire la scansione temporale per il loro campionamento; avendo scelto di mutuare gli indicatori e le metriche di sintesi proposte dalla direttiva WFD, si è deciso di avallare le indicazioni dello stesso ministero dell'ambiente, dell'ISPRA e della letteratura scientifica di riferimento per la definizione delle finestre temporali più indicate per il prelievo di campioni; ne è emerso un quadro d'insieme, che identifica tre diverse finestre temporali per la conduzione delle indagini, la prima tra il finire dell'inverno e gli inizi della primavera (Marzo), la seconda in tarda primavera (Maggio) e la terza tra il finire dell'estate e l'inizio dell'autunno (Settembre).

In tali periodi, in cui si sovrappongono le finestre di significatività temporale delle metriche biologiche, si dovranno integrare ai campionamenti di base (analisi chimico

fisiche) quelli di ordine biologico e idromorfologico, pervenendo a campagne più consistenti dal punto di vista analitico di quelle solitamente richieste.

Stante la necessità di prodursi in accertamenti per un numero minimo di quattro ripetizioni annuali, ne deriverà che le indagini per le acque superficiali prevedranno diverse tipologie di campagne definite sinteticamente come di base, ordinarie, estensive e complete.

In tal senso una campagna di monitoraggio completa prevedrà l'acquisizione di tutti i parametri di tipo chimico-fisico, biologico ed idromorfologico, una campagna estensiva corrisponderà ad una campagna completa al netto della componente ittica del biota e della morfologia, mentre una campagna ordinaria ometterà rispetto alla precedente le determinazioni su macrofite.

Le campagne di accertamento di base prevedranno infine la sola caratterizzazione chimico fisica delle acque, da eseguirsi nei periodi non ricompresi tra quelli precedentemente annoverati.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera avrà una durata pari a quella delle lavorazioni, e dovrà tenere conto dell'avanzamento lavori fino al completo esaurimento dell'interferenza sui corpi idrici.

Dall'analisi delle WBS di progetto, e delle rispettive ricadute sui corpi idrici superficiali, è emerso che i possibili risentimenti su di essi siano di "magnitudo" diversa a seconda dei del tipo di attività interferente;

ciò implica che la scansione temporale dei campionamenti, figlia del grado di attenzione espresso dal monitore sui corpi idrici osservati, sarà diversificata, cosicché per il Fiume Lao, difficilmente accessibile e distante svariate centinaia di metri dalle principali operazioni di campo, si ricorrerà ad indagini trimestrali, salvo procedere ad accertamenti mensili per i fiumi Battendiero e Jannello, interessati su più tratti da gravose interferenze lungo alveo.

PUNTO DI MISURA	MISURE				
	DURATA FASE CORSO D'OPERA	N° MISURE ASP.1 + ASP.2	PERIODICITA' ASP.1 / ASP.2	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1÷2	50 MESI	54+14	Mensile/quadrimestrale	1 G	ASP 1 – ASP 2
3÷4	54 MESI	18+18	trimestrale	1 G	ASP 1 – ASP 2
5÷6	42 MESI	42+8	Mensile/quadrimestrale	1 G	ASP 1 – ASP 2
7÷8	21 MESI	21+5	Mensile/quadrimestrale	1 G	ASP 1 – ASP 2
9÷10	22 MESI	22+5	Mensile/quadrimestrale	1 G	ASP 1 – ASP 2

Tabella 7: Punti monitoraggio acque superficiali - CO

### Attività di monitoraggio post operam

Il Monitoraggio PO ha lo scopo di controllare e verificare che la fase di esercizio dell'opera non induca alterazioni dei caratteri idrologici e qualitativi del sistema acque superficiali. A tal proposito, si ritiene opportuno verificare per una sola volta dopo l'entrata in esercizio del collegamento stradale la qualità ambientale dei corpi idrici monitorati cui associare la loro caratterizzazione idrologica ed idraulica. I parametri da misurare sono gli stessi indicati per la fase ante operam; Il periodo per le operazione di campionamento sarà preferenzialmente individuato nella stagione primaverile (Marzo/Maggio).

PUNTO DI MISURA	DURATA FASE POST OPERAM	NUMERO MISURE	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1÷10	Preferenzialmente Marzo/Maggio	1	1 G	ASP 1 – ASP 2

Tabella 8: Punti monitoraggio acque superficiali - PO

#### 2.3.2. Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti

In conformità alle leggi vigenti la scelta dei parametri da monitorare deve prevedere una caratterizzazione idrologica e qualitativa del corpo idrico. A tal fine saranno eseguite misure in situ e saranno prelevati campioni d'acqua da analizzare in laboratorio sotto il profilo fisico-chimico. Per garantire l'uniformità e la successiva confrontabilità delle misure raccolte è necessario che i rilievi vengano svolti con metodologie univoche e prestabilite. Questa procedura garantisce il confronto dei dati raccolti in aree geografiche diverse e nelle varie fasi di monitoraggio. Per la definizione delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali si procederà al collezionamento dei

seguenti dati, raggruppati nei due seguenti sottoinsiemi (ASP.1 - Acque superficiali 1 e ASP.2 - Acque superficiali 2):

**ASP.1**

- Temperatura acqua
- Temperatura aria
- Ph
- Potenziale di ossido riduzione redox
- Ossigeno disciolto
- Ossigeno %
- Concentrazione ioni idrogeno
- SST
- Cloruri
- Solfati
- Idrocarburi totali
- Azoto ammoniacale
- Ammoniaca totale
- Zinco totale
- Zinco disciolto
- Rame
- Arsenico
- Cadmio totale
- Cadmio disciolto
- Cromo totale
- Mercurio totale
- Nichel
- Piombo
- Tensioattivi anionici e non ionici
- BOD5
- COD
- Metalli
- Metalli disciolti
- Mercurio
- Mercurio disciolto
- Conducibilità elettrica

- IPA
- Alluminio
- Ferro
- Escherichia coli

**ASP.2:**

- Tipo di acqua
- Colore
- Odore
- Percorso fluviale
- Ambito limitrofo sezione misura
- Larghezza alveo
- Materiale di sponda
- Velocità corrente
- Distribuzione granulometrica substrato alveo
- Piante d'acqua
- Detrito organico
- Anaerobiosi sul fondo
- Torbidità
- Batteri filamentosi
- Organismi incrostanti
- EQB (Elementi di Qualità Biologica come dal DM 260/2010)

Per la **determinazione delle portate** viene utilizzato il metodo correntometrico in corrispondenza delle sezioni individuate in precedenza. Per garantire l'affidabilità dei dati raccolti occorre verificare l'efficienza della strumentazione (mulinello) prima di ogni campagna di misura. È altrettanto importante che le misure su ogni sezione siano completate con la stessa strumentazione: un eventuale guasto comporta la necessità di scartare i dati raccolti e di ricominciare da capo il rilievo con una nuova strumentazione. I dati rilevati saranno trascritti su schede precompilate e riempite in tutte le loro parti.

Il prelievo di campioni per le **analisi chimico-fisiche di laboratorio** verrà realizzato tramite sonda a trappola che verrà immersa nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero dell'acqua. 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 trasportati in casse refrigerate e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo.

Per la **Caratterizzazione Ecologica** è prevista la determinazione dei parametri e delle metriche come da D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (determinazione dello stato chimico ed ecologico dei corsi d'acqua tramite calcolo degli indici STAR-ICMi, ICMi, ISECI, IBMR, LUI-cara etc..) e delle sostanze nell'elenco degli analiti per le acque potabili etc..

Per la **Caratterizzazione Batteriologica** è prevista invece la determinazione dei parametri e delle metriche come da D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., e delle sostanze nell'elenco degli analiti per le acque potabili etc., così come la determinazione di Salmonella, Escherichia coli, test micro tossicità, etc.

### 2.3.3. Normativa di riferimento

Per quanto riguarda le norme cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare, le grandezze da misurare, ecc., sono elencati i seguenti documenti:

#### **Normativa Comunitaria**

##### DIRETTIVA 2009/90/CE DELLA COMMISSIONE del 31 luglio 2009

Specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio. Attraverso tale direttiva la commissione Europea fornisce dei criteri e degli standard minimi per la caratterizzazione chimico fisica delle acque, e i requisiti cui dovranno ottemperare i laboratori per garantire l'emissione di standard di qualità conformi alle specifiche dettate dalla presente direttiva.

##### DIRETTIVA PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO UE 2008/105/CE:

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque. Tale direttiva costituisce parziale modifica ai contenuti della direttiva 2000/60 in materia di acque superficiali, e propone nuovi standard di qualità ambientale (Sqa) per alcune sostanze inquinanti prioritarie.

##### DIRETTIVA 2007/60/CE

La Direttiva 2007/60/CE fornisce un quadro di riferimento a livello comunitario per la individuazione delle aree inondabili e delle aree a rischio secondo criteri comuni e per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni. La Direttiva Quadro relativa alla

valutazione e alla gestione dei rischi da alluvioni (Direttiva 2007/60/CE), ha l'obiettivo di istituire in Europa un quadro coordinato per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvione che è principalmente volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana nonché a ridurre i possibili danni all'ambiente, al patrimonio culturale e alle attività economiche connesse con i fenomeni in questione. In tal senso l'art. 7 della direttiva prevede la predisposizione del cosiddetto Piano di Gestione del rischio di alluvioni.

DECISIONE 2001/2455/CE PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO DEL 20/11/2001

istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE.

(GUCE L 15/12/2001, n. 331).

DIRETTIVA PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO UE 2000/60/CE:

Quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (WATER FRAMEWORK DIRECTIVE - WFD): La presente direttiva costituisce il quadro di riferimento volto alla tutela della risorsa idrica superficiale interna, sotterranea, di transizione e marina. In essa vengono stabiliti principi ed indirizzi per la sua tutela, il controllo degli scarichi e gli obiettivi per il suo continuo miglioramento in relazione ai suoi usi e alla sua conservazione.

**Normativa Nazionale**

Decreto Legislativo 10 dicembre 2010, n.219

"Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque"

D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49

Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.

Nell'ambito della normativa nazionale di recepimento della Direttiva (D.Lgs. 23.02.2010 n. 49), il PGRA-AO è predisposto nell'ambito delle attività di pianificazione di bacino di cui agli articoli 65, 66, 67, 68 del D.Lgs. n. 152 del 2006 e pertanto le attività di

partecipazione attiva sopra menzionate vengono ricondotte nell'ambito dei dispositivi di cui all'art. 66, comma 7, dello stesso D.Lgs. 152/2006.

*DM AMBIENTE 8 Novembre 2010, N. 260 (Decreto Classificazione):*

Costituisce il regolamento recante le metriche e le modalità di classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 Aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3 del medesimo decreto legislativo.

*DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE 17 LUGLIO 2009 (G.U. N. 203 DEL 02.09.2009)*

*DM AMBIENTE 14 APRILE 2009, N. 56 (Decreto Monitoraggio):*

Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici - Articolo 75, Dlgs 152/2006.

Costituisce modifica del testo unico ambientale, nella fattispecie alla parte Terza del medesimo, che vedrà sostituito il suo allegato 1 con quello del presente decreto. I contenuti di detto allegato si riferiscono al monitoraggio e alla classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale, e rendono conto dei contenuti ecologici chimici e fisici minimi per la caratterizzazione dei corpi idrici secondo precisi standard di qualità.

*DM AMBIENTE 16 Giugno 2008, N. 131 (Decreto Tipizzazione):*

criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici, metodologie per l'individuazione di tipi per le diverse categorie di acque superficiali (tipizzazione), individuazione dei corpi idrici superficiali ed analisi delle pressioni e degli impatti.

*DLGS 16 GENNAIO 2008, N. 4 :*

Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Dlgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.

Il decreto costituisce l'aggiornamento principale del D.Lgs. 152 del 2006 e modifica anche la parte terza dello stesso relativa alla tutela delle acque; l'integrazione dei due decreti legislativi rappresenta la guideline in materia ambientale del nostro paese.

*DLgs 152/2006, Testo unico ambientale :*

Il Testo unico ambientale rappresenta la legge quadro italiana nell'ambito della gestione tutela e protezione dell'ambiente; nella sua PARTE TERZA rende conto degli obiettivi e dei criteri per la gestione della risorsa idrica, stabilendo le linee guida per il suo utilizzo,

depurazione, tutela e standard di qualità. Tale Parte sostituisce di fatto i contenuti della precedente normativa (DLgs 152/1999) demandando alle autorità regionali il compito di applicarne le indicazioni.

#### DLGS 11 MAGGIO 1999, N. 152 "ABROGATA"

Vecchio testo unico in materia di acque da assumere come riferimento per la comprensione dei più recenti aggiornamenti normativi:

#### LEGGE 18 MAGGIO 1989, n. 183

Vecchia norma sul riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo abrogata dall'articolo 175 del decreto legislativo n. 152 del 2006 da assumere come riferimento in attesa che si aggiornino i piani di settore ad essi relativi:

### **Normativa Regionale**

#### PIANO DI TUTELA DELLA ACQUE DELLA REGIONE CALABRIA

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

- *UNI EN 25667-1 Guida alla definizione di programmi di campionamento;*
- *UNI EN 2566-7 Guida alle tecniche di campionamento;*
- *ISO 5667-3:1994 Guidance on the preservation and handling of samples;*
- *ISO 5667-14:1998 Guidance on quality assurance of environmental water sampling and handling;*
- *ISO 4363:1993 Measurement of liquid flow in open channels - Method for measurement of suspended sediments;*
- *ISO/DIS 5667-17 Guidance on sampling of suspended sediments;*
- *ISO/TR 13530:1997 Guide to analytical quality control for water analysis;*
- *ISO 9001 "Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti"*
- *UNI EN ISO 10005:1996 "Linee guida per fornitori e committenti per la preparazione, il riesame, l'accettazione, e la revisione di piani di qualità";*
- *UNI CEI EN ISO/IEC 17025 "Requisiti generali per la competenza di laboratori di prova e taratura".*

## **2.4. Atmosfera**

### **2.4.1. Premessa**

La campagna di monitoraggio relativa alla componente atmosfera ha lo scopo di valutare i livelli di concentrazione degli inquinanti previsti nella normativa nazionale e di

altri ritenuti significativi, ovvero polveri totali sospese (PTS), polveri fini (PM10, PM2,5), oltre ai principali inquinanti gassosi da traffico (CO, SO2, NOx, NO2, O3 e Benzene), al fine di individuare l'esistenza di eventuali stati di attenzione ed indirizzare gli interventi di mitigazione necessari a riportare i valori entro opportune soglie definite dallo strumento legislativo o da altri livelli di riferimento. Dal confronto tra i valori rilevati dei parametri di qualità dell'aria e i valori limite indicati sarà possibile valutare:

- l'incremento del livello di concentrazioni di polveri indotto in fase di realizzazione dell'opera;
- l'incremento dei restanti inquinanti in funzione sia delle lavorazioni effettuate nei cantieri che delle eventuali modificazioni al regime del traffico indotto dalla cantierizzazione e, in particolar modo, l'incremento delle concentrazioni degli inquinanti emessi dai veicoli durante l'esercizio (post operam).

Lo Studio modellistico Atmosferico eseguito per il progetto esecutivo, evidenzia l'assenza di criticità per gli inquinanti esaminati, in corrispondenza dei ricettori individuati e per la situazione meteo climatiche prevalente per la fase post operam.

#### 2.4.1. Approccio metodologico

Il monitoraggio dell'aria è uno dei temi più sensibili della caratterizzazione del quadro ambientale di un'opera autostradale.

La precauzione della collettività rispetto ad un'opera di questo tipo, va ben oltre i timori rilevati da studi ed evidenze epidemiologiche, tanto da promuovere un approccio di verifica di tipo conservativo, rivolto all'osservazione dei livelli di inquinamento apprezzabili in corrispondenza dei principali nuclei insediativi.

Tra questi, il centro urbano più significativo è rappresentato dall'abitato di Mormanno, posizionato in asse al tracciato e attualmente bypassato da un attraversamento in sotterraneo, che consente il superamento dell'omonimo Colle.

L'abitato, posizionato in quota rispetto all'asse stradale, non dovrebbe evidenziare ricadute significative per le emissioni autostradali del nuovo tracciato, anche in virtù di un suo allontanamento e confinamento in galleria che tenderebbe ad escludere un aggravio della qualità dell'aria rispetto alla situazione attuale.

Il monitoraggio si prefigge da un lato la valutazione dei condizionamenti antropici connessi alla cantierizzazione, e dall'altro la verifica dell'inquinamento indotto dall'esercizio stradale in caso di parzializzazione delle carreggiate e di esercizio; In tal

senso non tutti i presidi di misura saranno soggetti all'esecuzione di monitoraggi post operam, dovendo alcuni di essi valutare i soli condizionamenti prodotti dai siti di cantiere attivi nelle sole fasi operative.

Le stazioni di monitoraggio si collocano presso cluster residenziali prospicienti il tracciato autostradale, ed i dati collezionati, sulla scorta dei più recenti orientamenti tecnico-normativi dovranno essere integrati alle evidenze modellistiche, in modo da restituire un quadro d'insieme più chiaro e significativo della realtà studiata.

#### 2.4.2. Descrizione punti di misura

Gli ambiti territoriali da sottoporre ad indagine sono stati individuati ponendo particolare attenzione ai recettori ubicati nelle vicinanze della futura infrastruttura stradale.

Essi sono stati preferenzialmente individuati nelle aree affette dalle più alte concentrazioni di inquinanti così come emerse nell'ambito dello studio di qualità dell'aria associato al progetto esecutivo allorchè interessate dalla presenza di ricettori contermini, rispetto ai quali si è tenuti ad un atteggiamento maggiormente cautelativo.

Gli altri ambiti di maggiore sensibilità sono stati individuati con riferimento alle attività di cantiere (cantieri fissi e distaccati), che possono indurre effetti inquinanti indotti dalle lavorazioni e dalle attività di trasporto e movimentazione di materiali.

I ricettori oggetto di monitoraggio sono edifici residenziali che, date le caratteristiche del territorio prevalentemente agricolo e con aggregati insediativi sparsi, possono comprendere anche insediamenti costituiti da fabbricati adibiti alla conduzione di attività lavorative. Nella tavola "**Carta dell'ubicazione dei punti di misura**" è possibile individuare i punti previsti per il monitoraggio dell'atmosfera.

punto di misura	ubicazione/ progressiva	FASE DI MONITORAGGIO	SCELTA PUNTO DI MISURA: CRITICITA'
1	KM 1,036 CARR. NORD	AO, CO	CASE SPARSE
2	KM 6,200 CARR. SUD	AO, CO	CASE SPARSE
3	KM 8,900 CARR. SUD	AO, CO + PO	ABITATO DI MORMANNO - SUD
4	KM 11,400 CARR. NORD	AO, CO	ABITATO DI MORMANNO - NORD
5	KM 19,100 CARR. SUD	AO, CO	CASE SPARSE

Tabella 9: Punti monitoraggio dell'aria

#### Articolazione ed estensione temporale delle attività di monitoraggio

Le campagne di monitoraggio, aventi ciascuna durata di 2 settimane (14 giorni), permetteranno di ricostruire, per la componente in esame, un quadro di riferimento ambientale per ognuna delle tre fasi ante, corso d'opera e post operam, sui recettori indicati;

oltre agli inquinanti dell'aria saranno determinati anche i parametri meteorologici.

### Attività di monitoraggio ante operam

Il monitoraggio AO sarà eseguito entro l'anno precedente l'inizio delle attività con cadenza trimestrale.

punto di misura	misure					
	DURATA FASE ANTE OPERAM	numero misure	periodicità	tempo misura	tipo misura	Art.
1÷5	1 anno prima dell'inizio lavori	4	trimestrale	14 gg	meteo - aero inquinanti	ATM.1 ATM.2

Tabella 10: attività ante operam

### Attività di monitoraggio in corso d'opera

Nella fase CO si eseguono quattro rilievi per ogni anno di lavorazione.

punto misura	DURATA FASE CORSO D'OPERA	misure				
		numero misure	periodicità	tempo misura	tipo misura	Art.
1÷5	48 MESI	16	OGNI 3 MESI	14 gg	METEO - AERO INQUINANTI	ATM.2 ATM.3

Tabella 11: attività corso d'opera

### Attività di monitoraggio post operam

Nella fase PO, si eseguiranno quattro rilievi nell'anno successivo all'entrata in esercizio.

punto di misura	misure					
	DURATA FASE POST OPERAM	numero misure	periodicità	tempo misura	tipo misura	Art.

3	1 anno oltre la fine dei lavori	4	OGNI 3 MESI	14 gg	meteo - aero inquinanti	ATM.1 ATM.2
---	---------------------------------	---	-------------	-------	-------------------------	----------------

**Tabella 12: attività post operam**

### 2.4.3. Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti

Le attività di monitoraggio saranno realizzate tramite postazioni mobili per campagne di misura periodiche. La strumentazione utilizzata si compone di un mezzo mobile dotato di adeguato sistema di condizionamento per garantire una continua ed ottimale distribuzione della temperatura al suo interno; questo permette agli analizzatori di lavorare sempre in condizioni controllate e standard. La stazione di rilevamento è organizzata in tre blocchi principali:

- Analizzatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi;
- Centralina per la valutazione dei parametri meteorologici;

#### **Unità di acquisizione ed elaborazione dati.**

Tutti gli analizzatori con i quali è equipaggiata la stazione mobile di rilevamento, saranno in grado di funzionare 24 ore su 24 e saranno conformi a quanto previsto dalla normativa di riferimento in materia.

Inquinanti:

- CO (UNI EN 14626);
- NO<sub>x</sub> (UNI EN 14211);
- PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>;
- Polveri totali sospese;
- SO<sub>2</sub> (UNI EN 14212);
- NO<sub>2</sub> (UNI EN 14211);
- Pb (ISO 9855: 1993);
- Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) (DM 25/11/94 – Allegato VI - UNI EN 14662-2:2005);
- IPA (benzo(a)pirene); (Rapporto Istisan06/38 dell'ISS)
- BTX (UNI EN 14662-2:2005);
- Ozono (O<sub>3</sub>) (UNI EN 14625:2005);
- Metalli pesanti (Ni, Cd e Pb) UNI EN 14902:2005.
- Analisi frazione terrigena delle polveri su filtri al quarzo con lettura in ICP ottico dei seguenti elementi (UNI EN 14902):
  - o Alluminio

- Silicio
- Zolfo
- Potassio
- Calcio
- Titanio
- Ferro
- IPA
- Benzo(a)pirene

### **Parametri meteorologici**

Tutti i sensori della centralina meteo sono collegati con l'unità di raccolta ed elaborazione dati, in modo da poter correlare in ogni momento i valori forniti dagli analizzatori degli inquinanti con le condizioni meteorologiche incidenti.

Di seguito vengono elencati i parametri monitorati:

- velocità del vento
- direzione del vento
- temperatura
- precipitazioni
- radiazione solare
- pressione
- umidità relativa.

#### **2.4.4. Normativa di riferimento**

I riferimenti normativi per la componente in esame sono riassunti di seguito.

#### **Normativa comunitaria**

##### *Direttiva Parlamento europeo e Consiglio Ue 2008/50/Ce :*

La direttiva stabilisce obiettivi di qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso. Questa stabilisce alcune linee guida per uniformare le determinazioni ambientali comunitarie e gli obiettivi di mantenimento e miglioramento della qualità dell'aria.

##### *Direttiva 2004/107/Ce :*

Concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.

Obiettivi della presente direttiva sono:

fissare un valore obiettivo per la concentrazione di arsenico, cadmio, nickel e benzo(a)pirene nell'aria ambiente per evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi di arsenico, cadmio, nickel e degli idrocarburi policiclici aromatici sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso;

garantire il mantenimento della buona qualità dell'aria ambiente e il suo miglioramento, negli altri casi, con riferimento all'arsenico, al cadmio, al nickel e agli idrocarburi policiclici aromatici

definire metodi e criteri comuni per la valutazione delle concentrazioni di arsenico, cadmio, mercurio, nickel e idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente, nonché della deposizione di arsenico, cadmio, mercurio, nickel e idrocarburi policiclici aromatici;

*Direttiva Parlamento europeo e Consiglio Ue 2002/3/Ce Ozono nell'aria - Testo consolidato :*

Fissa gli obiettivi a lungo termine, valori bersaglio, una soglia di allarme e una soglia di informazione relativi alle concentrazioni di ozono nell'aria della Comunità, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso.

*Direttiva Parlamento europeo e Consiglio Ue 2001/81/Ce :*

Limiti nazionali di emissione in atmosfera di biossido di zolfo, ossidi di azoto, componenti organici volatili, ammoniaca - Testo consolidato.

La direttiva vuole limitare l'emissione di sostanze acidificanti ed eutrofizzanti e precursori dell'ozono onde tutelare la salute umana ed ambientale dai rischi derivanti dall'acidificazione eutrofizzazione e concentrazione di ozono al suolo. Questa stabilisce dei valori critici, e definisce dei limiti di riferimento per il 2010 ed il 2020.

*Direttiva Parlamento europeo e Consiglio Ue n. 2000/69/Ce :*

a) stabilisce valori limite per le concentrazioni di benzene e di monossido di carbonio nell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente in generale;

b) valuta le concentrazioni nell'aria ambiente di benzene e di monossido di carbonio in base a metodi e criteri comuni;

c) è volta a mantenere la qualità dell'aria ambiente laddove è buona e migliorarla negli altri casi relativamente al benzene e al monossido di carbonio.

*Direttiva Consiglio Ue 1999/30/Ce Valori limite qualità dell'aria ambiente per biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, piombo :*

- stabilire valori limite e, ove opportuno, soglie di allarme per le concentrazioni di biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, particelle e piombo nell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente in generale;
- valutare le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, particelle e piombo in base a metodi e criteri comuni;
- mantenere la qualità dell'aria dove essa è buona e migliorarla negli altri casi relativamente al biossido di zolfo, al biossido di azoto, agli ossidi di azoto, alle particelle e al piombo.

*DIRETTIVA 96/62/CE DEL CONSIGLIO del 27 settembre 1996 in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente*

Obiettivo generale della direttiva è definire i principi di base di una strategia comune volta a:

- definire e stabilire obiettivi di qualità dell'aria ambiente nella Comunità europea al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell'aria ambiente negli Stati membri in base a metodi e criteri comuni;
- disporre di informazioni adeguate sulla qualità dell'aria ambiente e far sì che siano rese pubbliche, tra l'altro mediante soglie d'allarme;
- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove è buona, e migliorarla negli altri casi.

## **Normativa Nazionale**

*DECRETO LEGISLATIVO 24 dicembre 2012, n. 250*

Qualità dell'aria ambiente - Modifiche ed integrazioni al Dlgs 13 agosto 2010, n. 155; definendo anche il metodo di riferimento per la misurazione dei COV;

DM ambiente 29 novembre 2012, individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria – di attuazione del Dlgs 13 agosto 2010, n. 155.

DECRETO LEGISLATIVO 13/08/2010 n. 155:

Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. Il Decreto individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio (NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, Benzene, Benzo(a)pirene, Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel, Mercurio, precursori dell'ozono) e stabilisce le modalità della trasmissione e i contenuti delle informazioni, sullo stato della qualità dell'aria, da inviare al Ministero dell'Ambiente.

