

AUTONOME PROVINZ
BOZEN - SÜDTIROL



PROVINCIA AUTONOMA
DI BOLZANO - ALTO ADIGE

Agentur für Bevölkerungsschutz
Abt. 10 Tiefbau

Agenzia per la Protezione civile
Rip. 10 Infrastrutture

efre·fesr
Südtirol · Alto Adige
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Fondo europeo di sviluppo regionale



AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL

PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE



**DRAU
PRO
DRAVA**

EFRE - FESR 4014

MASSNAHMEN ZUR REDUZIERUNG DER HOCHWASSERGEFAHR IN INNICHEN INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DEL PERICOLO DI PIENA A SAN CANDIDO

Gemeinde: **INNICHEN**
Comune: **SAN CANDIDO**

Verbauung: **Sextnerbach - Drau**
Sistemazione: **Rio di Sesto - Drava**

Nr.ö.G.: **J, J.105**
Nr. a.p.:

PROJEKT : HOCHWASSERSCHUTZ INNICHEN
PROGETTO: PROTEZIONE DALLE PIENE SAN CANDIDO
PHASE : UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG
FASE : VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

TITEL DOKUMENT : **Berichte**
Illustrativer Bericht
TITOLO ELABORATO : **Relazioni**
Relazione illustrativa

MAßSTAB : SCALA :	PROJEKTPHASE : FASE PROGETTO :	TYP DOK. : TIPO ELAB. :	KATEGORIE : CATEGORIA :	ANLAGETEIL : PARTE D'OPERA :	NR. FORTL. N° PROGR.	KON. : REV. :
	VIA	R	310		05	0

GRUPPE SÜDTIROLER FACHGRUPPE FÜR INNICHEN SPECIALISTI ALTO ATESEINI PER S.CANDIDO

patscheiderpartner
ENGINEERS



GEOINGEGNERIA
geotechnical engineering

VALDEMARIN
dott.ing. Mario Valdemarin
Dr.ing. Dieter Schölzhorn

tel. +39 0472-835576 studio@valdemarin.it www.valdemarin.it
Bressanone, via Mercato Vecchio 21 Altenmarktgasse, Brixen (BZ)

BERGMEISTER
innovative & responsible engineering



verfasst:
redatto: **CL 10.10.22**

kontrolliert:
controllato: **WAG 13.10.22**

Der Projektant:
Il Progettista: **WAG 13.10.22**

Der Projektant:
Il Progettista: **Dr. Ing. Walter Gostner**

EVV: **Dr. For. Sandro Gius**
RUP: **Dr. Ing. Florian Knollseisen**

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI BOLZANO
Dr. Ing. WALTER GOSTNER
Nr. 1191
INGENIEURKAMMER
DER PROVINZ BOZEN

Der Agentur/Abt.-direktor: **Dr. Klaus Unterweger**
Il direttore di Agenzia/Rip.: **Dr. Ing. Umberto Simone**

Datum: **13.10.2022**
Data:

AGENTUR FÜR BEVÖLKERUNGSSCHUTZ
AMT FÜR WILDBACH- UND LAWINENVERBAUUNG OST



AGENZIA PER LA PROTEZIONE CIVILE
UFFICIO SISTEMAZIONE BACINI MONTANI EST

6.6	Acque superficiali	20
6.6.1	Generalità	20
6.6.2	Articolazione temporale del monitoraggio	20
6.7	Acque di falda	21
6.7.1	Generalità	21
6.7.2	Articolazione temporale del monitoraggio	21
6.8	Acque nere	21
6.9	Ambienti di neoformazione non acquatici	22
6.10	Costruzioni in sotterraneo e tunnel stradale	22
6.10.1	Premessa	22
6.10.2	Monitoraggio ante operam	22
6.10.3	Monitoraggio in fase di esecuzione	23
6.10.4	Monitoraggi in fase di esercizio	24
6.10.5	Acque di drenaggio della galleria	24
6.11	Suolo e sottosuolo	25
6.11.1	Metodologia di rilevamento	25
6.11.2	Articolazione temporale del monitoraggio	26
6.12	Terre e rocce da scavo	26
6.13	Paesaggio	27
6.13.1	Premessa	27
6.13.2	Indagini conoscitive	27
6.13.3	Indagini di campo	28
6.13.4	Articolazione temporale del monitoraggio	28
6.14	Rifiuti	29
6.15	Traffico	29
7.	Restituzione e strutturazione dei dati rilevati.....	30
7.1	Generalità	30
7.2	Monitoraggio ambientale e sistema informativo	30
7.3	Base informativa e metadati	30
7.4	Elaborazione dei dati	31
8.	Campagna di informazione	31
9.	Gestione delle anomalie	31
10.	Proposta di attività di monitoraggio a medio e lungo termine	32

1. Introduzione

1.1 Committenti

Agenzia per la Protezione Civile

Via C. Battisti 23

I-39100 Bolzano (BZ)

Ripartizione 10 Infrastrutture

Ufficio Tecnico Strade Nord Est

Palazzo 2, Piazza Magnago 10

I-39100 Bolzano (BZ)

1.2 Studi tecnici incaricati

RTI "Specialisti altoatesini per San Candido"

Coordinamento:

Ingegneri Patscheider & Partner S.r.l.

Via Glorencia 5/K Via Negrelli 13/C

39024 Malles 39100 Bolzano

Dr. Ing. PhD. Walter Gostner

Opere idrauliche:

Ingegneri Patscheider & Partner S.r.l.

Via Glorencia 5/K Via Negrelli 13/C

39024 Malles 39100 Bolzano

Dr. Ing. PhD. Walter Gostner

Dr. Ing. Corrado Lucarelli

Dr. Ing. Jakob Hillebrand

Dr. For. Giulia Bisoffi

MSc ETH Alex Balzarini

Geom. Stefania Fontanella

Mountain-ering S.r.l.

Via Ipazia 2

I-39100 Bolzano

Dr. Ing. PhD. Silvia Simoni

Dr. Ing. Fabrizio Zanotti

Dr. Ing. Nicola Groff

Opere in sotterraneo:

Geingegneria

Via Ortigara, 4

I-38122 Trento (TN)

Dr. Ing. Walter Zancan

Dr. Ing. Ivan Postai

Viabilità, coordinamento sicurezza:

Studio di Ingegneria Valdamarin

Via Mercato Vecchio, 21

I-39042 Bressanone (BZ)

Dr. Ing. Dieter Schölnhorn

Strutture:

Bergmeister S.r.l.

Via Isarco, 1

I-39040 Varna (BZ)

Dr. Ing. Walter Weis

Geom. Michele Mellarini

Geologia:

Alpin Geologie

Via Luis Zuegg, 70/A

I-39012 Merano (BZ)

Dr. Geol. Simone Tacus

Dr. Geol. Lorenzo Bortolini

Baukanzlei Sulzenbacher & Partner

Via Goethe, 13

I-39031 Brunico (BZ)

Dr. Geol. Ursula Sulzenbacher

Dr. Geol. Alvaro Sequani

2. Obiettivi del documento

Il progetto di mitigazione del pericolo di piena dei Comuni di Sesto Pusteria e San Candido e la contestuale realizzazione del tunnel stradale a servizio della Circonvallazione Est del borgo pusterese riveste indubbia utilità per la protezione idraulica dei territori solcati dal Rio di Sesto, dalla Piccola Drava e dalla Drava e per la risoluzione dell'annoso problema del congestionamento da traffico veicolare. È stato pertanto redatto anche un attento Piano di Monitoraggio. La presente relazione illustra in via preliminare i principi e le modalità esecutive delle attività di monitoraggio che si intendono eseguire in merito a tutte le opere in progetto, sia stradali che sotterranee ed

idrauliche. Le azioni di monitoraggio ambientale previste per l'area di progetto si pongono i seguenti obiettivi:

- a) Monitorare gli eventuali impatti (previsti ed imprevisti) e rilevare le alterazioni ambientali che potrebbero manifestarsi durante l'esecuzione dell'opera ed in seguito dalla sua realizzazione;
- b) Indirizzare le scelte di realizzazione del progetto per ottimizzare l'efficienza degli interventi e minimizzare gli impatti;
- c) Valutare i miglioramenti ambientali derivanti dalla realizzazione del progetto sia a scala di area di interventi che in termini di area vasta;
- d) Predisporre un piano di monitoraggio a medio e lungo termine, identificando gli indicatori più idonei.

Nel presente documento vengono avanzate delle prime proposte per il monitoraggio dei previsti lavori della galleria stradale – scolmatrice che consentirà di mitigare opportunamente il pericolo di piena soprattutto nel Comune di San Candido. Si procederà inoltre anche a verificare la conformità rispetto alle previsioni di impatto ambientale individuate nello studio di impatto ambientale, sia nella fase di costruzione che in quella di esercizio. La proposta di Piano qui avanzata dovrà essere integrata, affinata ed aggiornata nelle prossime fasi di progetto e dovrà essere dettagliata dall'impresa esecutrice in base al programma lavori ed all'andamento dei lavori stessi.

Stante il particolare contesto paesaggistico ed ambientale ed i restrittivi vincoli paesaggistici ed ambientali presenti, il sistema di monitoraggio dovrà essere predisposto ed attivato il più possibile in anticipo rispetto all'esecuzione dei lavori per tutte le componenti strumentali installate all'esterno ed il più possibile in prossimità dei fronti di scavo per quanto riguarda le strumentazioni in sotterraneo. Per un'analisi dei vincoli gravanti sull'area di studio si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale redatto.

