

Bauherr / Committente

MERAN 2000 BERGBAHNEN AG
MERANO 2000 FUNIVIE S.P.A.

39012 Meran
Naiftalstraße Nr. 37
Telefon: 0473/234821
e-mail: info@meran2000.com

39012 Merano
Via Val di Nova n. 37
Telefax: 0473/234911



Der Beauherr / Il committente

Projekt

Progetto

AUSFÜHRUNGSPROJEKT

Errichtung des Speicherbeckens
"WALLPACH" für Beschneiungs-,
Beregnungs- und Löschwasser-
zwecke im Skigebiet
MERAN 2000

PROGETTO ESECUTIVO

Costruzione del bacino
"WALLPACH" per l'innevamento,
irrigazione e spegnimento incendi
nella zona sciistica
MERANO 2000

Inhalt

Contenuto

ALLGEMEINE BERICHTE
- Technischer Bericht

RELAZIONI GENERALI
- Relazione tecnica



BÜROGEMEINSCHAFT · STUDIO ASSOCIATO BCG INGENIEURE
STR. VIA PILLHOF 17 · 39057 EPPAN a.d. Weinstraße · APPIANO s.s.d. VINO (BZ)
TEL 0039 0474 19637000 · INFO@BCG-ING.EU · WWW.BCG-ING.EU
ANDREA 0039 348 4423766 · ERWIN 0039 335 6784366 · MASSIMO 0039 347 9941030
MWST NR · PART IVA 03042160212

Der Projektant / Il progettista

Datum data	Projektleiter capo progetto	Bearbeiter elaboratore	Prüfer controllore	Freigabe approvazione	Projektnummer numero progetto
Nov. 2019	P. Verginer	M. Calderara	-	E. Gasser	BCG19-013
Datum data	Bearbeiter elaboratore	Rev. rev.	Art der Änderung tipo di modifica		Dokumentnummer numero documento
06.12.2019	M. Calderara	0			AP 0.1.1
05.02.2020	P. Verginer	1	Riduzione concessione idrica richiesta		

1. PREMESSA	3
1.1 Determinazione del volume d'invaso.....	4
2. DISPONIBILITÀ IDRICA E GESTIONE DELL'INVASO	6
2.1 Riempimento e alimentazione del nuovo bacino WALLPACH.....	7
3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE DEL SITO	8
3.1 Collocazione del bacino in progetto	8
3.2 - Geologia - inquadramento generale.....	8
3.3 Morfologia	9
3.4 Acque superficiali	9
3.5 Idrogeologia ed acque sotterranee	9
3.6 Rischio geologico, idrogeologico e valanghivo	9
3.7 Criteri generali di progettazione.....	10
3.7.1 Tipologia di bacino e delle sponde di contenimento.....	10
4. FUNZIONE DELLA DIGA IN TERRA	11
5. CONCETTI RELATIVI ALLA SICUREZZA.....	12
6. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL BACINO	13
7. OPERE RELATIVE AL BACINO IN PROGETTO.....	14
7.1 Accesso al bacino	14
7.2 Alimentazione e riempimento del bacino	14
7.3 Prese e opere di adduzione	15
7.4 Condotta di alimentazione	15
7.5 Canale di scarico delle acque di afflusso meteorico superficiale	15
7.6 Sfiatore o scarico di superficie	16
7.7 Scarico di fondo	17
7.8 Condotta di scarico.....	17
8. RETE DI DRENAGGIO.....	18
8.1 Drenaggi per l'allontanamento delle acque a monte del bacino	18
8.2 Drenaggi per il controllo dell'integrità dell'impermeabilizzazione	18
8.3 Drenaggio - filtro al piede del rilevato della diga	19
8.4 Derivazione e controllo dei drenaggi.....	20
9. CENTRALE DI POMPAGGIO E DI MANOVRA	21
10. FONDAZIONE DELLA DIGA E CORPO DIGA	22
10.1 Fondazione della diga	22
10.2 Corpo diga	22
10.3 Filtro al piede del corpo diga	23
10.4 Vigilanza e controllo della diga in corso d'opera	23
11. IMPERMEABILIZZAZIONE E SISTEMAZIONI SUPERFICIALI	24
11.1 Superficie interna del bacino (preparazione, copertura, impermeabilizzazione)	24
11.2 Superficie esterna del bacino (preparazione, copertura)	25
11.3 Lavori di preparazione del fondo	25
11.4 Misure (disposizioni) e norme per la fornitura, l'installazione e il collaudo dei sistemi di copertura (geotessuti e impermeabilizzanti)	26
12. MOVIMENTI TERRA	26
13. MONITORAGGIO, CONTROLLO E SISTEMI DI VIGILANZA DELLE OPERE IN PROGETTO	27
13.1 Misure di prevenzione e sicurezza	27
13.2 Misurazioni periodiche e sistemi di controllo.....	27
13.3 Misurazioni continuative e sistemi di controllo.....	27
13.4 Controlli visivi	28