DECRETO LEGISLATIVO 26 giugno 2008, n. 120

Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152, di attuazione della direttiva 2004/107/CE relativa all'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.

Decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152 :

Attuazione della direttiva 2004/107/Ce concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.

Dlgs 3 aprile 2006, n. 152:

Testo unico ambientale: Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera.

La legge nella sua parte quinta e suoi relativi allegati definisce prescrizioni e limiti delle emissioni, in relazione ad inquinanti specifici ed effluenti di alcune tipologie di impianto. Negli allegati vengono definiti i limiti per le classi di sostanze inquinanti in relazione al rischio mutageno cancerogeno e tossico di sostanze organiche inorganiche polveri gas e liquidi.

Dlgs 21 maggio 2004, n. 171 :

Attuazione della direttiva 2001/81/Ce relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici (biossido di zolfo, ossidi di azoto, componenti organici volatili, ammoniaca). La legge individua i limiti nazionali di emissione delle sopra menzionate specie inquinanti, e rappresenta il quadro di riferimento nazionale degli obiettivi da conseguire entro il 2010. In essa frattanto non sono indicati i limiti delle singole emissioni, ma gli indirizzi per il perseguimento di politiche ambientali sulla qualità dell'aria ambiente a grande scala.

Dlgs 21 maggio 2004, n. 183:

*Ozono nell'aria - Attuazione della direttiva 2002/3/Ce*

Il decreto legislativo costituisce il nucleo per la gestione dell'ozono in merito al contenimento delle sue concentrazioni a medio e lungo termine. Questo stabilisce i valori bersaglio per la salute umana, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e di attenzione, ed i limiti per la salute umana e le specie vegetali, definendo soglie per agglomerati e zone urbane, nonché per aree rurali e/o boscate. Negli allegati al D.Lgs. sono definiti i criteri per la materializzazione delle stazioni di monitoraggio e per il collazionamento ed elaborazione dei dati.

*Dm Ambiente 1 ottobre 2002, n. 261*

Direttive tecniche per la valutazione della qualità dell'aria ambiente - Elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del Dlgs 351/1999. Il DM propone le direttive per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente e stabilisce (Allegato I) i limiti e le soglie d'allarme per diversi inquinanti nonché i criteri di campionamento, le migliori tecniche per attuarle e la definizione dei modelli previsionali di riferimento per la caratterizzazione degli scenari futuri. Il decreto costituisce lo strumento attuativo del D.Lgs. 351 del 1999.

*Dm Ambiente 20 settembre 2002*

Attuazione dell'articolo 5 della legge 28 dicembre 1993, n. 549, recante misure a tutela dell'ozono stratosferico.

*Dm Ambiente 2 aprile 2002, n. 60 :*

*Sostanze inquinanti dell'aria - Valori limite di qualità dell'aria ambiente.*

Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

*Dm Ambiente 25 agosto 2000 :*

*Metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti - Dpr 203/1988.*

Vengono definite in ciascuno degli allegati, le tecniche di rilevamento per biossido di zolfo, ossidi di azoto (NO<sub>2</sub> SO<sub>2</sub>), composti organici di cloro e fluoro sotto forma di gas e vapore (HCl, HF), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), composti organici volatili (VOC) per flussi convogliati di effluenti gassosi.

*Dlgs 4 agosto 1999, n. 351 :*

*Attuazione della direttiva 96/62/Ce sulla qualità dell'aria.*

IL D.Lgs. stabilisce gli obiettivi della qualità dell'aria ambiente per la tutela della salute umana e dell'ambiente in genere, ed i criteri per la valutazione della qualità dell'aria nel territorio nazionale sulla base della zonizzazione regionale per territori comunali ed agglomerati urbani. Costituisce lo strumento per la gestione dell'aria ambiente stabilendo i criteri per la materializzazione delle reti di monitoraggio, i piani ed i programmi di gestione e le misure da attuare all'occorrenza di criticità specifiche

Decreto direttoriale MinAmbiente 1° luglio 2005, n. 854 :

Linee guida per il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra  
- Attuazione decisione 2004/156/Ce

Decreto Ministeriale 16 maggio 1996 :

Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono.

La legge vuole predisporre una rete di acquisizione dati per il livello di ozono nell'aria, anche attraverso la caratterizzazione dei suoi precursori, e definisce i livelli per la salute della popolazione, per la conservazione della vegetazione, i livelli di informazione e quelli di allarme per la gestione delle criticità.

D.M. 25 novembre 1994 :

Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinamenti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994 (2)

D.M. 15 aprile 1994 :

Norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane ai sensi degli articoli 3 e 4 dpr 203 del 24 maggio 1988 e del dm 20 maggio 1991 art 9 in particolare si modificano livelli di allarme per l'ozono.

D.M. 20 maggio 1991

Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria.

Dpcm 21 luglio 1989

Attuazione e interpretazione del Dpr 203/1988 - Testo consolidato.

Dpr 24 maggio 1988, n. 203

Emissioni in atmosfera

Norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto da impianti industriali.

D.P.C.M. 28 marzo 1983 :

Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno.

### **Normativa Regionale**

Il quadro normativo regionale in materia di gestione della qualità dell'aria è costituito dalle competenze attribuite alle regioni dal D. lgs 351/99 che recepisce i disposti della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente. Più specificamente, secondo i criteri e le metodologie disposte dal D.M. 261/02, le Regioni:

- adottano un piano o programma (di risanamento) per il raggiungimento dei valori limite, entro i termini stabiliti, nelle zone o agglomerati ove uno o più inquinanti eccedono i valori limite;
- adottano un piano di mantenimento della qualità dell'aria al fine di conservare i livelli degli inquinanti al di sotto dei valori limite e si adoperano al fine di preservare la migliore qualità dell'aria ambiente compatibile con lo sviluppo sostenibile.

La Legge regionale 8 agosto 1984, n. 19 - Norme generali relative all'istituzione, composizione, finanziamento e competenze del Comitato Regionale contro l'inquinamento atmosferico ed acustico per la Regione Calabria, attribuisce al C.R.I.A.C., tra gli altri, i seguenti compiti: studi ed indagini relativi a problemi di rilevante importanza attinenti alla tutela della salubrità dell'aria e all'utilizzo delle risorse ambientali; esame ed eventualmente approfondimento di tutta la problematica inerente all' inquinamento dell'aria nell'ambito regionale, proponendo alla Giunta regionale ogni iniziativa utile per una più efficace conoscenza del fenomeno e per una corretta e razionale risoluzione; pareri su eventuali provvedimenti che le amministrazioni comunali debbono adottare a norma di legge; promozione di studi, seminari, ricerche e sollecitazioni di iniziative riguardanti la lotta contro l'inquinamento atmosferico ed acustico; formulazione degli indirizzi generali dell'amministrazione regionale riguardanti il settore aria dei servizi di igiene pubblica ed ecologica delle Unità Sanitarie Locali. La Legge Regionale 12 agosto 2002 n. 34 - Riordino delle funzioni amministrative regionali e locali", all'art. 3 attribuisce alla Regione le funzioni concernenti:

- il concorso all'elaborazione delle politiche comunitarie e nazionali di settore e alla loro attuazione, anche attraverso la cooperazione con gli Enti locali;

- la concertazione con lo Stato delle strategie, degli indirizzi generali, degli obiettivi di qualità, sicurezza, previsione e prevenzione ai fini della loro attuazione a livello regionale;
- la collaborazione, concertazione e concorso con le autorità nazionali e sovra regionali.

#### 2.4.5. Scelta degli indicatori ambientali

Si dovrà procedere al monitoraggio della qualità dell'aria per i parametri qui di seguito riportati, al fine di verificare la bontà delle previsioni e garantire in ogni fase il rispetto dei limiti di legge.

PARAMETRO	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	LIMITI DI LEGGE
<b>CO</b>	D.M. Ambiente 2 aprile 2002, n. 60	Media su 8 h 10 mg/m <sup>3</sup>
<b>NOx</b>	D.M. Ambiente 2 aprile 2002, n. 60	30 µg/m <sup>3</sup> NOx
<b>PM10, PM2,5</b>	D.M. Ambiente 2 aprile 2002, n. 60	Valore limite di 24 h 50 µg/m <sup>3</sup> PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile
		Valore limite annuale 40 µg/m <sup>3</sup> PM10
<b>Polveri totali sospese</b>	DM 25/11/94	
<b>SO<sub>2</sub></b>	D.M. Ambiente 2 aprile 2002, n. 60	Valore limite orario da non superare per la salute umana 350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile
<b>NO<sub>2</sub></b>	D.M. Ambiente 2 aprile 2002, n. 60	Valore limite di 24 h 125 g/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile
		Valore per la protezione degli ecosistemi 20 µg/m <sup>3</sup>
		Valore limite orario per salute umana 200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> da non superare più di 18 volte per anno civile
<b>Pb</b>	D.M. Ambiente 2 aprile 2002, n. 60	Valore limite annuale per salute umana 40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>
		0,5 µg/m <sup>3</sup>
<b>Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>	D.M. Ambiente 2 aprile 2002, n. 60	5 µg/m <sup>3</sup>
<b>IPA (benzo(a)pirene)</b>	D.Lgs. 26 giugno 2008, n.120	Benzo(a)pirene 1,0 ng/m <sup>3</sup>
<b>BTX</b>		
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	D.Lgs. 21 maggio 2004, n. 183	Soglia di informazione 180

		$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Metalli pesanti</b>	D.Lgs. 26 giugno 2008, n.120	Soglia di allarme $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		Obiettivo a lungo termine $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

**Tabella 13** parametri da monitorare e rispettivi limiti di legge

Parametri da valutare	Norma tecnica di riferimento	Metodo di Riferimento	Principio del Metodo
<b>CO</b>	UNI EN 14626	spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva	assorbimento IR in accordo alla legge di Lambert-Beer
<b>PM10</b>	UNI EN 12341	gravimetria, assorbimento radiazione $\beta$	Pesa di membrane filtranti, attenuazione di raggi $\beta$ emessi da sorgente radioattiva
<b>PM2,5</b>	UNI EN 14907:2005	Metodo normalizzato gravimetrico	determinazione della frazione massica PM 2,5 del particolato in sospensione
<b>Polveri totali sospese</b>	UNI EN 12341	gravimetria, assorbimento radiazione $\beta$	Pesa di membrane filtranti, attenuazione di raggi $\beta$ emessi da sorgente radioattiva
<b>SO<sub>2</sub></b>	UNI EN 14212	misurazione mediante fluorescenza ultravioletta	Misurazione della fluorescenza emessa dall' SO <sub>2</sub> in presenza di radiazione eccitante
<b>NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub></b>	UNI EN 14211	chemiluminescenza	Registrazione della radiazione emessa da NO <sub>2</sub> eccitato prodotto dalla reazione di NO con flusso di ozono di analisi
<b>Pb</b>	ISO 9855: 1993	determinazione del particolato di piombo trattenuto dai filtri o spettrometria di assorbimento atomico	determinazione del Pb in soluzione a seguito di mineralizzazione del filtro con acido nitrico, Valutazione dell'assorbimento di radiazione elettromagnetica del Pb
<b>Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>	DM 25/11/94 – Allegato VI	gascromatografia	Gascromatografia in automatico o per prelievo di campioni su fiale di carbone (campionatori passivi)
<b>IPA (benzo(a)pirene)</b>	ISO 12884:2000	gascromatografia	cromatografia HPLC su campione di PM10

<b>BTX</b>	DM 25/11/94 – Allegato VI	gascromatografia	Gascromatografia in automatico o per prelievo di campioni su fiale di carbone (campionatori passivi)
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	UNI EN 14625	misurazione mediante fotometria ultravioletta	assorbimento UV in accordo alla legge di Lambert-Beer
<b>Metalli pesanti</b>	D.Lgs. 152/2007 Metodi del Rapporto Istisan dell'ISS	spettrometria di assorbimento atomico	Valutazione dell'assorbimento di radiazione elettromagnetica delle specie atomiche misurate

**Tabella 14** *Metodi di analisi da utilizzarsi per il monitoraggio dei principali parametri indicati*

Ad integrazione delle determinazioni sopra riportate si dovranno registrare anche dati meteorologici relativi a temperatura, umidità relativa, regime anemometrico, pressione atmosferica, radiazione solare e precipitazioni, dati la cui determinazione è invalsa negli apparati di acquisizione delle più diffuse centraline meteorologiche.

## 2.5. Rumore

### 2.5.1. Premessa

Il tratto di infrastruttura oggetto di studio si colloca all'interno di un territorio molto vario, caratterizzato, da un punto di vista morfologico, dalla presenza di colline ed alture più evidenti, intervallate da piccoli tratti pianeggianti. Il tracciato autostradale si sviluppa, quindi, parte in rilevato, parte su viadotto e parte in galleria.

Dal punto di vista paesaggistico il territorio attraversato è caratterizzato dalla presenza di vaste zone di vegetazione spontanea, anche di carattere arboreo, interrotto qua e là dalla presenza di aree di affioramento roccioso. L'area è servita da una rete stradale secondaria, composta dalla ss19 e da viabilità minori, anche non asfaltate che si snodano tra le alture circostanti l'infrastruttura viaria principale.

Gli edifici presenti sul territorio sono sparsi, fatta eccezione per alcuni nuclei abitativi composti, nella maggior parte da un numero esiguo di abitazioni. Frequenti sono, invece, gli edifici abbandonati sparsi sul territorio. Talvolta la conformazione delle vallate determina condizioni favorevoli alla propagazione dell'onda sonora anche per ricettori posti a distanza dalla sorgente autostradale.

L'ammodernamento ed adeguamento dell'Autostrada A3 Salerno - Reggio Calabria, porterà alla rivisitazione plano-altimetrica del corridoio viario a servizio del Sud Italia. La rilevanza trasportistica e strutturale del progetto porterà frattanto all'incremento dei traffici civili e commerciali, con una variazione dei transiti e quindi del livello di inquinamento acustico.

L'impatto in termini di inquinamento acustico rappresenta uno dei problemi più rilevanti sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio dell'opera stessa.

Il monitoraggio del rumore, è stato differenziato in monitoraggio del rumore nella fase costruttiva (Monitoraggio del rumore di cantiere) e monitoraggio del rumore della fase di esercizio per la verifica degli interventi di mitigazione posti in essere (Monitoraggio del rumore in esercizio).

I due tipi di monitoraggio hanno gli obiettivi di prevenire il deterioramento delle aree limitrofe alle aree di lavoro e per il monitoraggio in esercizio di verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione.

Progressiva		Lato carreggiata	Tipo intervento	Lunghezza (m)	Altezza (m)
Da KM	a KM				
154+468	154+468	nord	infissi		
155+048	155+048	sud	infissi		
156+068	156+068	nord	infissi		
160+520	160+600	sud	barriera	80	2.70
160+780	160+800	nord	barriera	100	5.20
sbocco galleria Mormanno		nord	barriera	125	5
sbocco galleria Mormanno		sud	barriera	125	5
166+161	166+383	nord	barriera	222	5
166+161	166+383	centro	barriera	222	3
166+161	166+383	sud	barriera	222	5
168+545	168+605	sud	barriera	60	5
168+710	168+740	sud	barriera	30	5
168+790	168+850	sud	barriera	60	5
174+280	174+340		barriera	60	3
174+352	174+432		barriera	80	3
174+718	174+798		barriera	80	3

**Tabella 15: Interventi di mitigazioni previsti nel SIA**

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto di standard o di valori limite definiti dalle leggi (nazionali e comunitarie); in particolare il rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 in base alle classi di zonizzazione acustica del territorio comunale, se definite dal Comune, oppure in base al DPCM 01/03/1991, se non ancora definite.

A tale scopo vengono utilizzate diverse tipologie di rilievi sonori:

Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere (ante e corso operam);

Misure di 7 giorni, postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare (ante e post operam).

### 2.5.1. Approccio metodologico

Il rumore rappresenta la più tipica esternalità prodotta dalla realizzazione e dall'esercizio di una infrastruttura autostradale.

Il transito dei mezzi sul sedime stradale, e le emissioni dovute ai motori e all'attrito volvente degli pneumatici sull'asfalto, determinano un'emissione acustica, la cui propagazione comporta la registrazione di un disturbo presso i ricettori limitrofi.

Compito del monitoraggio sarà quello di verificare che le esternalità associate all'esercizio e alla cantierizzazione infrastrutturale non aggravino oltre i limiti normativi gli scenari previsti dal SIA e dai suoi approfondimenti progettuali.

Il PMA dovrà entrare nel merito della misura del rumore veicolare e della verifica dei modelli progettuali, e valutare al contempo i livelli di disturbo prodotti dalle lavorazioni. Mentre per i primi si prevedono campagne di acquisizione settimanali (come prescritto dalla normativa sulla caratterizzazione del traffico stradale), i secondi potranno avvalersi di misure giornaliere, da condursi in corrispondenza delle attività più rumorose al fine di valutarne le ricadute sui ricettori censiti.

Mentre le misure settimanali, hanno il compito di valutare i livelli sonori equivalenti lungo il tracciato (parzializzazione ed esercizio dell'infrastruttura) e di verificare l'efficacia delle opere di mitigazione (Barriere acustiche, asfalto fonoassorbente ...), i monitoraggi giornalieri sono concepiti per affinare la conoscenza spaziale del campo acustico simulato (taratura) e per acquisire informazioni utili alla verifica dei livelli sonori indotti dalle lavorazioni e derivanti dall'operatività dei mezzi d'opera, dalle attività di carico e scarico, dalla produzione infrastrutturale etc.

Il monitoraggio acustico consente di confrontare i rilevamenti prodotti con gli scenari offerti dai modelli, la cui implementazione richiede frattanto l'acquisizione di una serie di dati fonometrici utili alla loro taratura.

Dal confronto dei modelli e dei rilevamenti si potrà avere una ricostruzione più affidabile della realtà attenzionata, cui potranno derivare scelte e strategie gestionali per il contenimento di eventuali impatti o criticità.

Il monitoraggio potrà talora non prevedere l'esecuzione delle fasi di corso d'opera, laddove si ritengano non sufficientemente significative degli scenari considerati; così le campagne di rilevamento lungo le carreggiate chiuse per lavori non saranno effettuate a dispetto di altri punti per cui sarà utile valutare i carichi di traffico aggiuntivi dovuti alla parzializzazione dei transiti.

Le misure, interesseranno tipicamente le aree a presenza insediativa, distinguendo per ciascun ricettore la destinazione funzionale dell'edificio, e verificando il clima acustico nei termini imposti dalla normativa.

### 2.5.2. Descrizione punti di misura

La rete di monitoraggio viene fissata con l'individuazione delle aree sensibili in cui realizzare monitoraggi, le aree sensibili sono fissate in base:

- delle caratteristiche del territorio in cui si propaga il rumore originato dall'Opera (orografia del terreno, presenza di elementi naturali o artificiali schermanti, presenza di condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione dell'onda acustica);
- delle caratteristiche geometriche, tipologiche e di emissione della sorgente in esame;
- della classificazione acustica del territorio interessato.

La scelta dei punti di misura è stata valutata anche sulla base dei seguenti aspetti:

- verifica dell'efficacia degli interventi antirumore previsti nel SIA;
- accessibilità dei luoghi e possibilità di confronto tra le situazioni ante e post-operam.

Nel definire le posizioni di misura si è seguito il metodo delle posizioni dei ricettori-orientati.

Le posizioni ricettori-orientate sono scelte in prossimità di edifici o gruppi di edifici. Essi sono impiegati per caratterizzare la rumorosità in corrispondenza di insediamenti abitativi. In particolare i ricettori censiti sono caratterizzati da edifici ad uso abitativo. Nella maggior parte dei casi sono costituiti da piccoli nuclei di abitazioni ovvero case isolate dislocati in prossimità del tracciato di progetto. Sono in prevalenza formati da due piani e sono inseriti in un contesto poco antropizzato. Non sono stati rilevati ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura) nella fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura di progetto. Nella tavola "Carta dell'ubicazione dei punti di misura" è possibile individuare i punti previsti per il monitoraggio del rumore.

punto di misura	Tipo indagine	ubicazione/ progressiva	FASE DI MONITORAGGI O	SCelta PUNTO DI MISURA: CRITICITA'
ru_1_g	Giornaliera	KM 1,700 Carr. NORD	AO, CO	Presenza di ricettori
ru_2_g	Giornaliera	KM 5,900 Carr. SUD	AO, CO, PO	Presenza di ricettori

punto di misura	Tipo indagine	ubicazione/ progressiva	FASE DI MONITORAGGI O	SCELTA PUNTO DI MISURA: CRITICITA'
ru_2_s	Settimanale	KM 6,200 CARR. SUD	AO, CO, PO	Presenza di ricettori verifica + barriere acustiche
ru_3_g	Giornaliera	KM 8,500 Carr. NORD	AO, CO, PO	Presenza di ricettori
ru_4_g	Giornaliera	KM 8,800 Carr. SUD	AO, CO, PO	Presenza di ricettori
ru_5_g	giornaliera	KM 11,050 Carr. NORD	AO, CO	Presenza di ricettori
ru_1_s	Settimanale	KM 12,450 Carr. SUD	AO, CO, PO	Presenza di ricettori verifica + barriere acustiche
ru_3_s	Settimanale	KM 13,900	AO, CO, PO	Presenza di ricettori verifica + barriere acustiche
ru_6_g	Giornaliera	KM 14,100 Carr. NORD	AO, PO	Presenza di ricettori
ru_4_s	Settimanale	KM 13,900 Carr. SUD	AO, CO, PO	Presenza di ricettori verifica + barriere acustiche
ru_7_g	Giornaliera	KM 13,900 Carr. SUD	AO, CO, PO	Presenza di ricettori
ru_8_g	Giornaliera	KM 15,500 Carr. NORD	AO, PO	Presenza di ricettori
ru_9_g	Giornaliera	KM 19,150 Carr. SUD	AO, CO, PO	Presenza di ricettori

**Tabella 16: Punti di monitoraggio componente rumore**

### **Articolazione ed estensione temporale delle attività di monitoraggio.**

Il programma sarà articolato in tre distinte fasi temporali Monitoraggio Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam o in Esercizio e con tempistica di accertamento differenti. Sono state selezionate due tipologie di accertamenti del clima acustico. Una prima della durata di una settimana da applicare nelle fasi AO e PO in relazione al monitoraggio del traffico stradale. Una seconda della durata di una settimana da applicare nella fase CO in relazione al rumore prodotto dai cantieri. La frequenza degli accertamenti è unica (una volta nel periodo) per le fasi AO e PO; sarà trimestrale per la fase CO.

### **Attività di monitoraggio ante operam**

Nella fase di monitoraggio ante operam vengono eseguiti i rilievi nelle aree limitrofe a quelle di cantiere ed al futuro fronte di avanzamento lavori (opere d'arte, tratti in trincea o rilevato) in corrispondenza dei ricettori abitativi, al fine di caratterizzare lo stato di fatto da confrontare con i livelli per lo scenario in corso d'opera e post operam. Il monitoraggio del rumore nella fase ante-operam si differenzia in misure per il successivo monitoraggio delle attività di cantiere e misure per il successivo monitoraggio post-operam per l'esercizio dell'infrastruttura: nel primo caso sono state previste misure di 24 h in corrispondenza dei ricettori impattati dalle attività di lavorazione delle singole opere e delle aree di cantiere; nel secondo caso (esercizio) sono state previste misure settimanali per ricettori soggetti a rumore stradale (rumore prodotto dalla A3 esistente e dalla ss19) o misure di 24 h per ricettori isolati non soggetti a rumore stradale.

Le due misure settimanali, nei siti indicati nella carta ubicazione dei punti di monitoraggio, saranno effettuate contestualmente al conteggio dei veicoli transitati.

PUNTO DI MISURA	MISURE				
	DURATA FASE ANTE OPERAM	numero misure	Periodicita'	tempo misura	tipo misura
ru_1_s+ ru_4_s	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	1	una volta	7gg	FONOMETRICHE
ru_1_g+ ru_9_g	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	1	una volta	24h	FONOMETRICHE

Tabella 17: Punti monitoraggio rumore - AO

### Attività di monitoraggio in corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera della componente rumore per le interferenze dovute all'attività dei cantieri ed all'incremento dei flussi di traffico indotto durante la costruzione, prevede misure della durata di 24 h con cadenza trimestrale in corrispondenza delle aree di cantiere (per tutta la vita operativa del cantiere) e dei fronti di lavorazione maggiormente impattanti ovviamente per la durata dei lavori della singola opera o del fronte avanzamento lavori.

PUNTO	DURATA FASE CORSO	MISURE
-------	-------------------	--------

DI MISURA	D'OPERA	NUMERO MISURE	PERIODICITA' A'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
ru_1_g	48 mesi	16	trimestrale	24h	FONOMETRICHE
ru_2_g	48 mesi	16	trimestrale	24h	FONOMETRICHE
ru_3_g	48 mesi	16	trimestrale	24h	FONOMETRICHE
ru_4_g	48 mesi	16	trimestrale	24h	FONOMETRICHE
ru_5_g	48 mesi	16	trimestrale	24h	FONOMETRICHE
ru_7_g	48 mesi	16	trimestrale	24h	FONOMETRICHE
ru_9_g	48 mesi	16	trimestrale	24h	FONOMETRICHE
ru_1_s	48 mesi	16	trimestrale	1 settimana	FONOMETRICHE + conta traffico
ru_2_s	48 mesi	16	trimestrale	1 settimana	FONOMETRICHE + conta traffico
ru_3_s	48 mesi	16	trimestrale	1 settimana	FONOMETRICHE + conta traffico
ru_4_s	48 mesi	16	trimestrale	1 settimana	FONOMETRICHE + conta traffico

Tabella 18: Punti monitoraggio rumore - CO

### Attività di monitoraggio post operam

Al termine dei lavori verrà eseguito un monitoraggio post-operam (MPO) per verificare gli effetti sul clima acustico prodotti dall'esercizio dell'infrastruttura e verificare il corretto dimensionamento delle mitigazioni previste nella fase progettuale. Il monitoraggio post operam prevede misure della durata di una settimana per una volta dopo l'entrata in esercizio dell'opera completata in corrispondenza delle opere di mitigazione previste e di altri ricettori esposti.

PUNTO DI MISURA	MISURE				
	DURATA FASE POST OPERAM	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
ru_1_s+ ru_4_s	3 MESI DOPO FINE LAVORI	1	Una volta	7gg	FONOMETRICHE
ru_2_g+ ru_4_g, ru_6_g+ ru_9_g	3 MESI DOPO FINE LAVORI	1	Una volta	24h	FONOMETRICHE

Tabella 19: Punti monitoraggio rumore - PO

### 2.5.3. Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti

La campagna di monitoraggio acustico ha lo scopo di definire i livelli sonori relativi alla situazione attuale, di verificare gli incrementi indotti dalla realizzazione dell'infrastruttura

di progetto (corso d'opera) rispetto all'ante-operam (assunta come "punto zero" di riferimento) e gli eventuali incrementi indotti nella fase post-operam.