3. Definizione dei criteri di scelta dei punti di monitoraggio

3.1 Componenti ambientali interessate

Il presente Piano di Monitoraggio riguarda le seguenti componenti ambientali:

- Corridoi fluviali del Rio di Sesto e della Drava;
- Aria;
- Rumore;
- Illuminazione;
- Fauna e flora;
- Acque superficiali;
- Acque di falda;

- Acque nere;
- Ambienti di neoformazione non acquatici;
- Costruzioni in sottoterraneo e tunnel stradale;
- Suolo e sottosuolo;
- Terre e rocce da scavo;
- Paesaggio;
- Riufiuti;
- Traffico.

3.2 Criteri di ubicazione dei punti di monitoraggio

L'ubicazione ed il mantenimento dei punti di indagine ambientale saranno concordati in via definitiva con l'APPA provinciale, anche a seguito di accordi preventivi con i proprietari dei terreni individuati allo scopo. Le coordinate dei punti di monitoraggio saranno più precisamente determinate sulla base della documentazione progettuale di dettaglio (planimetria catastale) predisposta per l'assegnazione dei lavori di costruzione delle opere e saranno trasmesse all'APPA provinciale prima dell'inizio delle relative attività di monitoraggio.

3.3 Organizzazione del monitoraggio

A prescindere dal grado di conoscenza attuale dei territori che verranno interessati da tutte le lavorazioni previste, le attività di ricerca e monitoraggio saranno eseguiti prima, durante e dopo la realizzazione delle opere. Si distinguono sostanzialmente tre fasi di lavoro:

- **ante operam**: rilievo dello stato ambientale dei luoghi per stabilire un riferimento ("inalterato");
- **durante operam**: quantificazione degli scostamenti rispetto al riferimento di cui al punto precedente (identificazione di indici basati su dati misurabili);
- **post operam**, ovvero durante la fase di esercizio iniziale dell'opera realizzata.

La **fase ante operam** (*prima fase*) si svolgerà a ridosso e durante l'inaugurazione dei cantieri, in funzione delle diverse tipologie di indagine e soprattutto in funzione del comparto ambientale indagato. Le attività comprese nella fase ante operam si protrarranno per un intero anno. Alcuni ambienti di neoformazione (la cui esistenza è legata alla realizzazione stessa delle opere in progetto) non potranno ovviamente essere monitorati nella fase ante operam.

Durante la fase di cantiere (**durante operam**) saranno effettuate attività e valutazioni finalizzate alla scelta ed al successivo monitoraggio dell'efficacia degli interventi di ripristino di tutte quelle formazioni di valenza ecologico funzionale, con particolare riferimento agli ambiti acquatici ed agli interventi in sottoterraneo. Nella fase ante operam dovranno essere previsti rilievi dello stato ecologico dei luoghi, anche in termini di fauna ittica, in modo da avere un riferimento per il

successivo ripristino delle aree di cantiere. Queste indagini dovranno essere accompagnate anche da rilievi granulometrici in alveo, per valutare ad esempio gli effetti che la diversione delle piene esercita sulla distribuzione granulometrica del materiale di fondo alveo. Saranno infine effettuate analisi volte al controllo delle qualità delle acque presenti nelle aree di intervento.

Le indagini ed il monitoraggio **post operam** (*seconda fase*) saranno effettuati dopo la conclusione dei lavori. La tempistiche e durata delle indagini post operam saranno valutate in base ai tempi effettivi di realizzazione delle opere.

Eventuali ulteriori analisi e rilievi nella fase di realizzazione delle opere e nel post operam, non esplicitamente previsti in questo Piano, potranno essere presi in considerazione ed effettuati qualora ne venisse ravvisata l'opportunità da parte dei responsabili del Piano di Monitoraggio.

3.4 Codifica dei punti di monitoraggio

Per ogni punto di monitoraggio sarà coniato un codice identificativo univoco, strutturato in formato **XX-NN**, in cui:

- XX rappresenta la componente ambientale monitorata, ad esempio:
 - AS acque superficiali
 - PZ piezometri (acque profonde)
 - SU suolo e sottosuolo
 - VE vegetazione e flora
 - FA fauna ed ecosistemi
 - RU clima acustico e rumore
 - AT atmosfera e polveri
 - PAE paesaggio
- NN è il numero progressivo del punto di monitoraggio per ogni componente ambientale.

3.5 Scelta degli indicatori ambientali

Per ognuna delle componenti ambientali individuate sono stati selezionati gli indici e gli indicatori ambientali oggetto del monitoraggio in funzione dello specifico obiettivo di ognuna di esse.

COMPONENTE AMBIENTALE	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	INDICI E INDICATORI
Acque superficiali	Conservazione della qualità delle acque e delle biocenosi acquatiche	<ul style="list-style-type: none"> - Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) - Parametri chimici, chimico-fisici e microbiologici

- 1- **Tratto del Rio di Sesto in cui è prevista la realizzazione dell'opera di diversione delle portate di piena.** In questo tratto è prevista la realizzazione della grande opera di presa, la realizzazione di un nuovo attraversamento sul Rio di Sesto e l'imbocco Sud della galleria della nuova Strada Statale 52 Carnica. In un intorno di quest'opera sono previsti anche gli interventi di potenziamento delle briglie esistenti e la costruzione della nuova opera di trattenuta a monte dell'attraversamento della SS52 Carnica.
- 2- Area di realizzazione della **nuova galleria stradale / del nuovo scolmatore** di piena, in cui si concentreranno tutti i lavori in sotterraneo. Si considerano inclusi in quest'area anche i portali di accesso Nord e Sud e la galleria di adduzione delle portate derivate dall'opera di presa.
- 3- Porzione dei prati della Drava lungo i quali verrà realizzato il **nuovo rilevato stradale di collegamento alla SS49**. In quest'area si considerano inclusi anche il canale scatolare di restituzione delle acque di piena in Drava, l'opera di sfioro per l'alluvionamento programmato nei prati, il nuovo attraversamento stradale sulla Drava e l'areale della nuova rotatoria di innesto sulla SS49.
- 4- Il **centro abitato di San Candido e l'area a monte di Versciaco di Sopra**, in cui sono previsti interventi di adeguamento della capacità di deflusso lungo il Rio di Sesto e la Piccola Drava e le opere di mitigazione del maso "Peilhof". In questa posizione verranno implementate anche tutte quelle azioni di monitoraggio volte a monitorare i flussi di traffico pesante per l'approvvigionamento di materiali propedeutici alla realizzazione delle opere in progetto, incluso ovviamente anche il monitoraggio della qualità dell'aria (polveri, rumore).

Nelle prossime fasi di progetto ed in ogni caso prima dell'inizio dei lavori dovrà essere predisposta una dettagliata cartografia con l'elenco e le specifiche di tutte le stazioni di monitoraggio, elencando tutte le attività previste per ciascuna stazione ed il loro cadenzamento temporale.

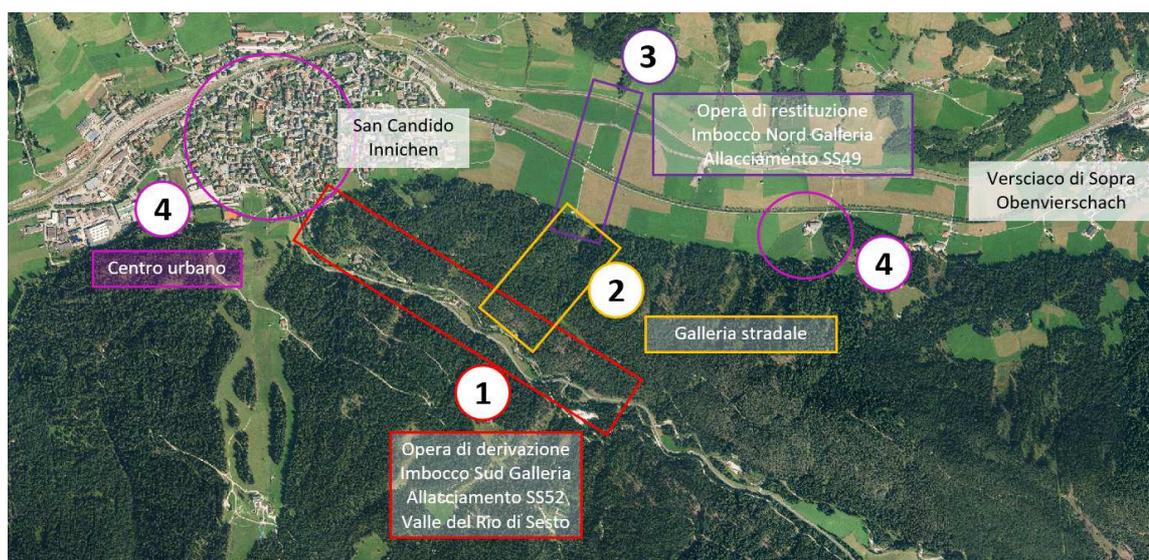


Figura 1. Individuazione delle aree in cui si concentreranno le azioni di monitoraggio previste.

In Figura 2 si riporta una proposta per la dislocazione sul territorio del Comune di San Candido dei siti di monitoraggio. Tale proposta non è definitiva e non è da ritenersi esaustiva e potrà essere discussa ed integrata nell'ambito del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale in seno alla Conferenza dei Servizi in materia ambientale della Provincia Autonoma di Bolzano. Tutte le prescrizioni e le osservazioni che verranno avanzate in tale sede verranno necessariamente inserite nella documentazione del progetto esecutivo. Nell'ambito delle previste attività di monitoraggio si è tenuto conto anche delle installazioni e della sensoristica che verrà implementata per la gestione e l'attivazione del sistema di bypass idraulico, così come descritta nel Documento Preliminare di Protezione Civile (D-R-110-145-0).

