

# NUOVE OPERE DI REGOLAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL LAGO D'IDRO



RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROGETTISTI



## PROGETTO ESECUTIVO

### AMBIENTE

#### PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

#### Piano di Monitoraggio Ambientale Ante operam - Relazione

Fase PE	Ambito 000	Opera AMB	Argomento MA	Progressivo 001	Tipo elaborato RA	Revisione B
Redatto F. Colombo		Controllato G. Gentili	Approvato M. Sartorelli		Scala -	Data 07/07/23

 Agenzia Interregionale per il fiume Po	IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO	
	Ing. M. Vergnani	
RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE ALPINA S.p.A.  Ing. Paola Erba	PROGETTAZIONE Blu Progetti Srl  Ing. Massimo Sartorelli	

REV.	DATA	OGGETTO REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	11/11/2022	Prima emissione	FCO	GGE	MSA
B	07/07/2023	Integrazioni nell'ambito delle procedure di ottemperanza e proroga VIA	FCO	GGE	MSA
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>ORGANIZZAZIONE DEL PMA</b> .....	<b>8</b>
3.1	Obiettivi del Piano di Monitoraggio Ambientale .....	8
3.2	Requisiti minimi del PMA.....	8
3.3	Scelta delle aree da monitorare .....	8
3.4	Articolazione temporale .....	9
3.5	Criteri metodologici per la stesura del piano.....	9
3.6	Modalità di attuazione del PMA e gestione dei risultati.....	11
3.7	Flessibilità del PMA.....	11
3.8	Integrazione dei sistemi finalizzati al controllo ambientale .....	11
3.8.1	Piano di Gestione Ambientale di Cantiere (PGAC).....	12
3.8.2	Il Piano di utilizzo dei materiali di scavo .....	12
3.9	Struttura organizzativa preposta all'effettuazione del monitoraggio ambientale	
	<b>13</b>	
3.9.1	Responsabile Ambientale.....	14
3.9.2	Gestione delle condizioni anomale .....	14
3.10	La reportistica del PMA.....	15
3.10.1	Report Semestrale.....	15
3.10.2	Report Fine Fase/Fine Anno.....	15
3.11	Il sistema informativo.....	16
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b> .....	<b>17</b>
4.1	Inquadramento delle aree di cantiere.....	17
4.2	Cantiere operativo zona imbocco galleria .....	17
4.2.1	Lavorazioni .....	17
4.2.2	Accantieramento.....	19
4.2.3	Viabilità .....	19
4.2.4	Allestimenti principali .....	19
4.3	Cantiere operativo zona sbocco galleria .....	19
4.3.1	Lavorazioni .....	19
4.3.2	Accantieramento.....	20
4.3.3	Viabilità .....	20
4.3.4	Allestimenti principali .....	20

<b>4.4</b>	<b>Cantiere operativo nuova traversa</b>	<b>22</b>
4.4.1	Lavorazioni	22
4.4.2	Accantieramento	22
4.4.3	Viabilità	22
4.4.4	Allestimenti principali	22
<b>4.5</b>	<b>Campo base</b>	<b>24</b>
4.5.1	Lavorazioni	24
4.5.2	Accantieramento	24
4.5.3	Viabilità	24
4.5.4	Allestimenti principali	24
<b>5</b>	<b>ATMOSFERA</b>	<b>25</b>
5.1	Premessa	25
5.2	Criteri metodologici	25
5.3	Tipi di misura	26
5.4	Indicatori e parametri del monitoraggio	26
5.5	Punti di monitoraggio	27
5.6	Articolazione temporale delle attività	28
<b>6</b>	<b>ACQUE SOTTERRANEE</b>	<b>29</b>
6.1	Premessa	29
6.2	Criteri metodologici adottati	29
6.3	Tipi di misura	30
6.4	Indicatori e parametri del monitoraggio	30
6.5	Punti di monitoraggio	33
6.6	Articolazione temporale delle attività	33
<b>7</b>	<b>ACQUE SUPERFICIALI</b>	<b>34</b>
7.1	Premessa	34
7.2	Criteri metodologici adottati	34
7.2.1	Acque correnti	34
7.2.1.1	Tipi di misura	34
7.2.2	Acque lacustri	35
7.2.2.1	Tipi di misura disponibili	35
7.3	Indicatori e parametri del monitoraggio	35
7.3.1	Monitoraggio qualitativo delle acque correnti	35
7.3.1.1	Qualità chimico-fisica	35
7.3.1.2	Qualità biologica delle acque	37

7.3.2	Monitoraggio delle Acque lacustri .....	38
7.3.2.1	Qualità chimico-fisica .....	38
<b>7.4</b>	<b>Punti di monitoraggio .....</b>	<b>39</b>
<b>7.5</b>	<b>Articolazione temporale delle attività .....</b>	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>SUOLO .....</b>	<b>42</b>
8.1	Premessa .....	42
8.2	Criteri metodologici .....	42
8.3	Tipi di misura.....	43
8.4	Indicatori e parametri del monitoraggio .....	43
8.5	Punti di monitoraggio .....	44
8.6	Articolazione temporale delle attività .....	45
<b>9</b>	<b>VEGETAZIONE E FLORA.....</b>	<b>46</b>
9.1	Premessa .....	46
9.2	Criteri metodologici .....	47
9.2.1	Analisi floristiche (AFL) .....	47
9.2.2	Rilievi vegetazionali.....	48
9.2.2.1	Rilievi vegetazionali su transetti (RVT) .....	48
9.2.2.2	Rilievi vegetazionali su transetti spondali (RVS) .....	48
9.2.2.3	Rilievi vegetazionali su plot permanenti (RVP) .....	48
9.2.3	Rilievo macrofite riparie (RMR) .....	49
9.3	Tipi di misura.....	49
9.4	Indicatori e parametri del monitoraggio .....	50
9.4.1	Pregio naturalistico .....	50
9.4.2	Indici di ricchezza, diversità, equitabilità, somiglianza .....	51
9.5	Punti di monitoraggio .....	51
9.6	Monitoraggio ZSC/ZPS IT3120065.....	52
9.7	Articolazione temporale delle attività .....	55
<b>10</b>	<b>FAUNA .....</b>	<b>56</b>
10.1	Premessa .....	56
10.2	Criteri metodologici .....	56
10.2.1	Ittiofauna .....	57
10.2.1.1	Fiume Chiese.....	57
10.2.1.2	Lago d'Idro .....	57
10.2.2	Avifauna diurna.....	58

10.2.3	Erpetofauna.....	58
10.2.4	Chiroteri.....	59
<b>10.3</b>	<b>Tipi di misurazioni.....</b>	<b>59</b>
<b>10.4</b>	<b>Indicatori e parametri del monitoraggio .....</b>	<b>60</b>
10.4.1	Ittiofauna .....	60
10.4.1.1	Ambito fluviale.....	60
10.4.1.2	Ambito lacustre .....	61
10.4.2	Avifauna diurna.....	61
10.4.3	Erpetofauna.....	62
10.4.4	Chiroteri.....	63
<b>10.5</b>	<b>Punti di monitoraggio .....</b>	<b>64</b>
<b>10.6</b>	<b>Monitoraggio ZSC/ZPS IT3120065.....</b>	<b>65</b>
<b>10.7</b>	<b>Articolazione temporale delle attività.....</b>	<b>67</b>
10.7.1	Ittiofauna .....	67
10.7.2	Avifauna diurna.....	68
10.7.3	Erpetofauna.....	68
10.7.4	Chiroteri.....	69
<b>11</b>	<b>RUMORE.....</b>	<b>70</b>
11.1	Premessa .....	70
11.2	Criteri metodologici .....	70
11.3	Tipi di misura.....	71
11.4	Indicatori e parametri del monitoraggio .....	71
11.4.1	Parametri acustici .....	71
11.5	Punti di monitoraggio .....	72
11.6	Articolazione temporale delle attività.....	74
<b>12</b>	<b>VIBRAZIONI.....</b>	<b>75</b>
12.1	Premessa .....	75
12.2	Criteri metodologici .....	75
12.3	Tipologia di misurazioni .....	76
12.4	Indicatori e parametri del monitoraggio .....	76
12.5	Punti di monitoraggio .....	79
12.6	Articolazione temporale delle attività.....	80
<b>13</b>	<b>STABILITÀ DEI VERSANTI IN DESTRA IDROGRAFICA .....</b>	<b>81</b>
13.1	Premessa .....	81
13.2	Esiti e recepimento delle osservazioni .....	81

13.2.1	Componente Dissesto idrogeologico .....	81
13.2.2	Frana di Idro, in sponda sinistra F. Chiese .....	81
13.2.3	Frane zona di sbocco della galleria di by-pass in Comune di Lavenone.....	81
<b>13.3</b>	<b>Criteria metodologici .....</b>	<b>83</b>
<b>13.4</b>	<b>Punti di monitoraggio .....</b>	<b>83</b>
<b>13.5</b>	<b>Articolazione temporale delle attività.....</b>	<b>84</b>

Allegato 1 – Schede di raccolta-restituzione dati

Allegato 2 – Computo metrico estimativo PMA – AO

## 1 INTRODUZIONE

Il presente documento rappresenta la relazione di Piano di Monitoraggio Ambientale – fase di *Ante operam* (PMA - AO) del progetto esecutivo “Nuove opere di regolazione per la messa in sicurezza del lago d’Idro nei comuni di Idro e di Lavenone (BS)” redatto nell’ambito del servizio di revisione affidato al RTP costituito da Alpina SpA, Etatec Studio Paoletti Srl, Studio Griffini Srl, Blu Progetti Srl da Autorità Interregionale per il Fiume Po.

Il PMA è redatto sulla base delle “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i.; D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)” (Ispra, Rev.1 - 2014) e recepisce le osservazioni e le prescrizioni formulate durante l’iter di esame e approvazione del progetto definitivo da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, quarta sezione prot. 40/2013), del Ministero dell’Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare e della Conferenza dei Servizi. È stato, inoltre, fatto riferimento a “Criteri per la predisposizione e la valutazione dei Piani di Monitoraggio Ambientale (PMA) – Acque superficiali e sotterranee” ARPA Lombardia, 2017 e a “Criteri per la valutazione dei piani di monitoraggio ambientale (matrice atmosfera)” ARPA Lombardia, 2019.

Le componenti ambientali che saranno oggetto di indagini di monitoraggio nell’ambito della fase di *Ante operam* sono rappresentate da: Atmosfera, Ambiente idrico rappresentato da Acque sotterranee e Acque superficiali, Suolo, Biodiversità con riferimento a Vegetazione e Fauna, Agenti fisici, ossia Rumore. Questa fase di monitoraggio avrà una durata complessiva di un anno solare, per ciascuna componente sono definite le opportune frequenze di indagine.

Per quanto attiene al monitoraggio ambientale delle fasi temporali di Corso d’opera (CO) e *Post operam* (PO) si rimanda alla relazione PE-000-AMB-MA-002-RA-D.

Nella presente revisione le parti modificate, integrate e aggiunte sono indicate con il testo in blu al fine di individuarle facilmente all’interno del documento. La revisione del documento è stata eseguita, quale integrazione, al fine di soddisfare le richieste emerse nel corso della fase istruttoria della procedura di verifica di ottemperanza alle condizioni ambientali contenute nel provvedimento di VIA n. 107 del 17/04/2013, ai sensi dell’art.28 del D.Lgs. 152/2006, e della domanda di proroga del provvedimento di VIA ai sensi dell’art. 25, co. 5 del D.Lgs. 152/2006, relativa al progetto di realizzazione delle nuove opere di regolazione per la messa in sicurezza del Lago d’Idro (rispettivamente codici procedura 9389 e 9365).

## 2 PREMESSA

Il progetto del monitoraggio ambientale della costruzione di un'opera infrastrutturale, articola un complesso di informazioni e decisioni che dipendono da molte condizioni al contorno. Secondo quanto prescritto dalle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale" della Commissione Speciale VIA, il sistema di monitoraggio ambientale, attraverso la restituzione di dati continuamente aggiornati, fornisce indicazioni sui trend evolutivi e consente la misura dello stato complessivo dell'ambiente e del verificarsi di eventuali impatti non previsti nella fase progettuale e di SIA.

Il monitoraggio ambientale segue dunque un percorso complesso che, nel corso della sua realizzazione, per molteplici ragioni, non ultime quelle ambientali, può subire delle variazioni che possono implicare modifiche e/o integrazioni a quanto previsto progettualmente.

Oltre alle modifiche eventualmente dovute a diverse modalità di costruzione, possono presentarsi variazioni alle attività di monitoraggio, determinate dai risultati delle indagini preliminari previste nelle fasi iniziali (*Ante operam*). Inoltre, le variazioni riguardanti il cronoprogramma delle attività di cantiere determineranno delle modifiche al programma di misure nella fase di CO.

Variazioni di altro tipo necessitano di un aggiornamento ragionato degli elaborati. Tali aggiornamenti, che possono intervenire nel processo di affinamento progettuale in fase realizzativa, possono essere rappresentati, ad esempio, da:

- aggiornamento del censimento ricettori (nel caso del rumore, ad esempio, se viene costruito un nuovo edificio, o se uno esistente diventa ricettore per lo spostamento di un cantiere o la modifica di un layout; nel caso della vegetazione se viene istituita una nuova area tutelata);
- aggiornamento del numero di punti di monitoraggio o loro spostamento;
- cambiamento della periodicità delle misure;
- modifiche alle tecniche di monitoraggio: parametri rilevati, durata del rilievo;
- recepimento di indicazioni da parte degli organi di controllo, degli enti competenti, ecc.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale è, dunque, uno strumento di programmazione di attività e metodologie che per necessità deve avere forma dinamica, tale da consentire l'eventualità di accoglimento delle necessarie modifiche che possono presentarsi.

I risultati derivati dalle indagini di monitoraggio previste dal PMA, qualora necessario, potranno influire sull'organizzazione del cantiere (cronoprogramma dei lavori, layout delle aree di cantiere, ecc.).

All'aspetto conoscitivo/valutativo del Piano di Monitoraggio Ambientale, si lega il Piano di Gestione Ambientale di Cantiere (PGAC) che è lo strumento adottato per l'organizzazione e la pianificazione delle attività di gestione e di controllo del cantiere al fine di assicurare un corretto e coordinato sviluppo dei lavori e prevenire l'insorgere di criticità ambientali.

L'applicazione in Corso d'Opera sarà garantita dalla presenza di una figura dedicata, il Responsabile Ambientale (RA), al quale sarà affidato, nello specifico:

- il coordinamento delle attività di monitoraggio;
- la gestione di situazioni anomale o emergenziali;
- l'interfaccia fra Direzione Tecnica e Enti di Controllo.

## 3 ORGANIZZAZIONE DEL PMA

### 3.1 Obiettivi del Piano di Monitoraggio Ambientale

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) ha lo scopo di assicurare il raggiungimento degli obiettivi generali di tutela del territorio, attraverso azioni specifiche da attuarsi nelle fasi precedenti (*Ante operam*), durante i lavori di realizzazione (*Corso d'opera*) e di esercizio (*Post operam*), alla realizzazione dell'infrastruttura.

Nell'ambito della realizzazione delle infrastrutture il PMA persegue i seguenti obiettivi:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto ambientale individuate nello SIA (fase di costruzione e di esercizio);
- correlare gli stati *Ante operam*, in *Corso d'opera* e *Post operam*, al fine di valutare l'evolversi della situazione;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- 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.

Il monitoraggio ambientale segue dunque un percorso complesso che, nel corso della sua realizzazione, per molteplici ragioni, non ultime quelle ambientali, può subire delle variazioni che possono implicare modifiche e/o integrazioni a quanto previsto progettualmente.

### 3.2 Requisiti minimi del PMA

Richiamando quanto esposto in premessa in merito alla natura dinamica del Piano di Monitoraggio ed ai risvolti sull'organizzazione del cantiere che possono derivare dai risultati dell'attività di verifica dei parametri ambientali, il PMA deve soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- capacità di raffronto e integrazione delle attività di monitoraggio, con quelle messe in atto da altri Enti territoriali e ambientali;
- coerenza rispetto agli studi di fattibilità ambientale ed alle prescrizioni impartite dalle Autorità competenti;
- capacità d'integrazione della rete di monitoraggio progettata con quelle istituzionali già esistenti;
- tempestività nella segnalazione di eventuali anomalie e criticità;
- utilizzo di metodologie validate e di comprovato valore tecnico scientifico;
- restituzione delle informazioni in maniera strutturata e di facile utilizzo;
- utilizzo di parametri e indicatori che siano facilmente misurabili e affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali.

### 3.3 Scelta delle aree da monitorare

Per quanto riguarda la scelta delle aree da monitorare si è fatto riferimento ad alcuni criteri generali, quali:

- sensibilità e vulnerabilità dei luoghi in rapporto al prevedibile impatto determinato dagli interventi di progetto;
- caratteristiche e distribuzione delle reti di monitoraggio istituzionali già presenti e operanti nel territorio;

- agevole acquisizione delle informazioni, tenendo anche conto che alcuni dati devono poter essere accessibili al pubblico o a soggetti non direttamente coinvolti nelle attività di monitoraggio;
- programmazione ed esecuzione delle attività in relazione all'eventualità di dover realizzare una serie di accertamenti straordinari in concomitanza con l'insorgere di criticità e/o anomalie per eventi eccezionali al fine di determinare le cause, l'entità e definire i possibili correttivi.

Resta inteso che l'individuazione dei punti di monitoraggio è limitata ai soli recettori potenziali di impatto.

### 3.4 Articolazione temporale

Uno degli aspetti più interessanti delle indagini di accertamento ambientale rende conto della sua articolazione temporale che prevede l'accertamento dei parametri di interesse durante le diverse fasi della vita di un'opera, da prima della sua cantierizzazione fino al suo esercizio.

Il PMA dovrà sviluppare in modo chiaramente distinto le tre fasi temporali nelle quali si svolgerà l'attività di MA:

- Monitoraggio *Ante operam* che si conclude prima dell'inizio delle attività interferenti con la componente ambientale, ossia prima dell'insediamento dei cantieri e dell'inizio dei lavori e ha come obiettivo principale quello di fornire una fotografia dell'ambiente prima degli eventuali disturbi generati dalla realizzazione dell'opera. In tale fase sono recepite tutte le informazioni reperibili sia bibliograficamente che dalle analisi effettuate per la redazione dello SIA. Al termine della fase di *ante operam* saranno disponibili tutti gli strumenti per delineare un quadro completo della situazione pregressa nell'area di intervento prima dell'installazione dei cantieri e dell'inizio delle lavorazioni.
- Monitoraggio in Corso d'opera che riguarda il periodo di realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti. Questa fase è quella che presenta la maggiore variabilità, poiché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori. Il monitoraggio in corso d'opera sarà condotto per fasi successive, articolate in modo da seguire l'andamento dei lavori. Preliminarmente sarà definito un piano volto all'individuazione, per le aree di impatto da monitorare, delle fasi critiche della realizzazione dell'opera per le quali si ritiene necessario effettuare la verifica durante i lavori. Le indagini saranno condotte per tutta la durata dei lavori con intervalli definiti e distinti in funzione della componente ambientale indagata. Le fasi individuate in via preliminare saranno aggiornate in corso d'opera sulla base dell'andamento dei lavori.
- Monitoraggio *Post operam* che comprende le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'opera, e deve iniziare tassativamente non prima del completo smantellamento e ripristino delle aree di cantiere. La durata del monitoraggio è variabile in funzione della componente ambientale specifica oggetto di monitoraggio. Il monitoraggio *Post operam* permetterà di valutare se gli impatti previsti dallo SIA siano effettivamente in termini qualitativi e quantitativi quelli che si rilevano in fase di esercizio dell'opera.

### 3.5 Criteri metodologici per la stesura del piano

L'iter procedurale per la stesura del PMA vede susseguirsi diverse fasi. Il primo step operativo passa per la conoscenza approfondita del progetto, inteso come sistema di relazioni tra l'infrastruttura e l'ambiente che lo ospita; ciò rende possibile attraverso un'analisi puntuale il riconoscimento dei possibili impatti e dunque degli obiettivi considerati prioritari nella stesura e conduzione del monitoraggio.

In seconda battuta, la definizione dei requisiti di base di un Piano, impone il coordinamento con le reti di monitoraggio preesistenti, e dunque l'avviamento di contatti e relazioni di collaborazione con le autorità o gli enti preposti alla loro gestione.

Una terza fase della strutturazione del Piano rende conto della conformità dei parametri rilevati agli standard ed entro i limiti delle prescrizioni normative, secondo criteri asseverati dalle autorità; essa costituisce una conditio sine qua non per organizzare il Piano stesso e la conoscenza della normativa è un elemento fondamentale per ottenere valutazioni congruenti a quelle delle altre reti di monitoraggio.

La caratterizzazione dello stato ambientale di una generica componente è condotta attraverso parametri in linea generale prestabiliti, la cui determinazione deve essere conforme alle indicazioni dello SIA.

Il successivo step procedurale rende conto della definizione puntuale dei parametri da monitorare laddove non siano stati riportati espressamente nelle analisi ambientali condotte o nelle osservazioni al decreto di compatibilità ambientale; il Piano deve indicare i parametri maggiormente significativi per la caratterizzazione dello stato delle componenti ambientali, con particolare attenzione ai bioindicatori, e tener conto dei loro risentimenti rispetto a quelle azioni di progetto che possono incidere sul loro valore. La definizione dei parametri più rappresentativi per il monitoraggio è quindi strettamente dipendente dallo spazio (oltre che dal tempo), il che implica la selezione puntuale delle stazioni di rilevamento, nell'ambito delle quali si presume possano essere più evidenti gli effetti delle azioni di progetto sull'ambiente; a tal proposito il riconoscimento nell'area di pertinenza infrastrutturale di luoghi di pregio naturalistico e ambientale, costituisce una stazione di accertamento preferenziale per le finalità di verifica del monitoraggio.

Nel caso delle opere infrastrutturali le componenti ed i fattori ambientali ritenuti significativi sono così intesi ed articolati:

- Emissioni atmosferiche: qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica.
- Acque superficiali e sotterranee: considerate come componenti, ambienti e risorse;
- Suolo e sottosuolo: inteso sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame ed anche come risorsa non rinnovabile;
- Fauna, flora e habitat: formazioni vegetali ed associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali, complessi di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti;
- Rumore: considerato in rapporto all'ambiente umano;
- Vibrazioni: considerato in rapporto all'ambiente umano;
- Paesaggio;
- Stato fisico dei luoghi, aree di cantiere, viabilità;
- Ambiente sociale;

Un ultimo aspetto degno di nota si riferisce alla macchina organizzativa connessa alla gestione delle operazioni: il Piano di monitoraggio per sua natura non è un momento a se stante nella conduzione delle attività di cantiere, ma è scandito dai suoi progressi, vista e considerata la pretesa che esso ha di accertarne gli effetti; la sua organizzazione deve dunque essere calata nel cronoprogramma lavori; l'editing e la pubblicazione dei risultati, saranno anch'essi soggetti a precise emissioni, secondo standard, formati ed elaborati concordati e prestabiliti che semplifichino la comprensione delle risultanze nel corso dei diversi momenti del MA (*ante*, *corso* e *post operam*).

Il PMA è pianificato in modo da poter garantire:

- il controllo e la validazione dei dati;
- l'archiviazione dei dati e l'aggiornamento degli stessi;
- confronti, simulazioni e comparazioni;
- le restituzioni tematiche;

- le informazioni ai cittadini, ove richieste.

### 3.6 Modalità di attuazione del PMA e gestione dei risultati

L'implementazione del Piano di monitoraggio presuppone alcuni passaggi interlocutori mirati al perfezionamento del sistema operativo di acquisizione dati.

Stabilite le linee guida del MA, i responsabili della campagna di acquisizione dati effettuano dei sopralluoghi, per valutare i modi più idonei per la materializzazione della stazione di rilevamento e di tutte le esternalità che potrebbero incidere sulle rilevazioni; la collocazione planimetrica della stazione deve essere univocamente georeferenziata e la sua materializzazione deve raccogliere preventivamente tutte le eventuali autorizzazioni e i nulla osta del caso.

Altri compiti riguardano, inoltre, il reperimento delle apparecchiature stabilite dal progetto di MA e la definizione dei protocolli più significativi per la conduzione delle prove e per l'emissione dei loro risultati, influenzati anche da evidenze e condizionamenti locali.

La complessità di gestione di una mole di informazioni spesso gravosa impone infine un sistema organico per l'elaborazione e restituzione dei dati, secondo sistemi informativi di uso comune, che rendano i dati facilmente fruibili sia nelle amministrazioni che da parte dei soggetti interessati; a tal proposito onde evitare la ridondanza delle informazioni i dati devono presentare alcuni requisiti, e rispondere a criteri di completezza, congruenza e chiarezza.

I risultati del monitoraggio ambientale saranno valutati nell'ambito di uno specifico Tavolo tecnico/Osservatorio ambientale come indicato dall'articolo 8 della LR 5/2010.

### 3.7 Flessibilità del PMA

Al monitoraggio ambientale è richiesta una struttura adattabile alle evenienze che di volta in volta possono registrarsi durante i lavori. Il PMA deve dunque recepire in presa diretta qualsiasi variazione progettuale ed essere aggiornato rispetto alle nuove indicazioni o anomalie sperimentali evidenziate durante il suo corso.

Al fine di garantire che il PMA rappresenti davvero un efficace strumento operativo di supporto alla gestione integrata degli aspetti ambientali e possa davvero essere considerato quale strumento di costante controllo e verifica del cantiere, è necessario che esso sia caratterizzato da opportuni livelli di flessibilità, almeno congruenti con quelli che solitamente contraddistinguono l'andamento cronologico delle lavorazioni.

L'effettiva programmazione delle attività del PMA deve seguire, per quanto tecnicamente possibile, la programmazione temporale delle lavorazioni: in tal modo può considerarsi senza dubbio più affidabile il processo di definizione causa-effetto posto alla base della gestione integrata degli aspetti ambientali ed i dati del PMA possono considerarsi più oggettivamente rappresentativi degli effetti delle pressioni ambientali originate dal cantiere in corrispondenza delle lavorazioni più critiche, più impattanti e con maggior numero di ricettori esposti.

### 3.8 Integrazione dei sistemi finalizzati al controllo ambientale

Di seguito si trattano i principi per l'integrazione tra i sistemi di monitoraggio e controllo focalizzando l'attenzione sul complesso sistema di rapporti e interconnessioni che il PMA deve mantenere con i diversi strumenti tipici della fase di costruzione ed esercizio di un'opera, quali ad esempio il Piano di Gestione Ambientale del Cantiere (PE-000-AMB-GA-001-RA) e il Piano di utilizzo dei materiali di scavo (PE-000-AMB-GT-001-RA).

L'obiettivo è quello di acquisire all'interno di un unico sistema indagini, misurazioni, accertamenti, censimenti, sopralluoghi e monitoraggi espressamente riferibili sia alle sorgenti di pressione ambientale, sia all'andamento degli indicatori ambientali presso i ricettori potenzialmente esposti a detti fattori di pressione generati dal cantiere. Infatti, si evidenzia che:

- il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) risulta prioritariamente orientato ai ricettori, naturali e antropici, dei fattori di impatto direttamente o indirettamente generati dalle fasi di cantiere e di esercizio dell'infrastruttura, registrandone l'andamento temporale in corrispondenza degli areali di impatto e delle aree di esposizione;
- il Piano di Gestione Ambientale di Cantiere (PGAC) posto a supporto del Sistema di Gestione Ambientale è principalmente focalizzato sulla sorgente diretta dell'impatto, verificandone soprattutto la conformità normativa e la congruità alle disposizioni previste negli atti autorizzativi acquisiti dagli Enti competenti.

In tal modo, le misurazioni ambientali saranno orientate, contemporaneamente, alle sorgenti e ai ricettori, consentendo valutazioni e correlazione della tipologia causa-effetto.

Segue una descrizione delle sinergie attuabili tra il PMA, per la cui descrizione si rimanda ai paragrafi che precedono, il Piano di Gestione Ambientale di Cantiere (PGAC) e Il Piano di utilizzo.

### 3.8.1 Piano di Gestione Ambientale di Cantiere (PGAC)

All'aspetto conoscitivo/valutativo del Piano di Monitoraggio Ambientale, si lega il Piano di Gestione Ambientale di Cantiere (PGAC) che è lo strumento adottato per l'organizzazione e la pianificazione delle attività di gestione e di controllo del cantiere al fine di assicurare un corretto e coordinato sviluppo dei lavori e prevenire l'insorgere di criticità ambientali.

In linea generale il PGAC rappresenta un documento finalizzato alla corretta gestione ambientale del cantiere in termini di sostenibilità.

Le azioni previste nel PGAC riguardano le prescrizioni dettate dalla vigente e cogente normativa ambientale e i principi di buona tecnica che consentono di prevenire l'insorgere di impatti ambientali durante i lavori.

In particolare il PGAC definisce le precauzioni organizzative che devono essere implementate per ridurre eventuali impatti negativi generati dai lavori - in particolare per quanto attiene le emissioni acustiche, il sollevamento di polveri e le emissioni di inquinanti in atmosfera - e consente, per ciascuna fase del cantiere, di prevedere le principali interazioni dei lavori con l'ambiente circostante e di coordinare le relative azioni di prevenzione, tenendo sotto controllo i numerosi obblighi in campo ambientale.

Durante l'esecuzione dei lavori l'impresa appaltatrice riceverà le osservazioni che derivano dalle attività di monitoraggio ambientale, apportando i necessari correttivi per la riduzione preventiva degli impatti (ubicazione degli impianti rumorosi, modalità operative, ecc.).

Nella fase di controllo le attività sono sintetizzate in un Piano di Controllo Ambientale (PCA) ovvero in un piano di indagine in grado di verificare l'entità dei fattori di pressione generati nel corso della fase di realizzazione dell'opera. In altri termini, le potenziali interferenze dei lavori con l'ambiente saranno verificate mediante opportuni controlli regolati da protocolli specifici per ogni sorgente di pressione.

### 3.8.2 Il Piano di utilizzo dei materiali di scavo

Il Piano di utilizzo riguarda la definizione del bilancio dei materiali necessari alla costruzione dell'opera in progetto e, conseguentemente, la valutazione della disponibilità di siti idonei all'approvvigionamento dei materiali di cava ed al reimpiego delle terre di scavo in esubero.

Lo scopo principale è quello di definire le modalità operative idonee ad assicurare la caratterizzazione e rintracciabilità delle terre e rocce da scavo al fine di escludere questi materiali dal regime dei rifiuti ed assoggettarli ai sottoprodotti.

Il Piano di Utilizzo viene sviluppato secondo i dettami della seguente normativa di riferimento:

- D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.;
- DPR 120/2017.

Il Piano è coerente con i contenuti del SGA che individua specifiche procedure per la gestione di terre e rocce da scavo, dei sottoprodotti e dei rifiuti.

Sono, in via esemplificativa, annoverati tra i rifiuti:

- terre e rocce da scavo derivanti da escavazione con concentrazione superiore alla colonna B della tabella 1 dell'Allegato 5 del titolo V della parte quarta del D.Lgs. 152/06;
- terre e rocce da scavo frammiste a materiale antropico in percentuale superiore al 20%;
- terre e rocce da scavo che non siano destinate ad effettivo utilizzo;
- terre e rocce da scavo che abbiano subito trasformazioni preliminari (esclusa la normale pratica industriale).