Allo scopo di valutare le alterazioni dell'attuale clima acustico del territorio interessato, sono state fissate delle norme univoche, utili per determinare i criteri di misura dei parametri che caratterizzano l'inquinamento acustico.

Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle 3 fasi temporali verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

- parametri acustici;
- parametri meteorologici;
- conta traffico (per le indagini settimanali)
- descrizione attività di cantiere

### **Parametri acustici**

Per quanto riguarda i Descrittori Acustici i riferimenti normativi indicano il livello di pressione sonora come il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro mediante la scala logaritmica dei decibel dato dalla relazione seguente:

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2}$$

dove  $p$  è il valore efficace della pressione sonora misurata in pascal (Pa) e  $p_0$  è la pressione di riferimento che si assume uguale a 20 micropascal in condizioni standard.

In accordo con quanto ormai internazionalmente accettato tutte le normative esaminate prescrivono che la misura della rumorosità ambientale venga effettuata attraverso la valutazione del livello equivalente ( $L_{eq}$ ) ponderato "A" espresso in decibel.

Questo  $L_{eq}$  è il valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato  $T$ , ha il medesimo contenuto energetico di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

dove  $L_{Aeq}$  è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante  $t_1$  e termina all'istante  $t_2$ ,  $p_A(t)$  è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa);

$p_0 = 20 \mu Pa$  è la pressione sonora di riferimento.

Oltre il Leq è opportuno acquisire i livelli statistici L1, L05, L50, L95, L99 che rappresentano i livelli sonori statistici superati per l'1, il 5, il 50, il 95 e il 99% del tempo di rilevamento.

Essi rappresentano la rumorosità di picco (L1), di cresta (L05), media (L50) e di fondo (L95 e, maggiormente, L99).

L'analisi in frequenza sarà richiesta per la caratterizzazione del rumore di cantiere in corso d'opera.

L'esecuzione delle indagini riferisce delle specifiche indicate negli allegati B e C al DECRETO 16 Marzo 1998 (Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico).

### **Parametri meteorologici**

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

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

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

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

#### **2.5.4. Normativa di riferimento**

Ai fini della realizzazione della campagna di monitoraggio dell'inquinamento acustico, si è fatto riferimento alle norme attualmente vigenti, sia in ambito nazionale che internazionale.

Tali norme sono relative alle grandezze ed ai parametri da rilevare, ai sistemi di rilevazione, alle caratteristiche della strumentazione impiegata, ai criteri spaziali e

temporali di campionamento, alle condizioni meteorologiche ed alle modalità di raccolta e presentazione dei dati.

Vengono di seguito elencati i principali riferimenti normativi che sono stati adottati per la stesura del progetto di monitoraggio ambientale dell'inquinamento acustico.

Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n.142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".

D.L. 4 settembre 2002, n. 262 "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto".

D.M. 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, di piani di contenimento e abbattimento del rumore".

Ministero dell'industria del commercio e dell'artigianato Decreto 26 giugno 1998, n. 308. "Regolamento recante norme di attuazione della direttiva 95/27 /CE in materia di limitazione del rumore prodotto da escavatori idraulici, a funi, apripista e pale cariatrici".

Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico".

D.P.C.M. 14 novembre 1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Legge 26 ottobre 1995, n. 447- Legge quadro sull'inquinamento acustico.

## 2.6. Suolo

### 2.6.1. Premessa

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

- modificazione delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni;
- variazione di fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, infiltrazione di sostanze chimiche, etc.).

Lo spessore di terreno da indagare può variare, a seconda del tipo di suolo, da pochi centimetri a circa 0,80÷1,0 m per cui se ne deduce che le osservazioni saranno effettuate non solo sulla superficie ma anche attraverso campioni estratti con trivelle a mano o indagini dirette in trincee scavate con la ruspa, per ricostruire il profilo pedologico.

### 2.6.1. Approccio metodologico

La componente ambientale suolo si prefigge la tutela del terreno vegetale e delle coltri pedologiche, quali risorse ambientali non rinnovabili e sostegno primario della biosfera.

La realizzazione di un'infrastruttura comporta un inevitabile consumo di suolo, figlio dell'occupazione di territori naturali e agricoli da parte di strutture ed infrastrutture.

Nel presente caso, l'ammodernamento dell'attuale autostrada porterà ad interessare ambiti già da tempo sottratti alla loro originaria destinazione d'uso, mentre la rettificazione di alcune delle tratte in progetto determinerà da un lato il ripristino dell'attuale sedime, e dall'altro la minimizzazione del consumo di suolo da realizzarsi attraverso la corretta gestione e conservazione dei terreni di sbancamento.

La tutela del suolo potrà essere attuata attraverso una corretta gestione ambientale di cantiere, e verificando che presso i più significativi presidi di base ed operativi non si registrino eventi, pratiche e consuetudini che possano portare al deterioramento della risorsa. In ciascuna delle principali aree di cantiere si materializzeranno dunque dei siti di monitoraggio che dovranno verificare dal confronto degli scenari di ante e post

operam la degradazione della matrice pedologica, imponendo eventualmente la predisposizione di operazioni di mitigazione e risanamento.

Il monitoraggio del suolo prevede in questa sede anche una serie di indagini di post operam in quei presidi che, attualmente occupati dal sedime autostradale, saranno restituiti ad una destinazione d'uso nuova o primitiva.

Stante l'interesse naturalistico ed agricolo di molti degli ambiti interessati dal riposizionamento autostradale, ne deriverà che il terreno dovrà essere sufficientemente strutturato da garantire la produttività delle pratiche agricole e della capacità di supporto degli ecosistemi più complessi. Il monitoraggio sarà dunque finalizzato a valutare che le pratiche agronomiche vagliate per la ricostituzione del terreno (sovescio..), siano tali da perseguire gli obiettivi di recupero ambientale assunti in fase progettuale.

#### 2.6.2. Descrizione punti di misura

Per individuare i punti di misura si è fatto riferimento agli elaborati specialistici delle opere di mitigazione, che hanno permesso di evidenziare le relazioni tra i diversi ambiti territoriali e le caratteristiche delle opere da predisporvi, permettendo di riconoscere ambiti omogenei da sottoporre ad indagini ed accertamenti.

Per quanto concerne la componente suolo l'obiettivo sarà quello di monitorare gli interventi che consentano di riportare alle condizioni originarie i terreni interessati dalle lavorazioni e quindi laddove possibile renderli nuovamente utilizzabili a fini agronomici e forestali. La tecnica da utilizzarsi sarà quella del sovescio, una pratica consistente nell'interrare particolari colture in grado di fissare l'azoto nel terreno, per permettere il mantenimento della fertilità di quest'ultimo.

Il monitoraggio del suolo, dovrà accertare le condizioni medie di conservazione dei terreni, raggruppati in classi omogenee dal punto di vista litologico, morfologico, chimico fisico, di destinazione d'uso e di esposizione.

Questo approccio, è finalizzato alla conservazione su scala locale della composizione dei suoli, e a tutelarne la disponibilità rispetto alle cause di deterioramento identificabili con le azioni di progetto.

Il monitoraggio del suolo si prefigge la verifica di due diversi scenari: il primo corrispondente ai siti in cui insisteranno le aree di cantiere, ed il secondo relativo al sedime ed alle pertinenze autostradali in dismissione, presso cui si dovranno predisporre azioni di ripristino e recupero ambientale.

Mentre nel primo caso si dovranno perseguire finalità di tutela e salvaguardia degli appezzamenti cantierabili, nel secondo si verificherà che i suoli di riporto siano in grado di supportare le funzioni d'uso loro attribuite.

I due scenari di indagine, comporteranno una diversa scansione temporale degli accertamenti; Infatti, mentre per i siti di cantiere si potranno eseguire indagini ante operam, nelle aree di ripristino del vecchio tracciato autostradale, la mancanza di una coltre pedologica preesistente imporrà l'esecuzione di accertamenti solo a seguito della risistemazione delle aree.

Mentre nel primo caso si dovrà verificare che il suolo non subisca pressioni antropiche all'origine di un suo deterioramento, nel secondo si andrà a controllare che le operazioni di ripristino ambientale siano compatibili con la destinazione d'uso finale dei siti,

Questo si verificherà nei tratti di tracciato destinati ad essere dismessi e nei punti dove verranno posizionati i cantieri, salvo laddove si preveda la realizzazione di parcheggi.

Nella tavola "Carta dell'ubicazione dei punti di misura" è possibile individuare i punti previsti per il monitoraggio del suolo.

PUNTO DI MISURA	UBICAZIONE/ PROGRESSIVA	FASE DI MONITORAGGIO	SCELTA PUNTO DI MISURA CRITICITA'
1	KM 2,759	AO + PO	RISCHIO ALTERAZIONE CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE
2	KM 2,883	PO	RECUPERO PER FINI AGRONOMICI FORESTALI DEL SEDIME ATTUALE IN DISMISSIONE
3	KM 4,837	AO + PO	RISCHIO ALTERAZIONE CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE
4	KM 9,410	PO	RECUPERO PER FINI AGRONOMICI FORESTALI DEL SEDIME ATTUALE IN DISMISSIONE
5	KM 12,185	AO + PO	RISCHIO ALTERAZIONE CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE
6	KM 13,789	AO + PO	RISCHIO ALTERAZIONE CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE
7	KM 14,698	AO + PO	RISCHIO ALTERAZIONE CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE
8	KM 15,455	PO	RECUPERO PER FINI AGRONOMICI FORESTALI DEL SEDIME ATTUALE IN DISMISSIONE
9	KM 17,400	PO	RECUPERO PER FINI AGRONOMICI FORESTALI DEL SEDIME ATTUALE IN DISMISSIONE
10	KM 19,100	AO + PO	RISCHIO ALTERAZIONE CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

**Tabella 20: Punti monitoraggio suolo**

### **Attività di monitoraggio ante operam**

Per quanto riguarda la fase Ante-Operam, le attività previste porteranno a riconoscere i tratti chimico-fisici di ambiti territoriali omogenei dal punto di vista geologico, naturalistico morfologico e d'uso del suolo. Tali informazioni saranno da considerare come base di raffronto per le successive campagne di indagine.

Nel monitoraggio AO, i campioni di terreno prelevati tramite carotaggio e portati in laboratorio, saranno sottoposti ad analisi per determinare la qualità del terreno e le sue caratteristiche pedologiche.

I dati raccolti consentiranno di determinare la capacità produttiva dei suoli, la loro sensibilità, nonché la «Capacità di rigenerazione» (resilienza) degli stessi rispetto alle seguenti tipologie di degrado:

- riduzione della qualità produttiva a causa di copertura temporanea della superficie, anche se successivamente bonificata;
- riduzione della qualità protettiva rispetto alle falde acquifere, a causa di alterazione del profilo pedologico.
- compattazione da parte dei macchinari;
- inquinamento chimico da parte dei metalli pesanti.

Le osservazioni saranno condotte una sola volta prima dell'inizio dei lavori.

PUNTO DI MISURA	MISURE				
	Durata fase ante operam	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1, 3, 5, 6	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	1	Una sola volta	1 G	CAROTAGGI - LABORATORIO

Tabella 21: Punti monitoraggio suolo - AO

### Attività di monitoraggio post operam

Il monitoraggio post operam verrà effettuato in corrispondenza delle aree di cantiere e sarà eseguito annualmente nei tre anni successivi l'ultimazione delle opere.

Le modalità di esecuzione sono le stesse utilizzate nella fase ante operam.

PUNTO DI MISURA	MISURE				
	Durata fase post operam	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1÷10	3 ANNI OLTRE LA FINE DEI LAVORI	3	annuale	1 G	CAROTAGGI - LABORATORIO

Tabella 22: Punti monitoraggio suolo - CO

### 2.6.3. Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti

#### Esecuzione delle trivellate pedologiche

Le trivellate saranno effettuate manualmente, con l'uso della trivella pedologica standard, a punta elicoidale e con un diametro 6 cm., fino a raggiungere una profondità di m 1,20 (che è il limite operativo dello strumento) o fino al rifiuto strumentale.

Per tutti gli orizzonti descritti, verrà effettuata la stima manuale della tessitura, la stima del contenuto calcareo con l'uso del HCl 0,1 N, la definizione del colore e delle screziature con la scala Munsell, la stima del pH con il metodo comparativo dei colori, ed inoltre tutte le operazioni per poter riempire adeguatamente la scheda.

Inoltre, su almeno un orizzonte significativo per trivellata, verrà effettuata la stima delle seguenti caratteristiche fisiche: consistenza, resistenza, caratteristiche di rottura, adesività e plasticità. Il materiale del suolo estratto con la trivella non sarà conservato. Per il maggior dettaglio circa le stime manuali sopra indicate, si rimanda inoltre a quanto descritto nel successivo sottoparagrafo dedicato all'esecuzione dei profili pedologici

### **Esecuzione dei profili pedologici**

Per la descrizione del suolo si considererà una profondità standard del profilo di 1,5 metri, mentre la larghezza sarà di almeno 2 metri. Nello scavo della fossa, realizzabile sia a mano che con pala meccanica (escavatore a braccio rovescio) si terrà separata la parte superficiale con il cotico erboso dal resto dei materiali scavati.

Ultimate le operazioni di scavo, le superfici scelte per la descrizione vanno ripulite accuratamente.

I piani scelti per foto e descrizione possono essere lisciati grattando la superficie con un coltello od una cazzuola in modo uniforme, per rimuovere tutti i segni lasciati dagli strumenti di scavo. Dopo lo scatto delle fotografie si passerà poi all'esame visivo dell'insieme del profilo, alla suddivisione dello stesso in orizzonti, alla descrizione degli orizzonti, alla determinazione dei parametri fisici in situ, e al prelievo dei campioni, per la determinazione dei parametri fisici e chimici in laboratorio.

Per ogni punto di monitoraggio dovranno essere registrate sulle schede di campagna i seguenti parametri stazionali: codifica del punto, coordinate (x, y, z), numero della tavola dell'Atlante Cartografico del Progetto di Monitoraggio, toponimo di riferimento, comune, provincia, data, rilevatore, eventuali note. I parametri pedologici da riportare sulla scheda sono riferiti al sito che comprende al suo interno il punto di monitoraggio e saranno rilevati in situ e/o in laboratorio; quando possibile si determineranno in entrambi i contesti. Per controllare l'eventuale inquinamento dei suoli i campioni di terreno prelevati durante le trivellate saranno analizzati in laboratorio per definirne i parametri

fisici e chimici secondo i Metodi Ufficiali di analisi fisica del suolo (DM 01.08.97) ed i Metodi ufficiali di analisi chimica dei suoli (DM 13.09.99).

Si riportano sinteticamente i parametri da indagare nelle indagini in situ e in laboratorio durante le campagne di monitoraggio nelle 2 fasi temporali previste:

**Parametri pedologici: (in situ)**

- esposizione
- pendenza
- uso del suolo
- microrilievo
- pietrosità superficiale
- rocciosità affiorante
- fenditure superficiali
- vegetazione
- stato erosivo
- permeabilità
- classe di drenaggio
- substrato pedogenetico.

**Parametri chimico-fisici: (in situ e/o in laboratorio)**

- limiti di passaggio
- colore
- tessitura
- struttura
- consistenza
- porosità
- umidità
- contenuto in scheletro
- fenditure
- pH
- capacità di scambio cationico
- azoto totale
- azoto assimilabile
- fosforo assimilabile

- carbonio organico
- calcare attivo
- metalli pesanti.

#### 2.6.4. Normativa di riferimento

Per lo svolgimento delle attività previste nel piano di monitoraggio, per le analisi di laboratorio si farà riferimento alla normativa nazionale vigente, mentre per quel che concerne le descrizioni di campagna e la classificazione dei suoli, ci si atterrà ai criteri invalsi negli organismi nazionali e internazionali,.

#### **Normativa comunitaria**

##### DIRETTIVA 2007/60/CE

direttiva "alluvioni" per la definizione della pericolosità e del rischio idraulico

##### Comunicazione della Commissione del 22 settembre 2006:

"Strategia tematica per la protezione del suolo"

##### Comunicazione della Commissione, del 16 aprile 2002

Verso una strategia tematica per la protezione del suolo (COM(2002) 179)

#### **Normativa nazionale**

##### D.LGS. 152/2006 E S.M.I.

Norme in materia di bonifica dei siti inquinati di cui alla parte quarta titolo V al Decreto;

##### ELEMENTI DI PROGETTAZIONE DELLA RETE NAZIONALE DI MONITORAGGIO DEL SUOLO A FINI AMBIENTALI

APAT - Versione aggiornata sulla base delle indicazioni contenute nella strategia tematica del suolo dell'unione europea ottobre 2004

##### Guida tecnica sui metodi di analisi dei suoli contaminati

Guida tecnica sui metodi di analisi dei suoli contaminati realizzato nell'ambito del Centro Tematico Nazionale 'Suolo e siti contaminati'

##### APAT-RTI CTN SSC 2/2002

Guida tecnica su metodi di analisi per il suolo e siti contaminati - Utilizzo di indicatori eco tossicologici e biologici

##### D.M. 25/03/2002

Rettifiche al Decreto 13/09/1999 (G.U. n. 84 del 10/04/2002).

##### D.M. 25/10/1999 n.471

Regolamento recante criteri procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati;

D.M. 13/09/1999

Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (G.U. n. 185 del 21/10/1999);

Decreto attuativo DPCM 29/09/1998 del DL 180/98

DL 180/98 convertito nella L.267/98 e modificata con L.226/99

Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico

D.M. 01/08/1997

Approvazione dei metodi ufficiali di analisi fisica dei suoli;

DPR 18/07/1995

Atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di Bacino

LEGGE 183/1989

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo

## **2.7. Sottosuolo**

### 2.7.1. Premessa

Le operazioni di monitoraggio della componente sottosuolo consentiranno di valutare principalmente le situazioni potenziali di alterazione geomorfologica del territorio, accertando lo stato di equilibrio delle instabilità di versante, e verificando le dinamiche evolutive degli alvei e delle sponde fluviali, come derivanti o condizionanti le attività di cantierizzazione e lo stato di rischio della realizzanda infrastruttura.

La nuova opera, collocandosi entro una lunga e problematica fascia di territorio montano, presenta evidenti condizionamenti geomorfologici, che si traducono nella l'interazione delle azioni di progetto con le preesistenze ambientali più critiche riconosciute dal SIA e dagli elaborati specialistici al progetto esecutivo come instabilità di versante, fagliazioni, fenomeni di sovralluvionamento o erosioni retrograde degli alvei.

Ampia testimonianza è inoltre data rispetto alla degradazione fondiaria dei versanti, anche in corrispondenza, delle vecchie aree di cantiere del tracciato autostradale storico.

I fenomeni considerati, vista la loro elevata complessità, richiedono un approccio specifico per ciascuna criticità rilevata, con sistemi e modalità d'indagine definiti ad hoc.

E' infatti evidente che ciascuna campagna di monitoraggio, richiederà la selezione dei parametri più rappresentativi a tenere conto delle peculiarità della realtà osservata, e che in un territorio a così elevata complessità geologica geomorfologica e strutturale, si dovranno predisporre indagini diverse a seconda del fenomeno osservato.

I fenomeni di creep e soliflusso richiederanno ad esempio un approccio diverso da quello che si imporrà per formazioni litologiche dal comportamento rigido (Calcari-dolomie), il che potrebbe giustificare il ricorso a sistemi di misura talora molto diversi per un corridoio territoriale in cui si distinguono unità geologiche variamente articolate, associabili a formazioni flyshoidi, litologie calcaree, e finanche sedimenti terrigeni paleolacustri attribuibili all'antico bacino del Mercure.

In linea generale si predispongono monitoraggi per la valutazione della stabilità dei pendii in terra, ove si rilevi la presenza di coperture pedologiche o flyshoidi da mediamente o scarsamente consistenti, mentre in presenza di rilievi e versanti in roccia, si condurranno analisi geostrutturali degli ammassi finalizzate alla valutazione dello stato di equilibrio dei blocchi in relazione alle caratteristiche geomeccaniche dei giunti.

### 2.7.1. Approccio metodologico

Come rilevato nelle linee guida ministeriali, il sottosuolo è una componente ambientale aperta ad una caratterizzazione d'insieme che è figlia di una serie di contributi disciplinari specifici e complementari.

Tra questi si individuano l'inquinamento del sottosuolo, ma più in particolare la considerazione di "processi morfoevolutivi e della meccanica dei terreni in ambiente continentale".

Scopo del monitoraggio è quello di definire, misurare e controllare gli effetti diretti ed indiretti indotti dall'opera su:

- processi morfoevolutivi di versante, fluviali, lacustri come, ad esempio, possibili attivazioni di frane, modifiche al regime di scorrimento delle acque superficiali, accelerazione dell'erosione sui versanti e in alveo, variazioni delle portate di emissari ed immissari di laghi, etc.;
- possibili alterazioni dei parametri geotecnici a seguito della realizzazione dell'Opera (ad es.: costipamenti, rigonfiamenti delle argille, alterazione della stabilità di cavità naturali);
- la subsidenza (es.: per l'estrazione di acqua e metano dal sottosuolo).

Nel presente caso, il corridoio di interesse attraversa un contesto molto articolato, in cui si evidenziano un numero molto elevato di dissesti e frane in atto e quiescenti, testimonianza di un'evoluzione tettonica e morfologica in divenire.

Il rilevamento dei fenomeni gravitativi, come emersi dagli elaborati progettuali, individuano diverse criticità lungo il tracciato, direttamente o indirettamente interferenti con le realizzande opere e con le attività connesse per la loro realizzazione.

Le principali manifestazioni gravitative lungo il corridoio di studio individuano dissesti in roccia, dissesti su pendii in terra e fenomeni di erosione, che in virtù della loro estensione, e complessità richiedono il ricorso a specifiche campagne di monitoraggio, quali: rilevamento topografico, geologico-tecnico e geomorfologico a scala di dettaglio, posizionamento di tubi piezometrici ed inclinometrici per le dovute misurazioni e indagini osservazionali; Queste indagini si ritengono strumenti utili a comprendere la dinamica delle instabilità e a definire il rischio cui sono eventualmente esposti i ricettori e la comunità residente.

#### 2.7.2. Descrizione punti di misura

Al fine di individuare gli indirizzi metodologici per la conduzione del monitoraggio delle aree in dissesto, occorre precisare che ciò richiederà uno screening preliminare del territorio, attraverso cui evidenziare le problematiche in relazione alla loro effettiva scala e propensione a manifestarsi.

Ciò si tradurrà in un'analisi geostrutturale degli ammassi, finalizzata all'individuazione dei principali elementi di preoccupazione, quali stato di fratturazione ed alterazione delle pareti rocciose, valutazione dello stato di equilibrio di coltri e pendii in terra, e censimento dei massi disarticolati o in condizioni di equilibrio precario.

In ragione delle criticità rilevate, saranno predisposte le più indicate strategie di monitoraggio, che a seconda dei casi potranno variare da semplici sopralluoghi di controllo visivo in loco, alla misura su postazioni piezometriche ed inclinometriche di controllo di pendii in terra, al posizionamento di estensimetri, fessurimetri, distometri per il controllo dei giunti di faglie giunti e orli di scarpata finanche alla materializzazione di una rete geodetica locale capace di acquisire mediante mire e stazioni totali il movimento delle masse soggette a instabilità puranche nei casi ad elevato pericolo o per condizioni di accesso disagiati.

Per quanto riguarda gli ammassi in roccia, il riconoscimento delle instabilità durante i rilievi geostrutturali, porterà a soluzioni investigative diverse a seconda dell'effettiva accessibilità degli ammassi osservati e della loro ispezionabilità;

la possibilità di valutare tecniche strumentali a più elevato contenuto tecnologico (Lidar, Stazione Totale con target in roccia etc), passerà per l'apprezzamento di campi visuali scoperti, in cui i target e le mire non siano occultati dagli strati di copertura vegetali; in assenza di tale circostanza sarà d'uopo procedere ad indagini osservazionali su roccia, richiedenti la collaborazione di professionalità specializzate (rocciatori e tecnici).

Nella redazione degli elaborati specialistici del progetto esecutivo, i professionisti geologi e geotecnici hanno operato un sostanzioso numero di prove ed acquisito dati perfino interferometrici dei due più evidenti fenomeni apprezzati lungo il tracciato, ed identificabili nei dissesti di Gallarizzo, e dello svincolo di Mormanno.

L'interesse destato da questi fenomeni impone durante la fase di lavorazione la predisposizione di indagini su campo, finalizzate alla verifica delle tendenze già osservate nella fase progettuale, e a tenere sotto controllo un fenomeno dai possibili gravosi effetti lungo l'area attraversata dal tracciato.

Tra i rilievi più diffusi si dovrà provvedere a riguardo alla misura del livello di falda, dalle cui escursioni dipende grossa parte delle dinamiche di versante e alla valutazione delle deformazioni dell'ammasso da determinarsi a mezzo di inclinometri;

Dall'analisi dei dati di progetto e del SIA emergono alcune fattispecie di interesse specifico che inquadrano gli ambiti di maggiore criticità territoriale rispetto alla componente ambientale sottosuolo;

Da Nord a Sud del tracciato, il SIA rileva alcune criticità, figlie dell'interazione dell'opera con il suo ambiente; tra queste si indica l'area di imbocco della Galleria Jannello 1, definita genericamente come area soggetta ed erosione, ed in cui si registra la presenza di una falda idrica sotterranea;

Un'altra zona di particolare interesse segnalata dallo studio di impatto ambientale si colloca in corrispondenza della spalla Sud del Viadotto Italia.

Di per se non occorre dilungarsi oltremodo sulla rilevanza dell'opera in esame, che rappresenta ad oggi il viadotto più alto del territorio nazionale; si preferisce invece soffermarsi sull'incredibile valore ambientale e territoriale offerto dalla Forra del Fiume Lao, che contraddistingue una notevole incisione morfologica del territorio, ed è

argomento di una serie di interessi scientifici multidisciplinari come ambito di notevole valore geomorfologico, idrogeologico, naturalistico e paesaggistico.

Dal punto di vista geostrutturale, il Canyon del Fiume Lao identifica il margine Nord Orientale di sovrascorrimento dell'Unità Del Frido, formazione geologica in facies di Flysh interessante ampi tratti dei territori regionali lucano-calabresi, e contraddistinta da una permeabilità da media a bassa, come pure da caratteristiche geomeccaniche scadenti.

In queste aree, le caratteristiche di complessità geologica e geomorfologica degli ammassi risultano evidentemente più articolate, in ragione della profonda tettonizzazione delle formazioni, e dello stato di deformazione plastica indotta sulle falde sovrascorse.

Tra queste si riconoscono scisti argillitici e scisti argillitici con elementi litoidi, calcesciti e scisti filladici, che interessano larga parte dei rilievi geologici ricompresi tra la spalla Sud del Viadotto Italia e lo Svincolo di Mormanno.