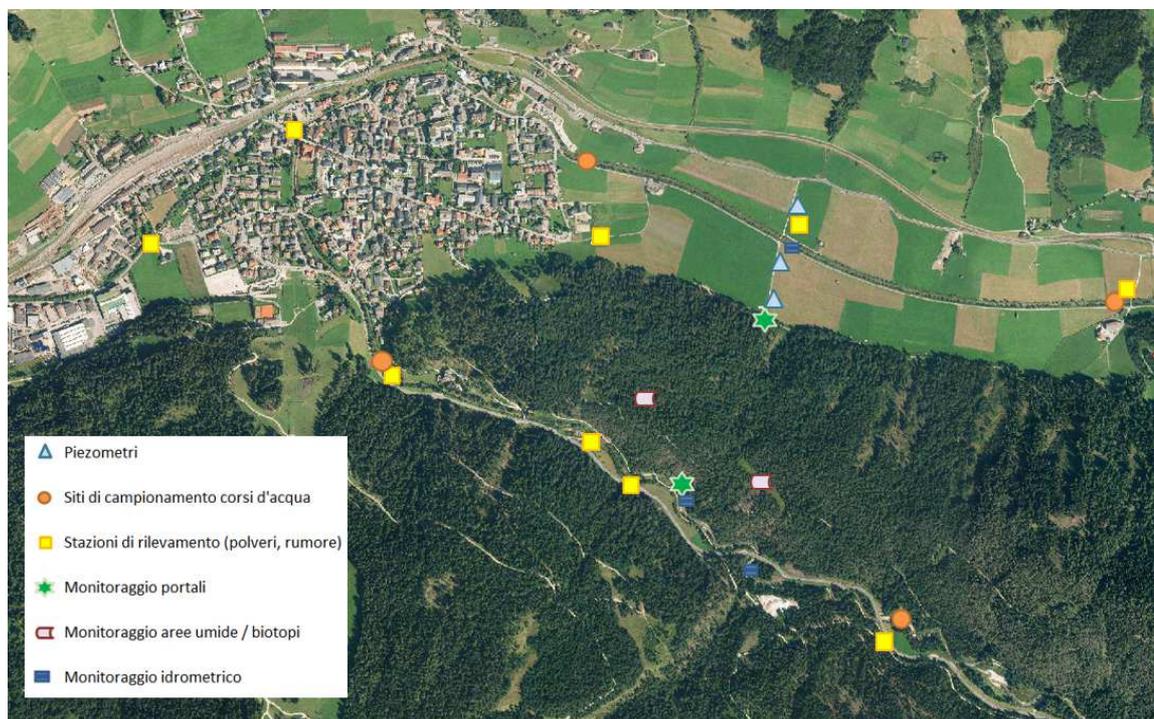


Figura 2. Proposta di localizzazione dei siti di monitoraggio.

5. Approccio metodologico

Al fine di confezionare un proposta di Piano di Monitoraggio che sappia considerare tutti gli aspetti in gioco, sono state individuate le componenti ambientali ed ecosistemiche ad elevata valenza indicatrice per caratterizzare e monitorare lo stato dei vari comparti ambientali presenti nell'area di intervento e nell'area vasta, secondo un approccio integrato al monitoraggio.

Comparti ambientali ed ecosistemic

- Ambienti di area vasta (foreste, prati, ambienti agricoli);
- Ambienti perfluviali lungo il corso del Rio di Sesto, della Piccola Drava e della Drava;
- Corsi d'acqua e/o corpi idrici interessati dai lavori;
- Ambienti umidi;

- Ambienti di neoformazione non acquatici;
- Suolo e sottosuolo;
- Aria ed inquinamento acustico.

Componenti ecosistemiche indicatrici

- Stato fisico-chimico e microbiologico delle acque;
- Caratterizzazione fisica, chimica ed ecotossicologica dei materiali di scavo;
- Comunità indicatrici delle acque correnti (macrofite, macroinvertebrati, pesci);
- Integrità idromorfologica degli habitat acquatici e dei corsi d'acqua interessati;
- Specie vegetali, avifauna, mammiferi, anfibi;
- Sicurezza sul lavoro;
- Qualità della vita della popolazione residente e turisti.

Sulla scorta di tali macro-indicatori si è sviluppato un pacchetto, molto articolato data la complessità dell'opera, di azioni di monitoraggio nei diversi comparti ambientali prima citati.

6. Descrizione delle attività di monitoraggio nei diversi comparti ambientali

6.1 Corridoi fluviali del Rio di Sesto e della Drava

Nell'area di intervento il corridoio fluviale del Rio di Sesto sarà oggetto di attività che ne modificheranno, seppur in modo limitato, l'idrologia, la morfologia e le caratteristiche delle cenosi presenti. Allo scopo di valutare correttamente gli impatti del progetto saranno effettuati ante operam rilievi di indicatori quali la vegetazione presente nel corridoio fluviale, odonati, indici IFFI e IQMm. Si provvederà in sostanza a caratterizzare lo stato di fatto ambientale in modo da procedere con l'aggiornamento di tutti i rilievi già effettuati oltre 10 anni fa in occasione del Piano dell'Area Fluviale "PRODRAU" in modo da apprezzarne le eventuali differenze. I risultati della campagna di rilievi fungeranno poi come base di lavoro per la valutazione degli effetti in corso d'opera imputabili alla realizzazione dei diversi interventi. Parimenti, come discusso in seguito, si prevede anche una caratterizzazione delle popolazioni ittiche presenti. Nel tratto compreso nell'area d'intervento, sarà effettuato il rilievo della vegetazione presente nel corridoio fluviale per la valutazione delle naturalità. Tale attività verrà effettuata realizzando un Inventario delle specie vegetali presenti lungo il corridoio fluviale facendo corrispondere a ciascun tratto (individuato tramite rilievo dell'IFF) l'attribuzione di tipologie di formazioni vegetali/tipologie di uso del suolo. Saranno individuate le specie caratteristiche, quelle di particolare rilevanza floristica e quelle indicanti disturbo antropico, di concerto con gli Uffici competenti della Provincia Autonoma di Bolzano. In particolare verrà valutata la presenza di specie esotiche e tra queste sarà effettuato il rilievo di quelle trasformatrici. Il rilievo tramite Inventario sarà condotto nella fase ante-operam ed in quella post-operam. Durante

le fasi di cantiere saranno comunque effettuati rilievi periodici finalizzati al monitoraggio delle specie esotiche trasformatrici.

Per valutare l'evoluzione dell'integrità ecologica degli ambienti acquatici saranno condotti, nel post operam, rilievi della comunità di Odonati con raccolta delle esuvie e osservazione degli adulti. I dati raccolti daranno la possibilità di elaborare indici di integrità e livello di evoluzione degli ambienti acquatici e ripariali del Rio di Sesto e delle connesse aree di neoformazione.

Sarà effettuato il rilievo dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF), dell'Indice di Qualità degli Habitat (IQH_IFF) e dell'Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (IQMm). I rilievi verranno condotti nella fase ante operam e post operam. Saranno comunque analizzati anche i dati derivanti dai rilievi dell'IFF e dell'IQMm effettuati a partire dalle indagini pregresse effettuate lungo il Rio di Sesto ed il Fiume Drava. Sarà infine eseguito un confronto per misurare lo stato di alterazione o di non alterazione dei luoghi.

Si provvederà infine anche a monitorare i valori dei tiranti idrici nelle tre stazioni in cui è prevista l'installazione dei sensori di livello e/o dei misuratori ad ultrasuoni, precisamente presso la nuova briglia di trattenuta di monte, l'opera di presa e nell'intorno della restituzione delle acque nel fiume Drava, ricordando che in quest'ambito è prevista l'installazione di un nuovo misuratore di livello ad ultrasuoni presso il nuovo ponte stradale sulla Drava.

6.2 Aria

6.2.1 Generalità

Per quanto riguarda questo comparto ambientale si possono prevedere le seguenti azioni di monitoraggio.

- **Rilievo polveri nelle aree di cantiere**, con lo scopo di monitorare in continuo la quantità di particelle sospese in aria e rilevare di conseguenza la presenza di polveri nelle aree soggette alla maggiore movimentazione di materiale ed al maggior passaggio di mezzi pesanti. Tale azione si esplicherà in tutte e quattro le macro-aree di indagine. Le analisi potranno essere eseguite con tecnologia *Laser Scattering*, i dati dovranno essere acquisiti in continuo ed eventualmente trasmessi tramite GSM. I siti di campionamento dovranno essere opportunamente distribuiti sul territorio interessato dallo spostamento dei mezzi (vedasi la proposta in Figura 2). I risultati del monitoraggio saranno utili per l'implementazione di eventuali misure di mitigazione.
- **Rilievo gas di scarico**. Si ritiene utile la rilevazione di eventuali anomalie per quanto concerne l'inquinamento dell'aria a causa della presenza dei cantieri ed al transito dei mezzi di cantiere. Il rilievo dei parametri avverrà secondo le prescrizioni normative del D.Lgs. 155/2012 tramite la predisposizione di un laboratorio mobile. Le campagne dovranno essere effettuate ante operam ed in continuo durante l'esecuzione dei lavori.