13.5	Regolari verifiche degli elementi idraulici in esercizio.....	29
13.6	Stabilità dei rilevati in terra	29
13.7	Normative e direttive generali riguardo alla stabilità.....	29
13.8	Risultati delle analisi di stabilità	29
14.	PREVISIONE DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE	30
14.1	Prima fase.....	30
14.2	Seconda fase	30
14.3	Terza fase	31
15.	PROVA DI INVASO E MESSA IN SERVIZIO PROVVISORIA	31
16.	RIPRISTINO DEL PAESAGGIO – PROVVEDIMENTI.....	31
17.	SISTEMI DI SICUREZZA, CONTROLLO ED ALLARME	32
17.1	Modalità di monitoraggio del bacino WALLPACH	32
17.1.1	Modalità di monitoraggio della stabilità del rilevato.....	32
17.1.2	Sistema di monitoraggio del livello d’invaso.....	33
17.1.3	Sistema di monitoraggio dei drenaggi.....	35
17.2	Sistemi di controllo degli elementi meccanici di regolazione.....	38
17.3	Provvedimenti di sorveglianza in esercizio	39
17.4	Strutture di protezione.....	40
17.5	Modalità di gestione idraulica del bacino WALLPACH.....	41
17.5.1	Modalità di ESERCIZIO STANDARD.....	41
17.5.2	Modalità di scarico di fondo	42
17.5.3	Modalità di prelievo per l’innervamento artificiale.....	42
17.6	Tipologie e la gestione degli Allarmi	43
18.	PROGETTO DI GESTIONE AI SENSI DELL’ART. LP/2002 DLPGP N.2008 CAP.7 ...	46

1. PREMESSA

La Società BERGBAHNEN MERAN 2000 AG / FUNIVIE MERANO 2000 SPA gestisce da anni le piste da sci e gli impianti di risalita nell'omonima area sciistica MERANO 2000. In particolare, gestisce gli impianti di risalita MERAN NAIF – PIFFINGERKÖPFL, WALLPACH, FALZEBEN, ST. OSWALD, PIFFING, KIRCHSTEIGERALM – KESSELWANDJOCH e MITTAGER e le relative piste di competenza aventi una superficie totale di ca. 74,66 ha.

L'area sciistica MERANO 2000, si trova in una posizione molto felice, in quanto essendo vicinissima alla città di Merano e alle numerose località turistiche del Meranese, rappresenta una realtà sciistica molto interessante e facilmente raggiungibile sia per i locali che per i turisti.

Da sempre la società si è adoperata per qualificare ed ammodernare l'area sciistica e mantenerla ad un livello competitivo investendo sul rinnovamento degli impianti di risalita, sulla gestione delle piste da sci e sulla loro preparazione grazie all'impianto di innevamento artificiale.

Attualmente nella pianificazione degli interventi sull'area sciistica si deve tenere conto dell'influenza del fattore climatico che negli ultimi anni ha portato mutamenti alle precipitazioni e alle temperature invernali con una diminuzione delle precipitazioni nevose soprattutto all'inizio dell'inverno che non sono più sufficienti a garantire un'adeguata copertura delle piste da sci. Inoltre, le temperature nel mese di novembre sono estremamente variabili e non garantiscono una pianificazione razionale della prima campagna di innevamento che deve essere quindi possibile in tempi molto ristretti per sfruttare anche brevi intervalli di condizione climatica favorevole. Per l'avvio della stagione turistica invernale la Società FUNIVIE MERANO 2000 SpA deve poter garantire una sufficiente copertura nevosa sull'intera area sciistica, ovvero per una superficie complessiva di ca. 76,54 ha (piste esistenti e piste future approvate), tutta da innevare tecnicamente. Questa esigenza comporta la necessità di avere a disposizione una quantità di acqua sufficiente all'innevamento delle superfici sciabili in un tempo realisticamente utile per completare almeno la prima campagna d'innevamento.

Attualmente la zona sciistica MERANO 2000 dispone di una concessione d'acqua con derivazione presso il rio SINIGO (D/4076) che comprende una derivazione media di 6,0 l/s durante i periodi 01/10÷28/02 e 01/05÷31/05 concedendo così l'utilizzo di 93.310 m³. Questa quantità consente di generare durante l'intera stagione invernale un manto nevoso complessivo di soli 30 cm, apparentemente molto ridotto. Vi è quindi un deficit di disponibilità idrica, che la società esercente vorrebbe colmare richiedendo l'estensione del periodo di prelievo autorizzato per la concessione esistente D/4076 dal RIO SINIGO, procedura separata mediante apposita domanda presso l'ufficio risorse idriche attualmente in approvazione. A causa della carenza

d'acqua invernale nel RIO SINIGO si procede dunque ad un aumento di concessione utilizzando l'acqua di scioglimento in primavera, che però necessita di ulteriore volume di stoccaggio per essere poi riutilizzata nella stagione invernale seguente.