Il limite di sovrascorrimento rappresenta la sede naturale entro cui sviluppa il corso del Fiume Lao, che nell'area di interesse si trova a quasi 270 m sotto l'impalcato del Viadotto Italia;

Le due più alte pile del Viadotto, si impostano sugli orli di scarpata della forra, evidentemente contraddistinti da una sufficiente portanza e stabilità;

l'area che varrà maggiormente la pena considerare, si trova invece più a Sud, presso la spalla Meridionale del citato viadotto, in corrispondenza del quale si ritrova una discontinuità laterale tra le unità calcareo dolomitiche dell'appennino e quelle argillitiche del Frido. In quest'area frattanto le coltri argillitiche presentano uno diffuso stato instabilità, con frane di scorrimento e soliflussi diffusi in modo molto pervasivo in gran parte delle formazioni costituenti. In tal senso si reputerà utile allestire in corrispondenza del Viadotto Filomato, un stazione di osservazione del sottosuolo, finalizzata alla valutazione delle dinamiche di versante in un area dove la presenza di numerosi orli di frana, evidenzia condizioni di equilibrio limite dei versanti.

Un situazione non del tutto diversa si riscontra presso gli imbocchi Nord e Sud della Galleria Laria, dove proprio in corrispondenza della luce di ingresso si rilevano delle coperture incoerenti instabili, per le quali si era già storicamente provveduto alla materializzazione di stazioni inclinometriche di indagine.

Al fine di ottimizzare gli oneri economici della campagna di monitoraggio, si è scelto di mutuare alcuni dei perfori allestiti a piezometro e inclinometro delle campagne di indagini geotecniche, per le presenti finalità, a seguito di una verifica sulla loro piena e totale disponibilità per tutto il prosieguo delle lavorazioni ed oltre.

Una tratta che come già anticipato sarà oggetto di particolari attenzioni è rappresentata dall'area Gallarizzo; in quest'area il carattere scadente assunto dalle argilliti, presenti lungo una fascia di alcune centinaia di metri di tracciato, determina un diffuso stato di dissesto, con scorrimenti verso il fondovalle che lo studio interferometrico ha certificato e descritto come fenomeno con velocità medie di scorrimento superiori ai 10 mm/anno (elaborato GSP-TN-265.335-01 Report Tecnico Analisi PSP-IFSAR).

Più a Sud, l'imbocco settentrionale della "Galleria Trodo" segna il passaggio ad un settore molto più tormentato, in cui la presenza di innumerevoli famiglie di giunti fratture e faglie, determina una forte disarticolazione delle formazioni conglomeratiche e calcaree in situ, con pareti in roccia dalle più elevate pendenze, alle cui falde si ammassano coltri detritiche ciottolose;

In questo ambito, l'apertura di una nuova luce sotterranea in adiacenza a quelle attualmente presenti, potrebbe determinare il crollo di blocchi in calotta, come pure l'assestamento delle rocce presso gli imbocchi, innescando fenomeni di caduta massi ed altri non facilmente prevedibili.

Verso Sud, oltre lo Svincolo di Mormanno, il tracciato si insinua entro la valle del torrente Battendiero, lungo la quale si snoda dapprima sul versante sinistro e successivamente in quello destro del medesimo corso d'acqua.

Con allineamento circa meridiano, il tracciato autostradale si svolge entro l'unità Calcareo dolomitica dell'Appennino Calabrese, e si insinua entro la valle dominata dall'abitato di Mormanno; il nuovo tracciato occuperà dapprima il versante sinistro del Battendiero avanzando in sotterraneo lungo il massiccio antistante Mormanno, per poi guadagnare la sponda destra della valle a mezzo del viadotto la Pineta posto allo sbocco meridionale della galleria Mormanno.

Nell'ultima tratta dell'intervento, si individuano due diverse aree in dissesto; Il lotto in esame è geograficamente ricompreso entro l'altopiano di Campotenese nel Comune di Morano Calabro, rispetto a cui si pone come bordura settentrionale, collocandosi a mezzacosta nella fascia dei rilievi calcareo dolomitici ivi presenti.

In tali aree, ed in particolar modo in corrispondenza delle gallerie Donna di Marco e Campotenese, si notano diversi orli di frana, associati a movimenti recenti e presumibilmente ancora in atto; più a sud inoltre si apprezza una formazione di depositi sabbiosi e conglomeratici (Depositati di Campotenese) soggetti a erosione; il presente PMA promuove la verifica che lo scavo delle gallerie non determinino l'aggravio dei fenomeni rilevati.

Nella tavola "Carta dell'ubicazione dei punti di misura" è possibile individuare i punti previsti per il monitoraggio del sottosuolo.

Id	PUNTO/AMBITO DI MISURA	UBICAZIONE/PROGRESSIVA	FASE DI MONITORAGGIO	SCELTA PUNTO DI MISURA CRITICITA'
1	SOT.2_01	KM 0,867	AO + CO + PO	AREA IMBOCCO MORD GALLERIA JANNELLO I (ZONA SOGGETTA AD EROSIONE-CROLLI)
2	SOT.1_02	KM 4,690	AO + CO + PO	AREA VIADOTTO FILOMATO (ZONA IN FRANA - LOTTO DG29)
3	SOT.1_03	KM 4,801	AO + CO + PO	IMBOCCO NORD DELLA GALLERIA LARIA (FRANE DI SCORRIMENTO)
4	SOT.1_04	KM 5,473	AO + CO + PO	IMBOCCO SUD DELLA GALLERIA LARIA (FRANE DI SCORRIMENTO - ARGILLITI)
5	SOT.1_05	KM 6,708	AO + CO + PO	FRANA DI DETRITO (DISSESTI DI ARGILLITI CON ELEMENTI LITOIDI)
6	SOT.1_06	KM 7,756	AO + CO + PO	FRANA COMPLESSA IN SCISTI ARGILLITICI GRIGI (CONSOLIDAMENTO AREA GALLARIZZO)
7	SOT.2_07	KM 7,893	AO + CO + PO	IMBOCCO NORD GALLERIA COLLE TRODO (CADUTA MASSI ALL'IMBOCCO GALLERIA)
8	SOT.1_17	KM 8,731	AO + CO + PO	SVINCOLO MORMANNO AREA IN FRANA
9	SOT.1_08	KM 9,100	AO + CO + PO	SVINCOLO MORMANNO AREA IN FRANA
10	SOT.2_09	KM 9,150	AO + CO + PO	IMBOCCO GALLERIA IN VARIANTE (CADUTA MASSI ALL'IMBOCCO GALLERIA)
11	SOT.2_10	KM 11,500	AO + CO + PO	IMBOCCO SUD GALLERIA IN VARIANTE (CADUTA MASSI ALL'IMBOCCO GALLERIA)
12	SOT.1_18	KM 13,379	AO + CO + PO	FRANA DI SCORRIMENTO AL MARGINE DEL SEDIME AUTOSTRADALE
13	SOT.2_11	KM 14,483	AO + CO + PO	AREA IN DISSESTO

14	SOT.1_13	KM 16,246	AO + CO + PO	FRANA DI SCORRIMENTO AREA IMBOCCO EST GALLERIA DONNA DI MARCO
15	SOT.1_14	KM 16,460	AO + CO + PO	FRANA DI SCORRIMENTO AREA IMBOCCO NORD GALLERIA CAMPOTENESE
16	SOT.2_16	KM 17,959	AO + CO + PO	AREA IN DISSESTO

**Tabella 23: Punti monitoraggio sottosuolo**

### Attività di monitoraggio ante operam

Il quadro di riferimento per la costruzione di una campagna di indagini Ante-Operam è costituito dagli studi specialistici del progetto esecutivo.

Come già specificato, le attività di monitoraggio saranno di tipo diverso a seconda della tipologia di instabilità e/o problematica geomorfologica rilevata. Per il PMA, si riscontrano diverse casistiche a seconda sia richiesta la conduzione di campagne di accertamento su frane da scorrimento in terra, frane in roccia, caduta massi e problemi di natura idrogeologica. Ciò porterà alla considerazione di diversi sistemi e modalità di indagine che a seconda dei casi richiederanno l'impiego di tubi piezometrici ed inclinometrici, estensimetri, reti topografiche, o più semplicemente accertamenti osservazionali.

Per quanto riguarda l'allestimento delle postazioni di osservazioni inclinometriche e piezometriche, mutuando i rilevamenti e le indagini definite dai professionisti geologi e geotecnici, ci si è avvalsi per i presenti rilevamenti delle stesse postazioni di misura già materializzate per le indagini geologiche/geotecniche di progetto esecutivo, ricollocando solamente quei presidi manifestamente interferenti con le fasi di costruzione, e passibili del superamento delle condizioni di servizio ed integrando i punti di indagine in situazioni particolarmente complesse. In cartografia della planimetria di ubicazione dei punti si sono indicati i punti della campagna di indagini riutilizzabili ai fini del monitoraggio (area Gallarizzo e Svincolo di Mormanno) come pure l'ubicazione dei nuovi punti in cui materializzare ulteriori stazioni di indagine.

Le osservazioni saranno condotte due volte nel trimestre precedente l'inizio dei lavori.

PUNTO DI MISURA	Durata ante operam	NUMERO MISURE	PERIODI CITA'	MISURE	
				TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1	3 MESI PRIMA	2	Ogni tre mesi	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo

	INIZIO LAVORI				estensi metrici e fessurimetrici
2	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Su 2 Coppie inclinometriche /piezometriche di nuova realizzazione
3	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Su 1 Coppia inclinometrica /piezometrica di nuova realizzazione
4	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Su 2 Coppie inclinometriche /piezometriche di nuova realizzazione
5	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Su 1 Coppia inclinometrica /piezometrica (di cui l'inclinometro già previsto nel piano indagini)
6	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Su 12 Coppie inclinometriche /piezometriche (di cui sette inclinometri e tre piezometri già realizzati nel piano indagini)
7	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Valutazioni osservative di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
8	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Su 10 Coppie inclinometriche /piezometriche (di cui 5 coppie già previste nel piano indagini)
9	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Valutazioni osservative di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
10	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Valutazioni osservative di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
11	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Valutazioni osservative di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
12	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Valutazioni osservative di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
13	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Valutazioni osservative di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
14	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Su 1 Coppia inclinometrica /piezometrica di cui 1 piezometro già realizzato nel piano di indagini
15	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Su 3 Coppie inclinometriche /piezometriche di cui 1 piezometro già

	LAVORI				realizzato nel piano di indagini
16	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	ogni tre mesi	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici

**Tabella 24: Punti monitoraggio sottosuolo - AO**

### Attività di monitoraggio corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera avrà lo scopo di verificare l'evoluzione delle dinamiche osservate alla luce delle interazioni dell'opera con l'ambiente in cui si inserisce. La diversità dei fenomeni studiati implica una variabilità delle frequenze di osservazione in misura diversa a seconda delle caratteristiche proprie della fenomenologia osservata; è infatti noto che le frane e le instabilità, siano classificate anche sulla scorta della loro cinetica, il che implicherà dover acquisire informazioni ora più ora meno frequentemente a seconda che si abbia a che fare con frane veloci o lente.

Tale informazioni, acquisibili sulla scorta dei rilevamenti ante operam, consentiranno di tarare diversamente le modalità di acquisizione dati per il prosieguo della campagna di indagini, sia di corso che di post operam; per il monitoraggio CO si dispone l'effettuazione di almeno 2 osservazioni annue.

PUNTO DI MISURA	MISURE				
	TEMPO MAX MISURA	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. semestrale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
2	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. semestrale	1 G	Su 2 Coppie inclinometriche /piezometriche di nuova realizzazione
3	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. semestrale	1 G	Su 1 Coppia inclinometrica /piezometrica di nuova realizzazione
4	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. semestrale	1 G	Su 2 Coppie inclinometriche /piezometriche di nuova realizzazione
5	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse	Min. 8 per per i 48	Min.	1 G	Su 1 Coppia inclinometrica

	disposizioni del responsabile ambientale	mesi di lavorazioni previste lavorazioni	seme strale		/piezometrica (di cui l'inclinometro già previsto nel piano indagini)
6	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. seme strale	1 G	Su 12 Coppie inclinometriche /piezometriche (di cui sette inclinometri e tre piezometri già realizzati nel piano indagini)
7	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. seme strale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
8	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. seme strale	1 G	Su 10 Coppie inclinometriche /piezometriche (di cui 5 coppie già previste nel piano indagini)
9	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. seme strale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
10	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. seme strale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
11	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. seme strale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
12	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. seme strale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
13	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. seme strale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
14	Per tutta la durata dei	Min. 8 per per i 48	Min.	1 G	Su 1 Coppi1

	lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	mesi di lavorazioni previste lavorazioni	seme strale		inclinometrica /piezometrica di cui 1 piezometro già realizzato nel piano di indagini
15	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. seme strale	1 G	Su 3 Coppie inclinometriche /piezometriche di cui 1 piezometro già realizzato nel piano di indagini
16	Per tutta la durata dei lavori o fino a diverse disposizioni del responsabile ambientale	Min. 8 per per i 48 mesi di lavorazioni previste lavorazioni	Min. seme strale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici

**Tabella 25: Punti monitoraggio sottosuolo - CO**

### Attività di monitoraggio post operam

Il monitoraggio post operam verrà condotto nelle aree individuate con frequenza stabilita dal responsabile ambientale nel corso dei precedenti rilievi e comunque per due volte nel corso dell'anno successivo all'ultimazione dei lavori. Le modalità di esecuzione sono le stesse utilizzate nella fasi precedenti di monitoraggio.

PUNTO DI MISURA	MISURE				
	DURATA FASE POST OPERAM	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
2	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Su 2 Coppie inclinometriche /piezometriche di nuova realizzazione
3	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Su 1 Coppia inclinometrica /piezometrica di nuova realizzazione
4	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Su 2 Coppie inclinometriche /piezometriche di nuova realizzazione
5	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Su 1 Coppia inclinometrica /piezometrica (di cui l'inclinometro già previsto nel piano indagini)
6	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Su 12 Coppie inclinometriche /piezometriche (di cui sette inclinometri e tre piezometri già realizzati nel piano indagini)
7	1 ANNO OLTRE FINE	Min. 2	Min.	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo

	LAVORI		semestrale		estensi metrici e fessurimetrici
8	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Su 10 Coppie inclinometriche /piezometriche (di cui 5 coppie già previste nel piano indagini)
9	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
10	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
11	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
12	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
13	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici
14	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Su 1 Coppia inclinometrica /piezometrica di cui 1 piezometro già realizzato nel piano di indagini
15	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Su 3 Coppie inclinometriche /piezometriche di cui 1 piezometro già realizzato nel piano di indagini
16	1 ANNO OLTRE FINE LAVORI	Min. 2	Min. semestrale	1 G	Valutazioni osservazionali di tecnici rocciatori/rete topografica, controllo estensi metrici e fessurimetrici

**Tabella 26: Punti monitoraggio sottosuolo - PO**

### 2.7.3. Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti

#### **Realizzazione di piezometri per misure piezometriche**

L'installazione di un piezometro ha come scopo quello di potere controllare il livello della falda o delle falde di acqua presenti nel terreno e di seguirne nel tempo le variazioni. Al termine della perforazione di fori di sondaggio, possono essere poste in opera particolari strumentazioni geotecniche quali Piezometri:

- Idraulici a tubo aperto
- Idraulici tipo Casagrande
- Elettrici
- Elettropneumatici

Mediante tale strumentazione sarà possibile controllare il livello della falda o delle falde di acqua presenti nel terreno e di seguirne nel tempo le variazioni.

### **Piezometri idraulici a tubo aperto**

L'installazione di un piezometro ha come scopo quello di potere controllare il livello della falda o delle falde di acqua presenti nel terreno e di seguirne nel tempo le variazioni.

A seguire si tratteranno le modalità di installazione di piezometri a tubo microfessurato (open-stand-pipe) ovvero la posa di una batteria di tubi in PVC rigido. Tali tubi hanno uno spessore di 1÷2 mm e diametro di 40÷80 mm (2"- 4"). Vengono forniti in spezzoni ciechi o fessurati di lunghezza non superiore a 3m con giunti filettati ben sigillanti. E' necessario rivestire con calza geotessile il tratto ove, in base alla precedente perforazione, si suppone abbia sede la falda d'acqua. Il tratto fessurato, di lunghezza variabile, sarà realizzato alla distanza di 1m dall'estremità inferiore del tubo piezometrico. La finestratura avrà apertura di 0.4÷1.0 mm. Nel fondo sarà applicato l'apposito tappo di chiusura. L'impiego di questi piezometri è generalmente limitato al campo dei terreni uniformi permeabili o molto permeabili ( $K > 10^{-5}$  m/sec).

### **La preparazione del foro**

Dopo aver controllato la quota di fondo del foro con scandaglio si esegue il lavaggio della perforazione con acqua pulita immessa dal fondo. Il foro o il tratto di foro dove deve essere installato il tubo piezometrico deve essere perforato ad acqua oppure con fanghi a polimeri degradabili. Se il piezometro non deve essere posato a fondo del foro, prima dell'installazione, il foro deve essere riempito, (ritirando man mano i rivestimenti) fino alla quota 0.5÷1.5m più in basso di quella di installazione del piezometro, con miscela cemento-bentonite-acqua in proporzioni tali che la consistenza della miscela, a presa avvenuta, sia simile a quella del terreno nella zona del piezometro. Indicativamente una miscela costituita da 30÷50 parti in peso di cemento, 6÷10 di bentonite e 100 di acqua, può essere considerata adeguata nei terreni medi. Una volta avuta la presa, il foro deve essere accuratamente lavato con acqua pulita (previo degrado nel caso di presenza di fango a polimeri), interponendo se necessario un sottile tappo di palline di bentonite e ghiaietto per stabilizzare il tetto della miscela plastica

### **L'installazione del piezometro**

L'installazione del piezometro, prevede le seguenti fasi operative:

1. prima di estrarre il rivestimento provvisorio si laverà l'interno del foro con abbondante acqua pulita;
2. posa di uno strato di spessore 0.5 m di sabbia grossa pulita ( $\Phi = 1 - 4$  mm);
3. discesa a quota del piezometro assemblato secondo la sequenza di tratti ciechi e fenestrati prevista dalla direzione dei lavori. Nel caso di piezometri collegati a mezzo di tubi rigidi o semirigidi (PVC), comunque in spezzoni aggiuntabili senza filettatura, le giunzioni devono essere sigillate con teflon, loctite, ecc. ed innastrate in modo da garantire la perfetta tenuta. Il tratto fenestrato dovrà essere protetto con geosintetico (tessuto non tessuto) e l'estremità inferiore del tubo sarà chiusa con apposito tappo di fondo. Le fessure avranno apertura  $\leq 1$  mm e la calza di geotessile avrà luce non superiore a 0.5 mm;
4. posa di sabbia grossa ( $\Phi=1\div 4$  mm) pulita o materiale granulare pulito ( $\Phi=2\div 4$  mm) attorno al tubo fino a risalire di 1 m dall'estremità superiore del tratto fenestrato, ritirando man mano la colonna di rivestimento, senza l'ausilio della rotazione, con l'avvertenza di controllare che il piezometro non risalga assieme ai rivestimenti;
5. posa del tappo impermeabile superiore, costituito da palline di bentonite preconfezionate ( $\Phi= 1\div 2$  cm) in strati di 20 cm alternate a straterelli di ghiaietto di 2÷3 cm, per lo spessore complessivo di 1 m, ritirando man mano i rivestimenti (senza l'ausilio della rotazione) e costipando sui livelli di ghiaietto;
6. riempimento del foro al di sopra del tappo impermeabile superiore fino alla sommità mediante miscela plastica identica a quella già menzionata, colata attraverso una batteria di tubi sottili ( $3/8''\div 1/2''$ ) discesi al fondo del foro o utilizzando apposito tubicino (Rilsan) preassemblato esternamente al tubo in PVC. In alternativa si potrà colmare il tratto superiore dell'intercapedine con materiale limo-argilloso o sabbioso. L'estremità superiore dei tubi sarà protetta con apposito tappo;
7. sistemazione e protezione del piezometro con la creazione di pozzetto in lamiera verniciata, ben cementato nel terreno, munito di coperchio con lucchetto e chiavi che verranno consegnate al direttore dei lavori; nel caso di installazione in luoghi aperti al traffico veicolare o pedonale (strade, piazzali, marciapiedi), e solo su specifica richiesta della direzione dei lavori, in luogo del chiusino standard dovrà essere installato idoneo chiusino carrabile in ghisa, posto in opera a filo della pavimentazione esistente;

8. spurgo, collaudo del piezometro ed esecuzione della prima lettura significativa, da considerarsi tale dopo aver eseguito almeno tre letture, la prima delle quali deve avvenire a non meno di due ore dalla realizzazione del piezometro e le successive a distanza di 24 ore l'una dall'altra; a questa fase dovrà presenziare la direzione dei lavori che successivamente prenderà in consegna il piezometro. Per la lettura del livello dell'acqua si utilizzeranno sondine freaticometriche (scandagli elettrici).

### **La documentazione**

La documentazione relativa alla posa in opera di un tubo piezometrico deve comprendere:

- - stratigrafia del foro di sondaggio;
- - schema, tipo e posizione del piezometro installato;
- - quote del tratto cieco e di quello finestrato;
- - quota assoluta del bordo superiore del pozzetto di protezione;
- - tabella con valori delle letture eseguite fino alla consegna.

### **Piezometri idraulici tipo Casagrande**

E' uno strumento posto in opera in fori di sondaggio, finalizzato alla misura della pressione neutra dell'acqua in particolari intervalli di profondità. Presenta tempi di risposta relativamente brevi dato il piccolo volume di acqua contenuto nello strumento. Isolando il tratto di misura questo tipo di piezometro è indicato anche in corrispondenza di falde sospese minori; il suo impiego è limitato ai terreni con permeabilità medio-bassa ( $K > 10^{-5}$  cm/sec). Nei normali fori di sondaggio è possibile installare 1 o 2 celle piezometriche. Per una corretta installazione è comunque necessario che il foro stesso sia realizzato con l'ausilio di tubi di rivestimento.

### **La strumentazione**

La verticale strumentale completa deve essere costituita dai seguenti elementi:

- - cella o celle di Casagrande;
- - tubi di misura e di spurgo e manicotti.

### **La cella piezometrica o Casagrande**

La cella piezometrica deve essere composta da un filtro a candela e da un telaio. Il filtro, avente un diametro esterno di circa 55mm e lunghezza compresa tra 100 e 500mm, deve essere costituito da agglomerato di silice, o materiale equivalente, con porosità compresa tra 0,2 e 0,6 mm; il telaio deve avere ad una estremità due raccordi

da 1/2". Tutti i materiali che costituiscono la cella piezometrica devono essere tali da evitare l'aggressione da parte della ruggine.

### **I tubi di misura e di spurgo**

Ogni cella piezometrica deve essere munita di un tubo di misura e di un tubo di spurgo in PVC

aventi le seguenti caratteristiche:

- diametro nominale 1/2";
- lunghezza degli spezzoni pari a 3m uniti tramite appositi manicotti
- filetti: gas normale.

Le celle predisposte per la misura automatica della colonna d'acqua avranno uno dei due tubicini di diametro maggiorato (1.5" gas) per permettere l'inserimento all'interno della tubazione di un trasduttore di pressione elettrico. L'innesto tra la cella e la tubazione da 1.5" dovrà essere realizzato mediante apposito raccordo Idraulico.

### **L'installazione**

L'installazione del piezometro, prevede le seguenti fasi operative:

1. controllo della quota di fondo del foro con idoneo scandaglio;
2. se richiesto, riempimento del foro con malta di cemento-bentonite-acqua (50-10-100 parti in peso), fino alla quota di 1.5 m. al di sotto di quella prevista per l'installazione del piezometro, con ritiro progressivo del rivestimento;
3. posa di un tappo impermeabile costituito da palline di bentonite ( $\varnothing=1-2$  cm.) precedentemente confezionate, costipate con pestello, per lo spessore di 1 m., con ritiro ulteriore del rivestimento;
4. abbondante lavaggio del foro con acqua pulita immessa dal fondo;
5. controllo della profondità del foro;
6. posa di uno strato (spessore 0.5m.) di materiale granulare pulito uniforme e saturo ( $\varnothing = 1-4$ mm.), ritirando i rivestimenti; tale operazione deve avvenire con il foro pieno d'acqua;
7. controllo della profondità del foro;
8. discesa a quota del piezometro preventivamente saturato (mantenuto fino a quel momento in acqua pulita) collegando i tubi di andata e ritorno, assicurandosi della perfetta tenuta dei giunti mediante sigillanti idraulici;

9. posa di sabbia pulita attorno e sopra il piezometro (0.5 m.) con ritiro della colonna di rivestimento senza l'ausilio della rotazione, con l'avvertenza di controllare che il piezometro non risalga assieme ai rivestimenti e che in colonna sia sempre presente sabbia;
10. posa di un tappo impermeabile di palline bentonitiche di circa 15 cm, costipate con pestello ad aste, con progressivo ritiro del rivestimento;
11. posa di uno strato di 15cm di ghiaia compattata con pestello;
12. realizzazione di un ulteriore strato di 15cm con palle di bentonite compattate tramite pestello;
13. innalzamento graduale della colonna di rivestimento mentre si compiono le operazioni di sigillatura;
14. cementazione del tratto di foro rimanente, come nel caso del primo riempimento, fino alla sommità (se non prevista l'installazione della seconda cella piezometrica), ritirando gradualmente la colonna di rivestimento;
15. spurgo della cella con acqua pulita per almeno 20 minuti;
16. protezione delle estremità dei tubi con tappi avvitati;
17. posa di un pozzetto metallico con chiusura a lucchetto e chiave per la protezione dei terminali piezometrici. A protezione ulteriore del tubo metallico può essere posato un pozzetto in calcestruzzo di profondità sufficiente per evitare lo scalzamento ad opera delle acque superficiali e/o la manomissione da parte di maleintenzionati. Qualora si preveda di installare all'interno della stessa perforazione due celle Casagrande a differenti profondità, deve essere eseguito un adeguato tappo impermeabile che consenta un completo isolamento fra le due celle piezometriche. Tale isolamento può essere realizzato con strati alternati di palline di bentonite e ghiaietto dello spessore di circa 10cm per una lunghezza totale di almeno 3m.

L'esecuzione della prima lettura significativa sarà da considerarsi tale dopo aver eseguito almeno tre letture, la prima delle quali deve avvenire a non meno di due ore dalla realizzazione del piezometro e le successive a distanza di 24 ore l'una dall'altra, fino a completa stabilizzazione del livello dell'acqua nel foro. La misura del livello dovrà essere eseguita in entrambi i tubi del piezometro, controllando così che il circuito e il filtro siano liberi da bolle d'aria o impurità che possano impedire il libero flusso dell'acqua. In caso di rilevamento di un livello dell'acqua non uguale nei due tubi, dovrà

essere eseguito il lavaggio dei tubi. A questa fase di controllo dovrà presenziare la direzione dei lavori che successivamente prenderà in consegna il piezometro.

### **La documentazione**

La documentazione da produrre comprenderà, per ciascuna cella (o coppia) installata:

- informazioni generali;
- schema geometrico di installazione;
- quota assoluta dei terminali piezometrici;
- tabelle e grafici con letture piezometriche eseguite.