- **Rilievo gas in galleria.** Presso i fronti di scavo, sarà predisposto il rilievo di gas pericolosi tramite strumentazione tecnica, da realizzarsi in continuo. Ogni operatore che lavorerà presso i fronti di scavo sarà dotato di tale dispositivo. Si ritiene infatti prioritario verificare le condizioni di salubrità dell'aria, tale azione risulta utile anche per avere un feedback diretto sull'efficienza dei sistemi di depurazione dell'aria all'interno della galleria e per la predisposizione di eventuali migliorie.

6.2.2 Metodologia di rilevamento

Il procedimento di raccolta del campione, che avviene mediante una stazione di misura operante a portata volumetrica costante in ingresso e dotata di sistema automatico per il controllo della portata che preleva aria attraverso un'apposita testa di campionamento e un successivo separatore a impatto inerziale, è definito dalla norma UNI EN 12341 2001. La misurazione delle polveri PM10 verrà quindi condotta con strumentazione conforme alle attuali norme vigenti, così come indicato nel D.Lgs. 13 agosto 2010 n.155 che descrive le caratteristiche del sistema campionante, del filtro e le condizioni operative della stazione di misura.

Nel caso di attività regolari e di alimentazione elettrica della centralina, il valore di concentrazione sarà restituito come il valore medio di campionamento, come indicato nella normativa vigente, effettuato nell'arco di 24 ore, con inizio dalle 00:00 e fine alle ore 24:00 dello stesso giorno. Il campionamento degli NOx sarà eseguito mediante analizzatore in continuo. Il metodo utilizzato per i campionamenti è quello descritto nella norma UNI EN 14211:2005 a cui fa riferimento il Decreto Legislativo 155/2010. La determinazione degli ossidi di azoto avviene tramite fotometria, misurando la radiazione chemiluminescente emessa (610 nm) per reazione fra l'ossido di azoto (NO) e l'ozono (O3), prodotto all'interno dello strumento stesso. La determinazione degli ossidi di azoto totali (NOx) avviene come descritto sopra previo passaggio dell'aria da analizzare attraverso un convertitore, posto prima della camera di misura, che trasforma il biossido di azoto in monossido di azoto.

Contestualmente ad ogni campagna di misura che seguirà l'avanzamento dei cantieri saranno monitorati, mediante due stazioni meteorologiche fisse, la temperatura ambientale, l'umidità relativa, la pressione atmosferica, la direzione e la velocità del vento e la radiazione solare. La stazione meteorologica fissa, in una posizione sufficientemente rappresentativa dal punto di vista spaziale, verrà mantenuta per tutta la durata dei cantieri.

6.2.3 Articolazione temporale del monitoraggio

Tutte le attività di cantiere saranno caratterizzate da varie fasi in ciascuna delle quali sarà impegnato un determinato numero di mezzi e sarà movimentato un ben definito volume di terreno. Nell'ipotesi di regolare attività, poiché le fasi si possono susseguire in tempi anche ristretti, per ogni ricettore verrà installata una stazione di monitoraggio per un periodo non inferiore a 5 giorni

lavorativi, tale da intercettare almeno una delle fasi di cui sopra, privilegiando quelle che presuppongono scavi e movimentazione di terre. La durata del monitoraggio in corrispondenza del singolo ricettore potrà essere pertanto di fatto variabile in funzione della rappresentatività delle misure in relazione alle varie fasi di cantiere. Per il singolo ricettore non è prevista comunque più di una campagna di rilevamento e per ogni giornata di misura dovrà risultare una descrizione precisa delle attività di cantiere svolte.

6.3 Rumore

6.3.1 Generalità

Per quanto concerne le emissioni acustiche imputabili all'esecuzione dei lavori si possono prevedere ripetute campagne di rilevamento, in primis ad inizio lavori al fine di valutare lo stato pre-interventi ed identificare i possibili disagi attesi dai recettori sensibili posti nelle zone limitrofe ai cantieri una volta attivati. Per ciascuna tipologia di intervento è stata redatta una Valutazione Previsionale di Impatto Acustico, per stimare le condizioni sonore che si potranno verificare su determinati recettori a seguito dell'inserimento di una o più sorgenti (fisse o mobili) nel contesto territoriale esistente. Come riportato in Figura 2 sono stati selezionati alcuni possibili obiettivi da monitorare. Effettuata la valutazione ante operam, il numero e la posizione degli obiettivi potranno cambiare. Sono state effettuate delle indagini fonometriche ai sensi del D.M. 16 marzo 1998, del D.P.C.M. 14.11.1997 e della L.P. 5.12.2012 Nr. 20 al fine di caratterizzare lo stato ex ante. Dopo questa prima rilevazione ante operam, la campagna sarà ripetuta in fase di cantiere ogni qual volta inizi una lavorazione che abbia un impatto acustico ritenuto non accettabile, non conforme ai limiti di legge o in seguito a concertazione con gli Uffici provinciali competenti. Con tale campagna di monitoraggio sarà possibile verificare direttamente l'efficacia delle misure adottate per il contenimento dell'impatto acustico e procedere eventualmente ad una loro modifica e/o ad un loro potenziamento.

6.3.2 Metodologia di rilevamento

Le misure si effettueranno con tecnica di campionamento durante il periodo diurno periodo diurno 6.00-22.00 considerando che le attività di cantiere, in una giornata tipo, avranno inizio alle ore 7.30 per concludersi approssimativamente alle ore 17.30. Gli indicatori ambientali del rumore sono tratti dal DPCM 1.03.1991 e DPCM 14.11.1997 e ss.mm.ii. per la valutazione del rumore diurno ed in particolare:

- Limite differenziale notturno,
- Limite di immissione diurno.

Durante il monitoraggio il passo di campionamento della registrazione sarà di 1 secondo, in modo tale da avere una risoluzione del segnale tale da consentire l'analisi spettrale e l'individuazione dei contributi dei singoli tipi di sorgenti in caso di necessità. I valori così rilevati

verranno poi mediati in maniera logaritmica per ottenere i valori di Leq ed i valori percentili della postazione ove sono state effettuate le misure. Per i rilievi fonometrici verranno utilizzati un fonometro ed un calibratore conformi alle indicazioni riportate nel D.M.A. 16/03/1998. Come richiesto dallo stesso decreto, la strumentazione verrà calibrata prima e dopo ogni ciclo di misura.

6.3.3 Articolazione temporale del monitoraggio

Per ogni recettore verrà effettuata una misurazione ante operam, per caratterizzare il clima acustico prima dell'inizio dei lavori. Successivamente verranno realizzati altri rilievi, cioè un rilievo fonometrico per ognuna delle fasi di cantiere individuate come quelle che potrebbero creare delle criticità acustiche sui recettori limitrofi. I rilievi seguiranno il cronoprogramma delle attività di cantiere (si veda il Cronoprogramma, Elaborato PD-R.17 del Progetto Definitivo), prevedendo un confronto diretto tra i tecnici che eseguiranno i rilievi e la direzione dei lavori.

6.4 Illuminazione

Si ritiene necessario anche avviare una campagna di valutazione dell'inquinamento causato dall'illuminazione delle aree di cantiere sulle aree limitrofe, al fine di valutare direttamente l'efficacia delle misure previste. Si procederà ad individuare i recettori più vicini, si eseguirà una campagna ante operam che successivamente verrà replicata a cadenza semestrale o annuale a seconda dei riscontri in cantiere.

6.5 Fauna e Flora

6.5.1 Premessa

Dato il contesto di pregio naturalistico ed ambientale in cui le opere verranno realizzate si ritiene indispensabile procedere con la valutazione degli impatti ambientali generati sulle componenti floro-faunistiche di rilevanza per la conservazione e la funzionalità ecologica del territorio interessato dai lavori.

6.5.2 Rilievo faunistico

Si ritiene utile procedere con un rilevamento della presenza della fauna nelle zone interessate dai cantieri in modo da quantificare gli eventuali mutamenti in termini di presenza durante l'esecuzione dei lavori ed implementare eventuali misure di mitigazione dei disagi arrecati. Saranno predisposti alcuni siti di rilevamento presso gli imbocchi della galleria e lungo i versanti sopra l'opera di presa su entrambi i lati della Valle del Rio di Sesto. Ante operam si possono prevedere due campagne di rilevamento nella stagione primaverile ed estiva, durante l'esecuzione dei lavori la numerosità delle campagne dovrà aumentare (una per ogni stagione). Seguirà una fase di rilevamento post operam. Le campagne di rilievo delle comunità animali target (da definire di concerto con gli Uffici ambientali competenti) saranno condotte a partire dalla stagione riproduttiva dell'annualità di monitoraggio ante operam e durante la stagione riproduttiva compresa nell'anno di monitoraggio post operam.

fine di rilevare la vegetazione e la composizione floristica soprattutto delle zone prative in corrispondenza delle aree di cantiere. Lo stato di fatto dovrà essere rilevato ad inizio lavori, con l'obiettivo di verificare la qualità e la presenza della vegetazione erbosa e ripariale e le potenziali interferenze territoriali con le aree di cantiere. Si procederà all'individuazione di zona da tutelare, predisponendo lo sterro di zolle da salvaguardare e trasportare in aree idonee per essere ripristinate a fine lavori (conservazione in/ex situ). Questa operazione potrebbe risultare utile per la semina delle sponde e dei rilevati stradali a fine lavori (con tecniche di rinaturalizzazione o di rinverdimento posto operam) con sole specie autoctone, prevedendo il prelievo semi / fiorume della flora autoctona.