I materiali eventualmente rinvenuti e/o prodotti ascrivibili al regime dei rifiuti e le terre e rocce da scavo che non rispondono alle caratteristiche di sottoprodotto, vanno avviati a recupero o smaltimento in discarica autorizzata.

Le condizioni generali affinché un materiale sia qualificato come sottoprodotto sono quelle indicate dall'art. 183 comma 1, lett. qq e dall'art. 184bis del D.Lgs 152/06, che per i materiali di scavo riporta nello specifico:

- a) che è certa la destinazione all'utilizzo direttamente presso uno o più siti o cicli produttivi determinati;
- b) che, in caso di destinazione per utilizzi sul suolo, non siano superati i valori delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV del D.Lgs n. 152/2006 e i materiali non costituiscono fonte di contaminazione diretta o indiretta per le acque sotterranee, fatti salvi i valori di fondo naturale;
- c) che, in caso di destinazione ad un successivo ciclo di produzione, l'utilizzo non determina rischi per la salute né variazioni qualitative o quantitative delle emissioni rispetto al normale utilizzo delle materie prime;
- d) che ai fini di cui alle lettere b) e c) non è necessario sottoporre i materiali da scavo ad alcun preventivo trattamento, fatte salve le normali pratiche industriali e di cantiere.

Al fine di garantire di definire le caratteristiche ambientali i suoli sono caratterizzati sia in fase di *Ante operam* sia in corso d'opera. I risultati analitici derivati dalle analisi integrano i dati del monitoraggio delle altre componenti ambientali.

### **3.9 Struttura organizzativa preposta all'effettuazione del monitoraggio ambientale**

In considerazione dell'articolazione delle attività di monitoraggio ambientale dovrà essere definita la "struttura organizzativa" prevista per lo svolgimento e la gestione di tutte le attività di monitoraggio per la sua intera durata.

A supporto dell'operatività del PMA è indispensabile:

- attivare un'organizzazione che ponga in stretta relazione le strutture incaricate del monitoraggio con quelle di cantiere;

- attivare una comunicazione rapida ed efficace fra i principali attori dell'iniziativa (strutture incaricate dei lavori, organi di controllo) ad evidente beneficio di una corretta comunicazione con il pubblico;
- dotarsi degli strumenti tecnologici più evoluti in grado di garantire trasparenza e velocità di informazione (connettività, software, tecnologie web, ecc.).

L'interfaccia diretta con l'Impresa esecutrice sarà rappresentata dal Responsabile Ambientale che dovrà dotarsi di una propria struttura organizzativa interna.

### 3.9.1 Responsabile Ambientale

Il Responsabile della Gestione Ambientale di cantiere o Responsabile Ambientale (RA) contribuisce all'organizzazione dei lavori con l'obiettivo di ottimizzare l'uso delle risorse riproducibili e non. Durante l'esecuzione dei lavori l'Impresa appaltatrice applicherà le misure previste dal PGAC e ad attenersi alle disposizioni che verranno impartite Direzione Lavori con il supporto, ove necessario, del Responsabile Ambientale.

Il RA svolge i propri compiti con particolare attenzione alla normativa vigente in materia ambientale, in senso lato, e nel rispetto di quanto stabilito dalla procedura di VIA con particolare riferimento all'esatto adempimento dei contenuti e delle prescrizioni di cui al Decreto di Compatibilità Ambientale.

A tale figura compete:

- l'interfaccia con le figure designate dalla stazione appaltante per la gestione e la direzione dei lavori, al fine di controllare e gestire correttamente gli impatti prodotti dalle attività di cantiere;
- la gestione e l'aggiornamento della documentazione ambientale prevista dalla normativa;
- il supporto per eventuali richieste di autorizzazione o deroghe alle amministrazioni competenti;
- il controllo della corretta applicazione delle procedure indicate nel PGAC stabilendo ed organizzando le verifiche ed i controlli interni secondo un programma specifico redatto in conformità alle prescrizioni di legge;
- il supporto tecnico in caso di incontri e/o di visite ispettive degli Enti di Controllo;
- la verifica dell'applicazione tempestiva delle procedure da attivare in caso di superamento dei limiti stabiliti;
- il riscontro e risoluzione di eventuali non conformità nonché l'adozione delle azioni correttive necessarie evidenziate dagli audit, anche proponendo azioni migliorative;
- la programmazione di informazione, formazione e addestramento del personale dell'impresa in materia di gestione ambientale, se necessario coinvolgendo il Coordinatore per la Sicurezza.

### 3.9.2 Gestione delle condizioni anomale

Le eventuali condizioni "anomale" indicatrici di potenziali situazioni critiche in atto, non necessariamente attribuibili all'opera ma meritevoli di adeguati approfondimenti volti ad accertarne le cause e/o di eventuali interventi correttivi, saranno individuate confrontando i dati del monitoraggio ambientale con i valori "soglia" che rappresentano i termini di riferimento da confrontare con i valori rilevati con il monitoraggio ambientale in corso d'opera.

Nel caso in cui la determinazione dei valori soglia non sia stata eseguita nell'ambito dello SIA sarà svolta nelle fasi iniziali dello svolgimento del monitoraggio.

Nel caso in cui si rilevi che le condizioni "anomale" siano potenzialmente riconducibili alle attività di cantiere saranno acquisite tutte le informazioni ritenute utili mediante il confronto con il competente Coordinatore Ambiente della Direzione di Cantiere.

In base alle risultanze analitiche ottenute per singolo parametro monitorato, sarà definita la Soglia di Intervento (SI), ove al suo superamento, si prevede una serie di interventi per la verifica/tutela ambientale con l'eventuale attivazione di sistemi di mitigazione e contromisure da definire di volta in volta.

Nel Piano di Gestione Ambientale di cantiere (PGAC) sarà implementata una specifica procedura per la gestione delle anomalie e dei livelli di comunicazione che dovranno essere attivati.

### 3.10 La reportistica del PMA

Il PMA prevede 2 tipi di report:

- Report semestrale/annuale (a seconda della componente considerata) per la fase di Corso d'opera;
- Report fine fase, per tutte le tre fasi di monitoraggio.

Si riportano in allegato i format delle schede di restituzione dei dati per tutte le componenti monitorate.

#### 3.10.1 Report Semestrale

Tale documento descrive per ogni componente:

- I campionamenti effettuati durante il semestre oggetto di indagine,
- La sintesi dei risultati ottenuti dalle analisi svolte,
- Eventuali problemi riscontrati dalle analisi eseguite,
- Conclusioni e commenti sui risultati ottenuti con eventuali confronti temporali e spaziali tra i vari rilievi, descrivendo le eventuali criticità riscontrate, le loro possibili cause ed eventuali azioni correttive.
- La programmazione delle campagne di monitoraggio per il semestre successivo.

E come allegati:

- La cartografia dei punti monitorati nel semestre.

I dati riportati dovranno essere contestualizzati in relazione al territorio, all'avanzamento e all'ubicazione delle attività di cantiere

#### 3.10.2 Report Fine Fase/Fine Anno

Questo documento viene redatto a chiusura delle fasi di *Ante operam* e *Post operam* (della durata di 1 anno ciascuna), per il Corso d'opera è prodotto alla fine di ogni anno di attività del cantiere.

I report sono così composti:

- Premessa generale di inquadramento dell'opera,
- Avanzamento dei lavori (nel caso dei report di fine anno di corso d'opera),
- Attività di monitoraggio delle diverse componenti ambientali, nello specifico:
  - Premessa,
  - Metodi di misura,
  - Avanzamento delle attività e risultati dei dati raccolti,
  - Problematiche e criticità.
  - Sintesi delle problematiche e criticità generali.

Si allegano inoltre:

- Certificati di analisi di laboratorio in originale ed in copia conforme;
- La cartografia dei punti monitorati nel periodo.

### 3.11 Il sistema informativo

I documenti di pertinenza del cantiere e i dati ottenuti durante le campagne di misura saranno caricati su di uno spazio WEB in un formato non modificabile, dove potranno essere liberamente scaricati e consultati. Il sito internet offrirà inoltre la possibilità di informare la cittadinanza in merito alle attività di cantiere.

## 4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 4.1 Inquadramento delle aree di cantiere

L'opera in progetto consiste principalmente nella realizzazione di una galleria idraulica per il trasporto delle portate in uscita dal lago d'Idro e di una nuova traversa per la regolazione del fiume Chiese. Per lo svolgimento dei lavori si prevede pertanto l'allestimento di cantieri operativi puntuali, organizzati in relazione alle specifiche attività da svolgere nelle rispettive aree di pertinenza, nonché di un'area logistica maggiore, presso la quale verrà invece insediato il campo base.

La cantierizzazione prevista per i lavori si compone dei seguenti ambiti:

- cantiere operativo zona di imbocco galleria;
- cantiere operativo zona di sbocco galleria;
- cantiere operativo zona nuova traversa.

Il campo base verrà allestito a margine del cantiere operativo per la zona di sbocco della galleria.

Nel seguito vengono presentate singolarmente le diverse aree che verranno occupate dal cantiere, illustrandone l'articolazione essenziale e le principali caratteristiche previste in termini di allestimenti ed organizzazione spaziale e funzionale.

### 4.2 Cantiere operativo zona imbocco galleria

L'area di cantiere per la realizzazione delle opere di imbocco della nuova galleria idraulica insiste lungo la zona spondale sud-occidentale del lago d'Idro. Per consentire l'esecuzione dei lavori risulta pertanto necessario realizzare delle opere provvisorie per l'arretramento ed il contenimento delle acque rispetto agli attuali limiti dell'invaso.

#### 4.2.1 Lavorazioni

Le principali lavorazioni previste presso quest'area di cantiere consistono in:

- Realizzazione di palancole provvisorie per l'arretramento del limite dell'invaso attuale del lago;
- Movimenti terra e stesa del materiale necessario alla realizzazione del piano di lavoro;
- Realizzazione degli elementi verticali dell'opera di imbocco, costituiti da pali secanti (perforazione, posa armatura e getto di calcestruzzo eseguiti in opera);
- Realizzazione del tampone di fondo in jet-grouting per la chiusura inferiore dell'opera di imbocco;
- Scavi di ribasso per il raggiungimento della quota di fondo prevista in progetto;
- Conferimento differenziato del materiale di risulta per l'accumulo selezionato nella presente area di cantiere e nell'area gestione terre realizzata presso il campo base;
- Realizzazione delle strutture orizzontali per la copertura superiore del manufatto;
- Consolidamento del fronte della galleria, per il sostegno della strada sovrastante, eseguito mediante iniezioni oblique;
- Realizzazione della camera paratoie (esecuzione di terre rinforzate e micropali rispettivamente per l'accesso in quota ed il sostegno del versante durante gli scavi di sbancamento);
- Installazione delle paratoie e dei relativi impianti elettro-meccanici di regolazione.

Di seguito si riportano le immagini pertinenti estratte dagli elaborati grafici di cantierizzazione della zona di imbocco cui si rimanda (PE-000-CAN-GE-001-PL, PE-000-CAN-GE-002-PL e PE-000-CAN-GE-003-PL).



Figura 1 - FASE 5 – estratto da PE-000-CAN-GE-003-PL



Figura 2 - FASE 12 – estratto da PE-000-CAN-GE-003-PL

## 4.2.2 Accantieramento

Presso tale area verrà allestito un cantiere operativo di estensione complessiva pari a circa 2600 mq, ubicato tra la sede stradale della SS.237 ed il lago d'Idro stesso. L'intera area verrà delimitata con recinzioni di altezza adeguata, saldamente fissate a terra, anche mediante puntoni di contrasto anti- ribaltamento, nonché integrate con rete schermante in polietilene a maglia ovoidale.

## 4.2.3 Viabilità

L'area in oggetto è posta immediatamente a valle del tracciato della SS.237 e l'accesso al cantiere verrà realizzato, previ opportuni adeguamenti (allargamenti e consolidamenti), attraverso la strada carrabile che conduce alle piazzole pic-nic attualmente presenti lungo la zona sponale del lago. I varchi di accesso all'area operativa sono previsti in posizione arretrata per consentire ai mezzi d'opera l'accostamento e l'apertura degli stessi, senza condizionamento della circolazione lungo la viabilità pubblica, nonché per ridurre i rispettivi rischi di investimento.

## 4.2.4 Allestimenti principali

Per l'esecuzione delle lavorazioni previste presso quest'area di cantiere si prevede l'installazione di:

- Macchine perforatrici per l'esecuzione di pali;
- Impianto di miscelazione per la composizione della miscela cementizia del tampone di fondo;
- Impianto di iniezione per la distribuzione in pressione della boiaccia cementizia per il consolidamento del terreno originario;
- Macchine per jet-grouting (perforazione e diffusione nel terreno di miscele cementizie in pressione);
- Apprestamenti logistici.

## 4.3 Cantiere operativo zona sbocco galleria

L'area di cantiere per la realizzazione delle opere di sbocco della nuova galleria idraulica insiste nel Comune di Lavenone, ad est dell'abitato, nel tratto compreso tra la sede stradale della SS.237 (e, più a valle, di Via Guglielmo Marconi) e l'alveo del fiume Chiese.

### 4.3.1 Lavorazioni

Le principali lavorazioni previste presso quest'area di cantiere consistono in:

- Realizzazione degli elementi verticali dell'opera di sbocco, costituiti da pali (perforazione, posa armatura e getto di calcestruzzo eseguiti in opera);
- Scavi di ribasso per il raggiungimento della quota di fondo prevista in progetto;
- Conferimento del materiale di risulta per l'accumulo selezionato nella adiacente area gestione terre realizzata presso il campo base;
- Realizzazione della soletta di fondo in cemento armato;
- Posa di massi ciclopici per il rivestimento del fondo del canale di restituzione (rallentamento della velocità di deflusso dell'acqua);
- Realizzazione delle strutture orizzontali per la copertura superiore del manufatto;

- Consolidamento del fronte della galleria, per il sostegno della strada sovrastante, eseguito mediante iniezioni oblique;
- Realizzazione della galleria idraulica mediante tecnologie di scavo tradizionali;
- Conferimento del materiale di risulta per l'accumulo selezionato nella adiacente area gestione terre realizzata presso il campo base.

### 4.3.2 Accantieramento

Presso tale area verrà allestito un cantiere operativo ubicato tra la sede stradale della SS.237 (e, più a valle, della Via Guglielmo Marconi) e l'alveo del fiume Chiese. L'intera area verrà delimitata con recinzioni di altezza adeguata, saldamente fissate a terra, anche mediante puntoni di contrasto anti- ribaltamento.

### 4.3.3 Viabilità

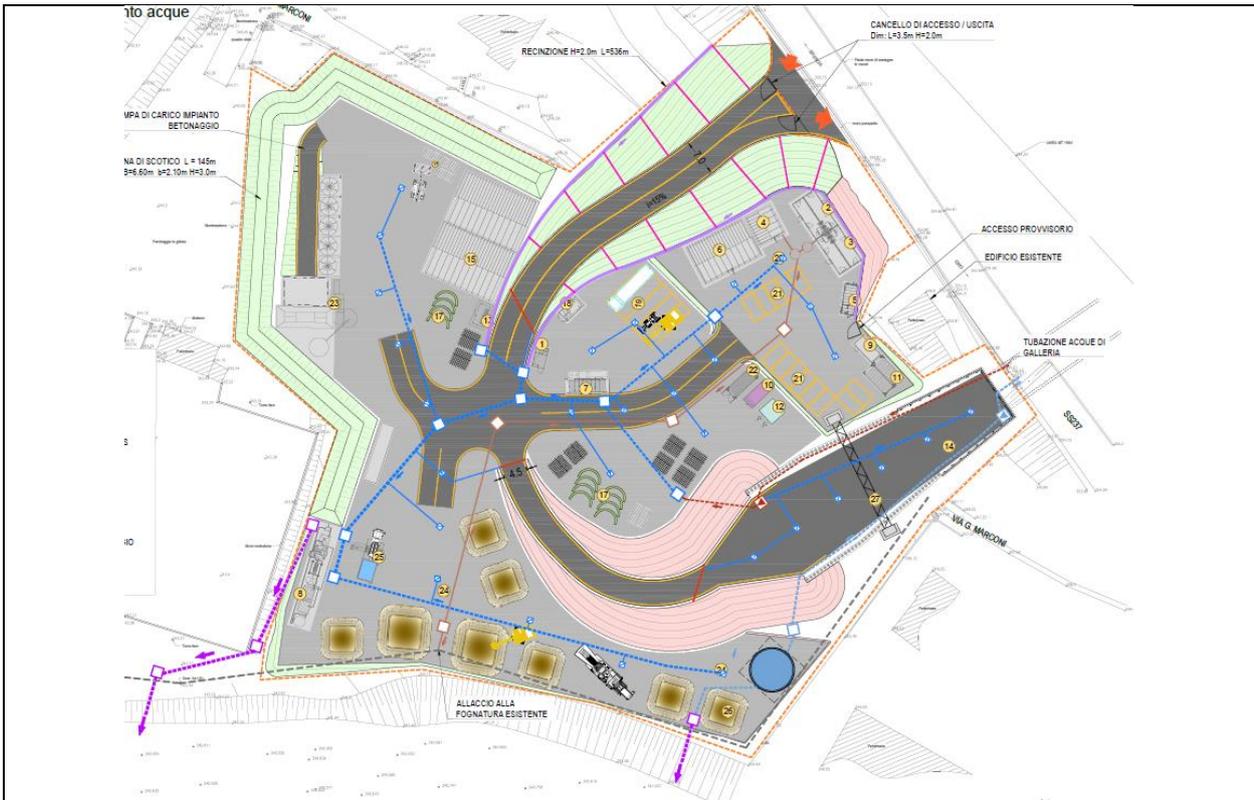
L'area operativa sarà interconnessa con il campo base, pertanto i collegamenti da e per il cantiere avverranno attraverso le piste già predisposte per l'area logistica.

### 4.3.4 Allestimenti principali

Per l'esecuzione delle lavorazioni previste presso quest'area di cantiere si prevede l'installazione di:

- Macchine perforatrici per l'esecuzione di pali;
- Macchine per l'esecuzione di iniezioni profonde per il consolidamento dell'ammasso;
- Macchine per la diffusione di calcestruzzo proiettato per la stabilizzazione superficiale del fronte escavato;
- Apprestamenti logistici (wc chimico, container maestranze ed ufficio di cantiere);
- Altri macchinari, impianti maggiori ed apprestamenti di carattere logistico (per i tecnici e per le maestranze) verranno allestiti principalmente presso l'attigua area del campo base.

Di seguito si riportano le immagini pertinenti estratte dagli elaborati grafici di cantierizzazione della zona di sbocco cui si rimanda (PE-000-CAN-GE-004).



FASE 1 – Estratto da PE-000-CAN-GE-003\_4-PL



FASE 2 – Estratto da PE-000-CAN-GE-003\_4-PL

## 4.4 Cantiere operativo nuova traversa

L'area di cantiere per la realizzazione della nuova traversa ricade in località Pieve Vecchia, nel Comune di Idro, ed insiste direttamente nell'alveo del fiume Chiese, a nord del tracciato di Via Baicc, nella porzione fluviale ricompresa tra la traversa preesistente ed il ponte di Via Roberto Bertini. Il manufatto consente la regolazione del livello di invaso del lago e sostituirà la traversa preesistente, che ricade entro l'area potenzialmente coinvolta dal fenomeno franoso.

### 4.4.1 Lavorazioni

Le principali lavorazioni previste presso quest'area di cantiere consistono in:

- Realizzazione di fondazioni profonde per la nuova opera, costituite da pali (perforazione, posa armatura e getto di calcestruzzo eseguiti in opera);
- Posa dell'armatura e getto in opera della platea di base per l'imposta del manufatto;
- Posa dell'armatura e getto in opera delle strutture in elevazione;
- Installazione delle paratoie e dei relativi impianti elettro-meccanici di regolazione;
- Sistemazione dell'alveo, con riprofilatura spondale e posa di massi ciclopici superficiali;
- Realizzazione della savanella;
- Interventi localizzati per l'adeguamento della traversa preesistente.

### 4.4.2 Accantieramento

Il cantiere operativo verrà allestito direttamente in alveo, parzializzando il decorso del fiume per consentire la realizzazione di un adeguato piano di lavoro.

L'intera area verrà delimitata con recinzioni di altezza adeguata, saldamente fissate a terra, anche mediante puntoni di contrasto anti-ribaltamento.

### 4.4.3 Viabilità

L'accesso all'area di cantiere si svolge attraverso la viabilità urbana del Comune di Idro, con istituzione del transito a senso unico alternato eventualmente regolato, nel caso di afflussi concentrati dei mezzi di cantiere in ambo le direzioni, da semafori sul ponte di Via Bertini. I varchi di accesso all'area operativa sono previsti in posizione arretrata per consentire ai mezzi d'opera l'accostamento e l'apertura degli stessi, senza condizionamento della circolazione lungo la viabilità pubblica, nonché per ridurre i rispettivi rischi di investimento.

Per l'attraversamento del fiume, in alveo, si prevede la realizzazione di almeno un guado, costituito da tubazioni passanti, in posizione da definire.

Lo svolgimento dei lavori verrà pianificato privilegiando soluzioni che consentano di ridurre il numero dei mezzi transitanti in alveo, come l'accumulo preventivo del materiale e delle attrezzature necessari per la giornata lavorativa corrente e l'esecuzione dei getti di calcestruzzo in opera mediante autobetonpompe posizionate esternamente al cantiere, a margine di Via Baicc.

### 4.4.4 Allestimenti principali

Per l'esecuzione delle lavorazioni previste presso quest'area di cantiere si prevede l'installazione di:



## 4.5 Campo base

L'area logistica del campo base insiste nel Comune di Lavenone, ad est dell'abitato, nel tratto compreso tra la sede stradale della SS.237 (e, più a valle, di Via Guglielmo Marconi) e l'alveo del fiume Chiese. Presso quest'area verranno allestiti i principali impianti di cantiere ed il deposito terre, nonché ricoverati i mezzi e le attrezzature, quando non impiegati presso i cantieri operativi. Si prevede altresì l'allestimento di eventuali dormitori e servizi igienico-assistenziali per le maestranze, nonché l'infermeria.

### 4.5.1 Lavorazioni

Presso quest'area non sono previste lavorazioni, quanto piuttosto la programmazione ed il supporto di tutti gli interventi in progetto.

### 4.5.2 Accantieramento

Presso tale area verrà allestito il cantiere logistico del campo base adiacente all'area operativa per la realizzazione delle opere di sbocco. L'intera area verrà delimitata con recinzioni di altezza adeguata, saldamente fissate a terra, anche mediante puntoni di contrasto anti-ribaltamento.

### 4.5.3 Viabilità

I varchi di accesso all'area logistica sono previsti in posizione arretrata per consentire ai mezzi d'opera l'accostamento e l'apertura degli stessi, senza condizionamento della circolazione lungo la viabilità pubblica, nonché per ridurre i rispettivi rischi di investimento.

La pista per il collegamento della sede stradale della SS.237 con il campo base è stata definita con pendenze longitudinali e larghezza tali da consentire il transito in sicurezza anche dei mezzi d'opera più ingombranti e maggiormente condizionati nelle manovre.

### 4.5.4 Allestimenti principali

Presso quest'area di cantiere si prevede l'installazione di:

- Area di gestione e trattamento delle acque reflue;
- Impianto di ventilazione per i lavori in sotterraneo;
- Cabina di distribuzione e trasformazione dell'energia elettrica;
- Area selezione e deposito del materiale di risulta degli scavi;
- Container per il deposito rifiuti;
- Area di lavaggio ruote;
- Area di lavaggio autobetoniere;
- Cisterna carburante;
- Officina riparazione mezzi ed attrezzature;
- Servizi igienico-assistenziali;
- Area uffici;
- Vasca imhoff per la raccolta dei reflui civili o, qualora possibile, collegamento alla pubblica fognatura.

## 5 ATMOSFERA

### 5.1 Premessa

Il PMA si focalizza su modalità di controllo indirizzate alla verifica dei parametri e dei fattori maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto della sola Opera specifica sull'ambiente.

Pertanto, nonostante lo studio di impatto abbia preso in considerazione anche gli inquinanti gassosi, dal punto di vista tecnico si ritiene che il monitoraggio possa essere limitato al solo particolato atmosferico nelle due frazioni, PM10 e PM2,5, al fine di meglio discriminare eventuali contributi dovuti alle attività di cantiere, vista anche la consistenza del parco veicolare utilizzato durante i lavori.

In altri termini, saranno valutati i livelli di concentrazione delle polveri inalabili e respirabili (PM10 e PM2.5) determinate dalle lavorazioni di cantiere (a titolo esemplificativo: preparazione delle piste e delle aree di cantiere, impianti di betonaggio, movimentazione degli inerti, funzionamento di impianti e mezzi d'opera) al fine di verificare l'efficacia degli interventi di prevenzione posti in essere dalla ditta appaltatrice dei lavori.

Diversamente non saranno oggetto di monitoraggio gli impatti derivanti dalle immissioni dei gas di scarico inquinanti prodotti dal funzionamento di impianti, dai mezzi d'opera e dai mezzi di trasporto dei materiali. Di seguito viene presentata una proposta di attività di monitoraggio per la componente Atmosfera, relativamente alla fase di *Ante operam*.

I risultati delle indagini condotte in tale fase saranno assunti a riferimento per un confronto nel corso della fase di monitoraggio successiva di Corso d'opera.

### 5.2 Criteri metodologici

La campagna di monitoraggio relativa alla componente atmosfera ha lo scopo di valutare i livelli di concentrazione del particolato atmosferico nelle due frazioni di PM10 e PM2,5, 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.

Per la caratterizzazione dello stato della qualità dell'aria, si farà riferimento alla normativa vigente in materia rappresentata dal D.Lgs. n. 155 del 13 agosto 2010 – Attuazione Direttiva 2008/50/CE, come modificato dal D.Lgs. n. 250 del 24 dicembre 2012, che istituisce un quadro legislativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Si farà, inoltre, riferimento ai "Criteri per la valutazione dei piani di monitoraggio ambientale (matrice atmosfera)" redatti da ARPA Lombardia (aggiornamento dicembre 2022). In particolare le valutazioni saranno condotte attraverso la costruzione di una curva limite basata sul confronto con le postazioni fisse della RRQA e come indicato nei suddetti criteri: "Per la costruzione della suddetta curva, nel caso del PM10 si utilizzano i dati dei tre anni solari precedenti l'inizio del CO di misure di stazioni della qualità dell'aria, individuate ad esempio tra tutte quelle facenti parte della stessa zona individuata nella Zonizzazione della Regione Lombardia oppure tutte quelle che si trovano nel raggio di 20 km dal cantiere. Per ciascun giorno dell'anno vengono calcolate la concentrazione media e la concentrazione massima tra le stazioni considerate e poi messe in un grafico cartesiano. Dalla retta di interpolazione passante per l'origine si calcolano la pendenza  $m$  della retta e l'errore standard  $\sigma_y$  sulla determinazione dell'ordinata calcolata come

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - mx_i)^2$$

La curva limite avrà pertanto la seguente forma:

$y = m \cdot x + b$  per valori di  $y$  superiori a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

$y = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  negli altri casi

dove  $m$  è la pendenza della retta ottenuta dall'interpolazione dei valori medi e massimi delle stazioni prese a riferimento e  $b$  è la somma dell'errore standard sulla determinazione dell'ordinata della retta di correlazione calcolata in precedenza ( $\sigma_y$ ) e dell'eventuale incremento massimo accettato in fase autorizzativa presso il recettore, per il periodo di mediazione preso in considerazione.

Durante il monitoraggio del Corso d'Opera, i dati rilevati nei siti indagati saranno confrontati con le contemporanee concentrazioni medie delle stazioni di riferimento. In caso di superamento della curva limite sopra descritta, risulterà evidenziata la presenza di una situazione di potenziale impatto da parte dell'attività di cantiere che dovrà essere opportunamente indagata, anche attraverso la valutazione dei rapporti giornalieri PM2.5/PM10."

Dal confronto tra i valori rilevati dei parametri di qualità dell'aria e i valori limite definiti nelle norme di riferimento sarà possibile valutare lo stato di qualità dell'aria e, in Corso d'opera, l'eventuale incremento del livello di concentrazioni di polveri indotto in fase di realizzazione dell'opera.

### 5.3 Tipi di misura

Per la componente Atmosfera è individuata un'unica tipologia di monitoraggio, identificata con codice ATM\_CAN.

I punti di monitoraggio sono localizzati dove è possibile che si evidenzino un aumento degli inquinanti in atmosfera in CO, legato alla movimentazione di terre e altro materiale da costruzione polverulento, a cui è associato un aumento di particolato in atmosfera, e al transito di mezzi impiegati in cantiere.

### 5.4 Indicatori e parametri del monitoraggio

Per l'analisi della componente Atmosfera saranno presi in considerazione gli inquinanti: PM10, PM2,5.

Inoltre saranno misurati almeno i seguenti parametri meteorologici:

- pressione atmosferica (PA);
- umidità relativa (UR);
- temperatura dell'aria (T).

Nel corso della prima campagna, il monitoraggio della componente Atmosfera sarà eseguito adottando in parallelo la misurazione in continuo mediante analizzatori di polveri a principio di misura fotometrico installato in postazione fissa e il metodo gravimetrico.

Qualora i risultati delle due metodologie risultino conformi tra loro, si proseguirà il monitoraggio della componente esclusivamente tramite la metodologia di analizzatori di polveri a principio di misura fotometrico.

Il metodo di riferimento per il campionamento delle polveri è quello gravimetrico. Il metodo misura la concentrazione in massa del materiale particolato con diametro aerodinamico inferiore o uguale a  $10 \mu\text{m}$  nell'aria atmosferica, su periodo di 24 ore, senza distruggere il materiale campionato.

Tale scelta è giustificata dalla necessità di attuare le eventuali azioni correttive in modo tempestivo laddove la causa del superamento sia da ricondurre ad attività di cantiere. In quest'ottica si ritiene dunque più idonea la verifica in continuo, in grado di fornire in tempo reale le variazioni di concentrazione delle polveri nell'ambiente.

Infatti, nella fase di corso d'opera, in presenza di cantieri e lavorazioni caratterizzati dall'attività di mezzi d'opera pesanti e dalla movimentazione di terra, l'utilizzo di analizzatori automatici che forniscono dati orari è

fondamentale per mantenere aggiornato 24 ore su 24 il controllo della qualità dell'aria, in relazione alla tutela della salute umana.

Per la rilevazione delle concentrazioni di polveri sottili saranno impiegati analizzatori di polveri a principio di misura gravimetrici.



Figura 5 - Esempio di postazione fissa di analizzatori di polveri a principio di misura fotometrico

Al termine del periodo di misura dovrà essere redatta una relazione tecnica di restituzione dei dati raccolti durante la stessa campagna di monitoraggio; la relazione dovrà restituire anche i dati meteorologici registrati nella campagna di misure, le schede di misure effettuate, i valori medi orari di ogni parametro ed i grafici rappresentativi dell'andamento dei dati.