Per questi motivi la Società FUNIVIE MERANO 2000 SpA intende realizzare un ulteriore bacino di accumulo, denominato WALLPACH, per poter consentire l'innevamento artificiale delle rispettive piste da sci.

Attualmente la società dispone di un volume di stoccaggio complessivo di 77000 m³ ca. relativi al bacino artificiale KESSELBERG (75000 m³) e ad un ulteriore serbatoio in località ST. OSWALD (2000 m³), del tutto inadeguato anche solo come innnevamento di base.

Il bacino WALLPACH in progetto con un volume complessivo di 77.480 m³ ed un volume utile di ca. 76.500 m³ andrebbe a coprire questo fabbisogno, consentendo il raggiungimento di un volume di accumulo complessivo per l'intero comprensorio di MERANO 2000 di ca. 153.500 m³ che permetterebbe un primo innnevamento con copertura 100% della superficie sciabile ed almeno 50 cm di base.

Il nuovo bacino di accumulo avrebbe inoltre la funzione di accumulatore di acqua a disposizione dei contadini per i periodi di siccità. La Società FUNIVIE MERANO 2000 acconsentirebbe infatti un prelievo fino a 10.000 m³, rilasciando tale quantità di acqua dallo scarico di fondo direttamente nella condotta di scarico del bacino. L'acqua finirebbe nel Rio SINIGO in un punto più a monte dell'opera di prelievo dei contadini già esistente.

L'acqua del nuovo bacino sarebbe inoltre disponibile anche per i vigili del fuoco per esigenze di spegnimento incendi.

Infine, la Società intende realizzare 2 piccoli laghetti con scopo ludico ricreativo a lato dello specchio d'acqua principale.

1.1 Determinazione del volume d'invaso

Come in precedenza esposto il bacino in progetto WALLPACH prevede un volume d'invaso dimensionato per soddisfare le esigenze d'innevamento dell'area sciistica di ca. 76.500 m³.

Si nota che la superficie da coprire della società esercente coll' innnevamento artificiale è uguale a 76,54 ha (area sciabile piste futura e già approvata)

Su questa superficie è prevista una prima campagna d'innevamento che serve a creare uno strato di neve sciabile che garantisca di poter aprire le piste al pubblico all'inizio della stagione

e che serva da base per le successive campagne d'innevamento per il mantenimento e l'incremento della superficie nevosa.

Il manto nevoso creato con l'innevamento artificiale ha una compattezza e capacità meccaniche molto maggiori di una copertura nevosa dovuta a neve naturale compattata. Ciò è dovuto alla particolare conformazione dei cristalli di neve generati artificialmente.

Normalmente nella campagna di primo innnevamento si considera di dover creare sulle superfici delle piste una copertura di neve con uno spessore minimo di 30 ÷ 40 cm.

Lo spessore di 30 ÷ 40 cm rappresenta un valore minimo, ci sono infatti zone in cui lo spessore deve essere aumentato poiché sono soggette a maggiore usura dovuta al passaggio di sciatori, alla esposizione o alla conformazione della pista (dossi, conche). Inoltre, questo spessore deve essere aumentato sulle superfici più esposte all'irraggiamento solare.

Le piste da sci gestite dalla Società FUNIVIE MERANO 2000 SpA hanno esposizione e conformazione non uniformi, l'esposizione, la collocazione altimetrica e la pendenza delle piste richiedono spessori di neve e lavorazioni differenti.

Il volume d'acqua necessario per l'innevamento tecnico delle piste durante l'intera stagione invernale è stato stimato nei documenti relativi alla domanda di aumento della concessione D/4076 (e anche riportato nell'allegata relazione VIA), risale a circa 240.000 m³. Dagli stessi calcoli si ricava che durante il periodo invernale (periodo di funzionamento dell'impianto d'innevamento) possono essere ricavati circa 83.000 m³ dalla derivazione (dopo all'aumento di quest' ultima, valore comunque ancora basso a causa della limitata portata invernale nel RIO SINIGO), mentre il resto (circa 158.000 m³) deve essere derivato al di fuori del periodo d'innevamento e di conseguenza immagazzinato in serbatoi o bacini. Avendo attualmente disponibile un volume di stoccaggio pari a 77.000 m³ si intende realizzare il nuovo bacino WALLPACH con un volume utile di circa 76.500 m³ arrivando così ad una capacità di stoccaggio di circa 153.500 m³ per l'intera zona sciistica, così da arrivare all'incirca al valore necessario per l'immagazzinamento dell'acqua durante l'estate.