6.5.5 Metodologia di rilevamento

All'interno di "aree campione" rappresentative del tipo di vegetazione da monitorare, verranno eseguiti i seguenti rilievi:

- **Rilievi strutturali**, al fine di caratterizzare le componenti strutturali che formano la cenosi, quali:
 - Individuazione dei piani di vegetazione presenti;
 - Altezza dello strato arboreo, arbustivo ed erbaceo;
 - Grado di copertura dello strato arboreo, arbustivo ed erbaceo;
 - Pattern strutturale della vegetazione arbustiva ed arborea (altezza totale, altezza inserzione della chioma, dimensioni della chioma);
 - Rilievo della rinnovazione naturale.
- **Rilievi floristici**, consistenti nel rilevamento delle specie presenti nei vari piani di vegetazione individuati. Le specie verranno classificate in base alla forma biologica ed alla nomenclatura indicate nella Flora d'Italia.

Per quanto riguarda il posizionamento della flora arbustiva lungo la recinzione dell'invaso occorrerà, nel triennio successivo al completamento dell'opera, verificare il grado di attecchimento delle specie introdotte, il loro stato fitosanitario ed individuare eventuali fallanze per un successivo reintegro.

A riguardo del ripristino della vegetazione erbacea nelle aree interessate da disturbo durante la fase di cantiere, occorre considerare che la realizzazione delle opere previste, pur non interessando vegetazioni di pregio, comporterà inevitabilmente, a seguito di interventi di movimento terra e di transito di mezzi meccanici, disturbo alla vegetazione erbacea circostante le aree del costituendo invasivo. Per tale motivo andrebbe realizzato uno studio dettagliato ante operam per caratterizzare la flora dei campi, degli incolti e dei sentieri nelle aree circostanti l'invaso ed effettuare dei rilievi post operam al fine di verificare se le sistemazioni proposte a fine progetto abbiano avuto l'efficacia di consentire il ripristino funzionale degli agroecosistemi interessati e si

sia ottenuto il ripristino delle caratteristiche originarie della flora infestante gli agroecosistemi. Il monitoraggio ante operam dovrà essere attuato durante la stagione primaverile, nella quale vi è un optimum di crescita e fioritura delle specie e almeno per un triennio nella fase post operam, sempre utilizzando il periodo primaverile che garantisce il miglior periodo per definire la caratterizzazione floristica dell'area.

Il rilievo della vegetazione dovrà essere fatto mediante indagine di campo che consenta di realizzare una check-list delle specie vegetali presenti secondo la più aggiornata nomenclatura tratta dalla recente Flora d'Italia di Pignatti (2017-2019) e utilizzo del classico metodo della Scuola Sigmatica, cioè mediante rilievi fitosociologici con gli indici di abbondanza/dominanza secondo la scala di Braun Blanquet.

6.5.6 Articolazione temporale del monitoraggio

Il monitoraggio si articolerà nelle seguenti fasi:

- **Fase ante operam:** Nr. 1 campagna di misura annuale;
- **Fase di cantiere:** nessun rilievo sarà svolto durante la fase di cantiere, ad eccezione dei controlli sui singoli esemplari in corrispondenza delle sezioni di maggior interferenza, soprattutto lungo la traccia dei futuri cavidotti interrati;
- **Fase post operam:** Nr. 2 campagne di misura all'anno a distanza di 6 mesi per i primi (aprile/maggio – novembre) tre anni a partire dall'anno successivo al completamento dei ripristini vegetazionali e una campagna di misura l'anno (aprile/maggio) per gli ultimi due anni. In totale sono previsti 5 anni di campionamento.

6.5.7 Approcci specifici

6.5.7.1 Monitoraggio di anfibi e rettili

I metodi di monitoraggio utilizzati variano considerevolmente da specie a specie, e anche in relazione alla tipologia di habitat. Si individueranno metodi di monitoraggio poco invasivi, standardizzabili e rapidi da realizzare

Generalmente la metodologia utilizzata per il monitoraggio delle specie di anfibi e rettili segue i criteri e i protocolli ormai collaudati negli ultimi anni: verranno effettuate perlustrazioni diurne e notturne (queste ultime effettuate con l'utilizzo di lampade alogene) dei potenziali siti riproduttivi, finalizzate all'osservazione diretta degli adulti, uova e larve; inoltre, si effettueranno censimenti anche per mezzo di identificazione al canto. Nel corso delle visite le raccolte d'acqua verranno campionate con l'uso di appositi retini a maglia fine con manico telescopico, che consentono la cattura soprattutto di tritoni e di larve di Anuri; visite serali ai potenziali siti riproduttivi finalizzate all'ascolto delle vocalizzazioni dei maschi dei diversi taxa di Anuri. Lungo i passaggi della viabilità

il conteggio viene fatto con osservazione diretta dei passaggi su strada e nei sottopassi sia degli schiacciamenti, durante i periodi di migrazione degli anfibi.

In merito ai rettili, i monitoraggi saranno effettuati tramite il metodo del transetto lineare lungo le fasce ecotonali, nelle vicinanze dei punti in cui verranno realizzate le opere e negli orari potenzialmente più idonei alle attività di termoregolazione. Tale metodo d'indagine consiste nella registrazione del numero di individui osservati da ciascun rilevatore durante una determinata unità di tempo, indagando tutti i microhabitat favorevoli in condizioni climatiche giudicate idonee per l'attività delle specie studiate.

6.5.7.2 Monitoraggio dei micromammiferi e della ittiofauna

Per quanto riguarda il monitoraggio dei micromammiferi relativo alla teriofauna, sarà svolto tramite caratterizzazione delle borre di Strigiformi: i rapaci rigettano periodicamente ossa, peli, penne e parti chitinose sotto forma di ammassi ellissoidali o cilindrici, chiamati "borre". Dall'esame di questi è possibile riconoscere i micromammiferi predati. Il metodo dell'esame delle borre si conferma utile a scopi conoscitivi ed applicativi circa i popolamenti di micromammiferi terricoli ed il sistema trofico che lega questi ultimi agli strigiformi loro predatori, sistema interessante anche ai fini di una valutazione ambientale. Per ciò che concerne invece il monitoraggio della ittiofauna, è prevista l'analisi della struttura e della distribuzione delle popolazioni di pesci presenti che sarà eseguita attraverso campionamenti realizzati con la tecnica della pesca elettrica. Per ottenere stime quantitative le operazioni di cattura saranno effettuate mediante due passaggi ripetuti in settori dei corpi idrici preventivamente delimitati. Si prevedono campagne ripetute lungo il Rio di Sesto, il fiume Drava ed all'occorrenza anche sulla Piccola Drava.

6.5.7.3 Monitoraggio degli uccelli e dell'avifauna

Gli uccelli nidificanti saranno oggetto di un censimento attuato tramite il metodo del mappaggio. Si tratta di un censimento di tipo assoluto che consente la confrontabilità dei risultati tra siti diversi o, nell'ambito del medesimo sito, tra anni diversi. Il mappaggio comporta la realizzazione di un congruo numero di visite nel periodo primaverile-estivo, avendo l'accortezza di scaglionarle lungo l'intero periodo riproduttivo (da aprile a luglio). A tale scopo verrà preventivamente individuata una rete di percorsi che consenta, per quanto possibile, un'omogenea copertura delle aree di studio. Le visite saranno effettuate alle prime ore dell'alba, quando più intensa è l'attività e il comportamento territoriale degli Uccelli. Alcune specie dell'avifauna aventi abitudini notturne saranno altresì investigate tramite apposite uscite notturne nel corso delle quali verranno opportunamente stimolate con l'ausilio della registrazione delle loro vocalizzazioni.

6.6 Acque superficiali

6.6.1 Generalità

Al fine di verificare la qualità dei corpi idrici durante e dopo l'esecuzione dei lavori saranno predisposti dei siti di campionamento individuati lungo il Rio di Sesto ed il Fiume Drava. La rete di monitoraggio verrà implementata sull'esistente rete di monitoraggio provinciale. Una prima proposta di localizzazione è illustrata in Figura 2. Si potranno prevedere:

- Misure di qualità delle acque (analisi fisiche, chimiche e batteriologiche);
- Misure per il monitoraggio biologico mediante l'utilizzo dell'indice STAR ICMi (secondo il DM 260/10) nonché misure di portata idrica (con mulinello idraulico, Flow Tracker o simili);
- Rilevi diretti della torbidità delle acque, da effettuarsi manualmente (cono Imhoff) o in continuo con opportune sonde di rilevamento.

Sarà necessario predisporre anche misure in continuo per il controllo della torbidità delle acque del Rio di Sesto e del Fiume Drava (ad esempio a San Candido e nei pressi di Versciaco di Sopra), ad esempio tramite l'implementazione di stazioni torbidimetriche fisse. Dopo una prima campagna conoscitiva ante operam, di fatto descritta nella Relazione limnologica ed ecologica, le rilevazioni e le valutazioni dovranno essere ripetute durante i lavori ogni tre mesi e dopo il termine di lavori ogni sei mesi per i primi due anni di esercizio dell'opera.

6.6.2 Articolazione temporale del monitoraggio

Il monitoraggio previsto per ogni sito di indagine si articolerà nelle seguenti fasi:

- **Fase ante operam:** sono previsti 4 campionamenti da effettuarsi entro l'inizio dei lavori, uno per ogni stagione. Nel caso dei macroinvertebrati, non si prevede il campionamento ante operam per la stagione invernale.
- **Fase di cantiere:** è previsto un campionamento in una fascia temporale annua compresa tra l'inizio dei lavori e l'inizio delle attività di ripristino a seconda delle zone. Le misure di torbidità dovranno essere effettuate invece con frequenza elevata, da stabilirsi di concerto con gli Uffici provinciali competenti.
- **Fase post operam:** sono previsti 4 campionamenti per due anni da eseguire conclusa la fase del ripristino idraulico. Anche in questo caso non si prevede in campionamento dei macroinvertebrati nelle stagioni invernali.