## 5.5 Punti di monitoraggio

I recettori sensibili sono essenzialmente rappresentati da edifici residenziali presenti nelle vicinanze delle aree in lavorazione. La sensibilità dei recettori è determinata dalla loro localizzazione rispetto l'infrastruttura, dalle lavorazioni previste in quel tratto (con riferimento alla fase di cantiere) e dalla morfologia del territorio.

La localizzazione definitiva dei punti di monitoraggio è da concordare con ARPA Lombardia, è di seguito proposta una localizzazione dei recettori prossimi ai cantieri operativi e alle aree di stoccaggio.

I punti di monitoraggio sono stati collocati seguendo i criteri sotto elencati:

- possibilità di posizionamento della strumentazione in aree circostanti e rappresentative della zona inizialmente scelta;
- verifica della presenza di altri recettori nelle immediate vicinanze in modo da garantire una distribuzione dei siti di monitoraggio omogenea e rappresentativa del territorio interferito;
- copertura di tutte le aree recettore individuate lungo il tracciato.

Sulla base di queste considerazioni e delle valutazioni emerse nello SIA, per le misure sono stati individuati i seguenti punti di monitoraggio:

CODICE	XCOORD (UTM 32N)	YCOORD (UTM 32N)	NOTE
ATM_CAN_01	612495,79	5065913,92	Cantiere zona di sbocco
ATM_CAN_02	613418,55	5065442,88	Cantiere zona traversa
ATM_CAN_03	613695,36	5066081,53	Cantiere zona di imbocco

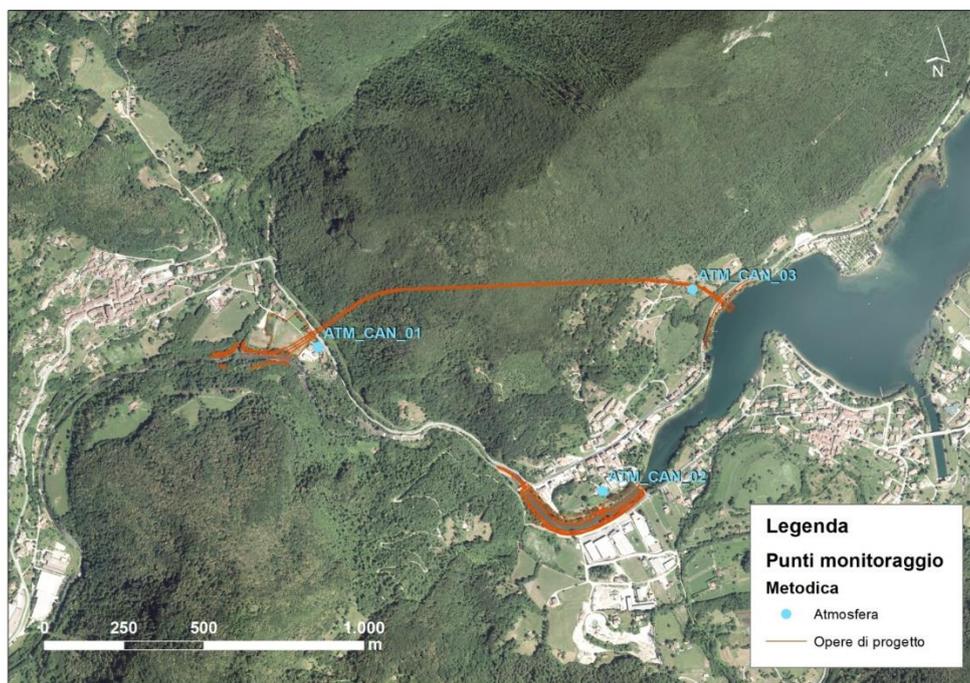


Figura 6 - Localizzazione punti di monitoraggio per la matrice atmosfera (in azzurro i punti di monitoraggio individuati, in rosso gli elementi di progetto)

## 5.6 Articolazione temporale delle attività

In fase di AO le misure saranno eseguite con 2 ripetizioni di 4 settimane ciascuna nell'anno di monitoraggio. Le misurazioni saranno condotte nei mesi di luglio e dicembre, periodi che potenzialmente presentano un maggiore rumore di fondo.

## 6 ACQUE SOTTERRANEE

### 6.1 Premessa

Il Piano di monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo e delle risorse ad esso connesse è progettato e sviluppato allo scopo di verificare nel tempo lo stato quantitativo e qualitativo dei corpi idrici potenzialmente interferiti dalle azioni di progetto, rilevando l'insorgere di eventuali variazioni qualitative o quantitative.

In particolare, per alterazioni qualitative si intendono eventuali modifiche delle caratteristiche fisico – chimiche – biologiche delle acque sotterranee indotte dalle attività di realizzazione del progetto, mentre per alterazioni quantitative si intendono le variazioni dei parametri idraulici indotte negli acquiferi che possono verificarsi a seguito delle azioni di progetto, quali variazioni della produttività dei pozzi e/o della portata delle sorgenti, modifiche della superficie piezometrica, depauperamento della risorsa idrica per emungimento delle acque di falda, ecc.

Le principali potenziali ricadute sull'ambiente idrico sotterraneo connesse con la realizzazione dell'opera in progetto possono essere riassunte nei seguenti punti:

- modifica del regime idrogeologico;
- depauperamento della risorsa idrica;
- alterazione qualitativa delle acque.

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico sotterraneo dalla realizzazione dell'opera in progetto avviene attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera. Il monitoraggio verrà, infatti, eseguito in 3 fasi:

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

Il monitoraggio AO ha lo scopo di verificare lo scenario ambientale di riferimento e di caratterizzare le condizioni ambientali da confrontare con le successive fasi di monitoraggio. Attraverso lo svolgimento di attività in campo e analisi di laboratorio viene, dunque, caratterizzato lo stato quali-quantitativo degli acquiferi potenzialmente interessati dalle lavorazioni.

Le stazioni di monitoraggio sono individuate in corrispondenza di due piezometri installati nel corso delle indagini condotte in fase progettuale e che risulterebbero ancora attivi. Dovrà essere eseguita una verifica sul campo prima dell'avvio delle attività di campionamento e analisi, nel caso in cui tali piezometri risultassero inutilizzabili, dovranno esserne realizzati ex novo altri due. I piezometri sono posizionati rispettivamente presso l'area di imbocco (BH03 – campagna 2016), l'area di sbocco (S7 – campagna 2009).

### 6.2 Criteri metodologici adottati

Il Piano di monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo e delle risorse ad esso connesse è progettato e sviluppato allo scopo di verificare nel tempo lo stato quantitativo e qualitativo dei corpi idrici potenzialmente interferiti dalle azioni di progetto, rilevando l'insorgere di eventuali variazioni qualitative o quantitative.

Gli impatti quantitativi sulla falda possono determinarsi principalmente a causa del drenaggio della falda causato dallo scavo di gallerie naturali.

Gli effetti più importanti possono essere riassunti in un generalizzato abbattimento dei carichi piezometrici, conseguente allo svuotamento totale o parziale delle porzioni acquifere di depositi o di ammasso roccioso. In generale, nell'ambito considerato i possibili impatti possono essere l'abbassamento del livello piezometrico,

anche una volta terminate le lavorazioni, e l'isterilimento dei punti d'acqua interessati dal suddetto abbassamento del livello piezometrico in fase di regime.

A livello puntuale, l'abbattimento dei carichi piezometrici può implicare la riduzione o persino l'abbattimento delle portate di sorgenti e dei livelli idrici nei pozzi. Pertanto, in questo caso la stima dell'impatto può essere ricondotta alla valutazione della pericolosità di isterilimento del punto d'acqua considerato in relazione alla variazione piezometrica della falda indotta dall'aggettamento intenzionale dalla falda o dal drenaggio di una galleria. In particolare va considerato che tale impatto, laddove dovesse verificarsi, potrebbe non essere limitato alla fase di Corso d'opera ovvero difficilmente si potranno ripristinare le condizioni idrologiche di *Ante operam*.

Per quanto riguarda i potenziali impatti di tipo qualitativo (chimico), in generale le possibilità di inquinamento delle acque sotterranee sono dovute principalmente:

- alle sostanze impiegate nei processi di scavo negli interventi di consolidamento;
- alle sostanze utilizzate come additivi lubrificanti nello scavo di gallerie;
- ai getti di calcestruzzo che possono contenere additivi chimici di varia natura;
- a sostanze potenzialmente contaminanti alle lavorazioni nelle aree di deposito.

In relazione alle lavorazioni e alle attività previste per la realizzazione dell'opera e in considerazione delle caratteristiche idrogeologiche dell'area interessata, sono state individuate come potenzialmente impattanti le seguenti tipologie di attività:

- opere di consolidamento (quali paratie di pali, diaframmi, ecc) in falda;
- opere puntuali in falda che comportano la realizzazione di fondazioni profonde;
- cantieri operativi con opere all'aperto;
- aree di deposito.

### 6.3 Tipi di misura

Sono individuate due tipologie di monitoraggio, identificate con i codici:

Codice	Descrizione
ASO_SIT	Misure del livello piezometrico e dei parametri chimico-fisici di campo - rivestono particolare importanza nell'ambito del monitoraggio in quanto consentono di verificare con immediatezza e facilità valori anomali dei parametri investigati, rispetto al normale range di variazione
ASO_LAB	Misure del tipo chimico di laboratorio - comprendono la determinazione di laboratorio dei parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione, della specifica lavorazione e del territorio in cui si opera

### 6.4 Indicatori e parametri del monitoraggio

Le analisi vengono condotte secondo metodi normati nazionali, internazionali e metodi interni sviluppati dal laboratorio in conformità agli standard qualitativi adottati. In ogni caso per tutte le metodiche utilizzate si calcola un valore di incertezza estesa da associare ai livelli di concentrazione.

Il rischio maggiore in CO riguarda i parametri fisici caratterizzanti l'acquifero, quale il livello piezometrico, ed i parametri chimico-batteriologicali.

Per quanto riguarda le metodologie di indagine e le metodiche di rilevamento si farà riferimento a quanto segue.

- ASO\_SIT: Misure del livello piezometrico e dei parametri chimico-fisici di campo

Sui piezometri individuati sarà effettuata la misurazione del valore di livello piezometrico.

Le misure vengono effettuate, tramite sonda freaticometrica, in termini di soggiacenza (distanza che intercorre tra il piano campagna e la superficie della falda libera). Il livello freatico (livello piezometrico della falda libera espresso in m s.l.m.) può essere ricavato dalla differenza campagna e il valore di soggiacenza misurato. I parametri chimico-fisici di campo sono rilevati mediante sonda multiparametrica.

Parametro	Unità di Misura
Livello	m p.c.
Temperatura	°C
Ossigeno disciolto	mg/l
Ossigeno disciolto	% saturazione
pH	
Conducibilità	µS/cm

Tabella 1 – parametri misurati nel corso delle attività di campo

- ASO\_LAB: Prelievo di campioni per l'analisi di laboratorio

In corrispondenza dei piezometri individuati per il monitoraggio sarà eseguito il prelievo di campioni di acqua da inviare al laboratorio di analisi per la determinazione dei parametri chimico-microbiologici di seguito specificati.

Il prelievo dei campioni d'acqua in corrispondenza dei piezometri avviene tramite pompa "low flow" (bassa portata). Tale campionamento deve essere preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare un campione rappresentativo della falda.

I contenitori utilizzati, preventivamente contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con riportata la sigla identificativa del punto di prelievo e la data del campionamento, vengono subito stoccati in casse refrigerate per impedirne il deterioramento, e successivamente recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo. Per ogni prelievo viene redatto un verbale di campionamento trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

Nella tabella sotto riportata sono indicati i parametri di analisi, le relative unità di misura e metodologie utilizzate per la determinazione.

Parametro	Metodica Analitica*	Unità di Misura	
Parametri generali	Nitrati	Apha Standard Method for the examination of Water and wastewater, ed 22nd 2012. 4110B + 4110D	mg/l
	Ione ammonio	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003	µg/l
	Cloruri	Apha Standard Method for the examination of Water and wastewater, ed 22nd 2012. 4110B + 4110D	mg/l
	Solfati	Apha Standard Method for the examination of Water and wastewater, ed 22nd 2012. 4110B + 4110D	mg/l
	Torbidità	APAT CNR IRSA 2110 Man 29 2003	NTU
	TOC	UNI EN 1484:1999	mg/l
	Alluminio (Al)	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
	Arsenico (As)	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
	Cadmio (Cd)	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
	Cromo (Cr)	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
	Cromo esavalente (Cr VI)	EPA 218.7 2011	µg/l

Parametro	Metodica Analitica*	Unità di Misura	
	Ferro (Fe)	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
	Mercurio (Hg)	APAT CNR IRSA 3200A1 Man 29 2003	µg/l
	Manganese (Mn)	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
	Nichel (Ni)	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
	Piombo (Pb)	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
	Rame (Cu)	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
	Zinco (Zn)	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
Idrocarburi	Idrocarburi C6÷C10	ISPRA Man 123 2015 Met A*	µg/l
	Idrocarburi C10÷C40	UNI EN ISO 9377-2:2002	µg/l
	Idrocarburi Totali (n-esano)	*	µg/l
Tensioattivi	Tensioattivi anionici	ISO 16265:2009	µg/l
	Tensioattivi non ionici	UNI 10511-1:1996/A1:2000	µg/l

Tabella 2.- Parametri per le analisi di laboratorio e relative metodologie di analisi ed unità di misura (potranno essere utilizzate metodiche diverse da quelle qui riportate purché risultino rispettati i criteri di equipollenza e/o confronto con ARPA Lombardia)

In caso di superamenti dei valori limite di riferimento degli idrocarburi totali in termini di n-esano (CSC per le acque sotterranee D.Lgs. 152/2006 ssmii), si andranno a monitorare anche Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e Composti Organici Aromatici (BTEX). Nella tabella sotto riportata sono indicate le metodologie di analisi utilizzate per la loro determinazione e le relative unità di misura.

Parametro	Metodica Analitica*	Unità di Misura	
IPA	Benzo(a)antracene	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	µg/l
	Benzo(a)pirene	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	µg/l
	Benzo(b)fluorantene	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	µg/l
	Benzo(k)fluorantene	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	µg/l
	Benzo(g,h,i)perilene	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	µg/l
	Crisene	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	µg/l
	Dibenzo(a,h)antracene	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	µg/l
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	µg/l
	Pirene	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	µg/l
	ΣIPA	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003	µg/l
BTEX	Benzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	µg/l
	Etilbenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	µg/l
	Toluene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	µg/l
	(m+p)-xilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	µg/l

Su tali punti di monitoraggio si procederà inoltre alla misura dei parametri chimico-fisici in situ.

## 6.5 Punti di monitoraggio

Codice	X COORD (UTM 32N)	Y COORD (UTM 32N)	Tipo di misura	Note
SOT_01	612459.3	5065877.4	ASO_SIT ASO_LAB	Piezometro S7 (campagna 2009)
SOT_02	613714.6	5066104.1	ASO_SIT ASO_LAB	Piezometro BH03 (campagna 2016)

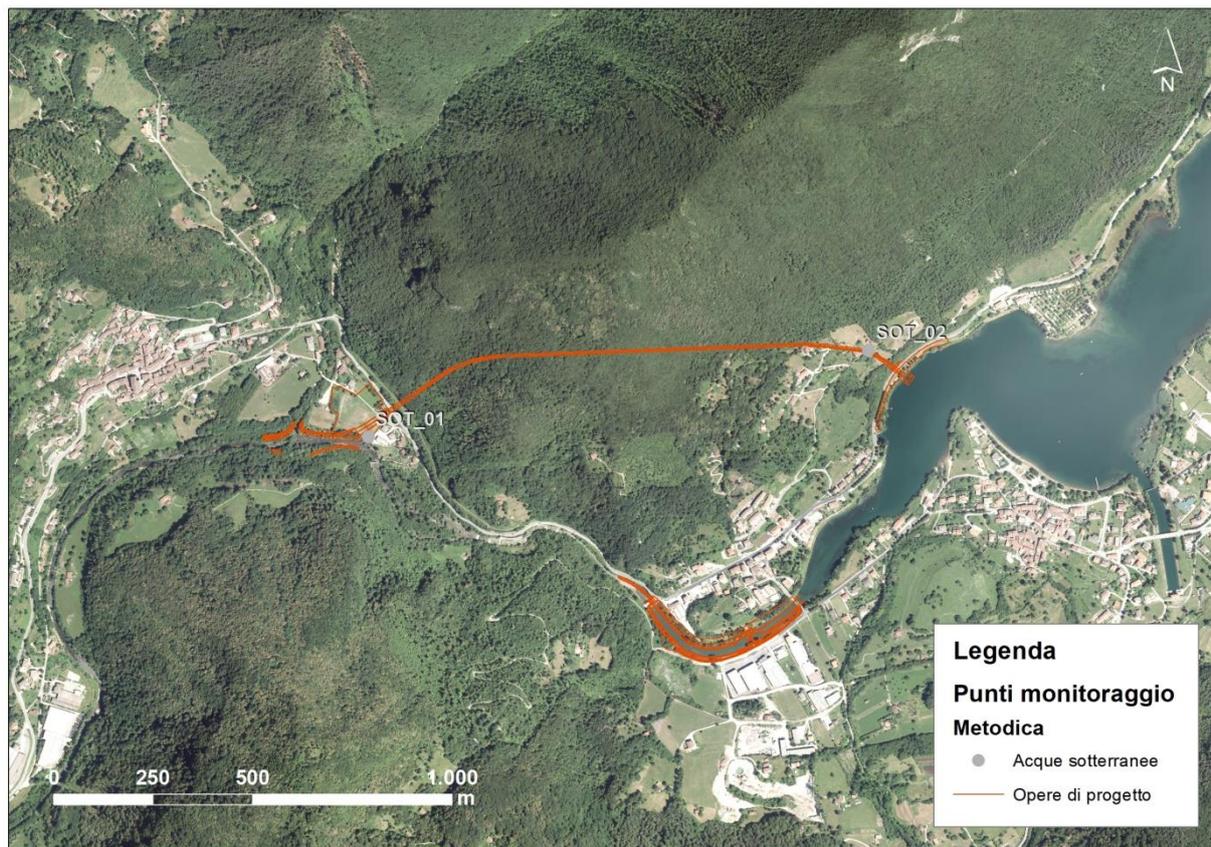


Figura 7 - Localizzazione punti di monitoraggio per la matrice acque sotterranee (in grigio i punti di monitoraggio individuati, in rosso gli elementi di progetto)

## 6.6 Articolazione temporale delle attività

In corrispondenza dei punti di monitoraggio, le attività saranno eseguite con cadenza stagionale, quindi si prevedono 4 campionamenti per ciascun punto nella fase di AO.

## 7 ACQUE SUPERFICIALI

### 7.1 Premessa

Il progetto di monitoraggio delle Acque superficiali è redatto con lo scopo di evidenziare le eventuali variazioni qualitative indotte sulle caratteristiche delle acque superficiali presenti nel territorio attraversato, durante i lavori.

Gli impatti prevedibili a spese dell'ambiente idrico superficiale sono sostanzialmente legati a possibili, ma poco probabili, sversamenti accidentali nel corpo idrico che possono generare modificazioni del livello di concentrazioni di alcuni elementi chimici e conseguentemente avere possibili ricadute a livello di indicatori biologici.

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico superficiale dalla realizzazione dell'opera in progetto avviene attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera. Il monitoraggio verrà eseguito in 3 fasi:

- *Ante operam* (AO);
- *Corso d'opera* (CO);
- *Post operam* (PO).

Nella fase di monitoraggio AO viene caratterizzato lo stato quali-quantitativo dei corpi idrici potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con i relativi andamenti stagionali. In tal modo si verifica lo scenario ambientale di riferimento e vengono caratterizzate le condizioni ambientali da confrontare con le successive fasi di monitoraggio.

### 7.2 Criteri metodologici adottati

#### 7.2.1 Acque correnti

Il fiume Chiese è direttamente interessato dagli interventi in progetto, di conseguenza le attività di monitoraggio ambientale hanno come obiettivo quello di individuare le possibili variazioni che la realizzazione dell'opera potrebbe apportare alle caratteristiche di qualità delle acque fluviali.

I punti di monitoraggio sono stati individuati in base alle azioni e fasi del progetto e in relazione alla sensibilità e/o vulnerabilità dell'area potenzialmente interferita.

In particolare sono state individuate delle stazioni di monitoraggio puntuali in corrispondenza di ciascun corpo idrico potenzialmente interferito dai lavori. In tali stazioni verranno effettuate le analisi dei parametri chimico-fisici, biologici e microbiologici.

##### 7.2.1.1 Tipi di misura

Le tipologie di misurazioni previste (identificate con codice) sono indicate di seguito, mentre nei prossimi paragrafi per ciascuna di esse verrà indicato il set di parametri, la frequenza del monitoraggio e la localizzazione delle relative sezioni del corpo idrico da individuare per il campionamento e le misure in situ.

Codice	Descrizione dei dati oggetto di rilevamento
ASU_SIT	<b>Misure del tipo chimico-fisico in situ</b> - i parametri chimico-fisici, misurabili istantaneamente sul campo, sono utili per una prima indicazione sullo stato di qualità della matrice che sarà poi indagato con maggiore dettaglio con le analisi di laboratori
ASU_LAB	<b>Misure del tipo chimico-microbiologico di laboratorio</b> - comprendono determinazioni di laboratorio dei parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione, della specifica lavorazione e del territorio in cui si opera
ASU_BST	<b>Misure del tipo biologico</b> - consistono nella determinazione dell'indice STAR-ICMI che rappresenta il riferimento a livello europeo per la determinazione dello stato ecologico di un corpo idrico superficiale

## 7.2.2 Acque lacustri

Il lago d'Idro è direttamente interessato dagli interventi in progetto, di conseguenza le attività di monitoraggio ambientale hanno come obiettivo quello di individuare le possibili variazioni che la realizzazione dell'opera potrebbe apportare alle caratteristiche di qualità delle acque lacustri.

Il lago di Idro dispone di una stazione di monitoraggio di qualità delle acque regolarmente campionata, a cadenza bimestrale, da ARPA Lombardia. Nell'ambito di questo monitoraggio non si ritiene, quindi, necessario prevedere ulteriori stazioni di monitoraggio della qualità delle acque lacustri bensì di utilizzare i dati già esistenti per i quali peraltro è anche disponibile una importante serie storica.

### 7.2.2.1 Tipi di misura disponibili

Le tipologie di misurazioni previste (identificate con codice) sono indicate di seguito, mentre nei prossimi paragrafi per ciascuna di esse verrà indicato il set di parametri, la frequenza del monitoraggio e la localizzazione delle relative sezioni del corpo idrico da individuare per il campionamento e le misure in situ.

Codice	Descrizione dei dati disponibili
ASU_SIT	<b>Misure del tipo chimico-fisico in situ</b> - i parametri chimico fisici, misurabili istantaneamente sul campo, sono utili per una prima indicazione sullo stato di qualità della matrice che sarà poi indagato con maggiore dettaglio con le analisi di laboratorio
ASU_LAB	<b>Misure del tipo chimico-microbiologico di laboratorio</b> - comprendono determinazioni di laboratorio dei parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione, della specifica lavorazione e del territorio in cui si opera
ASU_BST	<b>Misure del tipo biologiche</b> - <a href="#">comprendono le macrofite (si rimanda al capitolo 9)</a>

## 7.3 Indicatori e parametri del monitoraggio

Nei paragrafi che seguono vengono riportate le specifiche e i protocolli di indagine per i parametri oggetto di monitoraggio.

### 7.3.1 Monitoraggio qualitativo delle acque correnti

#### 7.3.1.1 Qualità chimico-fisica

Il monitoraggio del fiume Chiese prevede campionamenti periodici nei punti prescelti di un quantitativo di acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi di laboratorio sia chimico – fisiche che

microbiologiche. Il campionamento ambientale deve consentire la raccolta di porzioni rappresentative della matrice che si vuole sottoporre ad analisi.

I parametri sotto elencati sono costituiti da un set di parametri di base e da un set di parametri addizionale costituito da quei parametri ritenuti significativi in relazione alle pressioni stimate al fine di valutare le eventuali interferenze qualitative delle opere previste sui corpi idrici interessati.

Le indagini prevedono l'esecuzione di analisi sia in situ che in laboratorio che vengono riportate nelle tabelle seguenti.

Parametro	Unità di Misura
Temperatura aria	°C
Temperatura acqua	°C
Potenziale Redox	mV
Ossigeno disciolto	mg/l
Ossigeno disciolto (% saturazione)	%
pH	-
Conducibilità a 20°C	µS/cm
Portata	m <sup>3</sup> /s

Tabella 3 - Parametri misurati in situ e relative unità di misura

Parametro	Metodica Analitica *	Unità di Misura
Azoto ammoniacale	UNI 11669:2017	mg/l N
Azoto nitrico	EPA 300.0 1993 part A	mg/l N
Azoto nitroso	EPA 353.2 1993	mg/l N
Azoto totale	UNI 11759:2019	mg/l
Ortofosfati	M.U.2252: 2008	mg/l
Fosforo totale	M.U.2252: 2008	mg/l
BOD <sub>5</sub>	APHA Standard Methods for Examination of Water and Wastewater Ed 23rd 2017 5210 B + 4500-O G	mg/l
COD	ISO 15705:2002	mg/l
Solidi Sospesi Totali	APAT CNR IRSA 2090B Man 29 2003	mg/l
Alcalinità	APAT CNR IRSA 2010B Man 29 2003	mg/l
Cloruri	APHA Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, ed 22nd 2012, 4110B + 4110D	mg/l
Solfati	APHA Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, ed 22nd 2012, 4110B + 4110D	mg/l
Magnesio	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003; EPA 3005 + 6010C	mg/l
Sodio	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003; EPA 3005 + 6010C	mg/l
Calcio	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003	mg/l
Potassio	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003	mg/l
Nichel (Ni)	EPA 200.8 1994	µg/l
Cromo (Cr)	EPA 200.8 1994	µg/l
Cromo esavalente (Cr VI)	EPA 7199 1996	µg/l
Rame (Cu)	EPA 200.8 1994	µg/l

Parametro	Metodica Analitica *	Unità di Misura
Zinco (Zn)	EPA 200.8 1994	µg/l
Piombo (Pb)	EPA 200.8 1994	µg/l
Cadmio (Cd)	EPA 200.8 1994	µg/l
Ferro (Fe)	EPA 200.8 1994	µg/l
Mercurio (Hg)	APAT IRSA CNR 3200A1 Man 29 2003	µg/l
Manganese (Mn)	ARPAL: EPA 200.8 1994	µg/l
Alluminio (Al)	EPA 200.8 1994	µg/l
Arsenico (As)	EPA 200.8 1994	µg/l
Idrocarburi C6÷C10	ISPRA Man 123 2015 Met A*	µg/l
Idrocarburi C10÷C40	UNI EN ISO 9377-2:2002	µg/l
Idrocarburi Totali (n-esano)	*	µg/l
<i>Escherichia coli</i>	APAT CNR IRSA 7030 F Man 29 2003	UFC/100 ml

Tabella 4 - Parametri per le analisi di laboratorio e relative metodologie di analisi e unità di misura (potranno essere utilizzate metodiche diverse da quelle qui riportate purché risultino rispettati i criteri di equipollenza e/o confronto con ARPA Lombardia)

### 7.3.1.2 Qualità biologica delle acque

I metodi per la definizione della qualità delle acque possono essere molteplici (chimici, chimico-fisici, microbiologici e biologici) ed ognuno di essi fornisce un contributo importante nella definizione dello stato di salute del corpo idrico. In particolare, l'analisi di parametri chimici, chimico-fisici e microbiologici ha importanza per svelare le cause e la natura degli inquinamenti presenti nelle acque, mentre l'analisi biologica consente di definire gli effetti globali sull'ecosistema acquatico dell'azione, spesso sinergica, dei vari elementi presenti nelle acque. La capacità di fornire una tale informazione di sintesi da parte dell'analisi biologica è legata al fatto che questa si basa sullo studio di organismi animali costantemente presenti all'interno del corso d'acqua, con scarsa tendenza allo spostamento, che vivono preferibilmente ancorati al substrato e dotati di sensibilità nei confronti delle variazioni qualitative dell'ambiente. Infatti, il macrobenthos (o macroinvertebrati bentonici) rappresenta la comunità animale che vive, per almeno una parte del proprio ciclo vitale, su substrati disponibili dei corsi d'acqua e comprende organismi invertebrati di dimensioni superiori al mm di lunghezza. Tale categoria è composta da molti gruppi zoologici, tra i quali i principali sono insetti, appartenenti a differenti ordini, che trascorrono la vita larvale nell'ambiente acquatico, crostacei e oligocheti. I macroinvertebrati bentonici sono organismi particolarmente adatti all'impiego nel biomonitoraggio e nella valutazione della qualità delle acque superficiali, dati la limitata mobilità, la presenza di gruppi con differente sensibilità alle cause di alterazione (inquinamento organico, microinquinanti, alterazioni morfologiche), la relativa facilità di campionamento e di identificazione, i molteplici ruoli nella rete trofica, l'ampia diffusione nei corsi d'acqua.

Con la Direttiva 2000/60/CE è stata introdotta una definizione dello stato di qualità dei corsi d'acqua basato su composizione e abbondanza delle comunità biologiche tra cui i macroinvertebrati bentonici. La normativa italiana di recepimento rappresentata dal D.Lgs 152/2006 e dal DM attuativo 260/2010 prevede, relativamente alla comunità macrobentonica, l'utilizzo del sistema di classificazione MacrOper, basato sul calcolo dell'indice multimetrico STAR di intercalibrazione (STAR\_ICMi).

L'indice STAR\_ICMi si basa sull'analisi della struttura della comunità di macroinvertebrati bentonici. Tali organismi in prevalenza larve di insetti, molluschi e crostacei colonizzano il fondo dei corsi d'acqua e presentano differenti sensibilità all'inquinamento.

I riferimenti della metodica di campionamento sono il “Protocollo di campionamento e analisi dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d’acqua guadabili” contenuto nel documento “Metodi biologici per le acque superficiali e interne – Delibera del Consiglio Federale delle agenzie Ambientali. Seduta del 27 Novembre 2013. Doc. n. 38/13CF” redatto dall’ISPRA (ISPRA, Manuali e Linee Guida 111/2014) e le “Linee guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del D.M. 260/2010” (ISPRA, Manuali e Linee Guida 107/2014). In accordo con il protocollo soprarichiamato verranno eseguiti 3 campionamenti/anno per ciascuna stazione di indagine Indicativamente a marzo, giugno e settembre.

L’indice, che combina 6 metriche che prendono in considerazione composizione, abbondanza e struttura della comunità, restituisce un valore compreso nel range 0-1, chiamato RQE, e viene tradotto in una scala su cinque classi di qualità, rappresentative di uno stato da cattivo a elevato, e rappresenta il giudizio complessivo sulle condizioni della comunità macrobentonica rispetto a tutte le pressioni ambientali.