### **Metodi di lettura in piezometri aperti**

Esistono vari metodi di lettura del livello dell'acqua nei piezometri a tubo fisso. Il più comune è la sonda galvanometrica (detta anche freatimetro) calata nel tubo fisso. Consiste in due conduttori collegati ad un'estremità agli elettrodi di una batteria, ed all'altra ciascuno con un cilindro di acciaio inox diviso in due parti da un isolante di plastica. Quando il cilindro tocca l'acqua il circuito si chiude attivando un avvisatore acustico o visivo. Misurando la lunghezza del cavo calato nel tubo si trova la quota dell'acqua. Nel piezometro a tubo fisso si possono inserire trasduttori di pressione: pneumatici, a corda vibrante o a resistenza elettrica, appesi al di sotto del più basso livello piezometrico possibile. I trasduttori possono essere lasciati in sito e recuperati in occasione delle tarature periodiche, ciò consente di effettuare letture anche da postazioni lontane.

### **Realizzazione di inclinometri per misure inclinometriche**

Gli inclinometri sono strumenti per il monitoraggio delle deformazioni ortogonali all'asse di un tubo per mezzo di una sonda che scorre nel tubo stesso. La sonda contiene un trasduttore che misura l'inclinazione del tubo rispetto alla verticale. I tubi inclinometrici possono essere installati sia in sondaggio che all'interno di materiale di riempimento, le loro applicazioni tipiche sono:

- La determinazione della superficie di scivolamento di una frana;
- Il monitoraggio dei movimenti orizzontali di dighe in terra, rilevati su terreni soffici e lungo il bordo di scavi o tunnel;
- Il monitoraggio delle deviazioni dalla verticale di paratie, pali di fondazione o muri di sostegno.

### **Tubi inclinometrici**

Gli strumenti inclinometrici sono costituiti da un tubo, installato permanentemente, generalmente in plastica o lega d'alluminio, la cui sezione non è esattamente circolare, ma presenta delle scanalature simmetriche, disposte a 90° l'una dall'altra, che guidano la sonda.

Generalmente sono in plastica o lega d'alluminio, la sezione non è esattamente circolare, ma presenta delle scanalature simmetriche, disposte a 90° l'una dall'altra, che guidano la sonda. Il loro diametro varia da 50 a 90mm circa a seconda del materiale, quelli in alluminio possono essere soggetti a corrosione, per limitarne gli effetti i tubi vengono verniciati internamente ed esternamente, qualora l'ambiente di messa in opera sia particolarmente corrosivo, o si richieda una lunga durata di esercizio è preferibile usare tubi in plastica. I tubi in alluminio sono preferibili qualora si effettuino installazioni molto profonde, in quanto quelli in plastica possono essere danneggiati dalla pressione del materiale di riempimento dell'intercapedine tra tubo e sondaggio o da tensioni assiali durante l'installazione. I tubi in plastica hanno generalmente un sistema di accoppiamento ad incastro che allinea le scanalature automaticamente, quelli in metallo possono essere accoppiati allineando le scanalature dei tubi e fasciando il punto di giunzione con un tratto di tubo avente lo stesso profilo ma di diametro leggermente maggiore, che viene fissato ai tubi sottostanti mediante rivetti. I tubi in plastica possono essere accoppiati sigillando perfettamente la giuntura con collanti, ciò li rende preferibili quando si effettui il riempimento con malta, piuttosto che con materiale terrigeno, in quanto la malta penetra più facilmente nel tubo dalle possibili fessure presenti nel punto di giuntura. Talvolta, per minimizzare i costi, vengono usati tubi in acciaio a sezione quadrata con sonde aventi ruote adatte a scorrere negli angoli del tubo, i dati che si ottengono sono molto meno precisi di quelli ottenuti con altri tipi di tubo. I sondaggi per l'installazione dei tubi inclinometrici dovrebbero scendere 3-6m al disotto della presunta quota della zona di deformazione attiva, ed essere quanto più possibile verticali. Se si vogliono calcolare le deformazioni assolute, occorre fissare la base del tubo in modo che non sia interessata dal movimento, per questo il sondaggio deve scendere fino ad incontrare un livello che possa considerare fisso rispetto alla parte soprastante a cui ancorare la base del tubo. Quando vi è il rischio di un collasso delle pareti del sondaggio durante l'installazione, si deve utilizzare un tubo di rivestimento per il sondaggio che viene ritirato via via che si procede al riempimento dell'intercapedine tra tubo inclinometrico e pareti del sondaggio. Tale riempimento deve essere eseguito con

malta sabbia o ghiaietto, quello con malta è più adatto di quelli granulari ma non può essere utilizzato qualora la malta tenda a disperdersi nel terreno circostante. Quando viene inserita la malta, prima che questa solidifichi, si deve fare attenzione che il tubo inclinometrico non tenda e risalire per la spinta di Archimede o che non assuma curvature indesiderate.

### **Sonda inclinometrica**

Vi è poi una sonda portatile contenente un trasduttore di inclinazione, collegata con un cavo elettrico graduato, ad un'unità di lettura, anch'essa portatile. Come si vede nella fotografia, la sonda è munita di ruote, che devono essere inserite in una coppia di scanalature del tubo affinché rimanga parallela al tratto di tubo che sta attraversando ed effettui le misure in un piano ben definito. Effettuando due serie di misure, nei due piani ortogonali individuati dalle due coppie di scanalature, si possono determinare le componenti del movimento orizzontale di una qualunque sezione.

Dopo l'installazione del tubo, si effettua una prima serie di misure per determinare l'inclinazione del tubo. Per confronto con le misure inclinometriche successive, si determinano le variazioni dell'inclinazione. Assicurandosi che una delle estremità del tubo non possa traslare, o misurando la traslazione con altri mezzi, si possono determinare le deformazioni orizzontali assolute di ogni punto lungo il tubo. Il trasduttore più utilizzato è l'accelerometro a bilanciamento di forza. Consiste in una massa, libera di oscillare in un piano, sospesa nel campo magnetico di un rilevatore di posizione, quando, per effetto della gravità e dell'inclinazione della sonda, la massa si muove dalla posizione iniziale, il rilevatore aziona una bobina che impartisce alla massa una forza elettromagnetica uguale e contraria alla forza di gravità in modo da tenerla in equilibrio. Il voltaggio della bobina può essere misurato ed essendo direttamente proporzionale alla forza si può determinare l'inclinazione della sonda. Di questo strumento ne esiste una versione cosiddetta biassiale, in essa vi sono due trasduttori, montati uno sopra l'altro, che rilevano l'inclinazione della sonda in due piani ortogonali tra loro. Ciò consente di effettuare le due serie di misure calando la sonda una sola volta nel tubo. Questo strumento ha l'intervallo di misura più esteso degli altri ( $\pm 30^\circ$  opzionalmente  $\pm 90^\circ$ ), un'ottima precisione ed è praticamente esente da limitazioni, ciò ha fatto sì che trasduttori a resistenza elettrica, a corda vibrante e altri siano sempre meno usati.

### **Reti topografiche e stazioni totali**

Per monitoraggio geotecnico, si intende l'insieme di attività che consente di caratterizzare e controllare nel tempo un dissesto. La necessità di controllo deriva da valutazioni di ordine geologico e geotecnico, spesso a seguito di indagini (perforazioni o geofisiche) che possono anche essere utilizzate per la posa di strumentazione di monitoraggio e dall'interno del corpo di frana tramite:

- Controllo dell'apertura delle fratture
- Individuazione delle superfici di scivolamento
- Individuazione di movimenti profondi
- Misura del livello di falda

La strumentazione utilizzata può essere in telemisura, con rilievo e trasmissione automatica del dato a cadenza prefissata, oppure manuale, con rilievo del dato da parte di un operatore in sito. Le informazioni acquisite dalla rete geotecnica possono essere integrate da rilievi topografici e/o dal monitoraggio GPS

### **Monitoraggio topografico**

Il monitoraggio topografico utilizza i principi e gli strumenti del rilievo geodetico e topografico per il controllo degli spostamenti di caposaldi opportunamente posizionati. L'utilizzo del Sistema di Posizionamento Globale (GPS) può integrare le informazioni acquisite dal monitoraggio topografico. Utilizzando antenne di collegamento ad una costellazione di 24 satelliti orbitanti e' possibile determinare la posizione di un punto elevata precisione. Uno dei vantaggi dell'utilizzo di questo Sistema è la possibilità di operare con qualsiasi condizione atmosferica e in assenza di visibilità. La tecnologia GPS consente di determinare la posizione (latitudine, longitudine, quota) sulla superficie terrestre di un punto (RP1) e quindi di calcolare gli eventuali spostamenti di un caposaldo, posizionato nell'area di frana, con precisione millimetrica. Per poter funzionare il Sistema di Posizionamento Globale deve poter ricevere contemporaneamente il segnale da almeno quattro satelliti.

#### **2.7.4. Normativa Di Riferimento.**

*Per lo svolgimento delle attività previste nel piano di monitoraggio della componente in esame, si farà riferimento alla normativa nazionale vigente, di seguito elencata:*

#### **D.M.LL.PP. 11/03/1988**

“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione,

l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”

Circolare Ministero Lavori Pubblici, 24 settembre 1988, n. 30483

“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”

D. Lgs N. 152 del 3 aprile 2006

“Norme in materia ambientale”.

A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana (1977):

Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.

## **2.8. Vegetazione e fauna**

### **2.8.1. Premessa**

Per gli ambiti vegetazionali e floro-faunistici, i principi base del monitoraggio consistono:

- nel caratterizzare lo stato della componente (e di tutti i recettori prescelti) nella fase ante operam con specifico riferimento alla copertura del suolo e allo stato della vegetazione naturale e semi-naturale;
- nel verificare la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione delle componenti;
- nel controllare, nelle fasi di costruzione e post operam, l'evoluzione della vegetazione e degli habitat presenti e predisporre, ove necessario, adeguati interventi correttivi;
- nell'accertamento della corretta applicazione delle misure di mitigazione e compensazione ambientale indicate nel SIA, al fine di intervenire per risolvere eventuali impatti residui;
- nella verifica dello stato evolutivo della vegetazione di nuovo impianto nelle aree soggette a ripristino vegetazionale;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione realizzati per diminuire l'impatto sulla componente faunistica.

In particolare gli accertamenti non devono essere finalizzati esclusivamente agli aspetti botanici ma, come si vedrà più dettagliatamente in seguito, devono riguardare anche i contesti naturalistici ed ecosistemici (in particolare *habitat faunistici*) entro cui la vegetazione si sviluppa. Per il raggiungimento di tali obiettivi, la metodologia adottata sarà l'indagine in campo, abbinata ad una approfondita ricerca bibliografica.

Il progetto di monitoraggio ambientale relativo agli ambiti vegetazionali, floristici e faunistici verificherà l'insorgere di impatti e, laddove possibile, consentirà interventi correttivi in corso d'opera al fine di minimizzarne l'entità.

Per il monitoraggio della vegetazione si effettueranno indagini finalizzate a caratterizzare e seguire l'evoluzione dello stato fitosanitario, al fine di individuare eventuali alterazioni correlate alle attività di costruzione, e promuovendo la valutazione dell'efficacia delle misure di mitigazione e compensazione di progetto.

### 2.8.1. Approccio metodologico

Il monitoraggio della presente componente ambientale assume il valore di un'indagine ad ampio spettro, in cui la designazione di punti di monitoraggio risponde più all'individuazione di ambiti ed areali più che a capisaldi o aree limitate;

il monitoraggio floristico e vegetazionale, integrato ai rilievi di tipo faunistico, concorrono ad individuare la trama di relazioni che definiscono i tratti ecosistemici ed ecologici di un'area; è dunque evidente che ciascuna delle indagini previste in questo ambito debbano essere successivamente mediate a ricostruire gli impatti ed i condizionamenti, sulla trama di relazioni della biosfera.

Il piano di monitoraggio ha individuato quali presidi di maggior interesse floristico vegetazionale le incisioni idrografiche e le aree a copertura boschiva, aree in cui è lecito attendersi la stratificazione delle più significative presenze faunistiche, e dunque l'individuazione delle nicchie ecologiche di pregio.

Questo è il motivo per cui i monitoraggi di vegetazione flora e fauna sono spesso associati, salvo nei casi in cui si abbia la segnalazione di corridoi o aree di interesse faunistico da parte di enti e agenzie, primo tra tutti Il Parco Nazionale del Pollino.

Il monitoraggio delle presenti componenti ambientali ricalca le aree di maggior pregio naturalistico, tra cui si distinguono i corsi d'acqua dei fiumi Lao e Jannello, il torrente Battendiero, e larga parte del catino di Campotenese, altopiano dall'elevato valore naturalistico e piattaforma di accesso ai siti di maggior valore conservazionistico del Parco.

Il Monitoraggio si estenderà per tutto il periodo di lavorazione, e si protrarrà tanto da valutare gli effetti della realizzanda opera ad un anno dalla sua entrata in esercizio.

La sua scansione temporale, dovrà riferire dei periodi più significativi dei cicli vitali, e prevedere una campagna primaverile ed un'ulteriore campagna estiva con una frequenza di indagini circa semestrale.

### 2.8.2. Inquadramento vegetazionale dell'area di studio

Il progetto allo studio è inserito in una fascia montana del parco Nazionale del Pollino, in Calabria; questa si snoda dal Comune di Laino Borgo, alla piana di Campotenese.

In base alle caratteristiche fitoclimatiche, la **vegetazione potenziale** è rappresentata da un bosco a querce caducifoglie mesofile con penetrazioni di aspetti vegetazionali più termofili a sclerofille appartenenti alla fascia bioclimatica mesomediterranea. Rispetto a tali potenzialità i luoghi presentano dei soprassuoli impoveriti a causa del costante sfruttamento da parte dell'uomo. La **vegetazione reale**, posta a contatto con ampie aree di tipo agricolo, consiste essenzialmente in:

- Boschi di faggio (*Fagetalia silvaticae*; Geranio-Fagion: *Aquifolio-Fagetum* e *Asyneumati-Fagetum*)
- Boschi di querce (*Quercetalia pubescentis*) (Boschi misti, boschi di *Quercus cerris* e boschi di *Quercus frainetto*).
- Boschi di *Quercus ilex* (*Quercetalia ilicis*)
- Praterie xerofile ricche di camefite e mesofile (Pascoli montani e prati pascoli)
- Vegetazione forestale riparia
- Rimboschimenti

I boschi di faggio costituiscono la vegetazione prevalente nel piano montano, a partire da un'altitudine di 800-900 m, fino a quote di 1.800-1.900 m. Soltanto eccezionalmente ed in corrispondenza di versanti settentrionali, vallate od impluvi, la faggeta scende di quota e si può rinvenire anche a 500-600 m. Insieme a *Fagus sylvatica* si rinvengono spesso nello stato arboreo *Pyrus aucuparia*, *Prunus cocomilia*, e molto raramente *Quercus cerris*, ma sempre con esemplari poco sviluppati ed a vitalità ridotta. Lo strato arbustivo risulta composto prevalentemente *Rubus glandulosus* e *R. idaeus*, mentre nelle depressioni e negli impluvi compare anche *Alnus cordata*. Dagli 800 a 1.400 m, in qualche caso a contatto con il tracciato autostradale, si rinviene un tipo di faggeta che può definirsi "termofila", rappresentata dall'associazione dell'*Aquifolio-Fagetum* (Gentile, 1969), caratteristica delle montagne dell'Italia centro-meridionale e Sicilia. L'elemento più tipico di questi boschi è *Ilex aquifolium* specie ad areale mediterraneo-atlantico, largamente diffusa in periodi climatici più umidi nell'orizzonte inferiore dei boschi di

faggio. Nei boschi dell'*Aquifolio-Fagetum* oltre a *Fagus sylvatica* ed *Ilex aquifolium* sono presenti altre specie arboree quali *Acer pseudoplatanus*, *Alnus cordata* e *Taxus baccata* tipiche di questa fascia di vegetazione. Altre invece come *Carpinus betulus*, *Ostrya carpinifolia*, *Quercus cerris*, *Castanea sativa* e *Corylus avellana*, a carattere relativamente termofilo.

Nell'area di studio, le formazioni vegetali più diffuse sono i boschi di querce, caratterizzati da una variabilità molto elevata, ascrivibili ai *Quercetalia pubescentis-petrae*, più specificatamente alle alleanze: *Quercion pubescentis-petrae*, *Melitto-Quercion frainetto*, *Ostryo-Carpinion orientalis*. Nei querceti misti, posti a quote comprese tra 600 e 1.110 m, a livello arboreo predominano *Quercus cerris* e *Quercus pubescens*; subordinatamente sono presenti *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Acer obtusatum*, *Carpinus orientalis*, *Alnus cordata*, talora con locali addensamenti di *Ostrya carpinifolia*, in corrispondenza di stazioni più degradate e xeriche, o di *Alnus cordata*, in condizioni di particolare umidità; nel sottobosco sono frequenti *Cytisus sessilifolius*, *Crataegus monogyna*, *Ruscus aculeatus*, *Pyrus amygdaliformis*. Le cerrete, boschi cedui a dominanza di *Quercus cerris* con locali addensamenti di *Castanea sativa*, o *Alnus cordata* sono ubicate prevalentemente nel settore occidentale dell'area del Pollino, a quote comprese tra 600 e 1.100 m. Nel sottobosco sono presenti sia specie mesofile più proprie dei faggeti, sia specie termofile caratteristiche dei querceti.

I boschi termofili a *Quercus pubescens* e *Quercus frainetto* sono localizzato prevalentemente a quote comprese tra 400 e 600 m; sono boschi governati generalmente a ceduo matricinato, dove, accanto a *Quercus pubescens* e *Quercus frainetto*, si associano *Fraxinus ornus*, *Malus sylvestris* e subordinatamente *Quercus ilex*.

Presente nell'area di studio, ma non a diretto contatto con il tracciato autostradale, sono i boschi di leccio (*Quercetalia ilicis*), boschi termoxerofili sempreverdi a dominanza di *Quercus ilex*, con *Rosa sempervirens*, *Ruscus aculeatus*, nello strato arbustivo.

Sono presenti nell'intera area, tra gli 800 e i 1.400 m, vaste praterie xerofile caratterizzate fisionomicamente dalla presenza di *Bromus erectus*, derivate dal disboscamento delle formazioni a querce e faggio del piano collinare e montano e mantenuti dalla successiva azione del pascolo e, più raramente da sporadiche pratiche agricole. Su costoni assolati e substrati particolarmente xerici questi popolamenti si

arricchiscono in camefite, piante perenni particolarmente adatte alla accentuata aridità edafica ed alla forte escursione annua della temperatura e dell'umidità.

Lungo le numerose linee di drenaggio ed i corsi d'acqua si possono osservare esempi frammentati di vegetazione ripariale arborea, a *Populus alba*, *P.tremula*, *Fraxinus oxycarpa*, *Alnus glutinosa*, *A.cordata*, *Salix caprea*, *S. alba*, *S. purpurea*.

Nella fascia montana ed alto-montana, a quote maggiori di 1.000 m sono presenti rimboschimenti a *Pinus nigra*.

### 2.8.3. Ambiti di monitoraggio vegetazionali

Gli ambiti di indagine per la componente in esame sono stati individuati nelle aree a maggiore valenza ambientale dovuta alla presenza di particolari ecosistemi o alla presenza di formazioni vegetali rare, di pregio o tutelate. Le aree a maggiore sensibilità risultano quelle in prossimità dei cantieri principali, le aree di scavo degli imbocchi delle gallerie previste in progetto e le aree in prossimità dei corsi d'acqua, nello specifico in corrispondenza di pile e spalle dei viadotti.

Il monitoraggio sarà incentrato a valutare più approfonditamente:

- La sottrazione di vegetazione naturale, in particolar modo degli elementi di pregio naturalistico
- La sottrazione di vegetazione di origine antropica
- L'alterazione di popolamenti vegetali in fase di realizzazione dell'opera

Nella tabella seguente sono riportati gli ambiti di monitoraggio individuati.

PUNTO DI MISURA	UBICAZIONE/ PROGRESSIVA	COPERTURA DEL SUOLO	FASE DI MONITORAGGIO
VEG_1	KM 0+590	latifoglie miste quali querce caducifoglie, carpini, castagno spesso con presenza di leccio	AO, CO, PO
VEG_2	KM 2+920	latifoglie miste quali querce caducifoglie, carpini, castagno spesso con presenza di leccio	AO, CO, PO
VEG_3	KM 4+080	boschi misti di latifoglie quali querce, carpini, castagno spesso con presenza di leccio	AO, CO, PO
VEG_4	KM 7,902	latifoglie miste quali querce caducifoglie, carpini con presenza di leccio	AO, CO, PO
VEG_5	KM 9,590	latifoglie miste quali querce caducifoglie, carpini con presenza di leccio in formazione rupicola	AO, CO, PO
VEG_6	KM 16,516	specie arboree insieme a specie arbustive	AO, CO, PO

Tabella 27: Punti monitoraggio vegetazione, flora e ecosistemi

Riguardo alla distribuzione temporale delle indagini si sottolinea che, l'ante operam sarà eseguito prima dell'inizio dei lavori in un periodo sufficientemente rappresentativo delle dinamiche ecosistemiche attenzionate (Es. primavera), il corso d'opera si protrarrà per tutto il tempo di durata dagli interventi con cadenza semestrale mentre il post operam, si prolungherà un anno dall'entrata in esercizio dell'opera in modo da possedere più di un dato confrontabile con quelli raccolti nelle fasi ante e in corso d'opera.

### Attività di monitoraggio ante operam

PUNTO	MISURE				
	Durata ante operam	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1÷6	12 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	2	OGNI 6 MESI	1 G	SOPRALLUOGHI

Tabella 28: Punti monitoraggio vegetazione, flora e ecosistemi - AO

### Attività di monitoraggio in corso d'opera

PUNTO	MISURE			
	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1÷6	8	OGNI 6 MESI	1 G	SOPRALLUOGHI

Tabella 29: Punti monitoraggio vegetazione, flora e ecosistemi - CO

### Attività di monitoraggio post operam

PUNTO	MISURE				
	TEMPO MAX MISURA	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1÷6	1 ANNO DOPO FINE LAVORI	2	OGNI 6 MESI	1 G	SOPRALLUOGHI

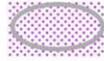
Tabella 30: Punti monitoraggio vegetazione, flora e ecosistemi - PO

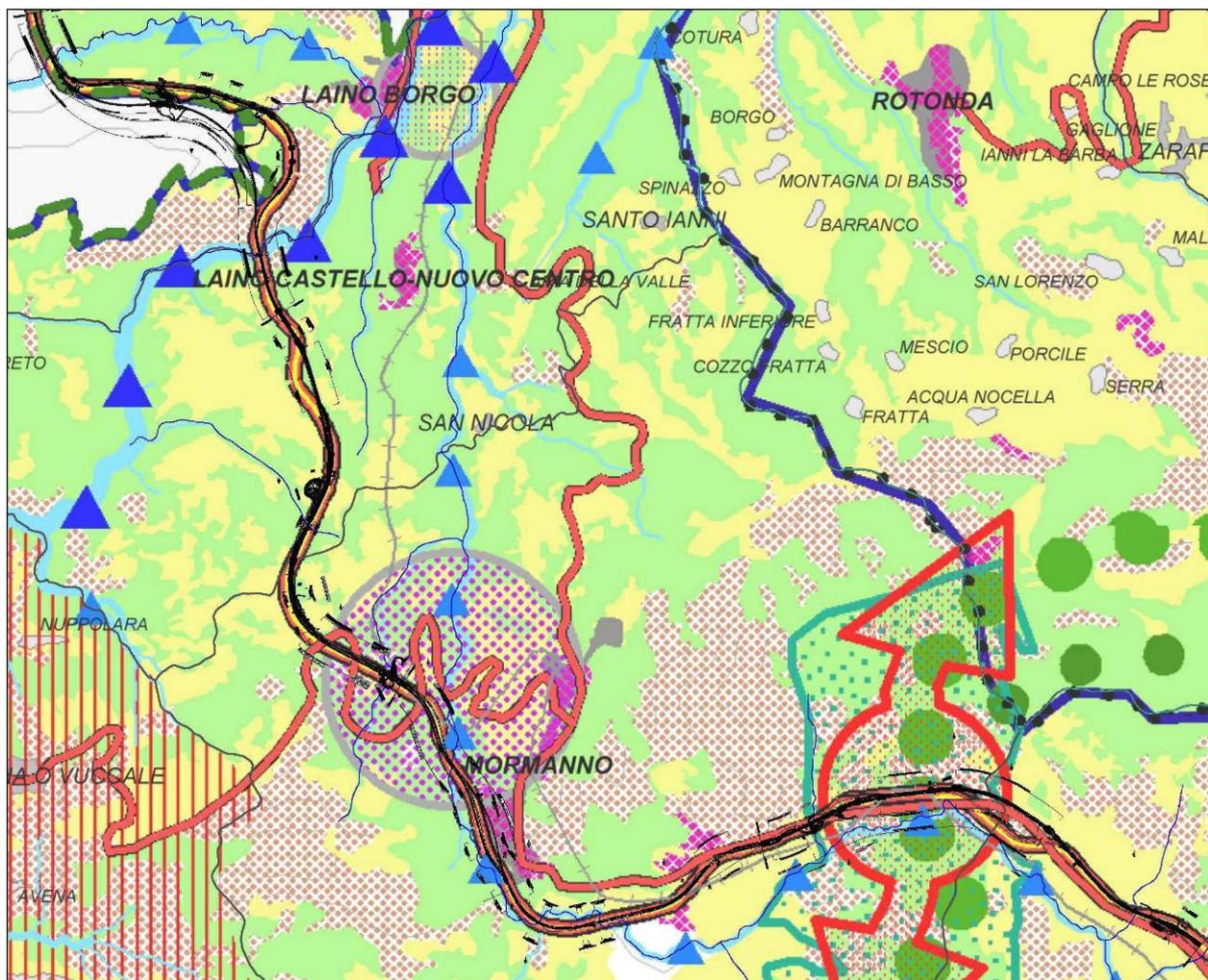
#### 2.8.4. Ambiti di monitoraggio faunistico

Il monitoraggio faunistico sarà incentrato a valutare più approfonditamente:

- interruzione o alterazione di corridoi biologici
- sottrazione o alterazione di habitat faunistici
- disturbo alla fauna in periodi sensibili

Le aree di indagine per la componente sono state individuate nelle aree a maggiore valenza ecologica in cui si rinvencono habitat sensibili sottoposti a tutela per la presenza di particolari specie faunistiche o perché importanti come aree di nidificazione e spostamento. Tali aree sono state individuate sovrapponendo le informazioni a disposizione come le aree protette di importanza comunitaria o le informazioni contenute all'interno del Piano del Parco del Pollino che interessa la quasi totalità del tracciato come è possibile vedere nel seguente stralcio estratto dalla Tavola 3 "Connessioni ecologiche e continuità del Parco".