Il campionamento post operam verrà ripetuto per i primi 2 anni. Nel caso in cui si dovessero rilevare anomalie imputabili alla costruzione delle opere idrauliche e/o del nuovo asse stradale, le misure si ripeteranno anche negli anni successivi, fino a stabilizzazione dei parametri.

6.9 Ambienti di neoformazione non acquatici

Soprattutto nei prati della Drava, dove è prevista la diversione controllata di una parte dei volumi di piena derivati dal Rio di Sesto, risulterà importante in fase di esercizio monitorare la situazione in merito alla formazione di eventuali ambienti di neoformazioni non acquatici imputabili all'alluvionamento delle aree ed alla deposizione di materiale solido in sospensione, qualora presente. Sarà pertanto da prevedersi la caratterizzazione delle cenosi vegetali presenti all'interno delle aree di laminazione contenimento previste allo scopo di valutarne la funzionalità ecologica. Il rilievo e l'analisi di tali comunità saranno condotti durante la stagione vegetativa compresa nell'annualità di monitoraggio post operam e/o dopo l'eventuale alluvionamento delle aree prative. Un programma dettagliato di monitoraggio potrà essere predisposto alla fine dei lavori.

6.10 Costruzioni in sotterraneo e tunnel stradale

6.10.1 Premessa

Sulla scorta di quanto riportato precedentemente, in linea di massima le azioni di monitoraggio saranno concentrate nella fase di realizzazione della nuova galleria e di tutte le opere in sotterraneo, come la galleria di adduzione delle portate di piena e la camera di dissipazione sotterranea. Si possono prevedere i seguenti principi guida:

- Verifiche in corso d'opera della propagazione delle onde sismiche di comportamento tenso-deformativo degli ammassi rocciosi interessati dagli scavi;
- Controlli sistematici e continui dei parametri chiave e messa di disposizione tempestiva dei dati strumentali rilevati per la verifica delle condizioni di stabilità e di sicurezza di tutti quegli elementi ritenuti vulnerabili siti in prossimità della galleria o e delle relative vie di fuga;
- Monitoraggio dei fronti di scavo;
- Controllo e monitoraggio delle sorgenti;
- Controllo e monitoraggio delle acque di drenaggio della galleria;
- Controllo e monitoraggio visivo dei pendii a monte dei portali e sopra l'opera di presa.

6.10.2 Monitoraggio ante operam

In via preventiva, è stato eseguito un primo rilievo dello stato di fatto dei versanti prospicienti le aree dei portali, il rilievo della consistenza e della dotazione delle sorgenti eventualmente presenti (anche se ad oggi non censite e/o non ufficiali) ed il rilievo delle aree umide presenti sul Monte di San Candido. Con riferimento ai profili geomeccanici e di monitoraggio, il monitoraggio successivo prima dell'inizio dei lavori potrà comprendere le seguenti tipologie di strumenti:

- Sezioni trasversali con misure topografiche comprendenti alcuni capisaldi sul piano campagna, disposti lungo un allineamento ortogonale alla galleria;

- Sezioni trasversali comprendenti assestimetri e inclinometri ubicati in prossimità degli imbocchi secondo quanto indicato nei profili geomeccanici e di monitoraggio;
- Piezometri, ubicati possibilmente nei medesimi allineamenti del resto della strumentazione.

6.10.3 Monitoraggio in fase di esecuzione

Il monitoraggio in corso d'opera dovrà essere finalizzato a valutare gli andamenti dei vari parametri considerati significativi, in relazione alle fasi costruttive, ai materiali scelti ed alle geometrie in gioco, con particolare riguardo alla sicurezza. Per quanto concerne tutte le lavorazioni in sotterraneo e/o che prevedano ingenti spostamento di terreno, si possono prevedere in via preliminare le seguenti azioni.

- **Monitoraggio strutturale.** Da eseguirsi con dettagliati rilievi fotografici, posizionamento di fessurimetri sulle fessure evidenti per poter rilevare eventuali spostamento e la loro entità.
- **Monitoraggio vibrometrico.** Data l'assenza di strutture o ricettori sensibili nelle immediate vicinanze delle aree di scavo si ritiene possibile omettere tale azione. Nella prossima fase di progetto sarà valutata l'effettiva esigenza di tale azione.
- **Monitoraggi dall'esterno.** La misura degli spostamenti della superficie del terreno e del sottosuolo sono ritenuti di primaria importanza per la verifica dei potenziali rischi di danneggiamento di tutte le infrastrutture presenti in un ragionevole intorno della galleria per l'insorgere di eventuali cedimenti differenziali conseguenti all'apertura dei fronti di scavo. Considerate le altezze dei fronti di scavo presso i portali (si rimanda agli elaborati di progetto per una loro quantificazione), anche questi ultimi dovranno essere monitorati. Potrà essere effettuato tramite:
 - Livellazione geometrica lungo sezioni ortogonali all'asse degli scavi con punti di controllo materializzati sul terreno o sulle strutture;
 - Rilievi inclinometrici verticali di precisione.

Data l'assenza di strutture o ricettori sensibili nelle immediate vicinanze delle aree di scavo si ritiene possibile omettere azioni come la livellazione geometrica degli edifici, in quanto inconcludente al fine delle valutazioni da effettuare.

- **Monitoraggio dei parametri tenso-deformativi.** Potrà essere eseguito attraverso l'allestimento di specifiche sezioni di monitoraggio installate il più possibile in prossimità del fronte di scavo (ad es. chiodi di convergenza attrezzati con mire bi-riflettenti, estensimetri multibase a foro, celle di pressione radiale o tangenziale, tubi a pressione per sonde di flusso etc.).
- **Monitoraggio sorgenti e zone umide.** Durante l'esecuzione degli scavi dovranno essere monitorate le sorgenti eventualmente censite sul Monte di San Candido e le due aree umide presenti, con cadenza mensile durante le fasi di scavo e perdurare per 12 mesi dopo

l'ultimazione dello scavo con intervalli di misura bimensili (parametri: temperatura acqua e aria, portata, conducibilità elettrica). I controlli visivi dovranno avvenire settimanalmente con l'avvicinarsi dei fronti di scavo.

Grandezza da misurare	Strumento adatto
Cedimenti e deformazioni in superficie e sui manufatti	Monitoraggio topografico con stazione totale e mire ottiche
Deformazioni del cavo della galleria	Stazioni di monitoraggio topografico del cavo (misure di convergenza)
Andamento delle deformazioni nell'intorno della cavità	Inclinometri Estensimetri Assestimetri
Deformazioni longitudinali nel terreno o ammasso roccioso a tergo del fronte di scavo (estrusioni del nucleo)	Estensimetro incrementale
Pressioni radiali sugli elementi di sostegno del cavo	Celle di pressione
Carichi assiali sulle centine	Celle di carico rettangolari per centine
Deformazioni assiali nelle centine	Barrette estensimetriche per metallo
Deformazioni assiali e sollecitazioni nel rivestimento definitivo in calcestruzzo (arco rovescio e calotta)	Barrette estensimetriche per calcestruzzo
Misura dei livelli di falda o delle pressioni neutre	Piezometri

Tabella 2. Strumentazione per il monitoraggio di uno scavo in sotterraneo (SPEA, 2011).

- **Monitoraggio acque di drenaggio della galleria.** Le acque di drenaggio della galleria e le acque reflue delle lavorazioni dopo essere state depurate dovranno essere monitorate di continuo prima di essere immesse nel corpo idrico recettore in modo da garantire il rispetto dei limiti da normativa.
- **Monitoraggio pendii.** Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere monitorati i pendii prospicienti ai due portali Nord e Sud ed all'opera di presa. Saranno previste ispezioni visive cadenzate temporalmente ed ispezioni mirate dopo eventi meteorici o nevosi particolarmente intensi.

6.10.4 Monitoraggi in fase di esercizio

Il monitoraggio in fase di esercizio avrà invece come obiettivo principale di registrare le eventuali variazioni a lungo termine dei parametri e quindi di permettere la valutazione delle cause, strutturali o esterne di qualsiasi natura, che abbiano determinato tali variazioni. Il monitoraggio in questo caso si baserà su analoga strumentazione geotecnica, ma necessariamente su sistemi centralizzati di acquisizione dati, postazioni remote, quadri sinottici riepilogativi dell'intero sistema o delle sue parti, piuttosto che su centraline di misura portatili e/o autonome.

6.10.5 Acque di drenaggio della galleria

All'esterno della galleria, tutte le acque drenate dovranno essere trattate e si dovrà procedere con accurate analisi chimiche e batteriologiche (ai sensi dell'Allegato D Legge Provinciale 18 giugno 2002 Nr. 8 e del DGP nr. 781 del 29 maggio 2012). Si ritiene utile includere anche misure per

valutare la possibile perturbazione termica nei corsi d'acqua. Il cadenzamento di tali operazioni dovrà essere determinato prima dell'avvio dei lavori in sede di progettazione esecutiva.