Valori RQE	STAR_ICMi
$RQE \geq 0,95$	elevato
$0,71 \leq RQE < 0,95$	buono
$0,48 \leq RQE < 0,71$	sufficiente
$0,24 \leq RQE < 0,48$	scarso
$RQE < 0,24$	cattivo

Tabella 5 – Valori RQE e relative classi di qualità per l'indice STAR\_ICMi

## 7.3.2 Monitoraggio delle Acque lacustri

### 7.3.2.1 Qualità chimico-fisica

Il monitoraggio della qualità delle acque lacustri avverrà rilevando sia sulle acque di superficie che sulla colonna d’acqua con prelievi a diverse profondità, i parametri riportati di seguito.

Parametro	Unità di Misura
Temperatura aria	°C
Temperatura acqua	°C
Potenziale Redox	mV
Ossigeno disciolto	mg/l
Ossigeno disciolto (% saturazione)	%
pH	-
Conducibilità a 20°C	µS/cm
Trasparenza (disco di Secchi)	m

Tabella 6 - Parametri misurati in situ e relative unità di misura

Parametri	Metodica Analitica *	Unità di misura
Alcalinità	APAT CNR IRSA 2010 met. B Man 29 2003	mg/l di CaCO <sub>3</sub>
BOD <sub>5</sub>	APHA Standard Methods for Examination of Water and Wastewater Ed 23rd 2017 5210 B + 4500-O G	mg/l
COD	ISO 15705:2002	mg/l
Azoto ammoniacale	UNI 11669:2017	mg/l N
Azoto nitrico	EPA 300.0 1993 part A	mg/l N
Azoto nitroso	EPA 353.2 1993	mg/l N

Parametri	Metodica Analitica *	Unità di misura
Azoto Totale	UNI 11759:2019	mg/l N
Fosforo Totale	M.U.2252: 2008	µg/l P
Ortofosfato	M.U.2252: 2008	µg/l P
Cloruri	APHA Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, ed 22nd 2012, 4110B + 4110D	mg/l Cl
Solfati	APHA Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, ed 22nd 2012, 4110B + 4110D	mg/l
Magnesio	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003; EPA 3005 + 6010C	mg/l
Sodio	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003; EPA 3005 + 6010C	mg/l
Calcio	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003	mg/l
Potassio	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003	mg/l
Cromo totale	EPA 200.8 1994	µg/l
Cromo esavalente (Cr VI)	EPA 7199 1996	
Alluminio	EPA 200.8 1994	µg/l
Nichel (Ni)	EPA 200.8 1994	µg/l
Rame (Cu)	EPA 200.8 1994	µg/l
Zinco (Zn)	EPA 200.8 1994	µg/l
Piombo (Pb)	EPA 200.8 1994	µg/l
Cadmio (Cd)	EPA 200.8 1994	µg/l
Ferro	EPA 200.8 1994	µg/l
Mercurio (Hg)	APAT IRSA CNR 3200A1 Man 29 2003	µg/l
Piombo	APHA Standard Methods for the Exam. of Water and Wastewater, ed 23nd 2017 3125B	µg/l
Manganese (Mn)	ARPAL: EPA 200.8 1994	µg/l
Arsenico (As)	EPA 200.8 1994	µg/l
Solfati	APHA Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, ed 22nd 2012, 4110B + 4110D	mg/l SO <sub>4</sub>
Solidi sospesi totali	APAT CNR IRSA 2090B Man 29 2003	mg/l
Idrocarburi C6÷C10	ISPRA Man 123 2015 Met A*	µg/l
Idrocarburi C10÷C40	UNI EN ISO 9377-2:2002	µg/l
Idrocarburi totali	ISPRA Man 123 2015 Met A	µg/l

Tabella 7 - Parametri per le analisi di laboratorio e relative metodologie di analisi e unità di misura (potranno essere utilizzate metodiche diverse da quelle qui riportate purché risultino rispettati i criteri di equipollenza e/o confronto con ARPA Lombardia)

## 7.4 Punti di monitoraggio

La scelta dei punti da monitorare è stata realizzata con riferimento alla localizzazione delle aree interessate dal progetto. In particolare il monitoraggio del sistema idrico superficiale ha la finalità di valutare l'insorgenza di potenziali modifiche indotte dalle attività di costruzione rispetto allo stato di qualità attuale del fiume Chiese e del lago d'Idro. I punti di monitoraggio lungo il corso d'acqua sono individuati in prossimità delle aree fisse di

cantiere; per quanto riguarda il lago di Idro si individuano 2 stazioni di monitoraggio nella zona di imbocco della galleria, affinché sia possibile il raffronto dei dati, la prima stazione (da considerarsi come valle) posta all'imbocco della galleria, mentre la seconda (monte) situata a oltre il raggio di influenza della ricaduta delle polveri a NE.

Sono stati, quindi, individuati i seguenti punti di monitoraggio procedendo da monte verso valle: il primo nel tratto immediatamente a valle del cantiere della nuova traversa (SUP\_01), il secondo a monte dell'area di cantiere della zona di sbocco della galleria (SUP\_02), il terzo a valle del cantiere della zona di sbocco della galleria (SUP\_03).

Non si ritiene opportuno posizionare una stazione a monte del cantiere della zona traversa in quanto, dato che lo sviluppo longitudinale del cantiere interessa tutto il tratto emissario fino al lago d'Idro, si renderebbe necessario posizionare la stazione di monte in un ambito lacustre, idrobiologicamente poi non confrontabile con i dati raccolti nella stazione a valle del cantiere posta invece in ambito fluviale.

In lago le stazioni sono SUP\_L\_01 (valle) e SUP\_L\_02 (monte).

Si precisa che la posizione esatta dei punti di monitoraggio potrà essere rivista in seguito all'espressione del parere da parte degli Enti competenti.

In fase di AO non sarà indagato il punto SUP\_02, necessario per evidenziare l'insorgenza di alterazioni dello stato qualitativo nelle successive fasi di CO e PO.

Codice	X COORD (UTM 32N)	Y COORD (UTM 32N)	Tipo di misura	Note
SUP_01	613054,1	5065542,8	ASU_SIT ASU_LAB ASU_BST	Cantiere zona sbocco (valle)
SUP_02	612452,9	5065848,0	ASU_SIT ASU_LAB ASU_BST	Cantiere zona sbocco (monte) – No fase AO
SUP_03	612301,3	5065881,8	ASU_SIT ASU_LAB ASU_BST	Cantiere zona traversa (valle)
SUP_L_01	613804,3	5066001,3	ASU_SIT ASU_LAB	Cantiere di imbocco (lago-valle)
SUP_L_02	613910,6	5066082,2	ASU_SIT ASU_LAB	Cantiere di imbocco (lago-monte)

Tabella 8 - Elenco delle stazioni di monitoraggio nelle acque superficiali

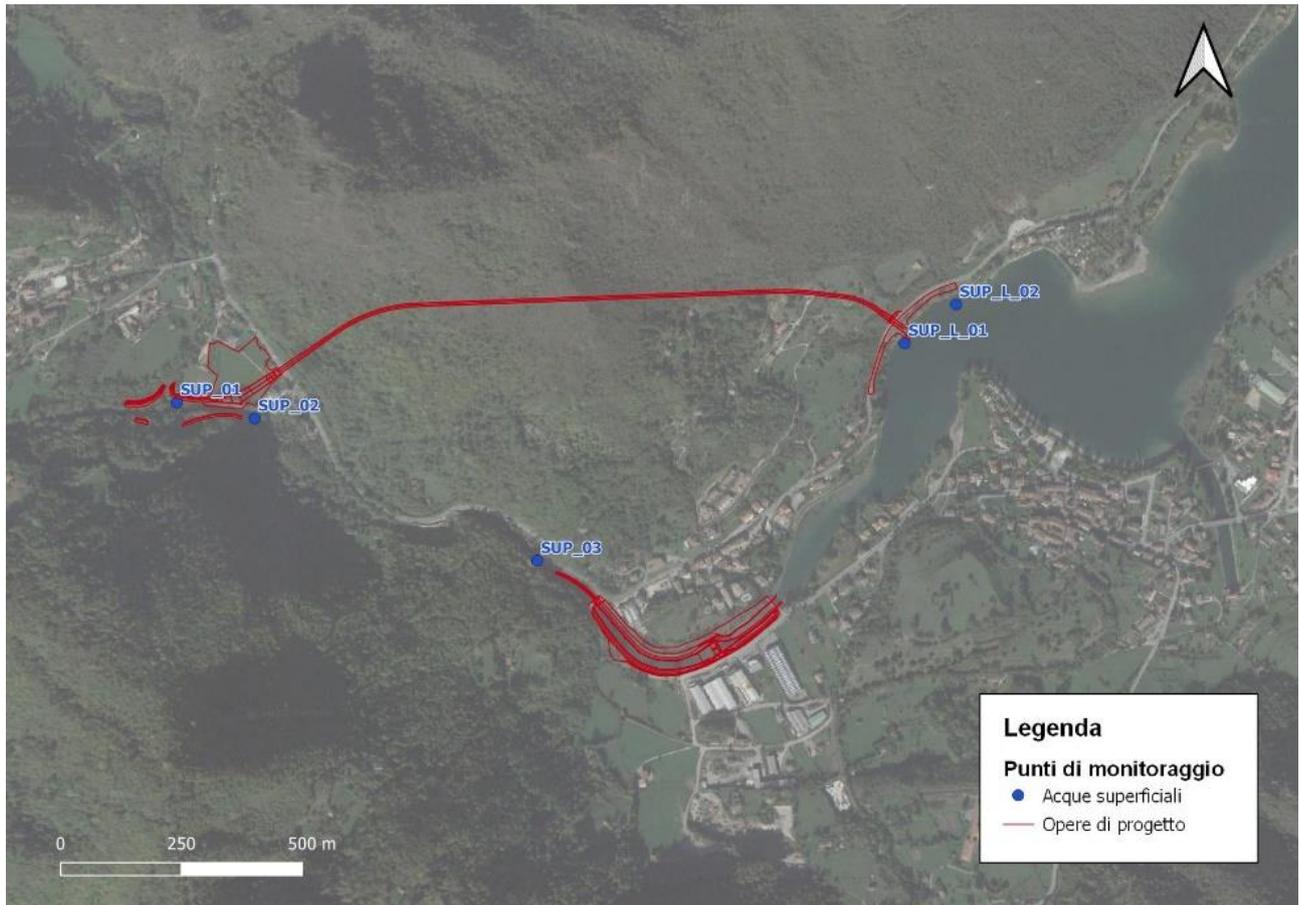


Figura 8 - Localizzazione punti di monitoraggio per la matrice acque superficiali (in blu i punti di monitoraggio individuati, in rosso gli elementi di progetto)

## 7.5 Articolazione temporale delle attività

Per il fiume Chiese in fase di *Ante operam* saranno eseguite le campagne di indagine nelle stazioni SUP\_01 e SUP\_03 4 volte l'anno per le componenti SIT e LAB e 3 volte l'anno per la componente BST

Per il lago di Idro nella fase di *Ante operam*, saranno acquisiti e successivamente elaborati i dati raccolti da ARPA Lombardia con frequenza bimestrale (6 campagne anno).

Per il lago di Idro saranno eseguite le campagne di indagine nelle stazioni SUP\_L\_01, SUP\_L\_02, per le componenti SIT e LAB con cadenza trimestrale.

## 8 SUOLO

### 8.1 Premessa

Il monitoraggio della componente suolo viene eseguito con lo scopo di garantire che le opere di progetto siano svolte nel pieno rispetto della situazione pedologica esistente ed in modo da consentire l'integrale ripristino delle condizioni di *Ante operam* al termine di lavori per le aree oggetto di modifiche temporanee.

Per la componente in esame, in considerazione del progetto in esame e del territorio allo studio, i principali rischi che si profilano possono essere riassunti come di seguito:

- danneggiamento degli orizzonti superficiali, dovuto ad operazioni di scotico non adeguate o a cattiva conservazione dello strato fertile, con conseguente potenziale diminuzione della fertilità e una variazione nelle caratteristiche fisiche e chimiche dei suoli;
- sversamenti accidentali di sostanze inquinanti, sia a carico degli strati profondi che delle aree limitrofe;
- deterioramento delle caratteristiche fisiche del suolo (struttura, permeabilità, porosità);
- fenomeni di erosione.

### 8.2 Criteri metodologici

L'indagine di *Ante operam* consentirà di raccogliere gli elementi utili per eseguire una progettazione di dettaglio di tutte le operazioni e gli interventi da effettuare per garantire la tutela e il successivo ripristino delle condizioni di partenza. A tale scopo il monitoraggio per la definizione delle caratteristiche del suolo sarà eseguito attraverso indagini quali trivellate speditive e profili pedologici di adeguate dimensioni (profondità di 1,8 – 2 m o il raggiungimento del substrato non pedogenizzato). In relazione alla variabilità intrinseca della matrice suolo, anche in presenza di un'unica tipologia pedologica, verrà valutata l'opportunità di effettuare un campionamento del topsoil ed uno del subsoil risultante da non meno di quattro campioni elementari ogni 0,5 ha.

Il monitoraggio degli aspetti pedologici della componente Suolo, che consiste nell'analisi delle caratteristiche dei terreni tramite la determinazione di parametri fisici, chimici e biologici da effettuare prima e dopo la realizzazione dell'opera, è indispensabile per:

- controllare l'evoluzione della qualità del suolo, intesa sia come capacità agro-produttiva che come funzione protettiva;
- controllare che l'attività di cantierizzazione sia conforme a quanto pianificato nel progetto dell'opera;
- rilevare eventuali contaminazioni dei terreni in corrispondenza delle aree di cantiere;
- garantire, a fine lavori, il corretto ripristino dei suoli.

Tra la fase di scotico e quella di ripristino, il suolo potrà subire variazioni di tipo tessiturale e di concentrazioni e variazioni di sostanze chimiche. Le variazioni del chimismo del suolo possono però dipendere dal fatto che il suolo è lasciato praticamente a riposo e, quindi, non necessariamente rappresentano un fattore negativo. Le variazioni tessiturali dipendono invece dal disturbo che il suolo ha subito e sono negative in quanto possono comportare modifiche alle caratteristiche del suolo stesso (ad esempio un aumento della granulometria con conseguente aumento della permeabilità).

Per questo motivo, nel monitoraggio ambientale, è stato deciso di controllare la tessitura del suolo, in quanto si tratta di un parametro facilmente verificabile e di grande importanza ai fini del successivo utilizzo dell'area.

In sintesi, per quanto riguarda la fase *Ante operam* il quadro di riferimento deve basarsi sulle analisi nei siti di prevista cantierizzazione.

Il PMA prevede analisi secondo le metodiche di seguito descritte, da ripetersi in PO, con lo scopo di verificare la corretta esecuzione ed efficacia del ripristino dei suoli nelle aree temporaneamente occupate in fase di costruzione e destinate al recupero agricolo e/o vegetazionale. In merito per tanto alla valutazione PO, finalizzata al riscontro dei "livelli originari di qualità della matrice", si ritiene estremamente utile adottare le indicazioni contenute nelle linee guida ISPRA 65.2/2010 "Il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture", e quindi individuare un suolo obiettivo a conclusione della fase di AO finalizzato per il confronto con i risultati di PO.

### 8.3 Tipi di misura

Il monitoraggio della componente Suolo riguarda l'esecuzione di campionamenti e analisi di laboratorio in corrispondenza delle aree di cantiere; la tipologia di indagine è identificata con codice SUO\_CAN.

### 8.4 Indicatori e parametri del monitoraggio

I campioni di suolo verranno prelevati in differenti punti all'interno dell'area di cantiere; il numero dei campioni per cantiere è stabilito in base alle superfici delle aree di cantiere, secondo le indicazioni di progetto e prendendo a riferimento il protocollo di monitoraggio di cui al DPR 120/2017 e Linee guida ISPRA 65.2/2010.

Per ogni punto monitorato si dovrà procedere al recupero di un campione composito in corrispondenza dello strato più superficiale (tra 0-1 m). Per ogni campione prelevato si andranno ad effettuare analisi di laboratorio volte a definire le caratteristiche dei suoli prima della realizzazione dell'opera.

Di seguito si elenca riporta il set di analisi chimico-fisico necessario per la caratterizzazione del suolo indagato.

Parametro	Metodica Analitica *	Unità di Misura
Scheletro (> 2 mm e < 20 mm)	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 Scheletro (> 2 mm e < 20 mm) 21/10/1999 Met II.1	%
Frazione secca fine (< 2 mm)	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met II.1	%
pH	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met III.1	-
Conduttività elettrica	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met IV.1	µS/m
Capacità di scambio cationico	DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 Met XIII.2 + DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002	cmol/kg
Carbonio organico	UNI EN 13137:2002 Met. A	mg/kg s.s.
Azoto totale	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XIV.2/3	mg/kg s.s.
Rapporto C/N (da calcolo)	UNI EN 13137:2002 Met. A + DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XIV.2/3	-
Fosforo assimilabile	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XV.3	mg/kg s.s.
Piombo	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Nichel	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.

Parametro	Metodica Analitica *	Unità di Misura
Cromo totale	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Zinco	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Manganese	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Arsenico	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Rame	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Mercurio	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Cadmio	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Ferro	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Alluminio	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Calcio	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Magnesio	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Potassio	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Sodio	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 200.8 1994	mg/kg s.s.
Solventi organici aromatici: Benzene, Etilbenzene; Stirene; Toluene; Xilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.
Idrocarburi leggeri C<12	UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg s.s.
Idrocarburi pesanti C>12	UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg s.s.

Tabella 9 - Parametri per le analisi chimico-fisiche di laboratorio e relative metodologie di analisi e unità di misura (potranno essere utilizzate metodiche diverse da quelle qui riportate purché risultino rispettati i criteri di equipollenza e/o confronto con ARPA Lombardia)

## 8.5 Punti di monitoraggio

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è stata effettuata in funzione delle possibili attività interferenti, focalizzando l'attenzione sulle aree di cantiere.

Attualmente sono definiti tre punti come di seguito indicato, in corrispondenza delle aree ad occupazione temporanea occupate da seminativi e prati.

Codice	X COORD (UTM 32N)	Y COORD (UTM 32N)	Tipo di misura	Note
SUO_01	612452,5	5065944,9	SUO_CAN	Area di cantiere opera di sbocco
SUO_02	613755,6	5066053,9	SUO_CAN	Area di cantiere opera di imbocco
SUO_03	613415,1	5065394,3	SUO_CAN	Area di cantiere nuova traversa

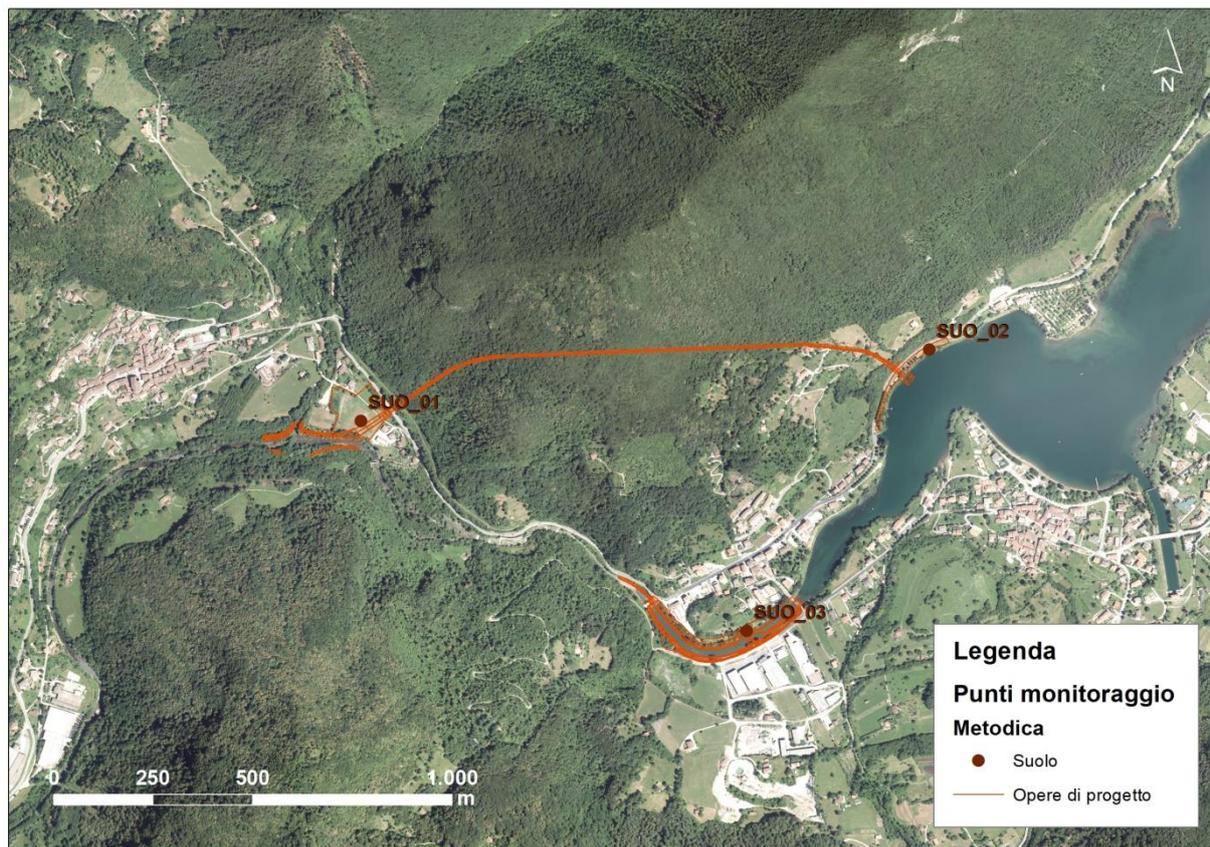


Figura 9 - Localizzazione punti di monitoraggio per la matrice suolo (in marrone i punti di monitoraggio individuati, in rosso gli elementi di progetto)

## 8.6 Articolazione temporale delle attività

Il monitoraggio di *Ante operam* si pone quale obiettivo principale di caratterizzare lo stato pedologico ed ambientale prima della realizzazione di qualsiasi intervento. L'AO è finalizzata a raccogliere gli elementi utili per eseguire una progettazione di dettaglio di tutte le operazioni e gli interventi da effettuare per garantire la tutela ed il successivo ripristino delle condizioni di partenza e pertanto dovrà precedere per quanto attiene gli interventi sul terreno (rilievi e campionamenti) le operazioni connesse alla cantierizzazione delle aree. Le attività saranno, quindi, eseguite prima dell'avvio dei lavori in un'unica occasione per la fase di AO. Si consiglia l'esecuzione delle attività di monitoraggio AO e PO durante la medesima stagione; se ciò non fosse possibile si ritiene imperante evitare situazioni climatiche estreme quali periodi di siccità o gelo.

## 9 VEGETAZIONE E FLORA

### 9.1 Premessa

Il monitoraggio viene eseguito con lo scopo di verificare gli effetti delle attività previste sulla componente floro-vegetazionale esistente, per permettere l'adozione tempestiva di eventuali azioni "correttive".

Gli effetti delle opere nei confronti di flora e vegetazione sono di tipo diretto e indiretto.

Nel primo caso rientrano sostanzialmente le rimozioni della vegetazione nelle aree di cantiere, mentre al secondo caso appartengono gli effetti indotti dall'abbassamento di livello del lago. Vengono di seguito sintetizzate le informazioni propedeutiche ed essenziali per la comprensione delle attività di monitoraggio su flora e vegetazione.

Fattori perturbativi	Localizzazione	Alterazioni	Misure di mitigazione
Rimozione della vegetazione nelle aree di cantiere	Area imbocco nuova galleria	Sottrazione temporanea di vegetazione di origine antropica; rischio ingresso entità esotiche.	Inerbimento e sfalcio regolare; ripristino della vegetazione
Rimozione della vegetazione nelle aree di cantiere	Area sbocco nuova galleria	Sottrazione temporanea di vegetazione di origine antropica e di piante appartenenti alla fascia riparia	Inerbimento e sfalcio regolare; ripristino della vegetazione
Rimozione della vegetazione nelle aree di cantiere	Area della nuova e della attuale traversa	Sottrazione temporanea di vegetazione di origine antropica e di vegetazione in alveo	Inerbimento e sfalcio regolare; ripristino della vegetazione
Abbassamento del livello idrometrico medio del lago per la durata di tre anni	Tutto il lago, con effetti più estesi lungo le rive meno acclivi	Potenziale alterazione della composizione e struttura delle biocenosi; perdita di habitat	Indicazioni in merito al cronoprogramma delle lavorazioni

Gli obiettivi del monitoraggio ambientale per la vegetazione e la flora, sono rappresentati da:

1. verifica della situazione ambientale attuale (di riferimento) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera.
2. verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento soggette ad un impatto significativo a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi.

Tali attività (1 e 2), consentiranno di:

- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio
- individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione.

Per garantire tali obiettivi nell'ambito del PMA dovranno essere individuati e caratterizzati:

- taxa ed associazioni tassonomiche e funzionali,

- scale temporali e spaziali d'indagine,
- metodologie di rilevamento e analisi dei dati biotici e abiotici.

Il monitoraggio *Ante operam* dovrà prevedere la caratterizzazione delle fitocenosi e dei relativi elementi floristici presenti in area vasta e nell'area direttamente interessata dal progetto, riportandone anche lo stato di conservazione.

## 9.2 Criteri metodologici

Il monitoraggio di flora e vegetazione prevede metodologie e approcci diversi in funzione dei tipi di habitat esaminati e degli aspetti indagati. Lo studio si articola su basi qualitative (variazione nella composizione specifica) e quantitative (variazioni nell'estensione delle formazioni e delle caratteristiche fitocenotiche).

Le metodologie di rilevamento si basano su rilievi floristici, su plot e transetti permanenti, oltre che su rilievi vegetazionali in area variabile per l'analisi geobotanica. La metodologia utilizzata è descritta nei testi di riferimento Greig-Smith (1983), Kent & Coker (1992), Pedrotti (2004). Più recentemente, il rilievo e l'analisi della vegetazione, soprattutto quella degli ambienti acquatici, è stata codificata da riferimenti metodologici messi a punto nella serie dei Manuali ISPRA.

I rilievi effettuati nel numero e nella frequenza prevista permettono un'accurata valutazione dei possibili effetti ambientali dell'opera su flora e vegetazione. I rilievi effettuati AO costituiscono la base del confronto con i dati rilevati in CO, mentre i campionamenti PO sono indispensabili per verificare il ripristino della situazione originale. La valutazione si basa sia su confronti qualitativi che quantitativi utilizzando tutti gli indicatori previsti. In particolare, per ogni tipologia di rilievo - analisi floristiche (AFL), rilievi vegetazionali su transetti (RVT), rilievi vegetazionali su plot permanenti (RVP) e rilievi di macrofite riparie (RMR) - è possibile effettuare un confronto analitico delle tre fasi (pre, in corso e post operam) utilizzando i dati secondo diversi approcci:

- Confronto della ricchezza specifica dei singoli rilievi;
- Confronto della composizione specifica, della diversità e della similarità dei singoli rilievi;
- Valutazione delle serie diacroniche della vegetazione;
- Analisi del pregio naturalistico e della sua variazione temporale;
- Analisi della qualità floristica: presenza di specie d'interesse comunitario (Allegato II, IV e V della Direttiva 92/43/CEE), protette dalle leggi nazionali e regionali, specie critiche secondo le Liste Rosse nazionali e regionali;
- Valutazione della presenza di specie sinantropico-ruderali e specie esotiche, controllo del loro contributo alla flora totale (aumento, decremento, comparsa di nuove entità).

### 9.2.1 Analisi floristiche (AFL)

In questo PMA le analisi floristiche vengono effettuate principalmente per sorvegliare le aree limitrofe al cantiere, generalmente occupate da una vegetazione prevalentemente di origine antropica, e il cui valore floristico è limitato. L'analisi floristica è finalizzata alla verifica speditiva che il cantiere non ha abbia impatti significativi sulla composizione di specie come previsto dallo Studio di Impatto Ambientale. In particolare, l'ispezione floristica verifica l'eventuale ingressione di specie esotiche, ruderali e sinantropiche che potrebbero essere favorite dal temporaneo disturbo del cantiere (ANPA, 2000).

## 9.2.2 Rilievi vegetazionali

I rilievi vengono eseguiti secondo la metodologia fitosociologica in aree di vegetazione strutturalmente e floristicamente omogenee e rappresentative delle diverse comunità presenti nei tratti monitorati. Le tipologie vegetazionali possono modificare la loro estensione in relazione al disturbo indotto dalla variazione del livello idrometrico del lago o da altre alterazioni legate al cantiere. L'analisi dell'estensione dei tipi vegetazionali deve naturalmente prevedere una fase preliminare di identificazione e descrizione delle tipologie vegetazionali e di valutazione della loro estensione nell'ambito territoriale di interesse ambientale. Nel rilievo vengono indicati, oltre ai dati stazionali, l'elenco completo delle specie presenti suddivise secondo la struttura verticale della cenosi (Braun-Blanquet, 1964). Il metodo prevede fondamentalmente due fasi: 1) la raccolta dei dati sul campo attraverso l'esecuzione di rilievi fitosociologici e 2) la fase di classificazione, in cui i rilievi eseguiti sono confrontati e riuniti in insiemi omogenei per composizione floristica e indice di copertura delle singole specie, per giungere alla definizione del tipo di associazione fitosociologica di cui la fitocenosi ne è espressione. I dati così ottenuti sono poi elaborati sotto forma di cartografia fitosociologica, e quindi informatizzate attraverso gli strumenti GIS. Lo schema sintassonomico delle diverse associazioni fa riferimento a Grabherr & Mucina (1993), mentre per quanto riguarda la nomenclatura delle specie il riferimento è Conti et al. (2004). Per ciascuna unità vegetazionale individuata è stato indicato il Codice della classificazione Corine Biotopes e il corrispondente codice Habitat, come indicato all'allegato I della Direttiva 92/42/CEE.

### 9.2.2.1 Rilievi vegetazionali su transetti (RVT)

L'utilizzo dei transetti nei rilievi vegetazionali risulta particolarmente adatto per l'analisi lungo gradienti ambientali. L'analisi delle macrofite acquatiche anfibe e sommerse del lago viene effettuato lungo transetti e per quanto possibile sovrapposti a quelli già rilevati dall'Università di Parma. Lo scopo dei transetti è quello di fornire una rappresentazione della zonazione, particolarmente importante per la valutazione degli effetti della variazione di livello del lago. Con questo tipo di indagine viene fornito un quadro che riproduce i diversi modelli di variabilità spaziale della vegetazione. Il transetto è uno strumento efficace per la descrizione della vegetazione e permette, lungo una linea di cui sono noti il punto iniziale e finale, di rilevare le variazioni cenotiche. Per ogni transetto viene elaborato un documento grafico che raffigura la sequenza spaziale della vegetazione all'aumento della profondità, e in alcuni casi da una sponda all'altra.

### 9.2.2.2 Rilievi vegetazionali su transetti spondali (RVS)

Si prevede di eseguire il rilievo vegetazionale lungo le sponde lacustri al fine di fornire una rappresentazione delle formazioni presenti e potenzialmente influenzate dalle variazioni dei livelli idrici. L'indagine sarà eseguita in corrispondenza di aree caratterizzate dalla presenza di sponde naturali e con debole pendenza.