	Connessioni Ecologiche Primarie		Interferenze con elementi naturali
	Connessioni Ecologiche Secondarie		SIC
	Connessioni Ecologiche dei corsi d'acqua principali		ZPS
	Connessioni Ecologiche dei corsi d'acqua secondari		Aree intermedie
	Diretrici di permeabilità		Aree boscate
	Varchi naturali		Aree coltivate
	Interferenze con infrastrutture di primo ordine		Aree antropizzate
	Interferenze con infrastrutture di secondo ordine		



Le aree a maggiore sensibilità risultano quelle in prossimità dei corsi d'acqua, e quelle individuate dall'ente parco come rilevanti per la presenza di fauna ed interferenti con i corridoi di spostamento faunistico. Nella tabella seguente sono riportate le informazioni riguardo i punti di monitoraggio ambientale individuati.

PUNTO DI MISURA	UBICAZIONE/ PROGRESSIVA	COPERTURA DEL SUOLO	FASE DI MONITORAGGIO
FAU_1	KM 0,640	Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi	AO, CO, PO
FAU_2	KM 3,700	Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi	AO, CO, PO
FAU_3	KM 6,632	Boschi a prevalenza di querce caducifoglie	AO, CO, PO
FAU_4	KM 7,357	Culture temporanee associate a colture permanenti	AO, CO, PO
FAU_5	KM 8,953	Aree occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	AO, CO, PO
FAU_6	KM 11,640	Vegetazione ripariale	AO, CO, PO
FAU_7	KM 14,889	Aree occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	AO, CO, PO
FAU_8	KM 16,318	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie	AO, CO, PO

FAU_9	KM 18,056	Seminativi, colture intensive con presenza di siepi e filari	AO, CO, PO
-------	-----------	--	------------

Tabella 31: Punti monitoraggio fauna

Riguardo alla distribuzione temporale delle indagini si sottolinea che, le indagini relative all'ante operam saranno svolte almeno sei mesi prima l'inizio dei lavori, quelle relative al corso d'opera negli anni in cui le aree indagate saranno interessate dagli interventi in progetto con cadenza semestrale e per tutta la durata dei lavori e infine quelle relative al post operam, in un periodo non inferiore a un anno dall'entrata in esercizio dell'opera in modo da possedere più di un dato confrontabile con quelli raccolti nelle fasi ante e in corso d'opera.

#### Attività di monitoraggio ante operam

PUNTO	MISURE				
	Durata Fase ante operam	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1÷9	1 anno PRIMA INIZIO LAVORI	2	OGNI 6 MESI	1 G	SOPRALLUOGHI

Tabella 32: Punti monitoraggio fauna - AO

#### Attività di monitoraggio in corso d'opera

PUNTO	MISURE			
	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1÷9	8	OGNI 6 MESI	1 G	SOPRALLUOGHI

Tabella 33: Punti monitoraggio fauna - CO

#### Attività di monitoraggio post operam

PUNTO	MISURE				
	Durata Fase post operam	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1÷9	1 ANNO OLTRE LA FINE DEI LAVORI	2	OGNI 6 MESI	1 G	SOPRALLUOGHI

Tabella 34: Punti monitoraggio fauna - PO

#### 2.8.5. Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti

I seguenti "Campi d'indagine" sono stati individuati considerando le caratteristiche della componente vegetazionale e faunistica dell'area d'indagine al fine di monitorare l'impatto dell'opera in modo efficace.

Si distinguono in tal senso otto diverse tipologie di indagini, quattro per la vegetazione e quattro per la fauna riassumibili nel seguente prospetto:

*A - Mosaici di fitocenosi direttamente consumati dalle attività di cantiere*

*B - Monitoraggio di singoli individui vegetali monumentali*

*C - Censimento floristico*

*D - Censimento delle Comunità vegetali: il metodo fitosociologico*

*E - Analisi degli anfibi e dei rettili, Strigiformi e Footprint traps*

*F - Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche*

*G - Analisi multispettrale*

*I - Censimento dei Chiropteri*

*Indagine tipo "A": Mosaici di fitocenosi direttamente consumati dalle attività di cantiere:*

L'indagine è volta ad individuare e riportare graficamente, nell'area di interesse, i mosaici direttamente interessati dalle fasi di realizzazione dell'opera. Per l'esecuzione dell'indagine è indispensabile percorrere l'intero tracciato dell'infrastruttura compreso all'interno dell'area di interesse, definendo *ex ante* la "zona di presunto consumo", corrispondente ai luoghi che, secondo il progetto, saranno occupati dall'infrastruttura e dalle relative opere annesse.

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

1. In fase ante operam, preliminarmente a tutte le indagini di campo si riporteranno su cartografia in scala 1:2.000 i limiti dell'area campione scelta per le indagini e i limiti delle tessere del mosaico delle fitocenosi presenti come derivanti da fotointerpretazione su video di ortofoto aeree appositamente realizzate.

Il riferimento per l'unità minima cartografabile sarà di 1x1 cm su carta. La caratterizzazione della vegetazione verrà compiuta con riferimento al sistema di codifica europea EUNIS;

2. La base cartografica provvisoria va quindi verificata e affinata tramite rilievi diretti in campo prestando particolare attenzione alla "zona di presunto consumo", corrispondente ai luoghi che, secondo il progetto, saranno occupati dall'infrastruttura e dalle relative opere annesse.

Sulla cartografia di riferimento debbono essere riportate le fitocenosi che verranno consumate ed anche quelle maggiormente rilevanti, per qualità naturalistica o per estensione, presenti nelle zone limitrofe a quella di consumo

presunto. tale procedura è finalizzata alla ricostruzione del "*consumo effettivo*" nelle fasi successive (in particolare durante il corso d'opera) distinguendolo quindi dal "*consumo presunto*" ipotizzato nella fase di ante operam.

Infine, verrà stilato l'elenco floristico delle specie presenti e tra queste individuare le specie erbacee che possono essere considerate **specie bio-indicatrici** che dovranno essere monitorate durante tutte le fasi del monitoraggio annotando in apposite schede variazioni in termini di diffusione nello spazio e di stato fitosanitario.

3. Si traducono tutte le verifiche effettuate in elaborati (cartografie in scala 1:2000) utilizzabili anche al fine di eventuali azioni finalizzate alla riduzione dei consumi di ambiente di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento. Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine in modo da essere facilmente raffrontabili. Negli elaborati corrispondenti alla fase di costruzione e alla fase post operam devono essere evidenziate, tramite descrizione e perimetrazione su cartografia, le modifiche intercorse rispetto alla precedente fase di indagine.

Un indagine di tipo "A" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, in una giornata di lavoro.

*Indagine tipo "B": Monitoraggio di singoli individui vegetali monumentali*

Tale indagine prevede come attività preliminare quella di individuare gli individui da considerarsi di pregio nell'area oggetto di monitoraggio secondo i criteri indicati nelle seguenti tabelle.

Criteri generali di definizione degli di alberi di pregio	
Specie	Parametro oggettivo discriminante la scelta
Riferibile al pregio naturalistico, storico e paesaggistico-culturale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• forma, portamento e dimensione intesa come circonferenza e all'altezza della pianta</li> <li>• pregio architettonica, relativo agli esemplari legati a edifici di elevato valore storico-culturale</li> <li>• pregio paesaggistico, ovvero relativo alla collocazione delle piante in un contesto territoriale di elevato valore estetico o la cui presenza caratterizza un certo luogo</li> <li>• pregio storico-culturale, laddove l'importanza della pianta è legata a particolari eventi della storia locale, tradizioni, leggende, ecc.</li> <li>• monumentalità legata alla forma e portamento della pianta</li> <li>• rarità botanica, riferita a specie non tipiche dell'ambiente in cui crescono</li> </ul>

Portamento ed assetto dell'esemplare (analisi dimensionale)	Misura del diametro a 1.30 mt dal colletto, dell'altezza e forma ed estensione del tronco e della chioma,
Stabilità meccanica del fusto dell'elemento da trapiantare	Calcolo del rapporto di snellezza integrato con l'analisi dello stadio evolutivo
Stadio evolutivo	Stima del livello evolutivo (pianta giovane, matura, deperiente)
Analisi chioma	Analisi della simmetria, dell'altezza dell'inserzione chioma e della profondità

In seguito a questa analisi si registrano gli individui da monitorare riportando le informazioni che li riguardano sia in cartografia che in una tabella per seguire la pianta durante le tre fasi di realizzazione dell'opera. Il controllo principale da effettuarsi è quello dello stato di salute di un numero compreso tra 5 e 10 esemplari arborei di qualità relativa nelle aree di indagine definite preliminarmente, al fine di individuare eventuali segni di sofferenza conseguenti alla realizzazione dell'infrastruttura. L'indagine inoltre riguarderà, per la fase post operam, alcuni individui di nuovo impianto messe a dimora per le opere di mitigazione e compensazione ambientale previste dal progetto, soprattutto in corrispondenza dei tratti in cui la attuale A3 viene dismessa e si interviene rinaturalizzando l'area. Per i singoli individui vegetali la localizzazione deve avvenire puntualmente ed è demandata alle indagini ricognitive in fase ante operam (per gli esemplari preesistenti) ed in fase di corso e post operam (per i nuovi impianti). Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

1. Gli individui di pregio devono essere scelti, nella fase ante operam, preferibilmente all'interno di fasce parallele al tracciato dell'infrastruttura o alle opere connesse, ponendo attenzione a non selezionare individui che possano essere abbattuti durante la cantierizzazione. È sempre auspicabile selezionarne alcuni di riserva per gli eventuali imprevisti delle fasi successive (ad esempio abbattimento non previsto, o morte dell'individuo per altre cause). Gli esemplari debbono essere riconoscibili e in buona salute.
2. Tutti gli esemplari debbono poi essere marcati con vernice, localizzati sulla carta 1:2.000 (al fine della individuazione attraverso coordinate geografiche) e fotografati; sulla cartografia vanno riportati anche i coni visuali delle foto. Si devono inoltre rilevare le misure morfometriche di ciascuno di essi, quali altezza

e diametro a 1.30 mt da terra. Per la misura dell'altezza degli alberi si può far ricorso ad un ipsometro. L'analisi dello stato di salute dovrà essere eseguito tramite il metodo della V.T.A. (Visual Tree Assessment) quindi dapprima tramite valutazione visiva per identificare e valutare eventuali sintomi di sofferenza, poi effettuando analisi approfondita su tali sintomi e infine valutando la residua forza dell'albero per decidere gli interventi da effettuare.

3. Durante le fasi di realizzazione e di esercizio dell'opera si effettuano controlli che riguardano lo stato di salute dei soggetti individuati e la verifica dei parametri individuati al secondo punto.
4. Tutte le verifiche effettuate sono tradotte in elaborati utilizzabili anche al fine di eventuali azioni finalizzate alla tutela di eventuali esemplari di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento, preventivamente organizzate in una Banca Dati Generale del Monitoraggio. Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine in modo da essere facilmente raffrontabili.

Un indagine di tipo "B" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, in una giornata di lavoro.

#### Indagine tipo "C": Censimento floristico per fasce campione

per censimento floristico si intende il rilevamento in campo, la determinazione e la catalogazione della flora di un dato territorio, in modo tale che i dati raccolti possano essere confrontati con quelli storici, per evidenziarne eventuali cambiamenti. Lo studio avviene attraverso la raccolta di piante, che vengono essiccate, classificate e raccolte in un erbario.

Già nelle prime indagini speditive è possibile riconoscere ed elencare la gran parte delle specie legnose (alberi e arbusti), notoriamente più semplici da determinare. Per molte specie erbacee e per tutte le entità sconosciute è invece indispensabile la raccolta di campioni, ovvero parti della pianta quanto più possibile complete dei caratteri utili al riconoscimento (foglie, fusti, fiori, frutti, radici, ecc.). Analizzando questi campioni è possibile determinare genere e specie di riferimento tramite l'utilizzo delle chiavi dicotomiche e, se necessario, con l'ausilio di microscopio binoculare e di iconografie dettagliate



Alla fine dovrà quindi essere prodotta una lista floristica di riferimento per l'area in esame. In questo elenco le entità vegetali devono essere definite attraverso il loro nome latino, secondo le regole della nomenclatura tassonomica. Secondo i codici di nomenclatura tassonomica ciascuna entità vegetale è contraddistinta da un binomio in latino in cui il primo termine (scritto con la lettera iniziale maiuscola) indica il genere di appartenenza, il secondo termine (con la lettera iniziale minuscola) indica la specie. Per correttezza formale, di seguito al binomio andrebbe riportato il nome abbreviato dell'Autore che per primo ha descritto validamente la specie. Il binomio così composto indica inequivocabilmente una determinata entità vegetale. Es: *Quercus suber* L. (in cui L. sta per Linneo), nome volgare: sughera Le categorie inferiori alla specie, corrispondenti a sottospecie o varietà, vengono indicate con un ulteriore nome latino che segue il binomio, preceduto dalle abbreviazioni *subsp.* o *var.* Es: *Salix purpurea* L. *subsp. purpurea* (= sottospecie nominale, diffusa in tutta Italia) *Salix purpurea* L. *subsp. angustior* Lautenschl. (presente in Lombardia e Friuli Venezia Giulia) *Salix purpurea* L. *subsp. eburnea* (Borzi) Cif. & Giacom. (presente in Sardegna) Es: *Salix eleagnos* Scop. *subsp. eleagnos* (= sottospecie nominale, diffusa in tutta Italia) *Salix eleagnos* Scop. *subsp. angustifolia* (Cariot) Rech. fil. (presente in Liguria, Toscana e Lazio) Esistono poi anche le cultivar, ovvero quelle varietà di specie vegetali selezionate artificialmente e coltivate a fini produttivi o per altri impieghi (giardinaggio, collezionismo, ecc.). Es:

*Populus nigra* L. cv. *italica* E' sempre sconsigliato l'uso esclusivo dei nomi volgari poiché non sono univoci e possono generare confusione.

Un indagine di tipo "C" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, in una giornata di lavoro.

**Le indagini di tipo "A", "B", "C" verranno ripercorse con l'obiettivo di valutare la dinamica della vegetazione in fase ante operam, corso d'opera e post operam.**

*Indagine tipo "D": Censimento delle comunità vegetali - il metodo fitosociologico*

Le azioni antropiche possono determinare non soltanto l'alterazione della flora locale, ma possono anche causare variazioni della struttura delle formazioni vegetali. È utile pertanto effettuare un controllo sulle comunità vegetali, mediante rilievi fitosociologici con il metodo Braun-Blanquet.

Il rilievo fitosociologico (metodo di valutazione quali-quantitativa) si differenzia dal rilievo strettamente floristico (metodo qualitativo) perché, accanto ad ogni specie, si annotano i valori di "abbondanza-dominanza". È necessario sottolineare che tali rilievi possono essere eseguiti solo all'interno di fitocenosi che conservino almeno parte della loro struttura originaria. Nell'area in esame quindi tali rilievi saranno limitati alle stazioni fisionomicamente e strutturalmente delineate.

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

FASE ANALITICA: il rilievo fitosociologico:

1. Nell'ambito delle predefinite aree di indagine le stazioni di rilevamento saranno identificate sulla base dei caratteri fisionomici indicatori dell'unitarietà strutturale della vegetazione considerata. Ove possibile le stazioni insisteranno nelle fasce d'indagine identificate per il censimento floristico, secondo un transetto ortogonale all'asse stradale. Nella superficie campione (stazione di rilevamento), circoscritta nel perimetro di un quadrato di almeno 10x10 mt di lato, si effettua quindi il censimento delle entità floristiche presenti, che viene riportato sulla relativa scheda di rilevamento, unitamente alla percentuale di terreno coperta da ciascuna specie.

Per la stima del grado di copertura della singola specie si utilizza la scala di abbondanza dominanza di Braun-Blanquet (1928);

Individui rari o isolati	Ricoprenti meno dell'1%	Ricoprenti tra 1 e 5%	Ricoprenti tra 5 e 25%	Ricoprenti tra 25 e 50%	Ricoprenti tra 50 e 75%	Ricoprenti più del 75%
<b>r</b>	<b>+</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

La mosaicità del paesaggio in senso ecosistemico, condiziona la collocazione delle stazioni di rilevamento rispetto al tracciato e rispetto alle fasce degli itinerari floristici. In particolare:

- laddove l'omogeneità fisionomica-strutturale della vegetazione lo consentirà, le stazioni di rilevamento devono essere estese a comprendere l'intera fitocenosi;
- quando la formazione vegetale presentasse una limitata estensione, la stazione di rilevamento, unica, deve essere posta a cavallo fra la fascia prossimale e distale del percorso floristico o di una di esse;
- quando la formazione fosse sufficientemente estesa ed omogenea, i rilievi dovrebbero essere eseguiti in due stazioni distinte, insistenti ciascuna su una delle due fasce (prossimale e distale) dell'itinerario floristico.



Le stazioni unitarie scelte saranno posizionate sulle carte di progetto in scala 1:2.000 e specificate attraverso l'indicazione delle coordinate geografiche. Sarà prodotta inoltre idonea documentazione ortofotografica i cui coni visuali saranno riportati in cartografia.

2. Si specificano successivamente i parametri stazionali (altezza, esposizione, inclinazione), morfometrici (altezza degli alberi, diametro) con breve cenno sulle caratteristiche pedologiche, informazioni che completano la caratterizzazione della stazione.

Per la misura della superficie rilevata si utilizzerà un doppio decametro e per le misure morfometriche (altezza degli arbusti e diametro degli alberi) una fettuccia metrica; l'altezza degli alberi sarà determinata facendo ricorso al metodo comunemente definito "albero metro".

3. Nel corso dell'indagine l'area in esame deve essere delimitata temporaneamente da una fettuccia metrica; ove possibile si devono marcare con vernice alcuni elementi-confine (alberi, pali della luce, ecc.) che permettano di individuare nuovamente l'area nelle fasi di corso d'opera e di post operam. Nel caso di vegetazione pluristratificata, le specie dei diversi strati vanno rilevate separatamente (strato arboreo, arbustivo ed erbaceo).

#### FASE SINTETICA:

la tabella ricavata dall'insieme dei rilievi fitosociologici viene riordinata cercando di raggruppare i rilievi più omogenei e rappresentativi di particolari aspetti della vegetazione studiata per ottenere una tabella più strutturata organizzata classificando gli aggruppamenti vegetali sulla base di associazioni vegetali<sup>1</sup> di riferimento.

Le dimensioni e la forma dei rilievi devono descrivere una situazione omogenea per cui secondo i casi, i rilievi avranno forma lineare, puntuale o areale, e limiti probabilmente irregolari, che ricalcano i contorni spesso sinuosi della microeterogeneità stazionale. La superficie complessiva del rilievo non la si stabilisce a priori ma è determinata in funzione al **minimo areale**, ovvero l'area minima all'interno della quale il popolamento vegetale è sufficientemente rappresentato. Per determinare il minimo areale il metodo

---

<sup>1</sup> *associazione vegetale = raggruppamento più o meno stabile e in equilibrio con il mezzo ambiente, caratterizzato da una determinata composizione floristica, nella quale alcuni elementi esclusivi o quasi e specie caratteristiche, rivelano con la loro presenza una ecologia particolare e autonoma*

più comune è quello di aumentare progressivamente la superficie di rilevamento fino a quando il numero di specie non si stabilizza (ossia non si riesce a censire più alcuna specie nuova nell'ambito del popolamento elementare).

Tutte le verifiche effettuate saranno tradotte in elaborati utilizzabili anche al fine di eventuali azioni finalizzate alla tutela di fitocenosi di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento, preventivamente organizzate in una Banca Dati Generale del Monitoraggio. Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine in modo da essere facilmente raffrontabili. Un indagine di tipo "D" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, in una giornata di lavoro.

### Indagine di tipo "E" - Analisi degli anfibi e dei rettili, Strigiformi e Footprint traps

#### **Anfibi e rettili**

Lo studio delle popolazioni di anfibi e rettili si basano su metodi di rilevamento per osservazione diretta che possono essere: per transetti lineari o per quadrati campione. In questo caso specifico il metodo che risulta più adatto è quello dei quadrati campione che consiste nel suddividere l'area in quadrati di uguali dimensioni e all'interno dei quadrati selezionati vengono cercati e contati tutti gli esemplari presenti di anfibi e rettili. A seconda della tipologia ambientale dell'area da campionare si richiede un numero minimo di 3 giorni per effettuare il rilievo, ed il campionamento dovrà avvenire durante il periodo riproduttivo che in genere coincide per anfibi e rettili ed è individuabile nella primavera. La superficie dei quadrati campione varia da 1 a 25 mq e per ogni quadrato si riporterà su apposite schede il numero totale di avvistamenti. Tali dati dovranno poi essere riportati su cartografia di progetto 1:2000 indicando le densità delle presenze ed il rilievo fotografico dell'area e degli avvistamenti con appositi coni visivi.

#### **Strigiformi**

La valutazione numerica delle popolazioni di Strigiformi incontra numerose difficoltà riconducibili principalmente alle abitudini elusive e/o notturne della maggior parte delle specie, alle basse densità di popolazione generalmente presenti e alle marcate variazioni stagionali del comportamento. Tenendo presente queste considerazioni, lo studio degli Strigiformi è spesso condizionato dall'impossibilità di compiere censimenti a vista (con l'unica eccezione del Gufo reale) e dalla necessità di investire molto tempo

nella ricerca di campo. Per il conteggio delle popolazioni degli Strigiformi ci si avvale pertanto, quasi esclusivamente, di censimenti al canto, approfittando del territorialismo e dell'intensa attività canora che da esso deriva. Esistono diverse metodologie, messe a punto da diversi autori, contraddistinte da una minore o maggiore applicabilità ed efficacia, schematizzabili come segue:

1. Censimenti intensivi al canto spontaneo (SOUTHERN 1954, 1970; BELL 1964). Consiste nel coprire simultaneamente al tramonto l'area di studio, rilevando i canti spontanei dei maschi da punti d'ascolto prefissati. Appare evidente come questo metodo sia applicabile in aree di studio di ridotte dimensioni con presenza di numerosi (ed esperti) rilevatori e sia dunque molto dispendioso. Pur molto accurato, questo tipo di censimento tuttavia non garantisce risultati assoluti, in quanto spesso una frazione della popolazione non si manifesta; inoltre può essere effettuato con successo solamente nei limitati periodi di intensa attività canora-territoriale.
2. Ricerca e conteggio dei nidi (MATHISEN ET AL. 1977; FRASER 1978). Questo metodo è utilizzato generalmente per i rapaci diurni che nidificano in cesti di rami su albero (Astore *Accipiter gentilis*, Sparviere *Accipiter nisus*, Poiana *Buteo buteo*, Lodolaio *Falco subbuteo*), ma può essere applicato con successo per quegli Strigiformi che selezionano siti di nidificazione relativamente facili da individuare, come il Gufo comune (in vecchi nidi di Corvidi e rapaci diurni) la Civetta nana e la Civetta capogrosso (in cavità scavate da Picidi, quindi molto visibili). Tuttavia appare evidente come questa tecnica presenti dei problemi di applicabilità legati all'enorme investimento di tempo e, nel caso l'area di studio sia molto accidentata, il reale dubbio di non averla censita esaustivamente.
3. Censimenti al playback (BARBIERI ET AL. 1976; FULLER & MOSHER 1981; GALEOTTI 1989; PEDRINI 1989; SACCHI 1994). Questa tecnica consiste nello stimolare una risposta territoriale della specie che si vuole censire, simulando, mediante la riproduzione del canto con un registratore, la presenza di un conspecifico. Rispetto alle tecniche sopraelencate, il censimento col playback offre numerosi vantaggi, tra i quali la possibilità di coprire vaste superfici con un numero limitato di rilevatori, la maggiore rapidità e l'alto rendimento dei censimenti poiché incrementa in misura sensibile il tasso di canto anche in

specie normalmente elusive o silenziose, e la possibilità di una migliore definizione dei territori in quanto gli animali possono seguire la fonte del playback entro i propri confini. Tuttavia, al fine di ottimizzare gli sforzi, occorre tenere in considerazione che i risultati migliori si ottengono in ben determinati periodi dell'anno, che variano a seconda della specie. Generalmente l'attività canora è massima nel periodo precedente la riproduzione, in luna crescente o piena, poco dopo il tramonto e poco prima dell'alba e con cielo coperto. Venti forti e pioggia insistente sembrano ridurre drasticamente la probabilità d'ascolto di gran parte delle specie (PEDRINI 1989; PALADINI & PEDRINI 1994; SACCHI 1994). Se dopo questo primo tentativo non si ottenevano risposte veniva effettuata una nuova stimolazione di un minuto di emissione e uno di ascolto. Il censimento del Gufo verrà effettuato in modo diverso: oltre all'utilizzo del playback (imitato a voce) è opportuno affiancare metodologie d'indagine diurne, sia rilevando con un telescopio 30x le caratteristiche colate fecali presenti sulle pareti rocciose frequentate dal rapace, sia cercando resti alimentari rivelatori della presenza della specie (borre, inconfondibili per dimensioni e contenuto, spiumate di rapaci e "pelli" di ricci) alla base di tali pareti. Questa metodologia d'indagine è stata preferita nei settori più rumorosi (pareti rocciose nei pressi di fondivalle, corsi d'acqua, ecc.), in accordo con le metodologie già impiegate in precedenti ricerche condotte nel territorio provinciale (MARCHESI ET AL. 1999A).

### **Footprint traps**

Il footprint traps è un ottimo metodo per il censimento e riconoscimento della fauna terrestre selvatica e per la fauna strisciante in quanto è un metodo innocuo che consiste nello scegliere un posto in cui si pensa possa esserci passaggio di animali e realizzare un'area delimitata con dei pali. Tale area sarà da riempirsi, in caso di substrato troppo duro o roccioso con della sabbia da lisciare con cura per renderla una superficie molto piana e pulita.



Tutti i dati verranno riportati in apposite schede di rilevamento. Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine in modo da essere facilmente raffrontabili. Le indagini di campo permetteranno di realizzare una check-list commentata delle specie faunistiche e nell'indagine relativa alla Fauna mobile terrestre, la corretta attribuzione dei reperti sarà verificata con la consultazione di manuali, atlanti e guide scientifiche e lavori scientifici, quali:

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

I rilievi della fauna dovranno anche consentire una valutazione della condizioni degli habitat in base alla presenza/assenza di specie indicatrici. Durante i rilievi si dovrà prestare attenzione lungo l'asse stradale anche alla presenza di animali morti onde individuare i tratti stradali a maggiore mortalità.

Un indagine di tipo "E" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte.

### Indagine tipo "F" Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche

L'avifauna, a causa della elevatissima capacità di spostamento, risponde in tempi molto brevi alle variazioni ambientali e può pertanto essere utilizzata come un efficace indicatore ecologico, soprattutto se il livello di studio prende in considerazione l'intera comunità delle specie presenti nei differenti biotopi. Per il rilevamento delle comunità ornitiche occorre individuare percorsi lineari rappresentativi al fine di registrare tutti gli individui delle diverse specie presenti nelle stazioni di rilevamento e descrivere in modo sufficientemente approfondito la comunità avifaunistica presente e le sue caratteristiche ecologiche e qualitative.