6.11 Suolo e sottosuolo

6.11.1 Metodologia di rilevamento

Il monitoraggio sarà articolato sviluppando in prima battuta una fase di campionamento mediante l'apertura di una buca e prelievo di campioni, su cui saranno effettuate analisi chimico-fisiche e biologiche, finalizzate ad evidenziare le caratteristiche di qualità e la risposta produttiva ai fini agricoli. Si procederà con le seguenti analisi:

- **Analisi dei macroinvertebrati del suolo:** l'estrazione della fauna del suolo avverrà mediante estrattore dinamico, in grado di estrarre organismi con diametro inferiore ai 2 mm. Gli organismi saranno identificati e contati. Ad ogni forma biologica sarà attribuito un punteggio numerico, denominato EMI (Indice Eco-Morfologico) e sarà applicato l'indice QBS-ar (Parisi, 2001);
- **Analisi chimico-fisiche:** relative ai principali parametri che possono influire sui risultati dei saggi biologici. Tali analisi sono previste per fornire un giudizio sul valore agronomico dei suoli e per interpretare i risultati delle analisi biologiche. In fase di caratterizzazione, il prelievo di campioni di suolo verrà effettuato in un punto interno alla parcella 2, mentre in fase di verifica, si eseguirà il prelievo all'interno della parcella 1 interessata dai lavori di ripristino morfologici, per una durata quinquennale e una cadenza annuale.

Le aree oggetto di indagine saranno localizzate presso parcelle individuate come nello schema di seguito riportato.



Figura 3. Localizzazione delle particelle che compongono ciascuna area di monitoraggio.

Per ogni punto, è previsto il prelievo di tre campioni, in corrispondenza di distinti intervalli di profondità, i primi due ricadenti all'interno dello spessore di terreno di cui è previsto lo scotico e l'accantonamento e il terzo immediatamente al di sotto. In caso di insufficiente profondità del suolo, verranno prelevati solo due campioni, in corrispondenza dello strato superficiale. Per ciascun campione verrà prelevato un quantitativo di materiale di 0,5 kg, che verrà inviato al laboratorio di analisi. La successiva fase di caratterizzazione finale prevede la classificazione dei suoli monitorati secondo le metodologie italiane dedotte da "Guida alla descrizione dei suoli" (G. Sanesi, C.N.R.,

1977). A garanzia di salvaguardia di integrità verranno inoltre effettuate un “*Report fotografico durante i lavori ed in fase di ripristino*” che attesti la corretta esecuzione di tutti gli interventi in fase di realizzazione dell’opera.

6.11.2 Articolazione temporale del monitoraggio

Il monitoraggio si articolerà nelle seguenti fasi:

- **Fase ante operam:** 1 campagna di misura preferibilmente in primavera o autunno;
- **Fase di cantiere:** durante il periodo in cui saranno presenti i cantieri non saranno effettuate campagne di misura;
- **Fase post operam:** 1 campagna di misura annuale per un periodo di 5 anni trascorsi circa sei mesi dopo il termine degli interventi di ripristino.

6.12 Terre e rocce da scavo

Le terre e rocce da scavo rientrano nei cosiddetti “sottoprodotti” che per essere considerati “non rifiuti” devono rispettare alcuni requisiti specifici. In particolare le caratteristiche chimiche dei materiali devono essere conformi ai limiti indicati nell’ allegato 5 al Titolo V della Parte quarta del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii “*Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d’uso dei siti da bonificare*”. La normativa provinciale di riferimento è la Delibera della Giunta Provinciale 26 gennaio 2009, n. 189 che stabilisce quali aree sono “potenzialmente contaminate”. La normativa nazionale di riferimento è il DPR 13 giugno 2017 Nr. 120 che, a differenza della normativa provinciale, demanda al progettista e al produttore l’onere di accertare la non contaminazione dei suoli mediante specifiche analisi preventive. Ubicazione, frequenza dei campionamenti e parametri analitici saranno oggetto di preventivo confronto con i tecnici dell’Ufficio Ambiente della Provincia di Bolzano prima della formale presentazione del “Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo” alla Pubblica Amministrazione. In fase di progettazione definitiva è stata già effettuata una prima campagna di caratterizzazione dei terreni e delle rocce, adeguatamente riassunta nei relativi documenti di progetto (vedasi ad esempio la Relazione Geologica ed i relativi allegati, sezione 361 della documentazione di progetto). Si rimanda altresì al Piano Preliminare di Gestione delle Terre e Rocce da scavo di cui all’elaborato D-R-110-65-0.

In ogni caso dovrà essere predisposto un accurato Piano di Monitoraggio del materiale di scavo. I punti di controllo o monitoraggio dovranno essere ubicati presso i portali Nord e Sud e direttamente in galleria in continuità con quanto ad oggi eseguito. Saranno eseguiti campionamenti preventivi in numero e modalità conformi alle normative vigenti. Prima dell’inizio dei lavori occorrerà redigere il Piano di Utilizzo definitivo del materiale, durante l’esecuzione dei lavori in via preliminare verrà eseguito un campionamento ogni 20.000 m³ sui materiali in cumulo, suddivisi opportunamente per

tipologia (conglomerati, filladi). Si procederà pertanto a verificare la congruità dei materiale con i limiti previsti da normativa.

6.13 Paesaggio

6.13.1 Premessa

Il monitoraggio della Componente Paesaggio ha lo scopo di verificare il corretto inserimento delle opere nel territorio inteso nel suo significato più ampio, in termini quindi oggettivi (stato ambiente naturale ed antropico) e “soggettivi” (percezione dell’opera). Per il raggiungimento di tali obiettivi, verranno utilizzate due metodiche di indagine complementari fra di loro:

- Indagini conoscitive;
- Indagini in campo.

6.13.2 Indagini conoscitive

La conoscenza del territorio in tutti i suoi aspetti e le modificazioni in atto sono alla base del monitoraggio del paesaggio in quanto gli unici elementi oggettivi; in questa fase quindi è di fondamentale importanza definire in modo corretto gli indicatori per ogni aspetto del territorio che deve essere monitorato. In particolare si dovranno prendere in considerazione:

- **Aspetto storico - urbanistico:** qualunque modifica alla situazione urbanistica esistente comporta una nuova visione del paesaggio con conseguenze evidenti sulla visione dell’opera in progetto;
- **Aspetto ecologico:** la modifica dell’assetto naturale del territorio e la sua ricostruzione altera la percezione dell’opera; dovranno quindi essere analizzati i principali fattori ambientali,
- **Aspetto socio - culturale:** la modifica dell’aspetto sociale del territorio inevitabilmente si ripercuote in un percezione “culturale” dell’opera.

In parallelo all’analisi del territorio sarà necessario individuare tutti gli elementi legati al progetto che possono interferire sia positivamente che negativamente sulla percezione della popolazione. Affinché si possa verificare che l’interferenza sia di natura temporanea e che, comunque, venga ristabilita la situazione antecedente all’avvio delle attività di costruzione, dovranno essere analizzate ad esempio il cronoprogramma delle attività e le modalità realizzative delle singole tipologie di opera, nonché dei cantieri e delle connesse attività. Per potere verificare invece il corretto inserimento dell’opera sarà necessario analizzare i materiali adoperati e le misure di mitigazione previste.

Per l’indagine conoscitiva, che deve considerare molteplici aspetti dello stesso ambiente, risulta quindi di fondamentale importanza il collegamento con altre componenti ambientali che vengono monitorate nell’ambito PMA quale la vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi. I risultati delle attività

svolte nell'ambito del monitoraggio di tali componenti verranno quindi acquisiti e processati nell'ambito della Componente Paesaggio.

6.13.3 Indagini di campo

Le indagini in campo saranno effettuate al fine di integrare le informazioni ottenute mediante l'indagine conoscitiva e in modo da confermare i punti visivi di maggior impatto che dovranno essere monitorati. I punti che saranno oggetto di monitoraggio saranno scelti secondo i seguenti criteri:

- Rappresentatività in relazione alle diverse caratteristiche ambientali;
- Sensibilità in relazione al valore paesaggistico e/o storico – architettonico, con particolare attenzione alle aree tutelate (D.Lgs. 42/2004, D.Lgs 152/2006 art. 91 e altri vincoli a livello nazionale o locale);
- Presenza di attività di cantiere o di approvvigionamento di inerti connesse alla costruzione dell'Opera, particolarmente critiche in quanto inserite in contesti ad elevata sensibilità ambientale e/o fortemente antropizzati.

In corrispondenza di ciascuno dei punti di monitoraggio individuati e dei rispettivi intorni areali verranno eseguiti sopralluoghi per la verifica dell'impatto sulla percezione visiva che verrà documentata anche attraverso riprese fotografiche.

6.13.4 Articolazione temporale del monitoraggio

Le attività di monitoraggio saranno realizzate in tre fasi distinte, collocate rispettivamente prima, durante e dopo la costruzione delle opere. Di seguito sono brevemente descritte le attività previste per ciascuna fase di monitoraggio.

- **Ante operam:** Il monitoraggio in fase ante operam ha lo scopo di fornire un quadro delle condizioni iniziali attraverso la caratterizzazione ambientale dell'intero territorio di indagine. Per il raggiungimento di tali obiettivi, si prevede l'esecuzione di indagini preliminari (già eseguite nell'ambito della progettazione preliminare e definitiva), indagini di campo e produzione di opportuna cartografia.
- **Corso d'opera:** Il monitoraggio in corso d'opera ha lo scopo di consentire la verifica del rispetto delle indicazioni progettuali inerenti alle attività di costruzione ed al corretto inserimento delle opere. Tutte le variazioni riconducibili alle attività di cantierizzazione e di costruzione delle opere che intervengano in questa fase dovranno essere valutate e per ognuna dovrà essere controllato che l'impatto sia di natura temporanea. Le indagini in campo saranno in linea generale eseguite negli stessi punti e intorni areali individuati in fase ante operam nonché con le stesse modalità (in primis riprese fotografiche). Le attività di monitoraggio in campo verranno svolte almeno tre volte all'anno su tutti i punti individuati e saranno temporalmente collocate in base allo stato di avanzamento lavori e/o alla stagionalità di fruizione delle aree.