### 9.2.2.3 Rilievi vegetazionali su plot permanenti (RVP)

Il controllo delle dinamiche vegetazionali attraverso il rilevamento diacronico in aree permanenti (quadrati permanenti) viene effettuato in alcune aree con fitocenosi di particolare interesse naturalistico e conservazionistico nell'ambito del territorio indagato. In questa casistica entrano anche gli habitat dei siti Natura 2000. Il metodo del rilevamento in aree permanenti è classicamente utilizzato nello studio delle successioni temporali (Mueller-Dombois et Ellenberg, 1974; Herben, 1996; Kent et Coker, 1992) ed è basato sulla ripetizione delle osservazioni in uno stesso punto e in epoche successive (analisi diacronica). Per effettuare le analisi in scala temporale, nello stesso punto, vengono definite delle aree fisse (comunemente 25

m<sup>2</sup> ma dipende dal tipo di vegetazione), materializzate al suolo mediante picchetti, e georiferite attraverso l'utilizzo di strumentazione GPS.

### 9.2.3 Rilievo macrofite riparie (RMR)

Le comunità macrofite riparie vengono rilevate secondo il protocollo ISPRA (111: 2014). Il campionamento va effettuato in corrispondenza del massimo sviluppo della vegetazione acquatica, in un periodo compreso tra la tarda primavera e l'inizio della stagione autunnale, indicativamente da aprile a ottobre. Le comunità macrofitiche possono costituire cenosi significativamente diverse nel corso di una stessa stagione vegetativa in funzione degli andamenti fenologici e dei tassi di accrescimento stagionali; per garantire la rappresentatività del rilievo il campionamento va quindi effettuato 2 volte durante la stagione vegetativa. Il campionamento deve essere effettuato nel periodo compreso tra una morbida e una magra, o in magra. Il tratto selezionato deve essere rappresentativo del tratto e deve avere uno sviluppo longitudinale di 100 m. Per garantire la rappresentatività della stazione, la stazione stessa deve comprendere, per quanto possibile, tutte la facies idrologiche e biologiche presenti nel tratto stesso, comprese le porzioni lentiche del corso d'acqua. Nell'ambito della stazione, il campionamento comporta:

- il rilievo di tutti i taxa macrofitici presenti;
- la raccolta di campioni dei taxa presenti;
- la valutazione della copertura complessiva della comunità a macrofite presente in acqua, in termini di copertura percentuale della comunità rispetto alla superficie totale dell'alveo bagnato nella stazione;
- la valutazione della copertura dei singoli taxa presenti in rapporto alla totalità della comunità macrofitica presente.

La comunità macrofitica che deve essere presa in considerazione è quella acquatica, ovvero quella costituita dagli organismi insediati in ambiti stabilmente sommersi, nell'ambito della stazione di campionamento. [Chiese, monte e valle dello sbocco della galleria]

## 9.3 Tipi di misura

Le tipologie di misurazione sono sinteticamente riportate nella tabella che segue:

Codice	Descrizione
VEG_AFL	Analisi floristica finalizzata alla verifica speditiva che il cantiere non abbia impatti significativi sulla composizione di specie come previsto dallo Studio di Impatto Ambientale. In particolare, l'ispezione floristica verifica l'eventuale ingressione di specie esotiche, ruderali e sinantropiche che potrebbero essere favorite dal temporaneo disturbo del cantiere (ANPA, 2000)
VEG_RVT	Esecuzione di rilievi vegetazionali su transetti al fine di fornire una rappresentazione della zonazione, particolarmente importante per la valutazione degli effetti della variazione di livello del lago. L'indagine fornisce un quadro che riproduce i diversi modelli di variabilità spaziale della vegetazione
VEG_RVS	Esecuzione di rilievi vegetazionali su transetti lungo la sponda lacustre al fine di fornire una rappresentazione della zonazione, particolarmente importante per la valutazione degli effetti della variazione di livello del lago.
VEG_RVP	Esecuzione di rilievi vegetazionali su plot permanenti per il controllo della dinamica vegetazionale attraverso il rilevamento diacronico in aree permanenti (quadrati permanenti). Il rilievo viene effettuato in alcune aree con fitocenosi di particolare interesse naturalistico e conservazionistico nell'ambito del territorio indagato

Codice	Descrizione
VEG_ RMR	Esecuzione di rilievi di rilievo sulle macrofite riparie secondo il protocollo ISPRA (111: 2014). Il campionamento viene effettuato in corrispondenza del massimo sviluppo della vegetazione acquatica, in un periodo compreso tra la tarda primavera e l'inizio della stagione autunnale, indicativamente da aprile a ottobre. Il tratto selezionato deve essere rappresentativo del tratto e deve avere uno sviluppo longitudinale di 100 m

## 9.4 Indicatori e parametri del monitoraggio

### 9.4.1 Pregio naturalistico

Il pregio naturalistico è un indice multimetrico che si basa su una componente sintetica e una analitica e si basa sull'analisi della rarità di specie, comunità e habitat. È un procedimento di attribuzione di indici numerici (analitici e sintetici) di valore naturalistico che vengono assegnati ai diversi caratteri presi in esame. A ciascuna tipologia vegetazionale viene associato un valore numerico sulla base dei diversi criteri valutativi considerati. Nella fase di corso d'opera, e sulla base dei dati aggiornati, si procede alla rivalutazione dei dati di qualità per controllare le variazioni del dato di qualità e verificare i fattori che determinano le variazioni. La scelta dei parametri da utilizzare è stata effettuata sulla base dell'esperienza e conoscenza dei rilevatori e su metodologie applicate in studi specifici (ANDREIS, 1993; BUFFA ET AL., 2005; POLDINI, 1989; ROSSI ET AL., 1999).

Nella tabella seguente sono riportati i parametri individuati per la valutazione della qualità e del pregio delle singole comunità. Ad ogni parametro è associato un indice numerico.

INDICI SINTETICI	
A) Rarità nell'area studiata	
rara o localizzata	3
comune	2
molto comune	1
B) Sequenza vegetazionale tipica	
comunità in sequenza	2
comunità estranea alla sequenza	0
C) Habitat d'interesse comunitario (All. I DIR. 92/43/CEE)	
habitat prioritario	3
habitat non prioritario	2
D) Naturalità della fitocenosi	
comunità naturale matura	3
comunità naturale di sostituzione	2
comunità seminaturale	1
E) Specie critiche	
Libro rosso nazionale/lista rossa regionale	2
Rarissime o rare nel territorio studiato	1

F) Inquinamento floristico	
Sp. inquinanti con presenza tra 1 e 20%	3
Sp. inquinanti con presenza tra 20% e 50%	2
Sp. inquinanti con presenza > 50%	1

## 9.4.2 Indici di ricchezza, diversità, equitabilità, somiglianza

L'effetto dell'abbassamento del livello idrometrico del lago e del cantiere sulla biocenosi vegetale potrebbe manifestarsi non solo attraverso la scomparsa o comparsa di specie rispetto alla situazione AO, ma anche attraverso la variazione della struttura dei popolamenti. Tale variazione consiste in diversi tassi di crescita (positivi e negativi), potenzialmente indotti dal cantiere o dalle opere, che si traducono cambiamenti della consistenza delle singole popolazioni di specie. Per catturare tali variazioni si utilizzano diversi indici ecologici (per una sintesi si veda Magurran 2004) che ben si prestano nel monitoraggio ambientale. Tra i più conosciuti e utilizzati indici vi è Shannon, che utilizzando i valori di frequenza relativa tra le specie, indica il grado di dominanza e quindi la ripartizione delle frequenze. È possibile anche calcolare più direttamente l'equitabilità delle specie a partire dall'indice di Shannon ottenuto nel caso di massima diversità e rapportandolo al caso osservato. Gli indici di somiglianza sono invece adatti a valutare la similarità tra campioni diversi (per esempio pre-post operam) e possono essere applicati sia i dati di specie in formato di presenza-assenza che di abbondanza-frequenza.

## 9.5 Punti di monitoraggio

La scelta dei punti di monitoraggio deve consentire una adeguata attività di sorveglianza delle aree potenzialmente sensibili alle attività connesse all'opera, principalmente perché site in ambienti particolarmente sensibili (corsi d'acqua, aree di interesse naturalistico ecc.). Tali aree sono già state individuate in fase di Studio di Impatto Ambientale e a tali si fa riferimento. Le aree oggetto del monitoraggio sono le seguenti:

- Lago d'Idro, comune di Idro. La bassa profondità del lago nella zona sud è una condizione favorevole per la presenza di macrofite acquatiche sommerse. In questa porzione del lago, ed entro una distanza di 2 Km dalla traversa, saranno eseguiti 3 rilievi mediante transetti sommersi localizzati nelle stesse posizioni rilevate dall'Università di Parma (codici rilievi VEG.RVT.01 ÷ VEG.RVT.03).
- Lago d'Idro, comune di Idro. Lungo la sponda est del Lago d'Idro verrà effettuato un monitoraggio della vegetazione spondale emersa al fine di valutare eventuali effetti connessi alla variazione del livello lacustre in fase di cantiere e di esercizio (codici rilievi VEG.RVS.01).
- Cantiere imbocco nuova galleria. In corrispondenza dell'imbocco della nuova galleria, del relativo cantiere, e comprendendo un buffer di 100 m, verranno eseguiti dei rilievi floristici con lo scopo principale di controllare l'eventuale introggressione di specie esotiche nella fase di cantiere, e nel verificare il previsto ripristino delle condizioni *Ante operam* (codici rilievi VEG.AF.04).
- Cantiere traversa nuova e vecchia. Nella zona del cantiere, per una lunghezza di 650 verranno eseguiti dei rilievi floristici su entrambe le sponde soprattutto con l'obiettivo di controllare l'eventuale introggressione di specie esotiche nella fase di cantiere e nel verificare il previsto ripristino delle condizioni *Ante operam* (codici rilievi VEG.AF.02 - VEG.AF.03).
- Cantiere sbocco nuova galleria, località Lavenone. Entro un'area di circa 3 ha, composta principalmente da bosco ripariale alle spalle del fiume Chiese, verranno eseguiti dei rilievi floristici e vegetazionali. L'obiettivo è duplice, da una parte controllare in modo approfondito l'eventuale

introggressione di specie esotiche (fenomeno molto frequente lungo i fiumi) e dall'altra la caratterizzazione delle fitocenosi riparie (codici rilievi VEG.AF.01; VEG.RVP.01 ÷ VEG.RVP.02). Nella stessa area, ma nell'habitat acquatico del fiume, verranno eseguiti dei rilievi delle macrofite in un tratto di 100 m a monte e a valle della nuova galleria (codici rilievi VEG.MR.01 ÷ VEG.MR.02).

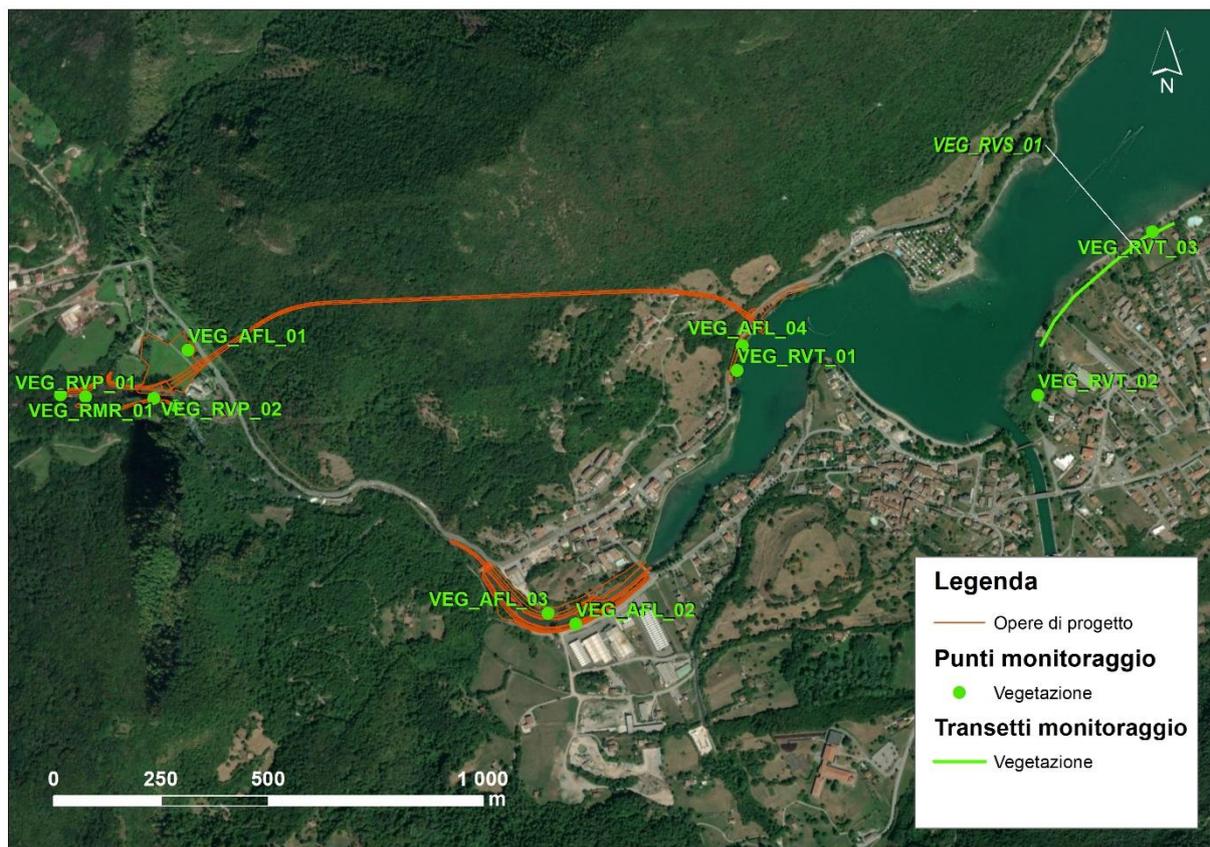


Figura 10 - Localizzazione punti di monitoraggio per la matrice vegetazione (in verde i punti di monitoraggio individuati, in rosso gli elementi di progetto)

## 9.6 Monitoraggio ZSC/ZPS IT3120065

Nell'area della ZSC/ZPS, avente un'estensione di circa 10 ha, sono regolarmente eseguiti monitoraggi della componente floristico-vegetazionale da parte di Fondazione Museo civico di Rovereto.

Inoltre, è stato affidato il servizio di esecuzione del monitoraggio AO alla suddetta fondazione con durata triennale a partire dal 2023. Le attività proseguiranno in CO e PO in maniera coerente.

Di seguito si riporta la descrizione delle attività previste.

### Obiettivi

L'obiettivo principale del programma è il monitoraggio dei seguenti habitat e specie di Lista Rossa censiti nel sito natura 2000 IT3120065 "Lago d'Idro" e potenzialmente interessati dalle opere progettate. Il grado di conservazione di riferimento per ciascun habitat e specie sarà definito grazie ad una serie di monitoraggi *ante operam* che verranno effettuati nel corso del 2023, così come i valori attesi per specie e habitat, influenza e intensità di ciascun fattore di pressione. I monitoraggi per la fase di cantiere e post operam saranno effettuati a partire dal 2024 per un periodo di alcuni anni.

Habitat Natura 2000

3130: Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei Littorelletea uniflorae e/o degli Isoëto-Nanojuncetea

3150: Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition

91E0\*: Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)

6510: Praterie magre da fieno a bassa altitudine (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)

Specie di Lista Rossa del Trentino

- *Alisma lanceolatum* (LR)
- *Allium angulosum* (VU)
- *Bidens tripartita* (LR)
- *Carex gracilis* (LR)
- *Carex vesicaria* (LR)
- *Centaurium pulchellum* (LR)
- *Dactylorhiza incarnata* (VU)
- *Dianthus barbatus* (VU)
- *Eleocharis acicularis* (CR)
- *Epipactis palustris* (VU)
- *Gratiola officinalis* (VU)
- *Inula britannica* (VU)
- *Juncus subnodulosus* (VU)
- *Lotus tenuis* (VU)
- *Lysimachia nummularia* (LR)
- *Ophioglossum vulgatum* (LR)
- *Polygonum amphibium* (LR)
- *Polygonum hydropiper* (LR)
- *Potamogeton perfoliatus* (VU)
- *Ranunculus parviflorus* (EN)
- *Ranunculus reptans* (EN)
- *Senecio paludosus* (EN)
- *Trifolium fragiferum* (LR)

oltre ad altre eventuali altre specie che dovessero essere trovate nel corso delle indagini di monitoraggio.

Saranno inoltre monitorate le specie esotiche (attualmente note nell'area protetta) che potrebbero essere avvantaggiate dai lavori previsti. Oltre a queste specie se ne potrebbero aggiungere altre di nuovo ingresso.

### Materiali e metodi di monitoraggio

Lo studio prevede una fase di analisi dei dati pregressi propedeutica alle ricerche programmate, e che si basa sulle ricerche in corso e sui dati archiviati nel dataset della Fondazione Museo Civico di Rovereto. Le attività di campo saranno svolte secondo un disegno di campionamento conforme all'applicazione di metodi d'analisi che rappresentano ad oggi lo stato dell'arte in materia, al fine di garantire la qualità scientifica delle informazioni raccolte ed elaborate (vedi ad es. i Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario, a cura di ISPRA e Ministero dell'Ambiente, 2016). I dati saranno accuratamente raccolti, georeferenziati e archiviati, secondo i protocolli ben collaudati del Museo.

Habitat. Al fine di valutare lo stato di conservazione degli habitat si utilizzeranno due diverse metodiche di studio che qui di seguito sono descritte.

A) Cartografia dell'habitat.

Foto interpretazione tramite software GIS dell'ultima foto aerea disponibile, tracciando i confini tra le varie comunità vegetali presenti con la maggior accuratezza possibile

Rilevamento a terra, percorrendo il territorio da cartografare segnando su una carta muta le comunità presenti.

Digitalizzazione dei rilievi di campagna in modo da raggiungere un ottimo livello di approssimazione.

Confronto in ambiente GIS rispetto alla situazione pregressa con misurazione della variazione della superficie occupata dall'habitat.

B) Punti fissi. Lo studio delle comunità vegetali e delle loro variazioni dinamiche si può avvalere del metodo floristico-statistico di Braun-Blanquet, che prevede un'analisi della vegetazione tramite il rilievo fitosociologico. Per situazioni più localizzate oppure nei casi dove si rende necessario un dettaglio maggiore, un'ottima alternativa è costituita dal quadrato permanente. Il quadrato permanente è un'area ben definita, delimitata da picchetti (in legno o preferibilmente in metallo per poi essere ritrovati nel tempo da metal-detector) e di superficie variabile tra 1 e 5 metri quadrati. All'interno di questo quadrato vengono ripetuti con periodicità variabile dei rilievi molto accurati (spesso con conteggio di tutti gli individui oppure con misure di presenza-assenza e/o con stime di frequenza) per valutare variazioni anche sottili nella composizione floristica e nella struttura. La scelta del sito specifico può seguire criteri diversi, in ogni caso si privilegiano aree dove sono in atto processi di crescita e cambiamento strutturale che porta la vegetazione di un dato sito dagli stadi pionieri a quelli finali stabili, oppure elementi particolarmente pregiati meritevoli di monitoraggio di dettaglio.

Specie. Al fine di valutare lo stato di conservazione delle specie di Lista Rossa del Trentino verranno effettuati vari sopralluoghi nelle diverse stagioni vegetative durante i quali saranno delimitate le area di crescita di ciascuna specie e sarà effettuata una stima e/o conteggio del numero di esemplari.

Nella seguente tabella sono indicate le tecniche di monitoraggio per le specie e gli habitat oggetto dello studio. Per ciascuna specie e habitat viene descritto il disegno sperimentale, stabiliti i tempi, le frequenze, i luoghi e il cronoprogramma complessivo dei monitoraggi. I valori soglia per l'attivazione di eventuali interventi correttivi saranno invece definiti a seguito del monitoraggio *ante operam*. Non si escludono comunque possibili modifiche che si renderanno necessarie sul campo.

HABITAT E SPECIE	N° USCITE- RILIEVI/ANNO	2023 (ANTE OPERAM)	Anni a seguire
Habitat 3130	2 rilievi fitosociologici	2 (indicativamente tra agosto e ottobre)	X
Habitat 3150	1 rilievo fitosociologico	1(indicativamente tra giugno-agosto)	X
Habitat 91E0*	2 rilievi fitosociologici	2 (indicativamente tra giugno-agosto) e delimitazione	X
Habitat 6510	1 rilievo fitosociologici	1(indicativamente tra maggio-giugno)	X
Specie Lista Rossa TN	3 uscite l'anno	X	X
Specie esotiche	3 uscite l'anno	X	X

## 9.7 Articolazione temporale delle attività

Il monitoraggio di flora e vegetazione generalmente viene svolto due volte l'anno per rilevare anche le specie con più spiccata stagionalità. Considerando il contesto climatico si ritiene idoneo effettuare i rilievi con cadenza biennale tra il 15 maggio e il 15 giugno per le specie a sviluppo più precoce, e in settembre per intercettare anche quelle più tardive. Per i rilievi con cadenza annuale questi verranno svolti nel mese di luglio. Eventuali anticipi, o posticipi, rispetto al periodo indicato, potrebbero essere opportuni in funzione dell'andamento climatico stagionale.

Fase	Frequenza	Parametri
ANTE OPERAM	2 volte anno	VEG_AFL
	1 volta anno	VEG_RVT
	2 volta anno	VEG_RVP
	2 volte anno	VEG_RMR
	1 volta anno	VEG_RVT
	2 volta anno	VEG_RVP
	2 volte anno	VEG_RVS
	2 volte anno	VEG_RMR

## 10 FAUNA

### 10.1 Premessa

Il progetto di monitoraggio si propone come strumento di conoscenza dello stato attuale delle comunità faunistiche presenti nella zona circostante l'area di intervento, mediante la verifica degli attuali livelli di diversità e di abbondanza specifica, e si prefigge di essere strumento operativo di supporto in termini di prevenzione e controllo delle cause di degrado di tali comunità nel rispetto delle vigenti disposizioni normative comunitarie, nazionali e regionali.

La caratterizzazione generale faunistica dell'intera area interessata dai lavori avviene in modo diffuso per individuare la presenza di emergenze e potenzialità di rilievo. Nella fase iniziale dei lavori si effettuerà una capillare ed accurata acquisizione dei dati bibliografici esistenti, elemento indispensabile sia per la definizione del quadro di riferimento delle presenze dei vertebrati attuali, sia per una successiva opportuna taratura, anche logistica, delle indagini di campo.

La scelta di approfondire le indagini in aree campione di particolare valenza ecologica è legata alla necessità di disporre di dati sulle popolazioni animali, quali-quantitativi, che consentano di valutare il trend evolutivo delle specie indicatrici, che potranno dare la misura del grado di modificazione delle comunità animali e degli eventuali impatti (positivi e/o negativi) indotti dalla realizzazione e successiva messa in esercizio dell'opera di progetto.

Lo sviluppo del monitoraggio della fauna si articola in tre fasi temporali:

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

Di seguito viene riportata la descrizione delle attività in *Ante operam*.

### 10.2 Criteri metodologici

Il monitoraggio della fauna viene strutturato su diverse tipologie di taxa faunistici oggetto delle indagini di campo. In particolare i gruppi indagati sono i seguenti:

- ittiofauna.
- avifauna svernante e nidificante;
- erpetofauna (anfibi e rettili);
- chiroteri.

Tutti questi gruppi sono indicatori faunistici essenziali sia per la fase di cantierizzazione sia per la fase di esercizio in quanto:

- sono fortemente condizionati dalla frammentazione e l'eliminazione degli habitat;
- sono direttamente interessati da casi di mortalità da collisione con veicoli (avifauna ed erpetofauna).

Contestualmente all'intera attività di monitoraggio è compito del monitore, la raccolta di segnalazioni faunistiche (osservazioni vive di individui vivi e ritrovamenti di animali morti) di specie appartenenti ad altri taxa (ad esempio mammiferi ma anche altri invertebrati). Per tutti i gruppi indagati verranno georeferenziati transetti e punti di monitoraggio in modo da poter valutare l'adeguatezza delle aree scelte per il monitoraggio ed una lettura omogenea dei risultati ottenuto dai rilevamenti.

## 10.2.1 Ittiofauna

### 10.2.1.1 Fiume Chiese

Il monitoraggio dell'ittiofauna è previsto in quanto i pesci costituiscono una delle componenti di particolare importanza per motivi legati alla loro intrinseca vulnerabilità e all'interferenza potenzialmente generata dalle opere in progetto sui corpi idrici. Il protocollo descritto è finalizzato alla diffusione di una metodologia di monitoraggio armonizzata per la valutazione della composizione, abbondanza e diversità dei popolamenti ittici dei fiumi.

In accordo con la norma EN14011:2003, il documento descrive prevalentemente le modalità di campionamento con la pesca elettrica da utilizzare per la caratterizzazione della composizione, abbondanza e struttura d'età delle popolazioni ittiche. Alcune parti sono state integrate con indicazioni derivate da esperienze consolidate in ambito nazionale.

Lo studio della popolazione ittica presente nel fiume Chiese viene effettuato mediante l'analisi dei dati ottenuti da una serie di campionamenti effettuati con "electrofishing"; per tale operazione vengono impiegati, a seconda della migliore efficacia di campionamento, un elettrostorditore a corrente continua pulsata e voltaggio modulabile (0,3-3 Ampere, 150-600 Volt, 2.500 W) e/o un elettrostorditore ad impulsi (220-600 V; 0,8-7 A; 0-100 i/s) e/o elettrostorditore spallabile a corrente continua pulsata e voltaggio modulabile (3,8-7 Ampere, 300-500 Volt, 1.300 W).

L'analisi potrà essere di tipo semi-quantitativo o quantitativo in funzione della effettiva guadabilità in sicurezza del corso d'acqua; nei casi di non guadabilità sarà eseguita un'indagine di tipo semi-quantitativo, esprimendo i risultati in termini di indice di abbondanza (IA) secondo Moyle (1970) e struttura (IS) al fine di consentire comunque anche una stima relativa delle abbondanze specifiche. Tutte le operazioni di campionamento ed analisi dell'ittiofauna sono di tipo conservativo, pertanto al termine delle operazioni di misura, tutti gli esemplari catturati vengono reimmessi nel corso d'acqua nel medesimo sito di cattura. A conclusione del campionamento gli esemplari catturati vengono narcotizzati e per ogni individuo viene determinata la lunghezza totale (approssimazione  $\pm 1$  mm) ed il peso (approssimazione  $\pm 1$  g).

### 10.2.1.2 Lago d'Idro

Per quanto riguarda il monitoraggio della fauna ittica del lago d'Idro si provvederà ad eseguire un'indagine di tipo indiretto mediante la verifica dei trend del pescato da parte dei pescatori professionali. Il monitoraggio di tipo diretto, secondo le indicazioni del DM Ambiente 14 aprile 2009, n. 56 "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici - Articolo 75, D.Lgs 152/2006" e nel Manuale ISPRA 111/2014, andrebbe condotto con l'utilizzo dell'elettropesca in zona litorale e di reti branchiali multimaglia (bentiche e pelagiche) nel resto del bacino lacustre. Le reti bentiche (RMB), vanno posizionate sul fondo in numero variabile a seconda della superficie e della profondità del lago, mentre le reti pelagiche (RMP), galleggianti e collocate a varie profondità, sono in numero anch'esso variabile in dipendenza della tipologia lacustre.

Si evidenzia tuttavia che il monitoraggio ittico con posa di reti branchiali multi maglia è una metodica assai invasiva che comporta la morte della quasi totalità dei pesci campionati che non si ritiene idoneo in un contesto di monitoraggio ambientale come quello oggetto della presente relazione in quanto potrebbe essere in contrasto con le stesse finalità che si intendono perseguire.

Si procederà quindi al monitoraggio diretto delle sole specie litoranee mediante elettropesca mentre per le specie bentiche e pelagiche si utilizzeranno i dati indiretti ottenuti dall'analisi del pescato professionale che comunque avviene tramite reti. Sarà, comunque, verificata con i pescatori coinvolti la tipologia e la maglia

delle reti utilizzate in modo da rendere, per quanto possibile, confrontabili i dati raccolti in tale modo con quelli a disposizione della Regione Lombardia.

L'elettropesca verrà svolta in ambiente litorale e come da protocollo, il campionamento verrà eseguito per punti (Point Abundance Sampling Electrofishing-PASE), circa 80 per bacino lacustre, utilizzando il generatore nella modalità "corrente continua", immerso una sola volta per circa 15-20 secondi. Il protocollo prevede che il punto di campionamento (la cui profondità deve essere minore di 1,5 metri) venga scelto a priori, cercando di mantenere la distanza tra un punto di campionamento e l'altro il più possibile omogenea e indagando ogni tipologia di ambiente lacustre presente.

Si consideri infine che sono comunque disponibili dati recenti prodotti dalla Regione Lombardia che verranno analizzati nell'ambito del PMA in fase di AO e che saranno la base su cui verranno eseguiti i confronti con i dati che saranno raccolti tramite la pesca professionale in fase di CO e PO. Si specifica che il confronto dei dati avverrà prevalentemente sulle specie target individuate nello studio prodotto dalla Regione Lombardia.

## 10.2.2 Avifauna diurna

La tecnica di censimento dell'avifauna diurna nidificante mediante rilievi puntiformi o stazioni di ascolto (censimento d'ascolto per punti di ascolto) è una metodologia qualitativa ampiamente documentata che permette di censire con una certa facilità anche le specie difficili da osservare.

Si tratta di un metodo di censimento che rappresenta un punto di riferimento utile per il monitoraggio della biodiversità, confronto tra habitat, indagini pre- e post- impatto, andamento delle popolazioni. La principale assunzione del metodo consiste nella corretta identificazione delle specie sulla base del loro canto.

L'unità di campionamento è il punto di ascolto. La distanza tra i punti di ascolto deve essere scelta in modo da raggiungere il maggior numero possibile di coppie nidificanti senza correre il rischio di censire più volte uno stesso individuo.

Il metodo di censimento I.P.A. consiste nel realizzare diversi punti di ascolto in corrispondenza dei quali si elencano le specie contattate. Le sessioni di ascolto devono essere realizzate durante la stagione riproduttiva almeno due volte, al fine di verificare la presenza sia delle specie precoci che di quelle tardive, coincidenti rispettivamente con le nidificanti stanziali e le nidificanti che la migrazione transahariana.

Il parametro base del monitoraggio è costituito dal dato di presenza/assenza delle specie e dalla loro frequenza (espressa in termini relativi).

Il metodo è stato ampiamente collaudato e si basa sulla frequenza di ogni singola specie (ad es. una specie contattata in tutti i punti di ascolto ha una frequenza del 100%, una contattata su 10 ettari ha una frequenza del 10%).

In tal modo si dispone di dati di frequenza (ottenuti dal rapporto di presenza/assenza di ogni specie in funzione del numero di stazioni d'ascolto effettuate), che sono correlati con l'abbondanza delle specie censite.