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

1. Lo studio sull'avifauna sarà condotto nel corso dei mesi primaverili-estivi e riguarderà la raccolta di dati sulla comunità delle specie nidificanti attraverso il metodo dei sentieri campione (*Transect Method*); tale metodologia è ampiamente sperimentata e di uso consolidato (Merikallio, 1946; Jarvinen & Vaisanen, 1976). Questo metodo è particolarmente adatto per essere applicato in tutte le stagioni e permette di raccogliere una discreta quantità di informazioni con uno sforzo di ricerca contenuto. Il metodo consiste nel percorrere ad andatura costante, 1-2 km/ora un itinerario con andamento rettilineo e nell'annotare tutti gli individui delle diverse specie osservate od udite.
2. In ante operam verranno registrati tutti gli individui osservati od uditi all'interno di una fascia di circa 100 metri di ampiezza, ai due lati dell'itinerario campione. Nelle fasi successive si effettueranno i controlli di quanto osservato preliminarmente, per verificare eventuali scostamenti. I luoghi di ritrovamento dei campioni o di osservazione saranno posizionati sulle carte di progetto in scala 1:2.000 e saranno fotografati; individuando sulla cartografia i coni visuali delle foto.
3. I sentieri verranno percorsi tenendo presenti le indicazioni di Jarvinen & Vaisanen (1976), ossia scegliendo in anticipo il percorso su una mappa in modo che sia rappresentativo dell'area da studiare e percorrendo il tragitto nelle prime ore del mattino ed in assenza di vento e pioggia, camminando lentamente e fermandosi spesso per ascoltare le vocalizzazioni ed annotare le osservazioni. Per ricavare stime di densità è necessario effettuare almeno 35/40 registrazioni

(singoli individui o nel caso di specie gregarie:gruppi) senza misurazione delle distanze (Burnham et al., 1980).

Tutte le indagini effettuate saranno tradotte in appositi elaborati, che saranno utilizzati anche al fine di eventuali azioni alla tutela di habitat che ospitano specie di pregio e/o nidificanti. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento. Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine in modo da essere facilmente raffrontabili.

Un indagine di tipo "F" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, in una giornata di lavoro.

### G – Analisi multispettrale

Tale attività consiste nell'acquisizione di strisciate multispettrali composte da un minimo di 7 bande di ampiezza spettrale non superiore a 20 nm ed indicativamente allocate come di seguito specificato (lunghezze d'onda di centro banda espresse in nanometri):

- 450 nm
- 550 nm
- 650nm
- 750 nm
- 700 nm
- 800 nm
- 850 nm

La risoluzione spaziale dovrà essere di 1.5m x1.5m pertanto il sensore e le modalità di volo (velocità e quota) dovranno essere configurati di conseguenza. Inoltre, il sensore utilizzato dovrà essere integrato con un sistema di navigazione inerziale allo scopo di misurare e registrare i parametri di altitudine necessari per la geocodifica dei dati. La ripresa dovrà avvenire durante le ore e nei periodi dell'anno di maggiore insolazione solare e comunque nel rispetto delle basilari norme che regolano le riprese aeree fotogrammetriche (es. totale assenza di copertura nuvolosa sulle immagine e comunque non superiore al 0.1 % della superficie totale acquisita).

### **Attività di elaborazione - Produzione di Ortoimmagini**

L'elaborazione dei dati dovrà fornire ortoimmagini georiferite in formato raster (GEOTIFF ) con risoluzione pari a 1.5 metri ed accuratezza planimetrica pari a + 1.5 pixel. A tal fine la procedura dovrà essere basata sui seguenti dati di input (condizione minimale):

1. Le immagini "raw" acquisite;

2. I dati di orientamento forniti dal sistema inerziale e dal sistema GPS differenziale;
3. Il DTM della zona.

In particolare, il modello digitale del terreno dovrà avere una risoluzione tale da garantire un errore massimo, in quota, non superiore al doppio della dimensione del pixel (3 metri). Per zone collinari dovranno quindi essere utilizzati modelli con una risoluzione maggiore rispetto a quelli che si potranno utilizzare in zone relativamente piatte. Sulla base delle immagini iperspettrali acquisite si procederà con le seguenti attività a valore aggiunto:

1. costruzione di una cartografia digitale della copertura biofisica del suolo utilizzando la legenda CORINE;
2. mappatura delle condizioni di stress riferite alla vegetazione naturale e preparazione della relativa cartografia.

### **Cartografia della copertura biofisica del suolo**

Il processo di costruzione di questa cartografia dovrà essere articolato come segue:

- caricamento su piattaforma GIS delle orto-immagini iperspettrali;
- selezione delle firme spettrali delle classi di copertura del suolo previste dalla nomenclatura CORINE. Per ogni classe dovranno essere selezionate almeno 5 aree di training riferite a ciascuna strip delle immagini iperspettrali;
- verifica della separabilità spettrale delle classi selezionate operata attraverso le matrici di confusione;
- classificazione automatica della copertura biofisica del suolo riferita all'insieme disponibile delle strisciate riguardanti le immagini;
- mosaicatura del risultato della classificazione operata attraverso processi di interpretazione assistita da computer;
- verifica del grado di accuratezza raggiunto nel riconoscimento delle classi realizzata interpretando le immagini e, se necessario, integrando, con visite speditive sul terreno, elementi puntuali sistematicamente allocati ogni 500 m lungo il tracciato della struttura.

La procedura sopra identificata potrà subire dei cambiamenti in relazione alla separabilità spettrale delle classi non disponibili a priori.

### **Mappatura delle condizioni di stress della vegetazione naturale**

Dalle immagini iperspettrali saranno estratte le eventuali condizioni di stress che interessano la vegetazione naturale presente all'interno dell'area di indagine. Questa estrazione viene realizzata attraverso il seguente processo di lavoro:

- estrazione automatica dei poligoni interessati dalla vegetazione naturale ;
- costruzione delle features spettrali di ogni poligono e loro archiviazione in relazione anche alle classi di vegetazione naturale riscontrate;
- elaborazione, per ciascun poligono, dei dati iperspettrali, utilizzando l'algoritmo del RED e BLUE-SCHIFT, allo scopo di estrarre i pixel riferiti a vegetazione naturale in stato di stress;
- verifica dei risultati ottenuti, effettuata visualizzando i poligoni di vegetazione naturale ritenuta in stress sulle immagini iperspettrali.

#### Indagine tipo "H": Censimento dei Chirotteri

L'obiettivo principale nello studio dei chirotteri è ottenere delle stime della consistenza numerica delle popolazioni per le diverse specie presenti nel territorio in modo da poter identificare le specie maggiormente minacciate e seguirne gli andamenti demografici durante le attività di realizzazione dell'opera in progetto. Un approccio utile è rappresentato dalla stima dell'abbondanza relativa ricavabile dai dati raccolti con le catture nelle aree di alimentazione o con i rilevatori di ultrasuoni. La tipologia di rilevamento maggiormente impiegata è quella dei censimenti condotti presso i *roots* che sono i rifugi dei chirotteri. Il censimento può essere fatto sia mentre sono all'interno dei roots che mentre ne escono e il numero totale presenti in una data area si ottiene sommando le osservazioni condotte nei singoli roots; se poi il totale si divide per la superficie dell'area di studio si otterrà la densità di chirotteri presenti. Affinchè il censimento abbia successo è necessario essere in grado di riconoscere la specie in emergenza senza errore e dotarsi di un contatore automatico.

#### 2.8.6. Normativa di riferimento

##### **Normativa comunitaria ed internazionale**

- *Convenzione di Parigi del 15 ottobre 1950*, concernente la protezione degli uccelli e dei siti di nidificazione;
- *Convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971*, concernente la tutela delle zone umide di importanza internazionale. Essa è stata recepita dall'Italia con D.P.R. 448 del 1977 (Applicazione della Convenzione di Ramsar);

- *Convenzione di Washington del 1973*, che regola il commercio internazionale delle specie di flora e fauna selvatica, attivando gli uffici CITES;
- *Convenzione di Bonn del 1979 (aggiornata al 1991)* riguardante la conservazione delle specie migratrici di fauna selvatica;
- *Convenzione di Berna del 19 settembre 1979* riguardante la conservazione della natura, degli habitat e delle specie floristiche e faunistiche (invertebrati e vertebrati);
- *la Convenzione sulla Biodiversità di Rio de Janeiro (maggio 1992)* prodotta dalla conferenza delle Nazioni Unite per l'Ambiente e lo Sviluppo;
- *Direttiva 92/43/CEE "Habitat"* avente per oggetto la "conservazione degli habitat naturali e seminaturali, della flora e della fauna selvatiche" e la creazione della Rete Natura 2000, tramite il collegamento dei Siti di Interesse Comunitario (S.I.C.) e delle Zone di Protezione Speciale (Z.P.S.). Negli allegati I, II e IV vengono elencati gli habitat, le specie animali e vegetali da tutelare sul territorio comunitario;
- *Nuova direttiva uccelli 2009/147/CE del Parlamento europeo e del consiglio, del 30 novembre 2009*, concernente la conservazione degli uccelli selvatici che sostituisce la precedente Direttiva 79/409/CEE "Uccelli", abrogata;

### **Normativa nazionale**

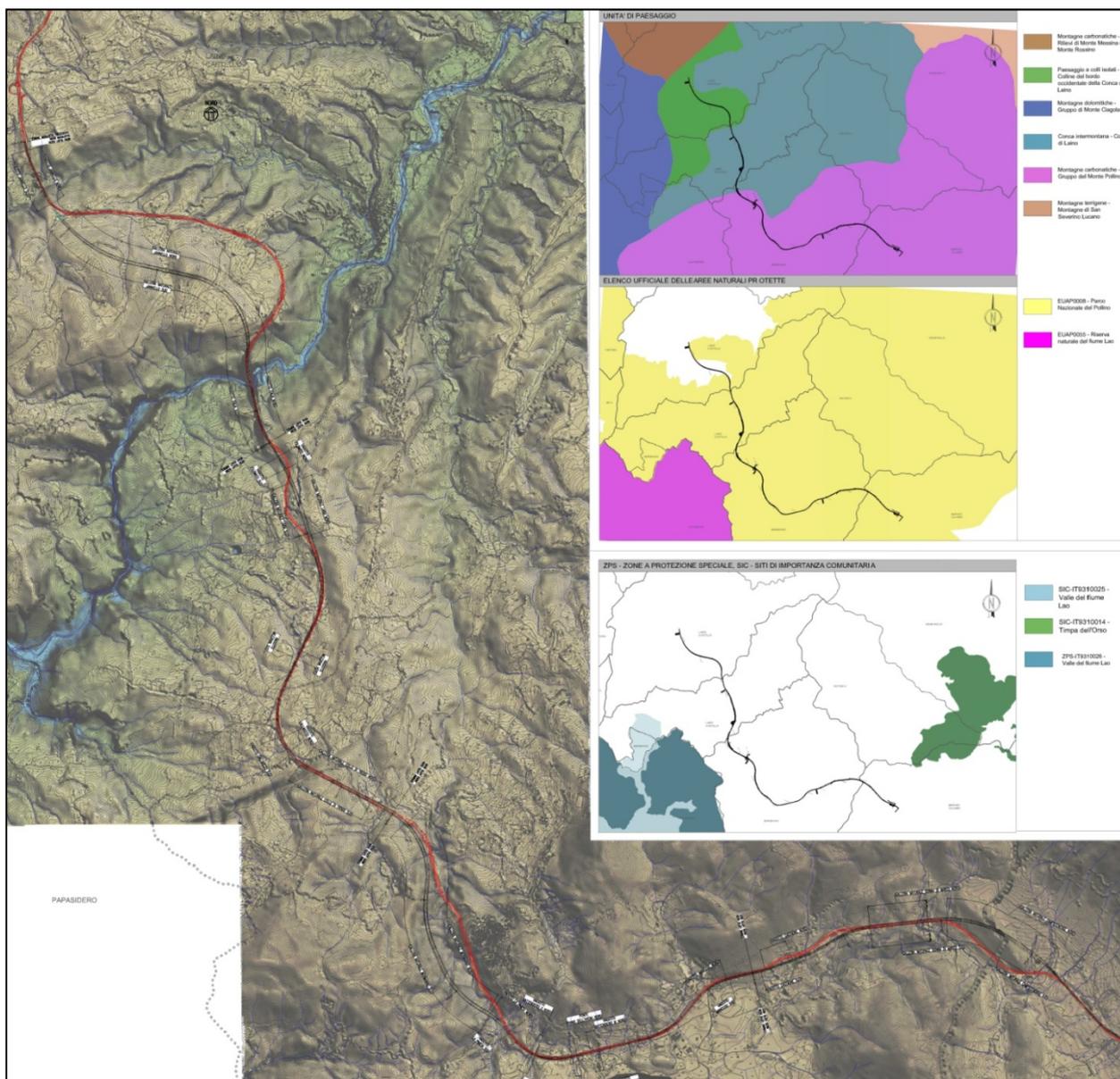
- *D.P.R. 357 dell'8 settembre 1997 (con successive modifiche ed aggiornamenti, in particolare il D.P.R.120/2003) - "Regolamento recante l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche". Esso recepisce la Direttiva Habitat, compresi gli allegati I, II e IV della Direttiva, per cui gli habitat, le specie animali e vegetali sono oggetto delle medesime forme di tutela anche in Italia;*
- *D.M.del 3 settembre 2002: "Linee guida per la gestione dei siti Natura 2000";*
- *Legge 66/2006 "Adesione della Repubblica italiana all'Accordo sulla conservazione degli uccelli acquatici migratori dell'Africa - EURASIA, con Allegati e Tabelle, fatto a L'Aja il 15 agosto 1996"*
- *Legge Quadro 394/1991 - "Sulle Aree Protette" definisce il sistema nazionale delle aree protette e redige la Carta della Natura;*

- *Legge 812/1978 - "Adesione alla Convenzione Internazionale per la protezione degli uccelli di Parigi del 1950";*
- *Legge 503/1981 - "Ratifica ed esecuzione della convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, con allegati, adottata a Berna il 19 settembre 1979";*
- *Legge 42/1983 - "Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla conservazione delle specie migratorie appartenenti alla fauna selvatica, con allegati, adottata a Bonn il 23 giugno 1979";*
- *Legge 157/1992 - "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio". Essa è stata modificata dalla L. 221/2001 (Integrazioni della L. 157/192);*

### **Normativa Regionale**

- *Legge Regionale n. 12 del 22-02-2005: "Modifiche alla L.R. 28.06.1994 n. 28 (Individuazione, classificazione, istituzione, tutela e gestione delle aree naturali protette in Basilicata)" (B.U.R. Basilicata n. 14 del 23..02.2005)*

## 2.9. Paesaggio



Carta della Morfologia del paesaggio (in rosso la A3 esistente e in nero il Progetto Esecutivo)

### 2.9.1. Definizione del quadro informativo esistente

A corredo di quanto indicato per la componente ambientale paesaggio descritta in seguito si è fatto riferimento:

- alle informazioni e dati presenti nel sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, disponibile sul sito [www.minambiente.it](http://www.minambiente.it);
- alla base di riferimento ortofotografica del Volo Italia 2006, disponibile sul sito [www.atlanteitaliano.it](http://www.atlanteitaliano.it);

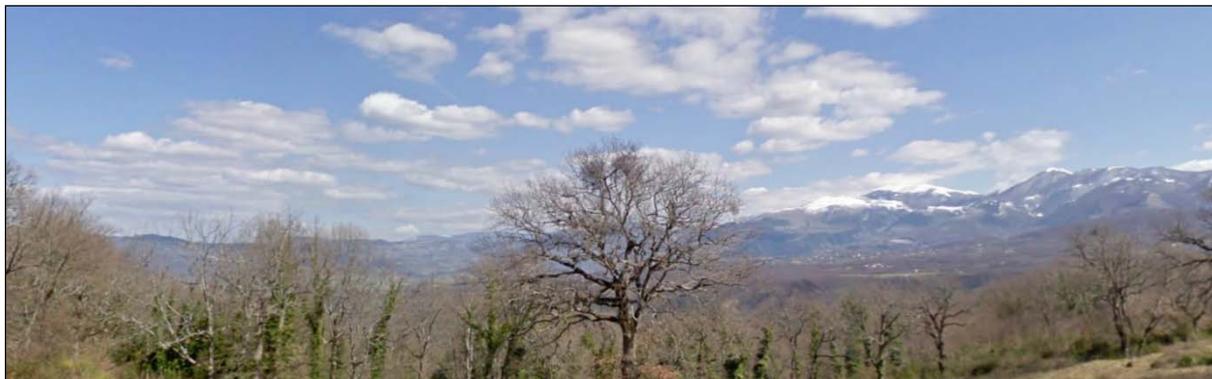
- alla base del Piano del Parco Nazionale del Pollino disponibile nel sito [www.parcopollino.gov.it](http://www.parcopollino.gov.it).

In base a queste analisi è emerso che la nuova infrastruttura attraversa 4 macro-ambiti paesaggistici ben distinti tra loro per la morfologia del territorio:

- a. la Valle del Mercure*
- b. la Valle del Lao*
- c. la Valle del Battendiero in prossimità di Mormanno*
- d. l'Altopiano di Campotenese*

a. Valle del Mercure

La valle del fiume Mercure si trova a ridosso della catena del monte Pollino sul suo versante settentrionale, laddove Basilicata e Calabria s'incontrano. La stessa Valle del Mercure è divisa fra la provincia di Potenza (Basilicata) e quella di Cosenza (Calabria). Il fiume Mercure che l'attraversa, nasce dalla Serra di Mauro e sfocia nel mar Tirreno, nei pressi di Scalea (CS), con un nome diverso, Lao, nome che acquisisce non appena entrato in territorio calabrese; l'area da sottoporsi a monitoraggio ambientale sarà solo la parte alta del bacino, quella ricompresa fra i Comuni Laino Castello e Laino Borgo, in provincia di Cosenza, nota come "Bacino del Mercure". Geologicamente l'area rappresenta ciò che resta di un antico bacino lacustre del quale i terreni che percorreremo costituivano i vecchi sedimenti, cioè i fanghi e le sabbie che giacevano sul fondo. E' possibile distinguere questi terreni da quelli dei monti e delle colline circostanti per il loro diverso colore che va dal bianco al giallo, talora con aree molto scure, dal bruno al nero, laddove contengono quantità variabili di carbon fossile (lignite). Attualmente l'antico fondo del lago del Mercure viene solcato dall'omonimo fiume e dai suoi brevi affluenti che ne modificano la forma conferendogli un aspetto più movimentato.



*b. Valle del Lao*

Il Fiume Lao nasce con il nome Mercure sul versante occidentale del gruppo montuoso del Pollino, in Basilicata, a circa 1.600 di quota. Dopo un lungo percorso sotterraneo le sue acque limpide affiorano in superficie nel territorio del comune di Viggianello e scorrono in una valle dalla bellezza straordinaria e di grande interesse naturalistico e storico divenuta anche Riserva Naturale Statale istituita con D.M. 423 del 21/07/1987. Il Lao attraversa i paesi di Laino Borgo, Laino Castello, Papisidero e Orsomarso dove si congiunge con il Fiume Argentino per sfociare infine nel mar Tirreno. La Riserva ha un'estensione di circa 5.200 ha e vi si trovano formazioni boschive di notevole interesse e varietà, dalla macchia mediterranea alla faggeta. La fauna presente nell'area risulta di particolare pregio.



c. Valle del Battendiero in prossimità di Mormanno

Il Battendiero è un fiume di modeste dimensioni, lungo circa 23 Km, che nasce in un territorio ad alta valenza paesaggistica costeggiando la “Laccata” dell’altopiano di Campotenese, il comune di **Morano Calabro** e la zona del **Pantano di Mormanno**. Attraversa foreste di faggi e castagni e raccoglie le acque incontaminate di altre due polle sorgive del posto, una situata nella zona della **Sambuchita**, l’altra alle pendici della **Vernita**. Scendendo più a valle attraversa i prati verdi e gli ampi spazi del **Pantano**, in un ambiente che si può facilmente assimilare a quello di una vallata alpina, per concludere la corsa, con passo cauto, in un laghetto d’acqua artificiale riprende nuovamente il tragitto naturale che si sviluppa ora in un territorio molto più accidentato, aspro e armonioso al tempo stesso.



d. Altopiano di Campotenese

Il Piano di Campotenese separa il Massiccio del Pollino dai Monti di Orsomarso che si levano, fitti di vegetazione, nella parte sud occidentale del Parco del Pollino, in direzione del Tirreno: il Cozzo del Pellegrino (1987 m), La Mula (1935 m), la Montea (1825 m), il Monte La Caccia (1744), il Monte Palanuda (1632 m), individuano un territorio di assoluta integrità e bellezza. Qui si aprono vallate incise da corsi d'acqua incontaminati - Argentino, Abatemarco, Lao, Rosa - che, tra balzi e cascate, danno luogo a scorci paesaggistici di notevole valenza.





### 2.9.2. Approccio metodologico e definizione delle aree e dei beni da monitorare

Il paesaggio rappresenta il risultato dell'interazione formale tra gli scenari, la loro percezione e la trama di relazioni antropiche e naturalistiche che vi si perpetrano.

In tal senso lo studio del corridoio di progetto ha avuto alla base l'individuazione di ambiti paesaggistici differenti, e ricollegabili essenzialmente alla Valle del Mercure, alle principali incisioni idrografiche, al Borgo di Mormanno e all'altopiano di Campotenese.

I punti di monitoraggio predisposti dal presente PMA, porteranno all'acquisizione fotografica degli scorci più suggestivi e a riconoscere l'interazione delle opere più importanti con il territorio in cui si inseriscono (anche in relazione alle loro fasi realizzative) oltre che a valutare la bontà dei ripristini e dei recuperi ambientali derivanti da una concezione più razionale dell'opera nel suo insieme.

In tal senso, il monitoraggio paesaggistico sarà rivolto a:

- caratterizzare lo stato della componente individuando gli elementi di particolare pregio e gli ambiti territoriali a maggiore vulnerabilità (fase di ante operam);
- valutare l'efficacia delle opere di mitigazione e compensazione ambientali e a salvaguardare il paesaggio e le preesistenze territoriali dall'entropia propria della cantierizzazione e dal degrado percettivo che sovente vi si accompagna (fase post operam).

Di conseguenza i beni da sottoporre a indagine fotografica nel monitoraggio sono:

- beni storico-culturali, insediativi archeologici e architettonici;
- aree a elevato valore ecologico-ambientale e naturalistico;
- aree a elevata sensibilità paesaggistica e caratteri percettivi.

### 2.9.3. Indicatori ambientali e identificazione degli impatti da monitorare

La definizione del paesaggio non si riferisce a parametri di sintesi propriamente detti, quanto piuttosto alla necessità di fornire termini di paragone e confronto delle aree

attenzionate, nel merito della loro evoluzione morfologica, ecologica, vegetazionale, e funzionale sia in aree antropizzate che naturali. Come ogni componente del quadro di riferimento del PMA, il paesaggio è suscettibile di una caratterizzazione nello spazio e nel tempo; per i fini del presente elaborato, si reputa sufficiente la definizione di alcuni punti visuali nei quali materializzare una piattaforma di acquisizione fotografica. La definizione dei punti di visuale, dovrà essere opportunamente georiferita in modo da garantire la medesima collocazione della strumentazione fotografica; ciò consentirà la percezione immediata dei mutamenti, e di rilevare con prontezza lo scostamento dallo scenario previsionale, o il verificarsi di alterazioni impreviste, richiedenti la definizioni di strategie di contenimento.

La principale tipologia d'impatto sul paesaggio da attenzionare è legata alla modificazione della percezione visiva dei ricettori sensibili, dovuta: a fenomeni di **mascheramento visivo totale o parziale**; all'**alterazione dei lineamenti caratteristici dell'unità paesaggistica**, a causa dell'intromissione di nuove strutture fisiche estranee al contesto per forma, dimensione o colore.

L'attività di monitoraggio deve in particolar modo verificare l'insorgere dei seguenti impatti potenziali, quali:

- rischio di danneggiamento del bene storico-culturale, panoramico o naturalistico;
- alterazione della percezione visiva da/verso il ricettore.

Inoltre risulta importante valutare le **modificazioni di uso del suolo** nelle immediate vicinanze tracciato stradale per cui l'attività di monitoraggio deve verificare anche la corretta esecuzione delle opere di mitigazione e compensazione e, laddove possibile, consentire interventi correttivi in corso d'opera al fine di correggere eventuali criticità residue. In base a queste considerazioni sono state individuate quattro indagini distinte volte a valutare aspetti diversi, ovvero:

- Indagine tipo A (prima indagine) Integrazione dell'opera con il contesto paesaggistico
- Indagine tipo B - Interazioni opera/beni storico-architettonici
- Indagine tipo C - Aree di attenzione archeologica
- Indagine tipo D - Uso del suolo

#### 2.9.4. Criteri di identificazione delle aree e dei punti di monitoraggio

Le aree per le quali verrà effettuata l'**indagine di tipo A** sono state individuate fra quelle a maggior sensibilità paesaggistica così come emerso dalle Analisi paesistico ambientale. All'interno di queste macro aree sono stati individuati come ricettori sensibili i punti panoramici con particolare riferimento alla percezione locale del paesaggio.

Per essi verrà valutata la modificazione della percezione visiva prodotta dall'inserimento dell'opera mediante un raffronto dei dati ottenuti in ante operam, coi fotoinserti e le osservazioni post operam.

Le **indagini di tipo B** verranno effettuate su quei beni e presenze storico culturali emersi durante la redazione del SIA e nelle fasi di analisi propedeutiche alla Progettazione esecutiva dell'infrastruttura. Sono stati considerati beni da attenzionare non solo quelli vincolati ma anche quelli di particolare pregio architettonico e caratterizzanti il paesaggio. Per essi, oltre alle valutazioni rispetto alla variazione di visuale si valuterà anche lo stato di fruibilità del bene e la sua sicurezza strutturale.

Le **indagini di tipo C** si svolgeranno in tutte le aree a rischio archeologico, medio-alto e alto, interferite durante i periodi in cui saranno interessate dalle lavorazioni.

Le **indagini di tipo D**, interesseranno le aree marginali al tracciato autostradale con particolare vocazione agro-pastorale o formazioni boschive di pregio naturalistico.

#### 2.9.5. Modalità di esecuzione del monitoraggio

##### Strutturazione delle informazioni

I dati acquisiti a corredo di un repertorio fotografico, dovranno essere organizzati secondo una restituzione grafica di rapida consultazione ed effetto percettivo; con questo si vuole sottolineare la necessità di apprezzare in modo immediato tramite un semplice raffronto visivo, l'incidenza dei condizionamenti e delle azioni di progetto sul territorio, consentendo di stimare l'attinenza a scenari attesi o la loro eventuale casualità quali vedute fortuite od indesiderate. Le informazioni raccolte durante il rilievo dovranno essere organizzate in modo da registrare le seguenti azioni:

- Indagine tipo A (prima indagine) Integrazione dell'opera con il contesto paesaggistico
- Indagine tipo B - Interazioni opera/beni storico-architettonici
- Indagine tipo C - Aree di attenzione archeologica
- Indagine tipo D - Uso del suolo

### Programmazione delle attività

Il programma dei rilievi e delle attività di monitoraggio dovrà essere integrato al cronoprogramma lavori, vista la necessità di valutare i condizionamenti che la produzione infrastrutturale determina sul territorio. Eccezion fatta per i rilevamenti ante operam, da realizzarsi prima dell'approntamento delle aree di cantiere, la caratterizzazione del paesaggio sarà effettuata con cadenza semestrale, al fine di garantire la ricostruzione causa/effetto tra le operazioni in corso di esecuzione ed i condizionamenti riscontrati. L'acquisizione del repertorio fotografico dovrà essere effettuata ad intervalli regolari, mentre per quanto concerne le modalità di emissione, non si dovranno eccedere in modo significativo i tempi tecnici di edizione delle schede di restituzione dei dati.