- **Post-operam:** Il monitoraggio post operam avrà l'obiettivo specifico di controllare la corretta esecuzione degli interventi di ripristino e inserimento paesaggistico, attraverso la verifica del conseguimento degli obiettivi, paesaggistici e naturalistici prefissati in fase progettuale. Il monitoraggio sarà realizzato mediante le indagini in campo. Il monitoraggio sarà realizzato mediante le indagini in campo ed avrà la durata di due anni dopo il termine delle attività di ripristino, i rilievi in campo saranno eseguiti una volta l'anno, in corrispondenza di tutti i punti di monitoraggio previsti e monitorati in ante operam.

6.14 Rifiuti

Durante i lavori e presso le aree di cantiere dovrà essere valutata la modalità di gestione dei rifiuti, le modalità di stoccaggio, le quantità prodotte (lettura del registro di carico e scarico, copia della quarta copia del formulario di identificazione del rifiuto trasportato presso il centro di smaltimento o recupero più vicino etc.). Si prevedono delle ispezioni mensili per la verifica delle modalità di gestione operative della raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani prodotti e per la verifica delle modalità di gestione operative e anche amministrative di tutti i rifiuti. In questo modo sarà possibile valutare l'efficienza della gestione dei rifiuti in cantiere e predisporre eventuali misure correttive.

6.15 Traffico

Dato l'impatto che l'opera stradale avrà sull'intero sistema viabilistico del Comune di San Candido e dell'Alta Val Pusteria e data l'elevata frequentazione turistiche in tutte le stagioni dell'anno, si ritiene utile procedere con un accurato monitoraggio dei flussi di traffico sia all'imbocco della Valle di Sesto (SS52) che lungo la SS49 nella Valle della Drava. Si procederà a rilevare il numero di mezzi in transito, opportunamente suddivisi per tipologia. Verranno utilizzati per quanto possibile anche i rilevamenti eseguiti da ASTAT. Sarà quindi possibile verificare l'insorgenza di eventuali anomalie dei flussi di traffico imputabili ai disagi creati dai cantieri sulla circolazione stradale e progettare interventi migliorativi. All'occorrenza potranno essere condotte anche delle campagne centrate sulla mobilità nel centro abitato di San Candido, opportunamente concertate con l'Amministrazione Comunale.

7. Restituzione e strutturazione dei dati rilevati

7.1 Generalità

I dati saranno trasmessi secondo la periodicità concordata alle ARPA regionali competenti, e in relazione alle diverse componenti ambientali tramite sistema informativo di tipo GIS. Inoltre sarà prodotta una relazione di sintesi dei risultati ottenuti al termine della fase ante operam e con cadenza annuale per le fasi corso d'opera e post operam.

Relazione di fase AO (ante operam)

Al fine di illustrare i risultati delle attività preliminari di acquisizione dati, dei sopralluoghi effettuati, delle campagne di misura compiute e delle elaborazioni sui dati, sarà redatta una relazione di fase di AO che dovrà costituire il parametro di confronto per la successiva fase di PO.

Relazione di fase CO (corso d'opera)

Al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nella fase di CO e per fornire una valutazione dell'efficacia delle misure di mitigazione previste in fase di progetto e di quelle eventualmente introdotte a seguito delle risultanze del monitoraggio stesso.

Relazione di fase PO (post operam)

Nella fase di PO, dedicata al monitoraggio della fase successiva al completamento dei ripristini, saranno fornite annualmente le relazioni di sintesi dei dati acquisiti in tutti i punti di monitoraggio e corredate di immagini e schemi.

7.2 Monitoraggio ambientale e sistema informativo

Per la restituzione dei dati relativi al monitoraggio ambientale sarà utilizzato un sistema di tipo GIS (Sistema Geografico Informativo), per la consultazione e l'elaborazione geografica dei dati raccolti durante le diverse fasi di monitoraggio. Il sistema GIS si propone:

- La gestione integrata di tutti i dati, cartografici e alfanumerici, connessi al progetto di monitoraggio ambientale;
- La visualizzazione tabellare, grafica e geografica dei dati;
- Il caricamento, controllo e validazione dei dati di misura;
- Il confronto delle misure effettuate con i riferimenti normativi e gli standard esistenti;
- L'analisi spaziale e temporale dei dati;
- L'elaborazione dei dati per la produzione di risultati di sintesi;
- Il controllo dello stato di avanzamento del monitoraggio.

7.3 Base informativa e metadati

La base informativa del sistema sarà costituita dall'insieme dei dati provenienti dal monitoraggio ambientale. La restituzione sarà effettuata con formati compatibili (shp, mdb, dbf.) per una

eventuale integrazione nei sistemi Informativi in possesso dei diversi Enti. Il sistema di georeferenziazione che verrà utilizzato sarà il WGS84, proiezione UTM, fuso 33 compatibile con le basi principali topografiche nazionali.

La struttura dati della base informativa sarà una struttura basata sul modello dei dati cosiddetto georelazionale, per cui i dati cartografici (organizzati in un geodatabase) e i dati alfanumerici (organizzati in tabelle secondo il modello relazionale dei dati), vengono collegati tra loro tramite un geocodice, in modo che tutti i dati, cui è possibile attribuire un'ubicazione sul territorio stesso, risultino georeferenziati. Tutti i dati saranno corredati dei relativi metadati, redatti secondo gli standard adottati dal Portale Cartografico Nazionale e in accordo a quanto proposto dallo standard ISO 19115, per la documentazione della struttura e del livello di qualità dei dati stessi.

7.4 Elaborazione dei dati

Il complesso dei dati reperiti ed oggetto di monitoraggio sarà oggetto di elaborazioni volte alla valutazione della sostenibilità delle opere di progetto anche attraverso indicazioni che potranno indirizzare in corso d'opera una migliore realizzazione degli interventi. Inoltre, le indagini e le elaborazioni condotte consentiranno di validare le metodiche individuate ed utilizzate, definendo procedure prototipali di monitoraggio e valutazione degli interventi di ripristino conseguenti la realizzazione di opere di messa in sicurezza idraulica. Dovranno preferirsi apparecchiature che consentano l'acquisizione dei dati nel modo più automatico possibile ed il loro trasferimento in remoto ad apposite stazioni di elaborazione computerizzata in modo da avere un controllo in continuo dell'evolversi dei fenomeni monitorati. Si consiglia quindi l'installazione di un centro di elaborazione dati presso il quale confluiranno via radio o per via telematica i vari rilevamenti degli apparecchi di misura in opera. I dati e la loro elaborazione dovranno essere a disposizione della Direzione Lavori e dei responsabili di cantiere

8. Campagna di informazione

Si ritiene infine utile promuovere anche una campagna di divulgazione dei risultati di tutte le azioni di monitoraggio svolte, in modo da garantire la giusta trasparenza alle valutazioni tecniche eseguite ed aumentare l'accettazione all'esecuzione delle opere da parte dei vari Gruppi di Interesse. Si propone pertanto di pubblicare a cadenza semestrale i risultati dei monitoraggi, predisponendo un report bilingue da pubblicare sul sito dell'Agenzia per la Protezione Civile, della Ripartizione Infrastrutture ed eventualmente anche sul sito del Comune di San Candido.

9. Gestione delle anomalie

Si definisce "*condizione anomala*" ogni situazione in cui si ha il superamento o di scostamento dal livello di ante operam. In particolare, per le componenti in esame, possono essere considerate anomali casi quali si presenta:

- Evidente stress idrico per corsi d'acqua o aree umide;
- Costipazione del suolo;
- Interruzione dei corridoi ecologici;
- Effetti delle polveri sulla vegetazione naturale e semi-naturale esistente;
- Variazioni delle disponibilità alimentari, delle coperture e dei ripari per la fauna.

Si ritiene opportuno che ogni situazione anomala registrata venga segnalata tramite apposita scheda che riporti un preciso riferimento al punto in cui essa è avvenuta e alle possibili cause.

Successivamente si procederà tenendo il parametro anomalo sotto controllo, eventualmente aumentando il numero delle campagne e controllando che il parametro rientri. Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo senza una giustificazione adeguata legata alle lavorazioni in essere, si definisce con la Committente se e quale azione correttiva intraprendere.

Infine, tramite la definizione di opportuni valori soglia, sarà possibile eventualmente attivare e pianificare azioni correttive da mettere in campo sulla base delle risultanze delle caratterizzazione ante operam, ai sensi dell'attuazione del Piano di Monitoraggio Ambientale (da implementarsi in coordinamento con le ARPA competenti) e ulteriori valutazioni possibili solamente a valle della documentazione progettuale esecutiva di dettaglio. Inoltre, anche in fase di corso d'opera sarà possibile individuare azioni specifiche di mitigazione, qualora insorgano delle situazioni particolari di tutela e che richiedano un controllo continuativo.

10. Proposta di attività di monitoraggio a medio e lungo termine

A conclusione delle attività di monitoraggio, sulla base dei risultati ottenuti e anche in base ai risultati ottenuti da eventuali altri studi effettuati nella stessa area, dovrà essere redatto un progetto di monitoraggio a medio e lungo termine. Tale progetto comprenderà una specifica individuazione degli indicatori e delle metodologie da utilizzare, calibrate anche in relazione alle valutazioni successive alla prima entrata in esercizio del sistema di diversione delle piene in modo da ottimizzarne eventualmente l'utilizzo.

Bolzano, Malles, li 13.10.2022

Il tecnico

Dr. Ing. Walter Gostner