## 10.2.3 Erpetofauna

Il rilevamento degli Anfibi verrà compiuto secondo un approccio metodologico fondamentale di visual census, comunemente utilizzato per indagini sull'erpetofauna (anfibi e rettili).

Nelle aree di maggiore interesse erpetologico individuate, caratterizzate, quindi, da una presumibile maggiore ricchezza di specie, si percorreranno degli itinerari-campione, a velocità molto bassa, sostando e divagando frequentemente dal percorso.

Gli Anfibi saranno cercati in modo diverso per le diverse specie, ponendo particolare attenzione agli ambienti e alle condizioni più idonee per ciascuna di esse.

Per il gruppo degli Urodeli, saranno cercati principalmente adulti in attività riproduttiva, larve e uova negli ambienti acquatici potenziali, sia mediante osservazione dall'esterno dell'acqua, sia mediante campionatura con retino, sia ancora mediante cattura temporanea manuale.

Per il gruppo degli Anuri, saranno cercati principalmente adulti in attività riproduttiva, larve e uova negli ambienti acquatici potenziali, ma anche adulti in attività alimentare in ambiente terrestre in condizioni meteorologiche ottimali; gli animali sono contattati mediante osservazione dall'esterno, mediante campionatura con retino o mediante rilevamento acustico delle vocalizzazioni.

La metodologia per il monitoraggio dei rettili viene articolata come nel caso degli anfibi, mediante osservazione visiva diretta (visual census) di individui vivi ed eventuale cattura a mano e rilascio in situ di individui dopo la determinazione della specie. Inoltre, sarà effettuata la ricerca attiva degli individui eventualmente presenti sotto potenziali rifugi (pietre, pannelli abbandonati, teli, legname o altro) e la raccolta di dati relativi ad eventuali ritrovamenti di individui morti su strada (road mortality).

## 10.2.4 Chiroterri

I chiroterri presentano specie inserite in allegato II e/o IV della Direttiva Habitat e pertanto hanno valore conservazionistico intrinseco. Sono importanti indicatori faunistici in quanto minacciati da numerosi fattori di pressione ambientale di origine antropica quali l'adozione di sistemi di illuminazione invasivi, l'eliminazione e la frammentazione degli habitat, l'utilizzo di sostanze inquinanti (pesticidi e insetticidi), il disturbo e la dispersione delle colonie riproduttive e dei roost degli svernanti.

Per i chiroterri sono previsti campionamenti con bat-detector presso alcune aree di riferimento. All'interno di ciascuna di tali aree è individuato un transetto lineare campione, selezionato sulla base del posizionamento delle opere di cantiere nonché della presenza di habitat potenzialmente idonei per i chiroterri.

## 10.3 Tipi di misurazioni

Ai fini del monitoraggio della componente sono previste le attività di seguito indicate.

Codice	Descrizione
FAU_PES_FLU	Monitoraggio Pesci (ambito fluviale – f. Chiese): Monitoraggio dei pesci di tipo semi-quantitativo o quantitativo da realizzarsi in funzione della guadabilità del corso d'acqua e a mezzo di censimento con elettropesca con utilizzo di storditore elettrico di tipo a corrente continua pulsata. Nell'attività è compresa la definizione dell'elenco delle specie presenti con l'espressione dei risultati in termini di indice di abbondanza (IA) e di struttura di popolazione (IS), densità di popolazione e biomassa unitaria.
FAU_PES_LAG	Monitoraggio Pesci (ambito lacustre - lago d'Idro): Indagine di tipo indiretto mediante la verifica del trend del pescato da parte di pescatori professionali ed indagine diretta mediante elettropesca per le specie litoranee
FAU_ANF	Monitoraggio degli Anfibi mediante censimento su transetto con visual census e conteggio di ovature e girini
FAU_RET	Monitoraggio dei Rettili mediante censimento su transetto con visual census di animali in attività diurne di termoregolazione o di ricerca alimentare, negli ambienti e nei punti idonei, mediante osservazione a distanza
FAU_USV	Monitoraggio degli Uccelli Svernanti mediante uscite da eseguire nel periodo incluso indicativamente fra il 15 dicembre ed il 15 febbraio. Nell'attività è compresa la registrazione delle seguenti informazioni: specie contattata, numero di individui contattati, tipo di contatto (visivo, canto riproduttivo, richiamo, segnale di allarme, segnali

Codice	Descrizione
	territoriali), distanza dell'individuo osservato (entro 30 metri dal punto di ascolto, tra 30 e 100 metri e fuori i 100 metri). Inoltre tutti i dati raccolti saranno informatizzati e successivamente elaborati per il calcolo degli indici idonei allo studio della struttura delle comunità.
FAU_UNI	Monitoraggio degli Uccelli Nidificanti mediante uscite da eseguire nel periodo compreso fra 1 aprile e 15 luglio. Nell'attività è compresa la registrazione delle seguenti informazioni: specie contattata, numero di individui contattati, tipo di contatto (visivo, canto riproduttivo, richiamo, segnale di allarme, segnali territoriali), distanza dell'individuo osservato (entro 30 metri dal punto di ascolto, tra 30 e 100 metri e fuori i 100 metri). Inoltre tutti i dati raccolti saranno informatizzati e successivamente elaborati per il calcolo degli indici idonei allo studio della struttura delle comunità.
FAU_CHI	Monitoraggio dei Chiroteri mediante uscite notturne da eseguire nel periodo compreso fra 1 aprile e 31 ottobre con il bat-detector, a partire dal tramonto. I segnali registrati su idoneo supporto di memorizzazione di file sonori e analizzati con apposito software

## 10.4 Indicatori e parametri del monitoraggio

### 10.4.1 Ittiofauna

#### 10.4.1.1 Ambito fluviale

Lo studio con elettrostorditore permetterà la definizione in ambito fluviale dell'elenco delle specie presenti con l'espressione comune dei risultati in termini di:

- indice di abbondanza (IA) e di struttura di popolazione (IS) per le indagini semi-quantitative;
- densità di popolazione e biomassa per specie per le indagini quantitative

Le metodiche di analisi dei dati raccolti sono riportate in sintesi di seguito:

- INDAGINI DI TIPO QUANTITATIVO
  - o Densità di popolazione

La stima della densità di popolazione, effettuata in tutte le stazioni monitorate quantitativamente, viene ottenuta tramite il metodo dei passaggi ripetuti (Moran & Zippin, 1958) dal quale si stima N, numero totale degli individui presenti nel tratto campionato di area nota, come:

$$N = \frac{C}{(1 - z^n)} \quad \text{dove} \quad Z = 1 - p \quad \text{e dove} \quad C = \sum_{i=1}^n C_i$$

si intende con  $C_i$  il numero di individui catturati al passaggio  $i$ -esimo e con  $p$  il coefficiente di catturabilità della specie determinato come  $1 - (C_2/C_1)$  nei casi in cui siano stati effettuati due passaggi (la maggior parte).

La densità per unità di superficie  $D$ , espressa come ind/m<sup>2</sup>, è stata quindi calcolata come:  $D = N/S$  dove  $S$  è l'area (in m<sup>2</sup>) della sezione fluviale campionata. I medesimi metodi di calcolo sono stati utilizzati anche per determinare la densità per ciascuna coorte.

- o Biomassa di popolazione

La stima della biomassa unitaria  $B$ , espressa in g/m<sup>2</sup>, per ciascuna specie rinvenuta è stata calcolata come:

$B = (N * W_{\text{medio}}) / S$  dove  $W_{\text{medio}}$  è il peso medio individuale dei pesci di ciascuna popolazione campionata,  $S$  è l'area (in m<sup>2</sup>) della sezione fluviale campionata ed  $N$  il numero di pesci stimati. I medesimi metodi di calcolo sono stati utilizzati anche per determinare la biomassa per ciascuna coorte.

- INDAGINI SEMIQUANTITATIVE

Per tutte le specie rinvenute durante i campionamenti ittici semi-quantitativi, sarà attribuito un indice di abbondanza semi quantitativo (I.A.), definito nella seguente tabella, secondo Moyle & Nichols (1970), e:

Codice abbondanza	Descrizione
1 - scarso	(1-3 individui in 50 m lineari)
2 - presente	(4-10 individui in 50 m lineari)
3 - frequente	(11-20 individui in 50 m lineari)
4 - abbondante	(21-50 individui in 50 m lineari)
5 - dominante	(>50 individui in 50 m lineari)

Tabella 10 - Indice di abbondanza semiquantitativo (I.A.) secondo Moyle & Nichols (1970, mod.)

- o Struttura di popolazione

Per quanto riguarda lo stato delle popolazioni ittiche presenti, viene adottato un indice che mostra come gli individui raccolti nel campionamento si distribuiscono nelle varie classi di età, secondo il modello sotto riportato.

Indice di struttura di popolazione	Livello di struttura di popolazione
1	Popolazione strutturata ed abbondante
2	Popolazione strutturata ma con un numero limitato di individui
3	Popolazione non strutturata – dominanza di individui giovani
4	Popolazione non strutturata – dominanza di individui adulti
5	Nessuno o pochi esemplari ittici rispetto a quanto atteso

Tabella 11 - Indice e livello di struttura di popolazione

#### 10.4.1.2 Ambito lacustre

Per quanto riguarda l'ambito lacustre gli indicatori saranno di tipo relativo e riguarderanno il confronto i dati di abbondanza del pescato ottenuto da parte dei pescatori professionali coinvolti nell'attività di monitoraggio, in particolare per le specie target, nella fase precedente all'inizio dei lavori e successivamente con quanto verrà pescato nelle fasi di CO e PO, a parità di sforzo di pesca ovviamente.

Per quanto riguarda, invece, le specie litoranee saranno confrontate le abbondanze numeriche dei pesci catturati con il metodo P.A.S.E nelle 3 diverse fasi del monitoraggio con verifica del trend demografico per ciascuna delle specie ittiche catturate.

#### 10.4.2 Avifauna diurna

Durante i rilievi sul campo, sia per l'avifauna nidificante sia per l'avifauna svernante, vengono registrate le seguenti informazioni:

- specie contattata;
- numero di individui contattati;
- tipo di contatto (visivo, canto riproduttivo, richiamo, segnale di allarme, segnali territoriali);
- distanza dell'individuo osservato (entro 30 metri dal punto di ascolto, tra 30 e 100 metri e fuori i 100 metri).

Tutti i dati raccolti sono informatizzati in un foglio elettronico e successivamente elaborati per le analisi. Per lo studio della struttura delle comunità ornitiche vengono calcolati i seguenti indici:

1. Ricchezza (S), intesa come numero di specie contattate;
2. Diversità (Hs), per il calcolo di questo parametro si utilizza l'indice di diversità di Shannon e Wiener (Krebs, 1999):  $H_s = - \sum [(n_i/N) * \ln (n_i/N)]$  dove:  
 $n_i$  = n° individui della specie i-esima  
 $N$  = n° totale individui;
3. Dominanza, ricavata dall'abbondanza relativa ( $\pi_i$ ), ossia il rapporto tra il numero di individui di ciascuna specie e il numero totale di individui dell'intera comunità, con le categorie di dominanza elencate nella tabella seguente (Turcek, 1956; Oelke, 1980);

Abbondanza relativa ( $\pi_i$ )	Categoria di dominanza
$\pi_i > 0,05$	specie dominante
$0,05 > \pi_i > 0,02$	specie subdominante
$0,02 > \pi_i > 0,01$	specie influente
$\pi_i < 0,01$	specie recedente
abbondanza relativa ( $\pi_i$ )	categoria di dominanza

Tabella 12 - Categorie di dominanza in funzione del valore di abbondanza relativa

4. Equiripartizione (J), per studiare la distribuzione degli individui tra le specie; viene utilizzato l'indice di Pielou (1966):  
 $J = H_s / \ln S$  dove:  
 $S$  = numero di specie  
 $H_s$  = indice di Shannon-Wiener;
5. Indice kilometrico di abbondanza (IKA), secondo Ferry e Frochot (1970).

Infine, si propone una metodologia per attribuire un "valore" alle specie ornitiche (Brichetti e Gariboldi, 1992, 1994) allo scopo di salvaguardare le specie minacciate o rare e di conseguenza di individuare, in base alla presenza di queste, le aree particolarmente meritevoli di conservazione e valorizzazione.

Per la definizione del "Valore Ornitico" di ogni specie viene utilizzato un algoritmo del tipo:

$$V_s = \sum K_i * E_i \text{ dove:}$$

$V_s$  = "valore ornitico" della specie i-esima.

L'algoritmo è stato realizzato accorpando 15 differenti parametri, alcuni dei quali ottenuti dalla combinazione di ulteriori sottoparametri, in tre categorie principali:

- valore intrinseco,
- livello di vulnerabilità
- valore antropico.

I singoli parametri si costruiscono attraverso uno specifico punteggio e sono successivamente "pesati" tra di loro con un confronto a coppie di matrice, secondo un parziale adattamento a quanto proposto dall'Habitat Evaluation Procedure americano per gli studi di impatto ambientale.

Nella definizione dei punteggi i singoli parametri vengono valutati in modo differente, attribuendo "valori" più elevati a quelli eco-biologici e al livello di vulnerabilità, rispetto a quelli antropici (Brichetti e Gariboldi, 1997).

### 10.4.3 Erpetofauna

Nel corso del monitoraggio per ogni contatto verranno rilevati: la specie, il numero di individui, lo stadio di sviluppo (uovo, larva, neometamorfosato, adulto), il tipo di ambiente.

L'identificazione specifica degli anfibii contattati verrà effettuata sulla base di caratteristiche morfologiche osservabili a distanza (uova di Anuri, adulti di Urodeli) o durante una temporanea cattura e manipolazione (adulti e larve), o ancora sulla base delle caratteristiche acustiche delle vocalizzazioni (adulti di Anuri).

Tutte le specie presenti nell'area possono essere identificate con ragionevole margine di certezza con questi metodi. Per il complesso ibridogenetico delle Rane verdi, si seguirà la convenzione in uso negli studi faunistici di considerarlo corrispondente ad una unica specie *Rana kl. esculenta*.

Per anfibii e rettili viene redatta la check-list totale delle specie, valutando l'eventuale presenza di specie protette dalla normativa comunitaria e nazionale (Direttiva Habitat e D.P.R. 357/97), nelle Liste Rosse Internazionali e nazionali (IUCN) e/o rare a livello regionale.

Viene ricavato l'indice di ricchezza specifica totale per ogni anno e nel caso degli anfibii vengono censiti i siti riproduttivi (sulla base della presenza effettiva di ovature e forme larvali) inclusi nelle aree di indagine e segnalati nel S.I.A.

Gli indici e gli indicatori del monitoraggio dell'erpetofauna ricavati dall'attività sono pertanto i seguenti:

- l'indice di ricchezza specifica totale (numero di specie in totale);
- la presenza/assenza di specie di interesse conservazionistico (Direttiva Habitat e D.P.R. 357/97), nelle Liste Rosse Internazionali e nazionali (IUCN) e/o rare a livello regionale;
- la presenza di siti riproduttivi di anfibii
- variazioni annuali delle abbondanze di specie.

#### 10.4.4 Chirotteri

Il riconoscimento di alcune specie e di alcuni generi della chirotterofauna presente nell'area di studio si svolge mediante la localizzazione dei roost, il rilievo dei suoni emessi durante i voli di spostamento e di caccia, e le osservazioni dirette notturne con strumenti ottici. La localizzazione dei roost, ovvero dei luoghi utilizzati dai chirotteri per il riposo, è una delle metodologie più utili per stimare la consistenza numerica delle popolazioni di chirotteri (Agnelli et al., 2004); essa implica un'attenta ricerca sul territorio e l'osservazione dei segni di presenza dei chirotteri come i cumuli di feci e/o resti dei pasti.

I roost, possono essere situati in edifici (locali interni come soffitte, sottotetti e cantine o fessure poste sulle facciate esterne), in cavità naturali o artificiali; anche i ponti offrono spesso rifugio ad alcune specie di pipistrelli e le fessure sotto le arcate e in condotti di smaltimento delle acque piovane sono spesso utilizzati come rifugi temporanei; infine, gli alberi cavi offrono rifugio alle specie forestali.

I Microchirotteri, sottordine dei chirotteri a cui appartengono tutte le specie italiane, si orientano nel volo ed identificano la preda grazie ad un sofisticato sistema, in principio simile al sonar, noto come ecolocalizzazione. Ogni pipistrello emette segnali ultrasonici caratterizzati da una determinata frequenza e forma dell'impulso.

Le registrazioni delle emissioni ultrasonore prodotte dai pipistrelli si otterranno seguendo determinati percorsi campione nelle ore notturne, uno per ogni sito individuato in fase di AO, secondo quanto proposto da Ahlén (1990). Per il rilevamento degli ultrasuoni si utilizza un Bat detector, con modalità di conversione eterodina e divisione di frequenza. La funzione fondamentale del Bat detector è quella di convertire i segnali ultrasonori emessi dai chirotteri in volo, compresi in un campo di frequenze tra 10 e 120 kHz, in suoni udibili all'orecchio umano. L'efficacia del Bat detector nel rivelare la presenza di chirotteri dipende dalla sensibilità del dispositivo, dall'intensità del segnale, dalla struttura dell'habitat in cui si effettua il rilevamento, nonché dalla distanza tra sorgente sonora e ricevitore e dalle loro posizioni relative.

Gli ultrasuoni tradotti dallo strumento vengono registrati in modo digitale con un apparecchio per registrazione portatile, e successivamente si effettua uno studio acustico tramite software, specificamente progettati per l'analisi delle tracce ottenute con i rilevatori sopraindicati. I sonogrammi ottenuti verranno

confrontati con quelli di riferimento riportati in letteratura (Ahlen, 1990; Briggs e King, 1998; Fornasari et al., 1997) e quelli realizzati utilizzando il lavoro di Barataud (1996).

L'ecolocalizzazione comporta importanti ricadute applicative nelle indagini su distribuzione ed ecologia dei chirotteri. L'obiettivo perseguito dall'indagine acustica consiste nel valutare l'uso di alcuni siti o tipologie di habitat da parte dei chirotteri.

Quando possibile, il riconoscimento diretto delle specie consente inoltre di raccogliere informazioni dettagliate su presenza e utilizzo dell'habitat per una o più specie (McAney e Fairley, 1988; Rachwald, 1992; Rydell et al., 1994; Vaughan et al., 1996, 1997b; Shiel e Fairley, 1999; Waters et al., 1999).

L'identificazione acustica dei chirotteri offre anche grandi vantaggi:

- 1) rispetto alla cattura, consente di effettuare molte più osservazioni senza alcun impatto sugli animali studiati;
- 2) specie che tendono a volare a quote più alte, difficilmente catturabili, vengono di norma rilevate molto semplicemente con il Bat detector (ad esempio *Nyctalus* spp.);
- 3) la distinzione in campo delle specie criptiche *P. pipistrellus* e *P. pygmaeus* è fino ad oggi possibile nella gran maggioranza dei casi misurando la frequenza di massima energia degli impulsi di ecolocalizzazione, mentre mancano criteri morfologici altrettanto efficaci.

Durante le operazioni di campo, l'ascolto dei suoni verrà accompagnato, per quanto possibile, dall'osservazione diretta mediante binocolo dell'animale rivolgendo attenzione principalmente alle sue dimensioni e silhouette; inoltre si considerano la colorazione delle parti inferiori – quando visibili - l'altezza e il tipo di volo.

Al termine dei rilievi di campo i dati saranno analizzati in modo critico in relazione alle tipologie ambientali rilevate al fine di ottenere la localizzazione e l'abbondanza relativa delle specie di mammiferi rilevate nel territorio d'indagine.

Gli indicatori e gli indici principali di riferimento sono i seguenti:

- N° specie contattate/rilievo;
- N° di contatti/specie per ogni transetto di rilievo;
- presenza di specie di elevato valore conservazionistico (allegato II e IV Direttiva Habitat);
- presenza eventuale di colonie riproduttive e stima quali-quantitativa di massima degli individui (ove possibile);
- presenza eventuale di roost (di svernamento, nursery o swarming) e stima quali-quantitativa di massima degli individui (ove possibile).

## 10.5 Punti di monitoraggio

Per quanto riguarda la fauna reale e potenziale un maggior livello di sensibilità faunistica è presente in corrispondenza delle aree naturaliformi, in particolare lungo le sponde del lago di Idro con fasce vegetate ripariali, ambienti dove sono presenti numerose specie di vertebrati.

Per quanto riguarda le emergenze faunistiche, in generale si dovrà prestare in primo luogo molta attenzione ai corpi idrici (lago d'Idro e fiume Chiese). Ciò premesso, l'identificazione dei punti e delle aree di monitoraggio si basa principalmente sui dati ambientali riferiti all'area e messi in luce dallo SIA, oltre ai dati bibliografici e dalle conoscenze dirette dell'area.

In particolare, come da prescrizioni della Regione Lombardia (lettera C del Decreto VIA DVADEC-2013-0000107) per quanto riguarda la fauna ittica il monitoraggio sarà previsto nel lago d'Idro, nel fiume Chiese a valle del lago d'Idro. In caso di criticità verranno immediatamente attivate azioni di miglioramento delle opere.

Prima della chiusura dell'esistente galleria di scarico di fondo si verificherà inoltre l'eventuale presenza di Chiroterrofauna e nel caso verranno adottate misure di tutela.

Qualora si riscontrasse in fase di indagine AO la scarsa rappresentatività di alcune delle aree preliminarmente individuate, si potranno quindi apportare opportuni correttivi alle successive fasi di indagine.

Sono stati individuati i seguenti punti di monitoraggio.

Codice	X COORD (UTM 32N)	Y COORD (UTM 32N)	Tipo di misura
FAU_01	612121,916078	5065921,006495	FAU_USV/UNI
FAU_02	612164,002508	5065711,995117	FAU_USV/UNI
FAU_03	612317,026671	5065859,592435	FAU_PES_FLU
FAU_04	612384,297651	5065805,351068	FAU_USV/UNI
FAU_05	612466,577978	5065838,122996	FAU_PES_FLU
FAU_06	612851,853050	5065692,640765	FAU_USV/UNI
FAU_07	613390,000002	5065371,000191	FAU_PES_SCR (scala di rimonta) – <i>Post operam</i>
FAU_08	613733,964094	5065883,559056	FAU_CHI galleria agricoltori. Prescr. C.3.20
FAU_09	613830,139190	5066061,092174	FAU_USV/UNI
FAU_10	614834,000002	5066576,000191	FAU_PES_LAG
FAU_RFT_01			FAU_CHI, FAU_ANF, FAU_RET
FAU_RFT_02			FAU_ANF, FAU_RET
FAU_RFT_03			FAU_CHI, FAU_ANF, FAU_RET
FAU_RFT_04			FAU_CHI, FAU_ANF, FAU_RET
FAU_RFT_05			FAU_PES_LAG litoranea
FAU_RFT_06			FAU_PES_LAG litoranea

Tabella 13 – Punti di monitoraggio della componente Fauna

## 10.6 Monitoraggio ZSC/ZPS IT3120065

Nell'area della ZSC/ZPS, avente un'estensione di circa 10 ha, sono regolarmente eseguiti monitoraggi della componente floristico-vegetazionale da parte del MUSE di Trento.

Inoltre, è stato affidato il servizio di esecuzione del monitoraggio AO alla suddetta fondazione con durata triennale a partire dal 2023. Le attività proseguiranno in CO e PO in maniera coerente.

Di seguito si riporta la descrizione delle attività previste.

### Programma delle attività

Finalità: monitoraggio delle presenze ed effetti dell'innalzamento del livello dell'acqua e successive variazioni; confronto con dati pregressi.

Taxa oggetto del monitoraggio: anfibi e rettili, avifauna nidificante e migratrice, chiroterri, micro e meso mammalofauna; Invertebrati: quale specie indicatrice, Odonati.

Habitat: rilievo e localizzazione dei siti e habitat di specie; rilievo dei cambiamenti stagionali degli habitat in relazione alle variazioni del livello delle acque del lago; individuazione delle aree da destinare ad azioni di compensazione e mitigazione.

MONITORAGGIO ERPETOLOGICI numero uscite complessivo n=4

a) Monitoraggio Anuri (rospo comune, Rana spp):

- conteggi ovature, censimenti diurni e notturni mediante tre sopralluoghi nei mesi primaverili;
- censimenti e sopralluoghi nel periodo estivo dopo l'abbassamento del livello del lago;

Habitat: distribuzione degli habitat riproduttivi e di sviluppo dei girini; variazioni entro la stazione.

b) Monitoraggio dei Rettili (due giornate ad integrazione):

- durante i sopralluoghi agli anfibi e in altre due giornate saranno condotte ricerche mirate per censire le specie presenti ed eventuali habitat.

MONITORAGGI ORNITOLOGICI, numero complessivo uscite n=10

a) Censimenti lungo sentieri della comunità ornitica nidificante (aprile/giugno) (4 uscite);

Habitat: rilievo degli ambienti idonei a specie acquatiche.

b) Censimento localizzazione delle aree/siti di nidificazione dell'avifauna acquatica pre e post abbassamento del livello dell'acqua (4 uscite);

Habitat: rilievo delle aree frequentate, localizzazione dei nidi e aree di frequentazione nel periodo estivo.

c) Censimento serale avifauna acquatica: rallidi (porciglione e altri rallidi, tarabusino; aprile/maggio) (2 uscite);

Habitat: rilievo delle aree e habitat di specie.

d) Monitoraggio sosta migratoria (primavera, aprile e maggio; agosto-ottobre) (3 uscite).

MONITORAGGIO CHIROTTERI, numero complessivo uscite, n=4

a) Rilievo mediante batdetector delle aree maggiormente frequentate nel mese di giugno e di luglio.

Habitat: delimitazione delle aree a maggior frequentazione.

MONITORAGGIO MICRO E MESOMAMMALOFAUNA numero complessivo uscite n=3

a) predisposizione trappole a vivo in periodo pre e post innalzamento (4 sessione di due giorni ciascuno), giugno, luglio e settembre;

b) fototrappolaggio: predisposizione di un set di 5-6 fototrappole per monitorare la mesofauna (mammiferi e altre specie): maggio/agosto.

Habitat: delimitazione delle aree di maggior frequentazione pre e post abbassamento del lago.

MONITORAGGIO ODONATI numero complessivo uscite n=4 uscite

a) Sopralluoghi finalizzati al censimento di specie e loro habitat (censimenti a vista, cattura e rilascio dopo riconoscimento, documentazione fotografica).

Habitat: delimitazione delle aree di maggior frequentazione pre e post abbassamento del lago.

HABITAT E ANALISI DELLE VARIAZIONE AMBIENTALI 2023, 3 giornate complessive:

a) Elaborazione di una mappa di sintesi degli habitat per gruppi di specie, degli habitat interessati dall'innalzamento e abbassamento; definizione delle aree di potenziale ripristino ambientale.

b) Nel periodo primaverile e in quello estivo successivo all'abbassamento del livello delle acque del lago, saranno condotti rilievi degli habitat utili alle specie o ai gruppi di specie sopracitati, anche per delimitare le possibili aree oggetto di ripristino ambientale.

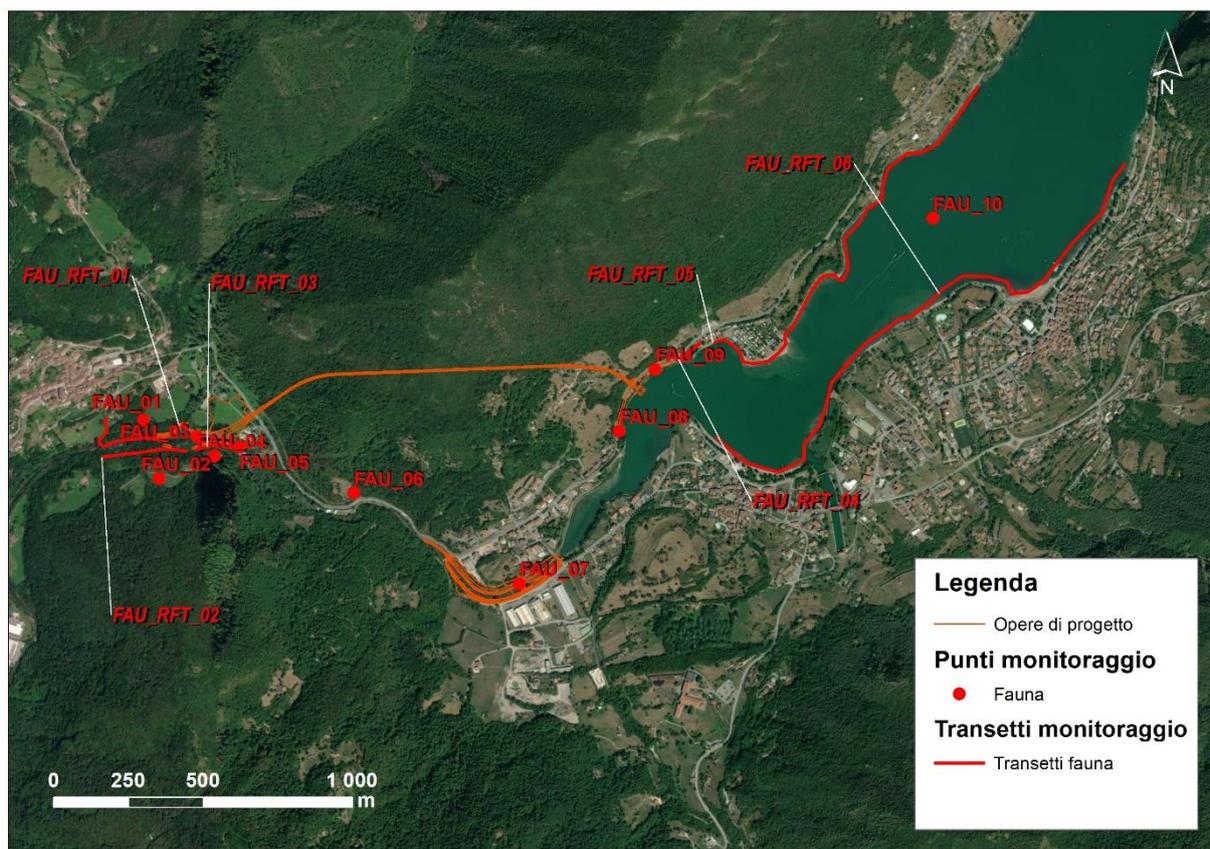


Figura 11 - Localizzazione punti di monitoraggio per la matrice fauna (in rosso i punti di monitoraggio individuati, in azzurro i transetti per il monitoraggio dell'ittiofauna)

## 10.7 Articolazione temporale delle attività

### 10.7.1 Ittiofauna

Il periodo più idoneo per lo svolgimento dei monitoraggi ittici è durante i mesi di settembre ed ottobre e nei mesi di marzo ed aprile.