### Attuazione del PM

Ferma restando la conduzione di tutte le attività propedeutiche al monitoraggio (sopralluoghi, georeferenziazione acquisizione dei permessi), si dovrà procedere all'esecuzione dei rilievi con la cadenza prestabilita dal presente elaborato e riportare le variazioni che si registrano per ognuna delle indagini effettuate intervenendo laddove si registrino delle criticità attraverso il ripristino dello stato dei luoghi.

### Gestione delle variazioni

Per quanto attiene il riconoscimento di occorrenze ambientali impreviste o varianti sostanziali del progetto, nell'ambito della gestione ambientale del cantiere si dovrà convocare il responsabile del monitoraggio, affinché valutando in modo circostanziato le nuove condizioni al contorno, predisponga i correttivi utili all'adeguamento dei contenuti del PMA.

### Articolazione temporale del monitoraggio

#### **Monitoraggio ante operam**

Il primo step consentirà la caratterizzazione dello stato attuale degli scenari esaminati, definendo lo stato "zero" di riferimento.

#### **Monitoraggio corso d'opera**

Nelle piattaforme di osservazione si dovranno effettuare rilievi fotografici, in cui sia garantita dapprima la visione d'insieme dell'area attenzionata, ed in seconda istanza di tutti quegli elementi ritenuti di particolare interesse all'interno di essa, ottenibili spostando l'inquadratura in aree prestabilite affinché se ne colgano gli elementi più significativi. La frequenza di acquisizione dati dovrà essere semestrale, e potranno

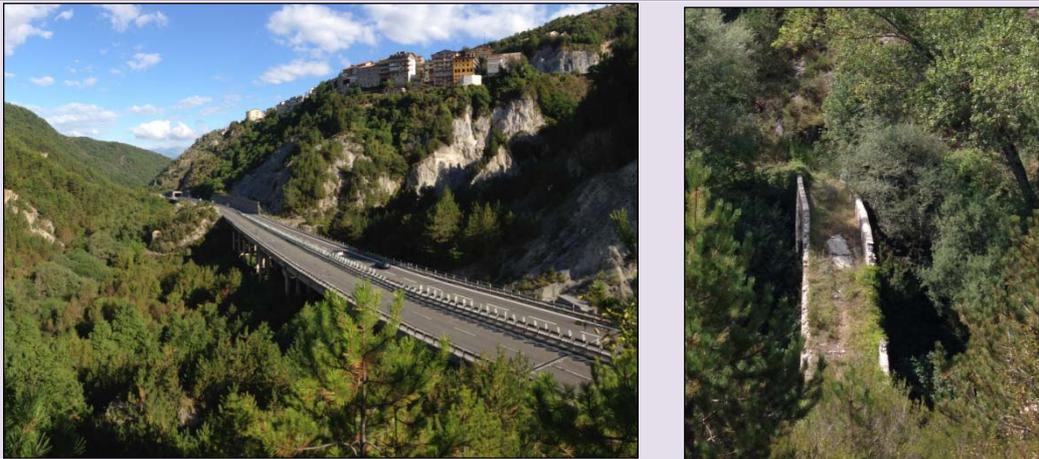
essere previste deroghe solo in relazione al blocco delle lavorazioni o salvo l'espressione del parere da parte del responsabile ambientale del monitoraggio.

### Monitoraggio post operam

Per il paesaggio si prescrive il protrarsi delle osservazioni per un periodo non più breve di un anno.

Si allega a seguire una tabella con indicati gli accertamenti previsti:

PUNTO [indagine]	AMBITO/BENE	OPERA CONNESSA	ANTE OPERAM	CORSO D'OPERA	POST OPERAM
<b>Paesaggio_1</b>	 <p style="text-align: center;"><b>Valle del Mercure – viadotto Italia</b></p>				
	[a] Paesaggio	Viadotto Italia	1	-	2 (1 ogni 6 mesi)
	[d] Uso del suolo		1	-	2 (1 ogni 6 mesi)
<b>Paesaggio_2</b>	 <p style="text-align: center;"><b>Valle del Lao – cinta muraria Laino Castello Vecchio</b></p>				
	[a] Paesaggio	Viadotto Italia	1	-	2 (1 ogni 6 mesi)
	[d] Uso del suolo		1	-	2 (1 ogni 6 mesi)

<b>Paesaggio_3</b>						
	<b>Valle del Battendiero – Galleria Salviera e viadotto Battendiero I</b>					
	[a]	Paesaggio	imbocco Sud della galleria Salviera e viadotto Battendiero I	1	-	2 (1 ogni 6 mesi)
	[b]	Ferrovia dismessa Lagonegro-Spezzano Albanese Terme e Rudere		1	semestrale	2 (1 ogni 6 mesi)
[d]	Uso del suolo	1		-	2 (1 ogni 6 mesi)	
<b>Paesaggio_4</b>						
	<b>Valle del Battendiero – Tratto da dismettere</b>					
	[a]	Paesaggio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viadotto Pineta</li> <li>• Dismissione A3 attuale</li> </ul>	1	-	2 (1 ogni 6 mesi)
	[b]	Ponte medievale		1	semestrale	2 (1 ogni 6 mesi)
	[c]	Presenze archeologiche		-	unica	-
[d]	Uso del suolo	1		-	2 (1 ogni 6 mesi)	

<b>Paesaggio_5</b>					
	<b>Valle del Battendiero</b>				
[a]	Paesaggio della Piana agricola con il lago Battendiero	Viadotti Pian della Menta e Battendiero III	1	-	2 (1 ogni 6 mesi)
[d]	Uso del suolo		1	-	2 (1 ogni 6 mesi)
<b>Paesaggio_6</b>					
	<b>Altopiano di Campotenese</b>				
[a]	Paesaggio della Piana agricola con il lago Battendiero	Viadotto Mancuso	1	-	2 (1 ogni 6 mesi)
[d]	Uso del suolo		1	-	2 (1 ogni 6 mesi)
<b>Paesaggio_7</b>					
	<b>Altopiano di Campotenese</b>				
[a]	Paesaggio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Galleria Campotenese</li> <li>• Dismissione A3</li> </ul>	1	-	2 (1 ogni 6 mesi)
[b]	Ferrovia dismessa Lagonegro-Spezzano		1	semestrale	2 (1 ogni 6 mesi)

	Albanese Terme				
[d]	Uso del suolo		1	-	2 (1 ogni 6 mesi)
<i>Numero misure</i>			7	56	14

**Tabella 35: Punti monitoraggio del paesaggio**

## 2.10. Vibrazioni

### 2.10.1. Premessa

Per una data opera stradale inserita in un determinato contesto territoriale, la causa di immissione di fenomeni vibranti all'interno di edifici presenti nelle zone limitrofe dell'opera, è rappresentata dai macchinari utilizzati nelle lavorazioni durante le fasi di costruzione, mentre, in fase di esercizio dell'opera, solitamente non si presentano fenomeni considerevoli di immissioni di vibrazioni. Il monitoraggio delle vibrazioni viene previsto allo scopo di:

- rilevare i livelli vibrazionali dovuti alle lavorazioni effettuate nella fase di realizzazione della tratta in progetto;
- individuare eventuali situazioni critiche (superamento dei limiti normativi) che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere (principalmente opere di scavo e traforo agli imbocchi delle gallerie), allo scopo di prevedere modifiche alla gestione delle attività di cantiere e/o di adeguare la conduzione dei lavori.

Le vibrazioni possono essere misurate rilevando il valore efficace dell'accelerazione che può essere espresso in  $m/s^2$  o  $mm/s^2$  o in termini di livello dell'accelerazione espresso in dB. Il livello dell'accelerazione è definito dalla seguente relazione:

$$L_w = 20 \log \left( \frac{a_w}{a_0} \right)$$

dove L è il livello espresso in dB, a è l'accelerazione espressa in  $m/s^2$  e  $a_0$  pari a  $10^{-6} m/s^2$  è il valore dell'accelerazione di riferimento.

Le vibrazioni sono rilevate lungo i tre assi di propagazione. Tali assi sono riferiti alla persona del soggetto esposto: l'asse x passa per la schiena ed il petto, l'asse y per le due spalle, l'asse z per la testa e i piedi (per la testa e i glutei se il soggetto è seduto). Come prescritto dalla norma UNI 9614 le accelerazioni da valutare sono quelle comprese nel range di frequenza tra 1 e 80 Hz e il dato da considerare è il valore quadratico medio delle accelerazioni presenti durante l'intervallo di tempo esaminato. Considerando, inoltre, che la percezione da parte dei soggetti esposti varia a seconda della frequenza e dell'asse di propagazione, i valori rilevati sono ponderati in frequenza

al fine di attenuare le componenti esterne agli intervalli di sensibilità, ottenendo così il livello equivalente ponderato dell'accelerazione  $L_w$ ,eq.

### 2.10.1. Approccio metodologico

Il monitoraggio delle vibrazioni indotte da un'infrastruttura stradale e dalle sue operazioni di costruzione, garantisce la tutela dei ricettori rispetto all'annoyance ed alla tutela dei beni immobili.

Le vibrazioni sono l'effetto tangibile della propagazione delle onde elastiche in un mezzo materiale generato da un impulso dinamico.

La perturbazione delle condizioni di equilibrio della particelle si propaga nel terreno secondo le leggi dell'elasticità, in modo tanto più complesso quanto più eterogenee ed anisotrope sono le caratteristiche del mezzo, in termini di variazioni di impedenza, caratteristiche giaciture, presenza di falda etc.

Secondo la normativa si distinguono due precisi riferimenti per il monitoraggio vibrazionale, uno finalizzato alla tutela della statica dei manufatti, e l'altra volta a prevenire gli effetti sull'uomo.

L'attenuazione delle onde elastiche per divergenza ed attrito comportano il decadimento del contributo energetico trasportato, cui consegue il rapido estinguersi del disturbo all'aumentare della distanza dalla sorgente perturbante.

Ne consegue che la scelta dei punti di monitoraggio vibrazionale sia stata prevista in corrispondenza dei ricettori prospicienti al tracciato, ritenuti quelli maggiormente soggetti all'incidenza diretta dei treni d'onda prodotti dalla strada e dalle operazioni di costruzione.

Per quanto riguarda l'abitato di Mormanno, la nuova soluzione in variante, delocalizzando il tracciato autostradale sul versante sinistro della valle del Battendiero, supera le problematiche vibrazionali inerenti lo scavo dell'omonima galleria, che, originariamente sottesa al centro abitato, aveva indotto il CIPE ad esprimere come prescrizione la necessità di procedere ad un accurato piano di monitoraggio durante le operazioni di scavo;

Quanto predisposto nell'esecutivo, esautorava il gruppo di progettazione dal predisporre una campagna di indagini finalizzata alla valutazione del disturbo vibrazionale presso l'abitato di Mormanno.

### 2.10.2. Descrizione punti di misura

L'analisi delle attività costruttive alla luce delle loro possibili ripercussioni sugli edifici adiacenti non sembra evidenziare particolari criticità.

I ricettori presenti nell'area, ad eccezione dell'abitato di Mormanno posto in posizione dominante in asse al tracciato odierno, presentano un carattere sparso, figlio dell'accidentalità dell'area, che solo a tratti presenta una configurazione morfologica tale da consentire un'urbanizzazione più estesa.

Il tracciato per tutto il suo sviluppo, lambisce solo occasionalmente case sparse e piccoli cluster insediativi, talora abbandonati, in disuso o con una occasionale destinazione residenziale, le cui caratteristiche architettoniche variano dal piccolo manufatto riadattato ad abitazione occasionale alle tradizionali case di campagna.

Fortunatamente, poiché i disturbi di tipo vibrazionale tendono ad estinguersi entro un ambito piuttosto ristretto attorno alla sorgente perturbante, gran parte delle possibili esternalità associate alla presente opera ed alla sua cantierizzazione produrranno verosimilmente solo limitate ripercussioni, ed un rischio ritenuto fundamentalmente nullo.

Per quanto riguarda il presente monitoraggio, la valutazione degli eventi e degli effetti vibrazionali dovrà tenere in debito conto anche le condizioni al contorno, che riferiscono fundamentalmente della considerazione della famosa serie sismica del Pollino, contraddistinta da un insolito e lungo protrarsi, che ha avuto il suo culmine nel sisma di Mormanno dell'ottobre 2012.

Ne è derivato un deterioramento delle condizioni strutturali di innumerevoli manufatti in larga parte dovuto a fenomeni fessurativi o di assestamento, e prodotti principalmente dalla vetustà degli immobili esposte alle sollecitazioni dinamiche prodotte dalla serie che sembra tuttora interessare gli ambiti della Valle del Mercure.

In tal senso il progetto di monitoraggio ante operam prevede l'accertamento dello stato di fatto degli immobili e del campo vibrazionale attuale a cui risultano esposti, per poter poi procedere a valutare, alla luce delle esternalità vibrazionali prodotte, la loro eventuali incompatibilità con il loro stato di conservazione, e con la tollerabilità dei soggetti esposti.

Punti di misura	Criticità rilevata	fase monitoraggio aria
vi_1	Case sparse gallarizzo	AO, CO, PO
vi_2	Case sparse svincolo mormanno	AO, CO, PO
vi_3	Case sparse Viadotto mancuso	AO, CO, PO
vi_4	Ricettore residenziale sottendente Galleria Laria	AO, CO, PO

**Tabella 36: Punti di monitoraggio componente vibrazioni**

Nella tavola "Carta dell'ubicazione dei punti di misura" è possibile individuare i punti previsti per il monitoraggio delle vibrazioni.

2.10.3. Articolazione ed estensione temporale delle attività di monitoraggio.  
Per il monitoraggio della componente Vibrazioni sono state previste due tipologie di misura di seguito riportate.

2.10.4. Misure di caratterizzazione dei livelli vibratorii ante operam  
La misura è mirata all'acquisizione dei livelli vibratorii attualmente presenti (ante operam). La misura è costituita un rilievo della durata giornaliera. Durante i rilievi verranno acquisiti in continuo i livelli vibratorii presenti e l'operatore dovrà annotare il verificarsi di eventi particolari che inducano della sismicità non normalmente riscontrabile sul sito. Tali eventi dovranno essere mascherati in fasi di post-elaborazione della misura.

Le misure saranno eseguite, una sola volta per ciascun ricettore.

Punto di misura	Durata ante operam	NUMERO MISURA	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1, 2, 3, 4	3 MESI PRIMA INIZIO LAVORI	1	1 volta	24H	accelerazione

**Tabella 37: Punti di monitoraggio componente vibrazioni - AO**

2.10.5. Misure di caratterizzazione dei livelli vibratorii in corso d'opera  
La misura è mirata alla caratterizzazione del campo vibrazionale indotto dalle attività di costruzione del corpo stradale, dei viadotti, dai siti di cantiere e dall'attività delle

macchine operatrici e dei mezzi d'opera orbitanti attorno ad esse. La misura avrà la durata giornaliera (ore lavorative del cantiere) durante la quale verranno misurate in continuo le vibrazioni indotte dalle lavorazioni.

Punto di misura	Durata corso d'opera	NUMERO MISURE	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1, 2, 3, 4	48 mesi	1	1 VOLTA	24H	accelerazione

**Tabella 38: Punti di monitoraggio componente vibrazioni - CO**

2.10.6. Misure di caratterizzazione dei livelli vibratorii post operam  
La misura è mirata all'acquisizione dei livelli vibratorii durante l'esercizio dell'opera (post operam). La misura è costituita un rilievo della durata giornaliera. Durante i rilievi verranno acquisiti in continuo i livelli vibratorii presenti.

Punti di misura	Durata post operam	NUMERO MAX MISURA	PERIODICITA'	TEMPO MISURA	TIPO MISURA
1, 2, 3, 4	3 MESI oltre la fine dei LAVORI	1	1 volta	24H	accelerazione

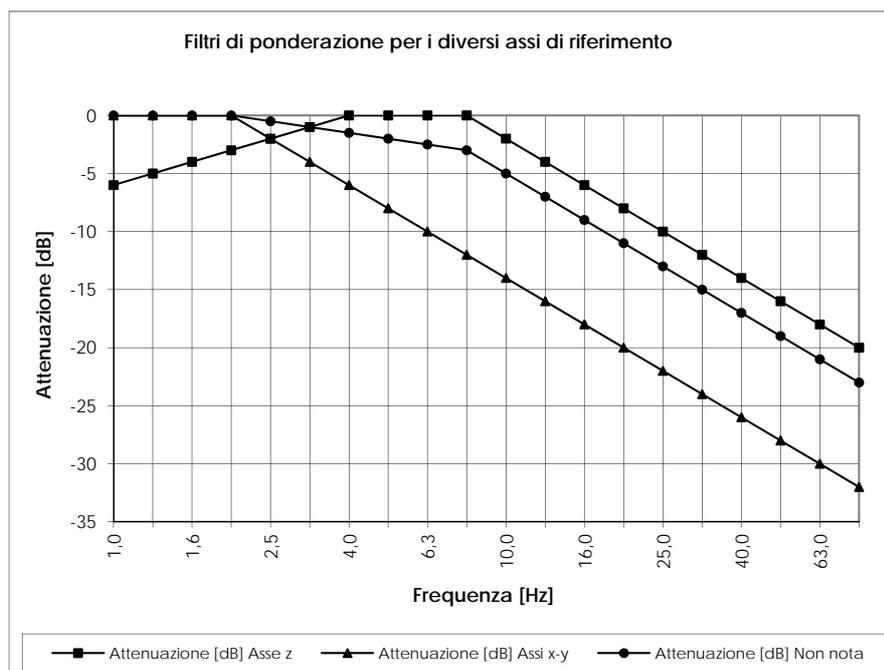
**Tabella 39: Punti di monitoraggio componente vibrazioni - PO**

2.10.7. Metodologia per l'esecuzione degli accertamenti

#### **Parametri vibrazionali**

Le misure saranno condotte secondo la metodologia indicate nella norma UNI 9614 (misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo).

Nel caso si utilizzassero sistemi di acquisizione senza filtri di ponderazione, il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza può essere calcolato effettuando un'analisi dell'accelerogramma misurato in terzi d'ottava nell'intervallo 1-80 Hz. Ai livelli riscontrati banda per banda va sottratta una quantità pari a quella definita dall'attenuazione dei filtri di ponderazione (UNI 9614 Prospetto I) riportati nella figura seguente.



Il livello dell'accelerazione complessiva misurata in frequenza risulta, allora, dato dalla seguente relazione:

$$L_w = 10 \log \left( \sum_i 10^{L_{i,w}/10} \right)$$

dove  $L_{i,w}$  sono i livelli rilevati per terzi d'ottava ponderati in frequenza come sopra indicato. Per quanto riguarda i valori di soglia delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza a cui fare riferimento, vengono considerate le seguenti tabelle riportate separatamente per asse Z e assi X e Y. Nel caso s'impieghi il filtro valido per posture non note o variabili nel tempo, si assumono come limiti i valori relativi agli assi X e Y.

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	$m/s^2$	dB
Aree critiche	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazioni notte	$7,0 \cdot 10^{-3}$	77
Abitazioni giorno	$10,0 \cdot 10^{-3}$	80
Uffici	$20,0 \cdot 10^{-3}$	86
Fabbriche	$40,0 \cdot 10^{-3}$	92

Tabella 40 Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per l'asse Z (Prospetto II - UNI 9614)

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	$m/s^2$	dB

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	$m/s^2$	dB
Aree critiche	$3,6 \cdot 10^{-3}$	71
Abitazioni notte	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazioni giorno	$7,0 \cdot 10^{-3}$	77
Uffici	$14,4 \cdot 10^{-3}$	83
Fabbriche	$28,8 \cdot 10^{-3}$	89

**Tabella 41 Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per gli assi X e Y (Prospetto III - UNI 9614)**

I valori sopra riportati sono riferiti a vibrazioni di livello costante con periodi di riferimento diurni compresi tra le ore 7:00 e le ore 22:00 e viceversa notturni tra le 22:00 e le 7:00. È da precisare che la UNI 9614 definisce una vibrazione di livello costante quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza, rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s), varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB. Nel caso di vibrazioni di livello non costante (quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza, rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s), varia nel tempo in un intervallo di ampiezza maggiore a 5 dB), il parametro fisico da misurare è l'accelerazione equivalente  $a_{w-eq}$  o il corrispondente livello definiti come segue:

$$a_{w-eq} = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{0.5}$$

$$L_{w-eq} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \left[ \frac{a_w(t)}{a_0} \right]^2 dt \right]$$

dove T è la durata del rilievo in secondi.

Per quanto attiene ai valori limite si considerano ancora quelli esposti nelle tabelle precedenti. La norma UNI 9614 definisce le vibrazioni impulsive quando sono generate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo. Per tale tipologia di vibrazioni, se il numero di eventi giornalieri N è non maggiore di 3, il valore dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza va confrontato con i limiti riportati nella seguente tabella.

Destinazione d'uso	Asse Z	Asse X e Y
--------------------	--------	------------

	$m/s^2$	$dB$	$m/s^2$	$dB$
Aree critiche	5 10 <sup>-3</sup>	74	3,6 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni notte	7 10 <sup>-3</sup>	76	5,0 10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni giorno	0.3	109	0.22	106
Uffici	0.64	116	0.46	113
Fabbriche	0.64	116	0.46	113

**Tabella 42 Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per vibrazioni impulsive (Prospetto V - UNI 9614)**

Nel caso in cui il numero di impulsi giornaliero sia maggiore di 3, i limiti della precedente tabella, relativamente alle “Abitazioni giorno”, alle “Fabbriche “ e agli “Uffici” vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata. Nessuna riduzione è prevista per le “Aree critiche” e per le “Abitazioni notte”. I nuovi limiti si ottengono dai precedenti (valori in m/s<sup>2</sup>) moltiplicandoli per il coefficiente F così definito in tabella:

Impulsi di durata inferiore ad un secondo	Impulsi di durata superiore ad un secondo
$F = 1.7 N^{-0.5}$	$F = 1.7 N^{-0.5} t^{-k}$

con :

- t= durata dell’evento
- k=1.22 per pavimenti in calcestruzzo
- k=0.32 per pavimenti in legno.

Qualora i limiti così calcolati fossero minori dei limiti previsti per le vibrazioni di livello costante dovranno essere adottati come limiti questi ultimi valori.

Le tabelle precedenti evidenziano che gli ambienti critici in relazione al disturbo alle persone sono le aree critiche come le camere operatorie ospedaliere e i laboratori in cui si svolgono operazioni manuali particolarmente delicate e gli edifici residenziali con particolare riferimento al periodo notturno. Nel caso in cui le vibrazioni misurate superino i valori limite riportati nelle tabelle precedenti, i fenomeni vibratorii possono essere considerati oggettivamente disturbanti per un individuo presente all’interno di un edificio. Il giudizio sull’accettabilità del disturbo deve essere emesso considerando la frequenza e la durata delle vibrazioni disturbanti. I trasduttori devono essere posizionati nei punti in cui la vibrazione interessa l’organismo ad essa soggetto. Nel caso in cui la posizione delle persone sia variabile, la misura deve essere eseguita al centro degli ambienti in cui soggiornano le persone esposte. Per quanto riguarda gli effetti sulle strutture, in presenza di livelli elevati e prolungati di vibrazioni, sono stati osservati danni

strutturali ad edifici e/o strutture. È da notare, però, che tali livelli sono più alti di quelli normalmente tollerati dagli esseri umani, i cui livelli sono riportati nelle norme ISO 2631 e UNI 9614. Tale considerazione è facilmente deducibile dal confronto dei valori riportati nelle norme che riportano i danni sull'uomo (ISO 2631 e UNI 9614) con i valori nelle norme che riguardano i danni strutturali (UNI 9916 ed ISO 4866), pertanto le prime sono state scelte quale riferimento, poiché riportano dei valori limite più restrittivi. In definitiva, soddisfatto l'obiettivo di garantire livelli di vibrazione accettabili per le persone, risulta automaticamente realizzata l'esigenza di evitare danni strutturali agli edifici, almeno per quanto concerne le abitazioni civili. Come unica eccezione sono da annoverare le vibrazioni che incidono su monumenti e beni artistici di notevole importanza storico-monumentale, i quali devono essere trattati come punti singolari con studi e valutazioni mirate. Ne consegue che all'interno dei normali edifici non saranno eseguite misure finalizzate al danno delle strutture ma solo quelle relative al disturbo delle persone. Il riscontro di livelli di vibrazione che recano disturbo alle persone sarà condizione sufficiente affinché si intervenga nei tempi e nei modi opportuni per ridurre i livelli d'impatto.

PARAMETRI INDICATI	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
$a_w(x,y,z)$	UNI 9614
$L_w(x,y,z)$	UNI 9614
$a_{w-eq}(x,y,z)$	UNI 9614
$L_{w-eq}(x,y,z)$	UNI 9614

Tabella 43 corredo dei parametri di monitoraggio dedotti dalla normativa di riferimento

### 2.10.8. Normativa di riferimento

Il problema delle vibrazioni negli ambienti di vita, attualmente, non è disciplinato da alcuna normativa nazionale. Pertanto, qualora si intenda procedere ad una valutazione strumentale di tale fenomeno fisico è bene affidarsi alle corrispettive norme tecniche. Nello specifico, il riferimento è costituito dalla normativa tecnica in capo alla UNI 9614 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo e dalla UNI 9916- Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.

#### UNI 9614

La norma definisce il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi. Inoltre, la norma prevede criteri di valutazione differenziati a seconda della tipologia della vibrazioni (di livello costante, di

livello non costante e impulsive). I locali o gli edifici in cui sono immesse le vibrazioni sono classificati a seconda della loro destinazione d'uso in: aree critiche, abitazioni, uffici, fabbriche.

### UNI 9916

Tale norma non fornisce limiti ben definiti ma fornisce una guida relativa ai metodi di misura, di trattamento dei dati, di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

La norma classifica le definizioni di danno in funzione degli effetti che le vibrazioni provocano agli edifici secondo la seguente terminologia:

- **danno di soglia:** formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici intonacate o sulle superfici di muri a secco; inoltre formazione di fessure filiformi nei giunti a malta delle costruzioni in mattoni e in calcestruzzo;
- **danno minore:** formazione di fessure più aperte, distacco e caduta di gesso o pezzi di intonaco di muri a secco; formazione di fessure in blocchi di mattoni o di calcestruzzo danno maggiore: danneggiamento di elementi strutturali; fessure nelle colonne di supporto; apertura di giunti; serie di fessure nella muratura