Considerando le caratteristiche delle specie ittiche segnalate dal SIA nel lago d'Idro, i periodi di minore vulnerabilità complessiva per la comunità ittica risultano infatti essere all'inizio della primavera e durante l'autunno. Nei mesi autunnali l'attività riproduttiva è assente e mancano sia le uova che gli avannotti di tutte le specie, comprese quelle segnalate nel lago. All'inizio della primavera le uova del lavarello hanno già schiuso e gli avannotti sono in grado di spostarsi in modo da evitare di rimanere in asciutta in presenza di una diminuzione graduale del livello del lago. L'unica specie che potrebbe subire impatti negativi da una diminuzione del livello del Lago nei mesi di marzo ed aprile è il luccio, che riproduce alla fine dell'inverno od all'inizio della primavera in dipendenza del fotoperiodo e della temperatura dell'acqua. Nel caso venisse verificata una diminuzione delle percentuali di cattura da parte della pesca professionale a questa specie nell'anno in cui avverrà la diminuzione del livello del lago, sarà possibile in ogni caso ricorrere a misure compensative, quali il ripopolamento con individui giovani eventualmente concordato con gli organi gestori competenti.

In generale, qualora per motivi legati alla tempistica dei cantieri l'abbassamento dei livelli idrici dovesse avvenire in periodi critici per la riproduzione della fauna ittica, occorrerà prevedere la semina di avannotti delle specie interessate dall'impatto. Tale operazione sarà comunque concordata con l'amministrazione provinciale.

Per la valutazione dell'impatto sulla fauna lacustre dell'abbassamento del livello del lago in funzione dell'abbassamento del livello in ambiente litorale, si effettueranno campionamenti mediante elettropesca delle specie litorali.

In tutti i casi, dovendo rappresentare al meglio i popolamenti e le popolazioni ittiche che li compongono la scelta del periodo di campionamento deve essere fatta considerando la necessità di minimizzare gli sforzi operativi ed i rischi per gli operatori e massimizzare la capacità di cattura con i dispositivi elettrici, in maniera da acquisire dati rappresentativi ed affidabili, sia a livello qualitativo che quantitativo.

Si prevede di svolgere due campagne di monitoraggio AO.

### 10.7.2 Avifauna diurna

I rilevamenti di uccelli nidificanti e svernanti verranno effettuati mediante stazioni di ascolto (cfr. il relativo paragrafo metodologico) in aree con habitat interessanti dal punto di vista avifaunistico e dovranno essere eseguiti in periodi meteorologicamente favorevoli; laddove si verificano condizioni meteo avverse dovranno essere previste ulteriori repliche ad integrazione dei dati. Durante la stagione riproduttiva le prime uscite saranno eseguite fra 1° aprile e 15 maggio, per rilevare le nidificazioni più precoci di specie residenti o migratrici intrapaleartiche, mentre le altre uscite saranno svolte tra il 15 maggio e 15 luglio, per rilevare le nidificazioni dei migratori trans-sahariani. I rilievi riguardanti l'avifauna svernante comprendono uscite da eseguire nel periodo incluso indicativamente fra dicembre e febbraio.

I punti di ascolto, ecologicamente omogenei e georiferiti, dovranno quindi essere campionati due volte nella stagione primaverile-estiva, e due volte nella stagione invernale, iniziando i rilevamenti poco dopo l'alba.

Gli intervalli di ascolto dovranno essere di 10 minuti di durata, intervallo temporale entro il quale si ottiene in media circa l'80% dei contatti possibili per il sito, preceduti da 2 minuti di silenzio al fine di eliminare l'effetto disturbo causato dall'arrivo sul punto di ascolto, rilevando sia contatti uditivi sia visivi.

Riassumendo, si suddivide il monitoraggio nei periodi fenologici di svernamento, migrazione pre-riproduttiva, riproduzione, migrazione post-riproduttiva/post-giovanile, pur considerando i vincoli imposti da vari fattori esterni come ad esempio quelli di economicità e accessibilità, appare congruo prevedere non meno di due sessioni di ascolto per ogni periodo per un totale di **8 sessioni** di campionamento nel corso dell'anno.

### 10.7.3 Erpetofauna

Le indagini sulla presenza nell'area di studio su Anfibi e Rettili verranno eseguite nella finestra temporale compresa fra marzo e ottobre dello stesso anno, in modo da coprire il periodo di maggiore attività di entrambi i gruppi, in relazione al ciclo climatico stagionale e ai cicli biologici propri delle diverse specie.

Verranno pertanto condotte **3 sessioni** di rilevamento, distribuite uniformemente nel tempo. Le indagini saranno effettuate nel periodo indicativamente compreso fra le h. 8.00 e le h. 18.00, a seconda delle condizioni stagionali; nelle sessioni di luglio e agosto, i rilevamenti sono sospesi tra le h. 13.00 e le h. 15.00.

## 10.7.4 Chirotteri

Ciascuna area di monitoraggio sarà ispezionata percorrendo dei transetti campione con l'uso di un bat-detector nelle ore notturne, a partire dal crepuscolo. I segnali saranno registrati su idoneo supporto di memorizzazione di file sonori e analizzati con apposito software (es. BatSound® Elektronik).

I monitoraggi verranno svolti nel periodo compreso tra aprile e ottobre con la seguente tempistica: 2 rilievi in fase di AO.

In fase di AO è inoltre prevista la verifica dell'eventuale presenza di chiroterofauna all'interno della galleria di scarico di fondo, come da prescrizioni della Regione Lombardia (lettera C del Decreto VIA DVADEC-2013-0000107).

## 11 RUMORE

### 11.1 Premessa

L'obiettivo dell'attività di monitoraggio, in primis, è quello di definire il clima acustico del territorio prima dell'apertura dei cantieri, acquisendo dati di riferimento per le fasi successive, durante le quali, invece, le attività di monitoraggio sono finalizzate a caratterizzare la rumorosità associata ai cantieri e alle attività a essi connesse, compreso il traffico indotto, valutando anche l'efficacia delle opere di mitigazione previste in fase di progettazione.

Le condizioni che influenzano il fenomeno acustico possono essere sinteticamente individuate nei seguenti elementi:

- 1) presenza e caratteristiche emmissive di sorgenti sonore;
- 2) percorso di propagazione, influenzato anche dalla presenza di barriere o di ostacoli alla diffusione del rumore;
- 3) ubicazione e caratteristiche dei ricettori.

La finalità dell'attività di monitoraggio, quindi, è quella di mantenere sotto controllo la situazione acustica, con particolare attenzione a quei ricettori più esposti alle attività dei cantieri per la costruzione delle opere, allo scopo di accertare l'efficacia delle misure di mitigazione previste in fase progettuale o di definirne e attivarne di nuove, qualora si rendesse necessario.

Data la tipologia delle opere in progetto, con il monitoraggio si prevede una prima fase *Ante operam* e una successiva fase in Corso d'opera, mentre non è previsto alcun monitoraggio nella fase *Post operam*.

Gli obiettivi specifici del monitoraggio nella fase *Ante operam*, sono:

- la caratterizzazione dello scenario acustico di riferimento dell'area di indagine;
- l'identificazione e la caratterizzazione acustica delle sorgenti di rumore significative presenti nell'area di indagine;
- l'individuazione di situazioni di criticità acustica, ovvero di superamento dei valori limite, preesistenti alla realizzazione dell'opera in progetto.

Per la caratterizzazione dello stato *Ante operam* si farà riferimento ai dati acquisiti durante le campagne di misura per la redazione del Documento previsionale di impatto acustico (anno 2016).

### 11.2 Criteri metodologici

La caratterizzazione acustica dei fenomeni indagati è effettuata con strumentazione fonometrica conforme alle prescrizioni previste nella legislazione nazionale, di cui al DM 16/03/1998 e ha come obiettivo le condizioni di esercizio o di funzionamento in cui può normalmente operare la sorgente o il mix di sorgenti di emissione presenti nell'area.

Le stazioni di monitoraggio devono permettere l'acquisizione del decorso storico dei parametri generali di interesse acustico necessari per l'interpretazione e la validazione dei dati: livello equivalente, distribuzione dei livelli statistici, livello massimo, livello minimo ecc. Inoltre, allo scopo di identificare l'eventuale presenza di componenti tonali o impulsive del rumore, è necessario acquisire in tempo reale il decorso storico degli indicatori e la distribuzione spettrale in terzi di ottava.

Gli indicatori diretti di rumore devono inoltre poter essere correlati con gli indicatori indiretti di emissione (traffico veicolare, composizione e velocità) e con i parametri meteorologici.

## 11.3 Tipi di misura

Nel monitoraggio AO si assumono a riferimento le misure eseguite per la caratterizzazione del clima acustico locale nell'ambito del suddetto Documento previsionale di impatto acustico (2016). La misura è identificata con codice RU\_CAN.

## 11.4 Indicatori e parametri del monitoraggio

Le categorie di parametri di interesse sono:

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

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

### 11.4.1 Parametri acustici

La caratterizzazione di un fenomeno acustico richiede la definizione di una serie di indicatori fisici (Leq, SEL, Lmax, Ln, composizione spettrale etc.) per mezzo dei quali è possibile descrivere il fenomeno osservato.

- Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A

L'indicatore ambientale primario per la caratterizzazione acustica di un ricettore il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A definito dalla relazione analitica:

$$L(A)_{eq} = 10 \text{Log} \left[ \frac{1}{T} \int \frac{(p_A(t))^2}{(p_0)^2} dt \right]$$

Dove  $p_A(t)$  è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma I.E.C. n. 651),  $p_0$  è il valore della pressione sonora di riferimento assunta uguale a 20 micropascal in condizioni standard e T è l'intervallo di tempo di integrazione. Il livello equivalente di rumore esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A ed è utilizzato da DPCM 1/03/1991 e dal DPCM 14/11/1997 per la definizione dei limiti di accettabilità. Il limite di accettabilità viene corretto in presenza di componenti tonali e/o di componenti impulsive.

- Componenti tonali

Ai sensi del DM 16/03/1998, si effettua un'analisi spettrale del rumore per bande di 1/3 di ottava. Quando all'interno di una banda di 1/3 di ottava il livello di pressione sonora supera di almeno 5 dB i livelli di pressione sonora di ambedue le bande adiacenti, viene riconosciuta la presenza di componenti tonali penalizzanti nel rumore. In tal caso il valore del rumore misurato in  $L(A)_{eq}$  deve essere maggiorato di 3 dB.

- Componenti bassa frequenza

Se con le analisi in frequenza per la verifica delle componenti tonali si rileva la presenza di componenti tonali tra 20 Hz e 200 Hz, si applica, limitatamente al periodo notturno, una correzione ulteriore di 3 dB.

- Componenti impulsive

Con componenti impulsive si intendono quelle emissioni sonore aventi le seguenti caratteristiche: Durata dell'evento a - 10 dB dal valore di LAFmax inferiore a 1 s; L'evento è ripetitivo; La differenza tra LAlmax e LASmax è superiore a 6 dB.

Se esistono componenti tonali il valore del rumore misurato in  $L(A)_{eq}$  deve essere maggiorato di 3 dB.

- Ulteriori indicatori

Il livello equivalente di rumore previsto dalla normativa italiana come indicatore di riferimento può essere integrato dall'ausilio di altri indicatori acustici, maggiormente sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore. Questa esigenza è particolarmente sentita nei casi in cui il monitoraggio del rumore è affidato a stazioni fisse che, funzionando autonomamente senza l'ausilio costante di un tecnico, non sono accompagnate da un responso di fonometria auricolare. Gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore sono i livelli percentili, i livelli minimo e massimo, l'andamento temporale in dBA Fast, lo spettro di frequenza, ecc. L'analisi della distribuzione statistica in bande, inoltre, può fornire, in alcuni casi, una significativa opportunità per migliorare l'interpretazione dei dati rilevati.

- Parametri meteorologici

Nel corso della campagna di monitoraggio possono essere 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 indicazioni normative che indicano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche: velocità del vento > 5 m/s; presenza di pioggia e di neve.

- Parametri di inquadramento territoriale

Nell'ambito del monitoraggio è prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentono di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio e dei relativi punti di misura. In corrispondenza di ciascun punto di misura saranno riportate le seguenti indicazioni:

- Toponimo;
- Comune con relativo codice ISTAT;
- Stralcio planimetrico in scala 1:5000;
- Identificazione del punto sul PCCA;
- Ubicazione precisa dei recettori;
- Destinazione d'uso da P.R.G. e/o da altro strumento urbanistico;
- Presenza di altre sorgenti inquinanti;
- Riferimenti della documentazione fotografica aerea;
- Riferimenti della documentazione fotografica a terra;
- Descrizione sommaria delle principali caratteristiche del territorio: copertura vegetale, tipologia dell'edificato.

Allo scopo di consentire il riconoscimento e il riallestimento dei punti di misura nelle diverse fasi temporali in cui si articola il programma di monitoraggio, durante la realizzazione delle misurazioni fonometriche saranno effettuate delle riprese fotografiche, che permetteranno una immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento. I dati e le informazioni ottenuti nel corso dei rilevamenti in campo sono raccolti e organizzati in schede di riepilogo, che saranno redatte una per ciascun punto di misurazione. Le schede verranno compilate e firmate da tecnici competenti in acustica, la cui figura professionale è definita dall'art. 2 comma 6 della L. 447/95. Essi cureranno anche le operazioni previste per gli accertamenti in campo nonché l'elaborazione, l'analisi e l'interpretazione dei risultati.

## 11.5 Punti di monitoraggio

Nel Documento previsionale di impatto acustico, sono individuate le aree potenzialmente più esposte alle attività di cantiere, identificando quei ricettori che potranno essere maggiormente coinvolti dalle emissioni acustiche dovute alle lavorazioni per la realizzazione delle opere. In particolare, non si individua la presenza di alcun ricettore sensibile, così come definito dalla normativa vigente, mentre si identificano quattro ricettori di tipo residenziale, localizzati nelle aree di cantiere poste all'imbocco, sbocco e traversa, rappresentativi delle

condizioni di maggiore esposizione alla rumorosità dei tre cantieri. Rispetto a quanto riportato nel Documento previsionale circa lo stato dei quattro recettori identificati, non sono riscontrate modifiche di alcun genere soprattutto in termini di costruzione di nuovi edificati che potrebbero, altrimenti, cambiare la valutazione o influire sull'ambiente acustico descritto nello stesso: l'ambiente acustico oggi risulta pertanto il medesimo riportato come da Documento previsionale. Ai fini di dare continuità e facilitare un confronto fra i dati ottenuti in fase di previsione acustica progettuale e quelli rilevati in fase di monitoraggio, i punti di misura identificati nel presente PMA e nella valutazione previsionale di impatto acustico saranno coincidenti. Di seguito si elencano le aree critiche individuate e i recettori ritenuti rappresentativi ai fini del monitoraggio.

Codice	X COORD (UTM 32N)	Y COORD (UTM 32N)	Tipo di misura	Note
RUM_CAN_01	612486,732227	5065907,570158	RU_CAN	Abitazione residenziale – edificio residenziale in località Lavenone in affaccio sul cantiere di valle (sbocco)
RUM_CAN_02	613400,450400	5065454,645630	RU_CAN	Abitazione residenziale – edificio residenziale in località Pieve Vecchia in affaccio sul cantiere della traversa
RUM_CAN_03	613731,939033	5066117,947664	RU_CAN	Abitazione residenziale – edificio residenziale in affaccio sul cantiere di monte (imbocco)
RUM_CAN_04	613966,703956	5065922,809667	RU_CAN	Postazione di monitoraggio sulla penisola in riva orientale del lago, in affaccio sul cantiere di imbocco (località Lemprato)

Tabella 14 - Elenco dei recettori per la componente rumore



Figura 12. Localizzazione punti di monitoraggio per la matrice rumore (in arancione i punti di monitoraggio individuati, in rosso gli elementi di progetto, in grigio tratteggiato l'esistente galleria).

## 11.6 Articolazione temporale delle attività

Per la fase di AO si farà riferimento alle misure già eseguite per la stesura del Documento previsionale di impatto acustico, eseguite nell'arco di 24 h.

## 12 VIBRAZIONI

### 12.1 Premessa

L'utilizzo di macchinari e attrezzature nelle attività di cantiere, nonché il transito di mezzi pesanti, può dare luogo a effetti di vibrazioni indotte sugli edifici posti in prossimità dei lavori, con conseguente disturbo per le persone che abitano negli stessi. Il monitoraggio ambientale della componente vibrazioni è effettuato allo scopo di verificare che i ricettori interessati dalla realizzazione delle opere siano soggetti a una sismicità in linea con le previsioni progettuali e con gli standard di riferimento. Le attività di monitoraggio permetteranno di rilevare e segnalare eventuali criticità in modo da poter intervenire in maniera idonea al fine di ridurre al minimo possibile l'impatto sui recettori interessati. Il progetto di monitoraggio ambientale si occuperà di conseguenza di:

- Individuare gli standard normativi da seguire;
- Individuare le aree/edifici da sottoporre a monitoraggio;
- Individuare le tipologie di misura da effettuare;
- Definire la tempistica in cui eseguire le misure;
- Individuare i parametri da acquisire;
- Individuare le caratteristiche tecniche della strumentazione da utilizzare.

Le norme di riferimento per il disturbo alle persone sono la ISO 2631 e la UNI 9614 che identificano nell'accelerazione del moto vibratorio il parametro fisico da adottare come indicatore.

Per quanto riguarda gli effetti sulle strutture, in presenza di livelli elevati e prolungati di vibrazioni, possono osservarsi danni strutturali a edifici 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.

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.

### 12.2 Criteri metodologici

Il monitoraggio ambientale della componente vibrazioni è organizzato in una campagna di misure atte a rilevare la presenza di moti vibratorii all'interno di edifici e a verificarne gli effetti sulla popolazione e sugli edifici stessi. Le norme di riferimento per il disturbo alle persone sono la ISO 2631 e la UNI 9614, nelle quali si individua nell'accelerazione del moto vibratorio il parametro fisico che può caratterizzare le vibrazioni ai fini della valutazione. Per quanto riguarda gli effetti sulle strutture, in presenza di livelli elevati e prolungati di vibrazioni, possono osservarsi danni strutturali agli edifici o alle strutture. Tuttavia, tali livelli sono più alti di quelli normalmente tollerati dagli esseri umani. 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.

All'interno dei normali edifici, quindi, non saranno eseguite misure finalizzate al monitoraggio dei danni alle 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.

La catena di misura si compone usualmente di:

- Accelerometri monoassiali/triassiali;
- Amplificatore di carica (se gli accelerometri non sono di tipo IEPE);
- Analizzatore di spettro in tempo reale;
- Software dedicato per l'acquisizione dati.

Potranno essere utilizzati sensori triassiali oppure tre sensori monoassiali disposti secondo le tre componenti ortogonali di accelerazione. La strumentazione di misura deve rispondere alle norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225, come indicato dalla norma UNI 9614. Nel rapporto di prova sarà descritta la catena di misura e saranno precisate le caratteristiche di risposta in frequenza del sistema di misura completo. L'acquisitore sarà impostato a trigger in modo da acquisire solamente gli eventi vibratorii superiori a una soglia preimpostata dall'operatore. Per ogni evento registrato per ogni traduttore accelerometrico installato sarà restituito il valore RMS dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza secondo filtro per assi combinati conformemente alla norma UNI 9614.

## 12.3 Tipologia di misurazioni

La distinzione tra tipologie di monitoraggio riguarda pertanto la localizzazione dei punti di monitoraggio e la sorgente del fenomeno vibratorio in base al quale verranno definite frequenze diverse di monitoraggio e parametri aggiuntivi di misura per la corretta interpretazione dei dati ottenuti.

Si prevedono esclusivamente misure di monitoraggio delle attività di cantiere (VIB\_CAN) da effettuarsi presso i ricettori limitrofi alle aree di lavorazione.

Poiché, in generale, le lavorazioni di cantiere non hanno carattere di stazionarietà né di ripetitività del fenomeno vibratorio e dato che è possibile la sovrapposizione con altre lavorazioni o con l'utilizzo di altri macchinari, si prevede una durata delle misure pari a 24 ore che, per il caso di vibrazioni di tipo variabile, permette di caratterizzare tutti gli eventi a intensità diverse e consente anche sempre di avere un livello di "bianco" rappresentato dalle ore della giornata in cui non sono attive le lavorazioni. Tuttavia, qualora a seguito delle prime misure dovesse essere riscontrato un andamento sostanzialmente ciclico, ai fini della valutazione del disturbo in un ambiente abitativo di un edificio saranno effettuati rilievi della durata di due ore comprese nel periodo di riferimento diurno (dalle 06.00 alle 22.00).

## 12.4 Indicatori e parametri del monitoraggio

Oltre all'accelerazione del moto vibratorio, che è il parametro fisico che può caratterizzare le vibrazioni ai fini della valutazione del disturbo indotto sulle persone, un altro parametro importante da quantificare ai fini del disturbo alle persone è il contenuto in frequenza dell'oscillazione dei punti materiali. Per quanto riguarda l'organismo umano, esso percepisce in maniera più marcata fenomeni vibratorii caratterizzati da basse frequenze (1-16 Hz) mentre, per frequenze più elevate, la percezione diminuisce. Conformemente alle indicazioni della norma ISO 2631, il campo di frequenze d'interesse è quello compreso tra 1 e 80 Hz.

- Valore efficace  $a_{RMS}$  dell'accelerazione

Le vibrazioni di livello non costante sono caratterizzate misurando il valore efficace o valore quadratico medio  $a_{RMS}$  dell'accelerazione o il corrispondente livello per un intervallo di tempo rappresentativo. Il valore efficace dell'accelerazione è definito come:

$$a_{RMS} = \left[ \frac{1}{T} \int a(t)^2 dt \right]^{1/2}$$

Dove  $a(t)$  è l'accelerazione in funzione del tempo e  $T$  è la durata dell'integrazione nel tempo. Questa definizione non è applicabile alle vibrazioni intermittenti e con grande fattore di cresta. In tal caso, il valore che può predire la presenza del disagio è proporzionale al valore medio dell'accelerazione alla quarta potenza, come indicato di seguito:

$$a_{RMS} = \left[ \frac{1}{T} \int a(t)^4 dt \right]^{1/4}$$

- Accelerazione equivalente  $a_{w,eq}$

Le vibrazioni di livello non costante possono essere valutate in termini di disturbo a partire dall'indicatore livello equivalente di accelerazione  $a_{w,eq}$  in un intervallo di tempo prestabilito:

$$a_{w,eq} = \left[ \frac{1}{T} \int a_w(t)^2 dt \right]^{1/2}$$

L'intervallo di tempo significativo dipende dallo specifico fenomeno vibrometrico osservato.

- Livelli di accelerazione, di velocità e di spostamento

In analogia con il suono, anche le vibrazioni possono essere espresse in unità logaritmiche. Considerando  $A_0 = 10^{-6} \text{ m/s}^2$ ,  $V_0 = 10^{-9} \text{ m/s}$  e  $S_0 = 10^{-12} \text{ m}$ , sono valide le seguenti relazioni:

$L_A = 20 \log A_{RMS}/A_0$  livello di accelerazione in dB

$L_V = 20 \log V_{RMS}/V_0$  livello di velocità in dB

$L_S = 20 \log S_{RMS}/S_0$  livello di spostamento in dB

- Accelerazione equivalente  $a_{w,eq}$  ponderata in frequenza

La misura delle grandezze precedentemente elencate consente una valutazione oggettiva del fenomeno intesa come descrizione della realtà fisica. Per fornire degli indicatori di tipo psico-fisico, legati cioè alla capacità percettiva dell'uomo, occorre conoscere la risposta dell'organismo umano alla sollecitazione vibratoria e definire un criterio di pesatura dei valori oggettivi ottenuti con la misurazione della grandezza. La determinazione delle leggi di variazione della sensibilità in funzione della frequenza e dei livelli consente di elaborare un criterio di valutazione delle vibrazioni che tenga conto dello spettro delle vibrazioni. Gli studi svolti in questo campo indicano che:

- per vibrazioni sull'asse Z il corpo, sia in posizione eretta che seduta, ha il massimo di sensibilità in termini di accelerazione nel campo di frequenza 4-8 Hz;
- per vibrazioni sugli assi X e Y esiste un massimo di sensibilità nell'intervallo di frequenza 1-2 Hz;
- la tolleranza a vibrazioni orizzontali è minore sotto i 5 Hz rispetto a quella per vibrazioni sull'asse Z, ma è più grande (di circa 10 dB) a frequenze maggiori;
- per quanto concerne la posizione, la sensibilità è maggiore in posizione seduta, e questo è particolarmente accentuato alle frequenze più basse;
- per soggetti in posizione eretta esiste un minimo di sensibilità a 1,7 Hz e un massimo tra 6 e 15 Hz.

In termini operativi, le leggi di variazione utilizzate al fine di stabilire la sensibilità in funzione della frequenza sono quelle indicate dalla norma ISO 2631-2.

Valori limite di immissione

I valori limite di immissione sono definiti in sede internazionale dalla ISO 2631-2 e, in ambito nazionale, dalla UNI9614. I primi, riferiti alla destinazione d'uso dell'immobile, al periodo notturno/diurno, agli assi di

applicazione della sollecitazione e alla frequenza, sono di difficile applicazione se l'obiettivo è quello di fornire un valore unico immediatamente confrontabile con i rilievi sperimentali. A tale esigenza, invece, rispondono perfettamente i limiti stabiliti in ambito UNI che sono espressi in termini di accelerazioni equivalenti globali ponderate variabili con la destinazione d'uso, il periodo di riferimento e l'asse di applicazione. Per quanto riguarda i valori di soglia delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza a cui fare riferimento, si considerano le tabelle che seguono, 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.

Tabella 15. 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 <sup>2</sup>	dB
Aree critiche	5,0 10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni notte	7,0 10 <sup>-3</sup>	77
Abitazioni giorno	10,0 10 <sup>-3</sup>	80
Uffici	20,0 10 <sup>-3</sup>	86
Fabbriche	40,0 10 <sup>-3</sup>	92

Tabella 16. Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per gli assi X e Y (Prospetto III – UNI 9614)

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	m/s <sup>2</sup>	dB
Aree critiche	3,6 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni notte	5,0 10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni giorno	7,0 10 <sup>-3</sup>	77
Uffici	14,4 10 <sup>-3</sup>	83
Fabbriche	28,8 10 <sup>-3</sup>	89

I valori sopra riportati sono riferiti a vibrazioni di livello costante con periodo di riferimento diurno compreso tra le ore 6:00 e le ore 22:00 e notturno tra le 22:00 e le 6:00. 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. Per l'accelerazione equivalente  $a_{w,eq}$  ponderata in frequenza, 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:

Tabella 17 Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per vibrazioni impulsive (Prospetto V - UNI 9614)

Destinazione d'uso	Asse Z		Asse X e Y	
	m/s <sup>2</sup>	dB	m/s <sup>2</sup>	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
-----------	------	-----	------	-----

Nel caso in cui il numero di impulsi giornaliero  $N$  sia maggiore di 3, i limiti della precedente tabella, relativamente alle categorie abitazioni giorno, fabbriche e uffici, vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata. Nessuna riduzione è prevista per le categorie aree critiche e abitazioni notte. I nuovi limiti si ottengono dai precedenti (valori in  $m/s^2$ ) moltiplicandoli per il coefficiente  $F$ . Detta  $t$  la durata dell'evento e considerando  $k = 1,22$  per pavimenti in calcestruzzo e  $k = 0,32$  per pavimenti in legno, il coefficiente  $F$  è definito come:

Impulsi di durata inferiore a un secondo	Impulsi di durata superiore a un secondo
$F = 1,7 N^{-0,5}$	$F = 1,7 N^{-0,5} t^{-k}$

Qualora i limiti così calcolati fossero minori dei limiti previsti per le vibrazioni di livello costante, dovranno essere adottati come limiti questi ultimi valori. 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. I trasduttori devono essere posizionati nei punti in cui la vibrazione interessa l'organismo a 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.

Valori di attenzione

Come valori di attenzione possono essere assunti i livelli di accelerazione equivalente ponderata (riferiti al tempo di esposizione se in presenza di evento riconoscibile nella time-history) che superano per non più di 6 dB i limiti stabiliti per le diverse classi di sensibilità del ricevitore della UNI9614. Il limite superiore di questo campo di esistenza corrisponde pertanto a un raddoppio dei valori di accelerazione.

## 12.5 Punti di monitoraggio

Nella scelta dei punti di monitoraggio, si valutano i seguenti fattori:

- Tipologia e livelli di emissione delle sorgenti di vibrazioni attese dai lavori per la realizzazione delle opere in progetto;
- Natura geolitologica del terreno;
- Tipo e natura dei ricettori, definita dalla destinazione d'uso, dalle caratteristiche strutturali, dall'età del fabbricato, dalla tipologia di fondazioni, etc.);
- Distanza dei ricettori dal cantiere;
- Presenza di eventuali sorgenti di vibrazione preesistenti;
- Presenza di infrastrutture sotterranee tali da interferire nella distribuzione del campo vibrazionale (es. opere in fondazione);
- Distanza dei ricettori dal cantiere;
- Tipo di attività svolte nel cantiere (cantiere operativo o fronte avanzamento lavori), con particolare riferimento alle opere maggiormente impattanti (p.es. battitura pali, palancolate...).

Nel caso in cui non siano evidenziate situazioni di evidente criticità dovute alla correlazione dei parametri suddetti, sarà privilegiato il criterio della minore distanza dal cantiere o dal fronte di avanzamento lavori.

Per facilitare le operazioni di acquisizione dei permessi ed ottimizzare la raccolta di informazioni sul territorio, i ricettori inseriti nella rete di monitoraggio per la componente vibrazioni sono stati scelti nell'ambito di quelli appartenenti alla rete di monitoraggio per la componente rumore. In particolare, tali ricettori identificano le zone residenziali più prossime alle aree dei cantieri.

Data la tipologia di lavorazioni effettuate, si concentra l'attenzione sull'area di sbocco, più prossima alla presenza di edifici.

Nella tabella che segue sono riportati i recettori ritenuti rappresentativi ai fini del monitoraggio.

Codice	X COORD (UTM 32N)	Y COORD (UTM 32N)	Note
VIB_01	612486,732227	5065907,570158	Abitazione residenziale – edificio residenziale in località Lavenone in affaccio sul cantiere di valle (sbocco)
VIB_02	613703,213	5066088,476	Abitazione residenziale – edificio residenziale in affaccio sul cantiere di monte (imbocco)

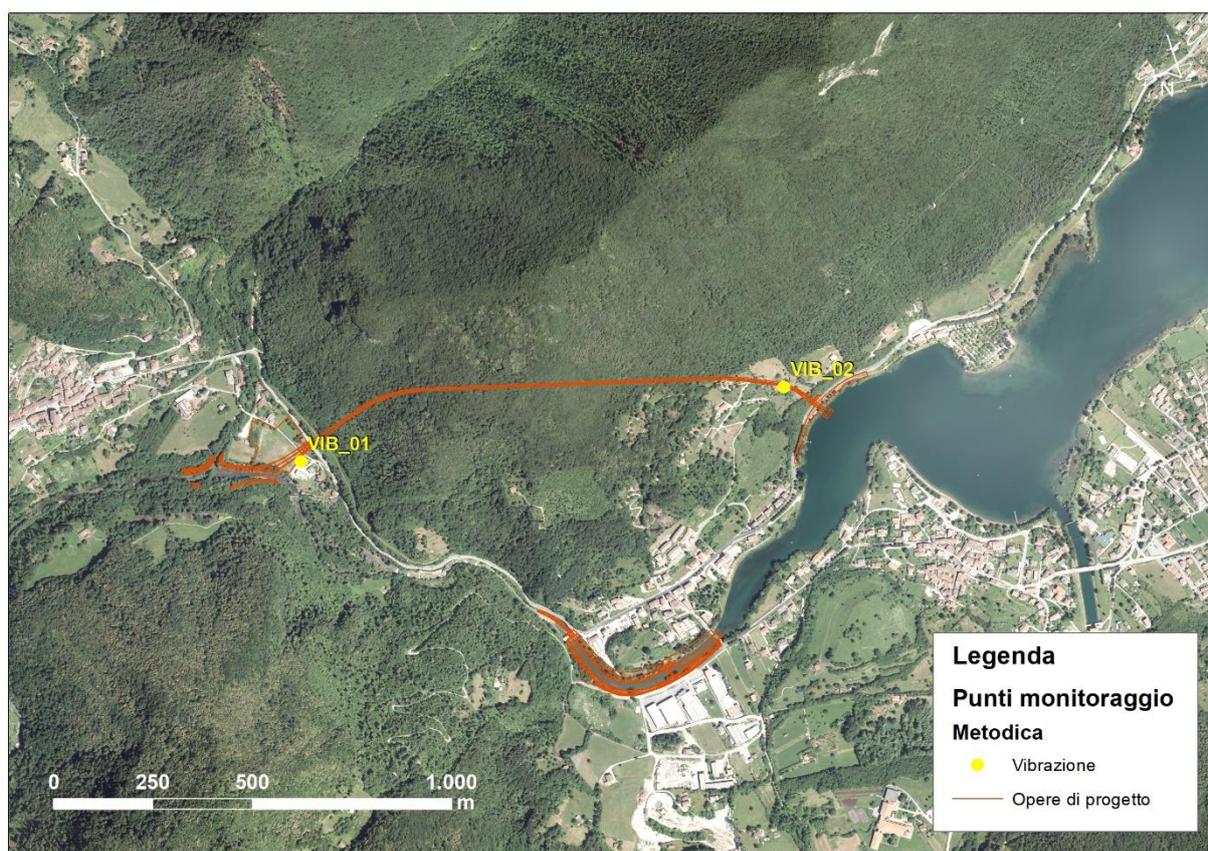


Figura 13 - Localizzazione punti di monitoraggio per la matrice rumore (in giallo i punti individuati, in rosso gli elementi di progetto, in grigio tratteggiato l'esistente galleria).

## 12.6 Articolazione temporale delle attività

La componente Vibrazioni non è oggetto di indagine nella fase di *Ante operam*.

## 13 STABILITÀ DEI VERSANTI IN DESTRA IDROGRAFICA

### 13.1 Premessa

Le prescrizioni indicate da ARPA (pratica 2023.1.37.37) hanno sottolineato l'importanza di uno studio integrativo sul monitoraggio e sulla stabilità dei versanti in destra idrografica.

### 13.2 Esiti e recepimento delle osservazioni

A seguito delle richieste si è dato seguito per ognuno degli approfondimenti così come segue.

#### 13.2.1 Componente Dissesto idrogeologico

L'analisi degli aspetti relativi alla componente "dissesti idrogeologici" è stata condotta considerando le evidenze di terreno e gli studi pregressi, principalmente connessi agli studi ed analisi documentali condotti a supporto delle diverse fasi di progettazione dell'opera in oggetto e agli studi condotti su incarico di ARPA CMG per la frana presente in sponda sinistra in comune di Idro perimetrata ai sensi della ex L. 267/98; tutte i dati raccolti e analizzati sono stati confrontati con la base dati IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani) disponibile nel portale del Servizio Geologico d'Italia nell'ISPRA, nonché i risultati, ove disponibili, delle osservazioni ed analisi contenuti nella Componente geologica agli strumenti di PGT dei comuni di Idro e di Lavenone.

L'analisi dei processi di dinamica geomorfologica e la relativa Carta Geomorfologica (Elab. PE-0000-GEO-GG-005-CG-A) redatti nell'ambito del presente progetto, descrivono lo stato dei dissesti riconosciuti nel territorio dei comuni di Idro e di Lavenone.

#### 13.2.2 Frana di Idro, in sponda sinistra F. Chiese

Il processo franoso in sponda sinistra del F. Chiese in comune di Idro ("paleofrana di Idro") è stato oggetto, da parte di uno degli scriventi, di specifici approfondimenti rispetto al quadro conoscitivo preesistente, già particolarmente dettagliato, che sono riportati nello studio (Studio Griffini (2017) – Modellazione geotecnica e individuazione delle soglie di criticità nelle aree di frana monitorate dal CMG di ARPA – Area di Idro (Comune di Idro, BS); questo processo è tutt'ora monitorato in "continuo" dal Centro di Monitoraggio Geologico (CNG) di Arpa Lombardia secondo un piano triennale (2023-2025) i cui dati sono stati tenuti in attenta considerazione in fase di progettazione. Anche le possibili interferenze con i lavori in progetto per l'adeguamento della vecchia traversa, situata in zona interferente con la frana, sono state condotte considerando le azioni conseguenti alla presenza della frana in sponda sinistra.

#### 13.2.3 Frane zona di sbocco della galleria di by-pass in Comune di Lavenone

In comune di Lavenone, in sponda destra del F. Chiese, sono presenti due movimenti franosi ubicati ai lati della zona di sbocco della galleria di by-pass in progetto che sono riportati nei documenti IFFI e ripresi nella cartografia di PGT.

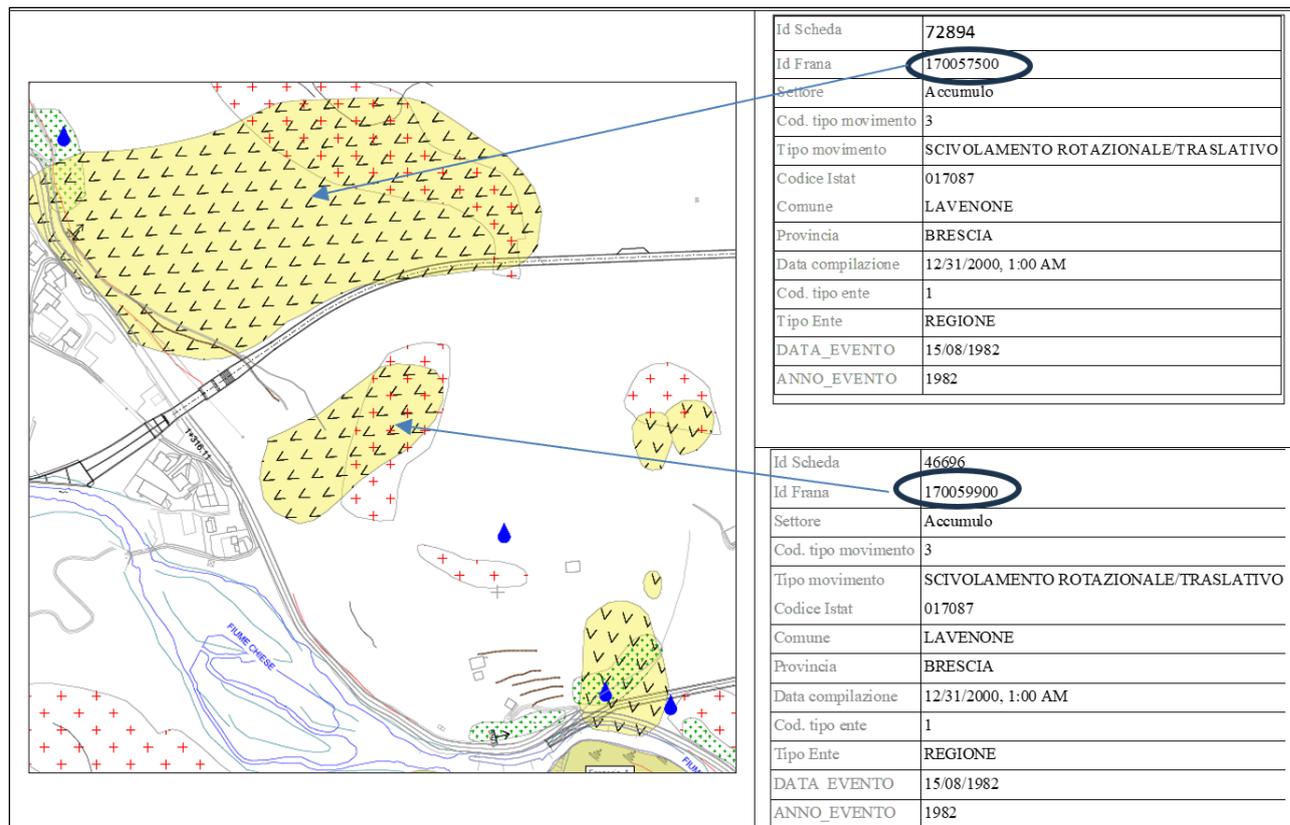


Figura 14 - Stralcio cartografia IFFI e schede Frane Geoportale R.L.

Nel catalogo IFFI ai due dissesti vengono attribuiti i seguenti caratteri:

Frana Id: 170057500	Frana Id: 170059900
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo di Movimento: Scivolamento rotazionale/traslato</li> <li>• Descrizione: Incertezza 1</li> <li>• Attività: Relitto<sup>(1)</sup></li> <li>• Litologia: n.d.</li> <li>• Metodo: Fotointerpretazione</li> <li>• Area Frana: 74.663,59 m<sup>2</sup></li> <li>• Data di osservazione: 8/15/1982</li> <li>• Causa: n.d.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo di Movimento: Scivolamento rotazionale/traslato</li> <li>• Descrizione: Incertezza 0</li> <li>• Attività: Relitto</li> <li>• Litologia: n.d.</li> <li>• Metodo: Fotointerpretazione</li> <li>• Area Frana: 13.276,62 m<sup>2</sup></li> <li>• Data di osservazione: 8/15/1982</li> <li>• Causa: n.d.</li> </ul>

<sup>(1)</sup> Per "stato relitto" si intende: quando la forma raggiunta, generalmente ad uno stadio evoluto o esaurito, viene rimodellata da altri agenti, per cui diviene anche difficile riconoscere e rappresentare i limiti del vecchio corpo di frana.

Sulla base delle osservazioni ed indagini condotte in sito e, in particolare, sulla base delle indagini geofisiche e dei sondaggi appositamente eseguiti nella zona di sbocco si è potuto osservare e confermare che la frana relitta è caratterizzata da un potenziale processo di scivolamento della copertura detritica che poggia sul substrato roccioso costituito, in questa zona, dalle arenarie di Val Sabbia.

Lo spessore del deposito sciolto potenzialmente attivabile varia da 0 a circa 10 m. L'area interessata dal potenziale dissesto si sviluppa all'incirca da q. 350 m s.m. (alla base del versante) sino a q. 450 circa dove il substrato è subaffiorante e lo spessore del deposito detritico si riduce pressoché a zero.

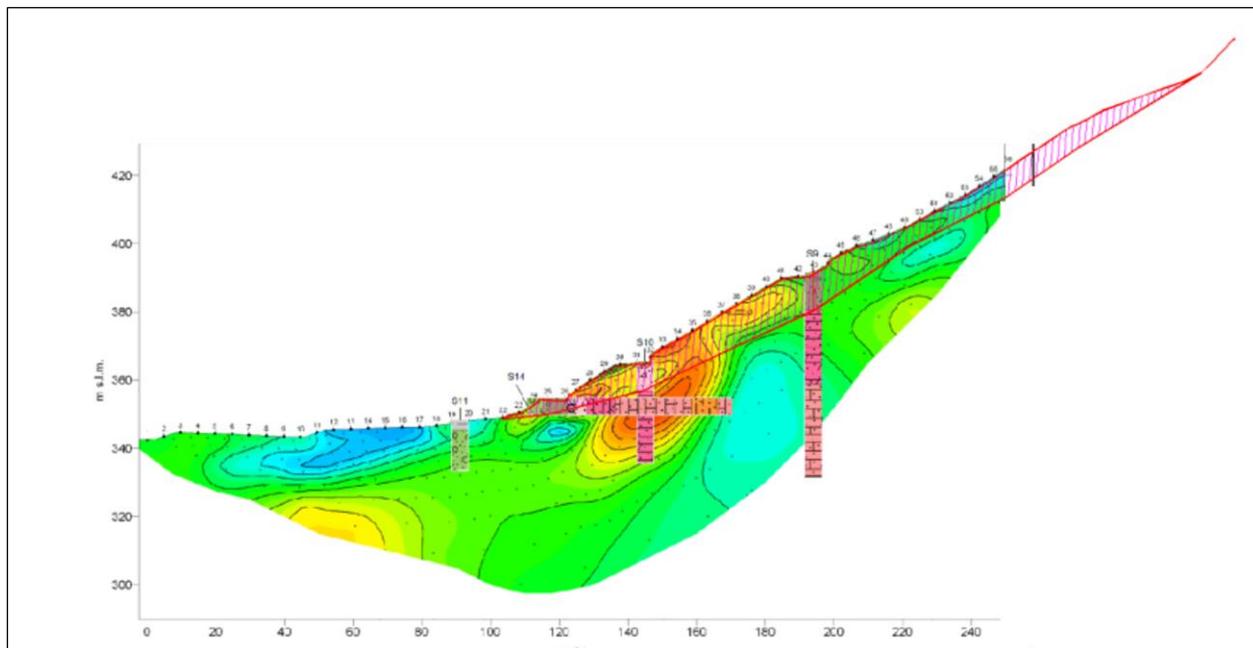


Figura 15 - Profilo in asse a zona di sbocco di valle della Galleria con evidenziato lo spessore di materiale sciolto potenzialmente mobilizzabile

### 13.3 Criteri metodologici

Sebbene le due aree individuate nella cartografia IFFI allo stato attuale non presentino alcuna evidenza di attività o di potenziale riattivazione senza l'attivazione dovuta a forzanti naturali, in considerazione delle lavorazioni previste per lo scavo della galleria in progetto, **si ritiene necessario attivare preventivamente un sistema di monitoraggio topografico** con lo scopo di accertare in modo oggettivo l'effettivo stato di attività sia nelle condizioni ante lavori sia, a maggior ragione, nella fase di esecuzione degli scavi.

Il sistema di monitoraggio avrà il duplice scopo di migliorare il quadro conoscitivo del potenziale processo d'instabilità attraverso la verifica dell'effettiva presenza o meno, allo stato attuale (ante lavori), di movimenti e, in caso positivo, la quantificazione oggettiva degli spostamenti e la loro variazione in funzione delle forzanti naturali, in primo luogo del regime pluviometrico. In fase di avvio dei lavori il sistema di monitoraggio permetterà di valutare gli effetti delle vibrazioni indotte dalle lavorazioni di scavo sulle condizioni di stabilità dei potenziali processi gravitativi.

Il monitoraggio sarà realizzato mediante misure con antenne GPS in grado di ottenere una precisione delle misure non inferiore a 3 mm.

### 13.4 Punti di monitoraggio

Le misure saranno effettuate su capisaldi predefiniti, compatibili con il sistema di misurazione e installati in posizioni con adeguata visibilità della costellazione di satelliti; si prevede di materializzare a terra **un numero minimo di 6 capisaldi** realizzati sia sulla strada statale sia sulla carrareccia esistente a monte della S.S. trasversalmente all'area individuata dalla cartografia IFFI, con un allineamento di 3 sensori circa alla q. 350-355 m s.l.m. ed un secondo allineamento circa a. 360-370 m s.l.m. Tali posizioni saranno definite nel dettaglio mediante un apposito sopralluogo. I capisaldi saranno immorsati nel terreno o su affioramenti rocciosi o su strutture in cls esistenti.

Allo scopo di ottenere la precisione minima richiesta le misure saranno eseguite con antenna a doppia frequenza (tipo Trimble R12) e con tempo di acquisizione del segnale non inferiore ad 1 ora per ogni caposaldo. Il sistema deve consentire anche di eseguire il post-processing dai dati acquisiti per ottenere il dato ricalibrato. Il dato di monitoraggio sarà costituito da un vettore spostamento definito nelle sue componenti spaziali *northing*, *easting* e quota. Sulla base degli spostamenti misurati di ciascun caposaldo sarà elaborato il trend evolutivo sia dei singoli caposaldi sia dell'intera area.

### 13.5 Articolazione temporale delle attività

Il **programma di monitoraggio** prevede una serie di campagne di misurazione di tutti i 6 caposaldi ogni:

- 3 mesi nella fase antecedente l'inizio dei lavori;
- mensile dopo l'inizio dei lavori.

Con l'avvicinarsi dei lavori di scavo alla zona d'interesse (a partire da 100 m di distanza dallo sbocco) le misure verranno eseguite con frequenza giornaliera. Nel caso di evidenze di attivazione dei movimenti, si procederà alla realizzazione di postazioni fisse con misure in continuo.

Allegato 1 – Schede di raccolta-restituzione dati

Componente Ambientale		<b>Atmosfera</b>	
Codice Monitoraggio			
Localizzazione del Punto/Areale di Monitoraggio			
Comune		Provincia	
Distanza dal Tracciato		Progressiva di Progetto	
Codice Ricettore			

Coordinate GPS UTM WGS84	
X	Y

Caratterizzazione Ambientale del Sito		
Scuola	Rudere/assimilabile	Aree protette/ZSC/ZPS
Ospedale	Agricolo	Cantiere
Cimitero	Parco pubblico	Area Tecnica
Chiesa	Area di pregio naturale	
Residenziale agglomerato	Edificio storico	
Residenziale isolato	Attività produttiva	

Descrizione del Sito/Ricettore

Stralcio planimetrico scala 1:5000

*con indicazione del tracciato di progetto, delle aree di cantiere e del punto di misura*

Rilievi fotografici

1)

2)

Scheda di sintesi				n. ...					
Tipologia misura		Anno		Fase		N. rilievo		Operatore	
Caratterizzazione del ricettore									
Destinazione d'uso									
Presenza sorgenti concorsuali inquinamento									
Data / ora inizio monitoraggio									
Data / ora fine monitoraggio									

Strumentazione utilizzata

Parametri meteorologici

Data	Temperatura			Umidità relativa %			Pioggia	Velocità del vento m/s			Direzione del vento	Pressione mbar			Irraggiamento W/m <sup>2</sup>		
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Inquinanti

Data	PM10 µg/m <sup>3</sup>	PM2.5 µg/m <sup>3</sup>
...	...	...

Note

Componente Ambientale		Acque sotterranee	
Localizzazione del Punto/Areale di Monitoraggio			
Codice punto di misura			
Coordinate GPS UTM WGS84			
X		Y	
Comune		Località	
Provincia		Progressiva di Progetto	
Stralcio planimetrico scala 1:5000			
<i>con indicazione del tracciato di progetto, delle aree di cantiere e del punto di misura</i>			
Documentazione fotografica			
Fase		N. rilievo	
Data e ora inizio rilievo		Responsabile campionamento	
Data e ora fine rilievo			
Rilevamento misure periodiche piezometri			
Codice punto di misura			
Acquifero captato			
Profondità filtri (m)			
Profondità punto di prelievo (m)			
Altezza boccapozzo dal suolo (m)			
Livello idrico (m s.l.m.)		Soggiacenza	
Livello statico                      si <input type="checkbox"/>		no <input type="checkbox"/>	
Condizioni pompaggio		Assente	
Determinazione parametri chimico-fisici in situ			
Temperatura aria °C		Potenziale redox mV	
Temperatura acqua °C		pH	
Conducibilità elettrica µS/cm		Ossigeno disciolto mg/l; %	
Strumentazione di misura parametri in situ			

Metodo usato per il campionamento			
Rapporto di analisi chimica			
Codice punto di misura			
Data e ora prelievo			
Allegati n.			
Risultati analitici			
Parametro	UM	Valore	CSC D.Lgs. 152/2006 ssmmii
Nitrati	mg/l		
Ione ammonio	µg/l		
Cloruri	mg/l		
Solfati	mg/l		
Torbidità	NTU		
TOC	mg/l		
Alluminio (Al)	µg/l		
Arsenico (As)	µg/l		
Cadmio (Cd)	µg/l		
Cromo (Cr)	µg/l		
Cromo esavalente (Cr VI)	µg/l		
Ferro (Fe)	µg/l		
Mercurio (Hg)	µg/l		
Manganese (Mn)	µg/l		
Nichel (Ni)	µg/l		
Piombo (Pb)	µg/l		
Rame (Cu)	µg/l		
Zinco (Zn)	µg/l		
Idrocarburi C6÷C10	µg/l		
Idrocarburi C10÷C40	µg/l		
Idrocarburi Totali (n-esano)	µg/l		
Tensioattivi anionici	µg/l		
Tensioattivi non ionici	µg/l		
Parametri integrativi			
Benzo(a)antracene	µg/l		
Benzo(a)pirene	µg/l		
Benzo(b)fluorantene	µg/l		
Benzo(k)fluorantene	µg/l		
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l		
Crisene	µg/l		
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l		
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/l		
Pirene	µg/l		
ΣIPA	µg/l		
Benzene	µg/l		
Etilbenzene	µg/l		
Toluene	µg/l		
(m+p)-xilene	µg/l		

Componente Ambientale		Acque superficiali	
Localizzazione del Punto/Areale di Monitoraggio			
Codice punto di misura			
Coordinate GPS UTM WGS84			
X		Y	
Comune		Località	
Provincia		Progressiva di Progetto	
Localizzazione rispetto al tracciato/opera		Monte <input type="checkbox"/> Valle <input type="checkbox"/>	
Stralcio planimetrico scala 1:5000			
<p><i>con indicazione del tracciato di progetto, delle aree di cantiere e del punto di misura</i></p>			
Documentazione fotografica			
Fase		N. rilievo	
Data e ora inizio rilievo		Responsabile campionamento	
Data e ora fine rilievo			
Corso d'acqua			
Caratteristiche del corso d'acqua			
Larghezza max (m)		Profondità max (m)	
Posizione prelievo	sx	cn	dx
Determinazione parametri chimico-fisici in situ			
Temperatura aria °C		pH	
Temperatura acqua °C		Conducibilità a 20°C µS/cm	
Potenziale Redox mV		Portata m³/s	
Ossigeno disciolto mg/l		Ossigeno disciolto (% saturazione)%	

Strumentazione di misura parametri in situ	
Metodo usato per il campionamento	
Condizioni dell'acqua:	Stato dell'alveo:
Condizioni meteorologiche	
Eventuali variazioni nell'alveo rispetto alla misura precedente	
Laboratorio chimico di destinazione	

Rapporto di analisi chimica			
Codice punto di misura			
Data e ora prelievo			
Allegati n.			
Risultati analitici			
Parametro	UM	Valore	CSC D.Lgs. 152/2006 ssmmii
Azoto ammoniacale	mg/l N		
Azoto nitrico	mg/l N		
Azoto nitroso	mg/l N		
Azoto totale	mg/l		
Ortofosfati	mg/l		
Fosforo totale	mg/l		
BOD <sub>5</sub>	mg/l		
COD	mg/l		
Solidi Sospesi Totali	mg/l		
Alcalinità	mg/l		
Cloruri	mg/l		
Solfati	mg/l		
Magnesio	mg/l		
Sodio	mg/l		
Calcio	mg/l		
Potassio	mg/l		
Nichel (Ni)	µg/l		
Cromo (Cr)	µg/l		
Cromo esavalente (Cr VI)	µg/l		
Rame (Cu)	µg/l		
Zinco (Zn)	µg/l		
Piombo (Pb)	µg/l		
Cadmio (Cd)	µg/l		
Ferro (Fe)	µg/l		
Mercurio (Hg)	µg/l		
Manganese (Mn)	µg/l		
Alluminio (Al)	µg/l		
Arsenico (As)	µg/l		
Idrocarburi C6÷C10	µg/l		
Idrocarburi C10÷C40	µg/l		
Idrocarburi Totali (n-esano)	µg/l		
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 ml		

Fauna macrobentonica fluviale									
Mesohabitat tratto indagine	Tipo	Area (%)	Prof max/md (cm)	Tipo	Area (%)	Prof max/md (cm)	Tipo	Area (%)	Prof max/md (cm)
Unità morfologiche presenti (riffle-pool-glide-rapid-cascade-step)									

Unità morfologica campionata (tipo)						
N° repliche						

note	Microhabitat	Flusso	Microhabitat	Flusso	Microhabitat	Flusso
	1 -		1 -		1 -	
	2 -		2 -		2 -	
	3 -		3 -		3 -	
	4 -		4 -		4 -	
	5 -		5 -		5 -	
	6 -		6 -		6 -	
	7 -		7 -		7 -	
	8 -		8 -		8 -	
	9 -		9 -		9 -	
	10 -		10 -		10 -	
	11 -		11 -		11 -	
	12 -		12 -		12 -	
	13 -		13 -		13 -	
	14 -		14 -		14 -	

Taxa	Famiglia/genere	Abbondanza

Componente Ambientale		Suolo	
Localizzazione del Punto/Areale di Monitoraggio			
Codice punto di misura			
Coordinate GPS UTM WGS84			
X		Y	
Comune		Località	
Provincia		Cantiere	
Stralcio planimetrico scala 1:5000			
<i>con indicazione del tracciato di progetto, delle aree di cantiere e del punto di misura</i>			
Documentazione fotografica			
Profilo 1			
Profilo 2			
Profilo x			
Fase		N. rilievo	
Data e ora inizio rilievo		Responsabile campionamento	
Data e ora fine rilievo			
Larghezza max (m)		Profondità max (m)	
Posizione prelievo	sx	cn	dx

Riferimento campione	UM	Valore	CSC D.Lgs. 152/2006 ssmmii
Scheletro (> 2 mm e < 20 mm)	%		
Frazione secca fine (< 2 mm)	%		
pH	-		
Conduttività elettrica	µS/m		
Capacità di scambio cationico	cmol/kg		
Carbonio organico	mg/kg s.s.		
Azoto totale	mg/kg s.s.		

Rapporto C/N (da calcolo)	-		
Fosforo assimilabile	mg/kg s.s.		
Piombo	mg/kg s.s.		
Nichel	mg/kg s.s.		
Cromo totale	mg/kg s.s.		
Zinco	mg/kg s.s.		
Manganese	mg/kg s.s.		
Arsenico	mg/kg s.s.		
Rame	mg/kg s.s.		
Mercurio	mg/kg s.s.		
Cadmio	mg/kg s.s.		
Ferro	mg/kg s.s.		
Alluminio	mg/kg s.s.		
Calcio	mg/kg s.s.		
Magnesio	mg/kg s.s.		
Potassio	mg/kg s.s.		
Sodio	mg/kg s.s.		
Solventi organici aromatici: Benzene, Etilbenzene; Stirene; Toluene; Xilene	mg/kg s.s.		
Idrocarburi leggeri C<12	mg/kg s.s.		
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.		

Componente Ambientale		Vegetazione - metodica AFL	
Localizzazione del Punto/Areale di Monitoraggio			
Codice punto di misura			
Coordinate GPS UTM WGS84			
X		Y	
Comune		Località	
Provincia			
Data e ora del rilievo:		Rilevatore:	
Descrizione stazionale			
Quota	Esposizione	Condizioni al momento del rilievo	
Coordinate area di saggio UTM WGS84			
N. 1	X		Y
N. 2	X		Y
N. x	X		Y
Stralcio planimetrico scala 1:5000			
<i>con indicazione del tracciato di progetto, delle aree di cantiere e del punto di misura</i>			
Documentazione fotografica			
Elenco specie			
Specie		Copertura %	
Specie esotiche, ruderali, sinantropiche			

Componente Ambientale		Vegetazione - metodica RVP	
Localizzazione del Punto/Areale di Monitoraggio			
Codice punto di misura			
Coordinate GPS UTM WGS84			
X			Y
Comune		Località	
Provincia			
Data e ora del rilievo:		Rilevatore:	
Descrizione stazionale			
Quota	Esposizione		Condizioni al momento del rilievo
Coordinate plot UTM WGS84			
N. 1	X	Y	
N. 2	X	Y	
N. x	X	Y	
Stralcio planimetrico scala 1:5000			
<i>con indicazione del tracciato di progetto, delle aree di cantiere e del punto di misura</i>			
Documentazione fotografica			
Copertura erbacea:		Dimensioni area rilievo:	Altezza idrometrica lago:
Copertura arborea:		Lunghezza transetto:	Range profondità:
Elenco specie			
Specie		Copertura %	

Componente Ambientale		Vegetazione - metodica RMR	
Localizzazione del Punto/Areale di Monitoraggio			
Codice punto di misura			
Coordinate GPS UTM WGS84			
X		Y	
Comune		Località	
Provincia			
Data e ora del rilievo:		Rilevatore:	
Descrizione stazionale			
Quota	Esposizione	Condizioni al momento del rilievo	
Coordinate transetto UTM WGS84			
N. 1	X		Y
N. 2	X		Y
N. x	X		Y
Stralcio planimetrico scala 1:5000			
<i>con indicazione del tracciato di progetto, delle aree di cantiere e del punto di misura</i>			
Documentazione fotografica			
Copertura erbacea:		Dimensioni area rilievo:	Ampiezza alveo:
Copertura arborea:		Lunghezza stazione:	Profondità media:
Condizioni idrologiche:		Portata	Velocità corrente:
Ombreggiatura:			
Elenco specie			
Specie		Copertura %	

Componente Ambientale		Fauna	
Localizzazione del Punto/Areale di Monitoraggio			
Codice punto di misura			
Coordinate GPS UTM WGS84			
X		Y	
Comune		Località	
Provincia			
Data e ora del rilievo:		Rilevatore:	
Descrizione stazione di monitoraggio			
Stralcio planimetrico scala 1:5000			
<i>con indicazione del tracciato di progetto, delle aree di cantiere e del punto di misura</i>			
Documentazione fotografica			
<b>Ittiofauna</b>			
Ora inizio			
Ora fine			
Meteo			
Temperatura aria			
Lunghezza tratto			
Caratterizzazione area			
Note			
Specie	All.II dir. 92/43/CEE	All.IV dir. 92/43/CEE	Stima abbondanza
			N. individui
Ricchezza specifica (n° specie)			

Avifauna				
Ora inizio				
Ora fine				
Meteo				
Temperatura aria				
Lunghezza tratto				
Caratterizzazione area				
Note				
Specie	All.II dir. 92/43/CEE	All.IV dir. 92/43/CEE	Stima abbondanza	N. individui
* : Specie in allegati I della direttiva 2009/147/CEE e s.m.i.				
Indici di biodiversità				

Erpetofauna					
Ora inizio					
Ora fine					
Meteo					
Temperatura aria					
Lunghezza tratto					
Caratterizzazione area					
Note					
Specie	N° totale individui	Ovature	Girini	All.II dir. 92/43/CEE	All.IV dir. 92/43/CEE
Ricchezza specifica (n° specie)					

Chiroteri		
Ora inizio		
Ora fine		
Meteo		
Temperatura aria		
Lunghezza tratto		
Caratterizzazione area		
Note		
Specie	All.II dir. 92/43/CEE	All.IV dir. 92/43/CEE
Ricchezza specifica (n° specie)		

Allegato 2 – Computo metrico estimativo PMA - AO