L'apporto di acqua agli invasi avverrà quindi tramite l'acqua prelevata dalla derivazione D/4076 aumentata al seguente valore: 12,0 l/s in media dal 01/10 al 31/05 (= circa 248.800 m³ in totale, dei quali circa 82.900 tra novembre e febbraio ed il resto fuori stagione immagazzinati nei bacini). Ulteriormente è prevista acqua di ricircolo pari a 4,0 l/s tra il 01/06 ed il 30/09, che comunque viene contemporaneamente restituita al RIO SINIGO.

2. DISPONIBILITÀ IDRICA E GESTIONE DELL'INVASO

La Società FUNIVIE MERANO 2000 SPA dispone attualmente di una capacità di stoccaggio di complessivi 77,000 m³ di cui 75.000 m³ relativi al bacino di innevamento KESSELBERG e ulteriori 2.000 m³ ca. relativi al serbatoio interrato in località S. OSWALD.

La disponibilità idrica è regolata dalla seguente concessione:

- D/4076 con Decreto dell'ufficio gestione risorse idriche della Provincia di Bolzano per la deviazione d'acqua dal RIO SINIGO (6,0 l/s medio e massimo nel periodo dal 01/10 al 28/02 e dal 01/05 al 31/05) pari a 93.300 m³;

Con l'attuale concessione di acqua è possibile riempire il bacino di innevamento KESSELBERG e il serbatoio S. OSWALD solamente dal 01/10 al 28/02 e dal 01/05 al 31/05, sempre con una derivazione massima di soli 6,0 l/s. Le misurazioni di portata effettuate dimostrano però che la portata di acqua del Rio SINIGO in tali mesi è molto bassa mentre nel periodo primaverile, per effetto dello scioglimento della neve, è senz'altro più rilevante (misurazioni di portata eseguite dallo studio GEO3 in una sezione del Rio SINIGO a quota inferiore al punto di prelievo evidenziano portate superiori a 800.0 l/s nel periodo primaverile di scioglimento delle nevi). La Società intende quindi richiedere l'estensione dell'attuale concessione anche per il periodo dal 01/03 al 30/04 ed aumentando la derivazione media di tutto il periodo a 12,0 l/s. In effetti il periodo di derivazione sarebbe 12,0 l/s medi dal 01/10 al 31/05 con 248.800 m³ derivati, e 4,0 l/s medi dal 01/06 al 30/09 di ricircolo. Per utilizzare i picchi di deflusso primaverile è necessario aumentare la derivazione massima a 40 l/s.

In questo modo la Società avrebbe a disposizione la quantità di acqua sufficiente per effettuare il primo innevamento su tutte le piste ed in tempi ragionevoli.

Le quantità d'acqua derivabili nei differenti periodi sono riassunte nella tabella seguente:

Scopo: Innevamento (a concessione aumentata)			
periodo	Derivazioni	medio [l/s]	max [l/s]
01/10-31/05	D4076 RIO SINIGO (aumentata)	12	40
	Complessivi	12	40

Scopo: Ricircolo nuovo bacino estivo			
periodo	Derivazioni	medio [l/s]	max [l/s]
01/06-30/09	D4076 RIO SINIGO (aumentata)	4	4
	Complessivi	4	4

2.1 Riempimento e alimentazione del nuovo bacino WALLPACH

Il bacino WALLPACH in progetto potrà essere alimentato, in inverno e in primavera, dalla concessione D/4076 dal RIO SINIGO attraverso l'opera di presa esistente pompando l'acqua dalla stazione di pompaggio P100 nelle condotte dell'impianto di innevamento posate lungo le piste PIFFING e FALZEBEN II ed infine attraverso la centrale di pompaggio in progetto WALLPACH. Per il primo riempimento del nuovo bacino WALLPACH in primavera e per l'acqua di circolazione del bacino sarà richiesta al competente ufficio gestione risorse idriche della Provincia di Bolzano l'estensione del periodo di prelievo per la concessione esistente dal RIO SINIGO come citato sopra.

La condotta di adduzione prevede uno sbocco all'interno del bacino WALLPACH sul lato NORD del bacino. Il punto di sbocco all'interno del bacino WALLPACH si trova al di fuori del corpo diga.

3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE DEL SITO

3.1 Collocazione del bacino in progetto

L'area di studio del bacino si trova nel Comune di Avelengo e presenta un'orientazione circa SO - NE, con una lunghezza di ca. 200 m e ca. 100 m di larghezza a quota ca. 1805 m s.l.m. La presente zona è caratterizzata da un dorso con pendenze contenute, diposto a sud delle piste WALLPACH e FALZEBEN.

La relazione geologica-geotecnica allegata (allegato AP0.2.1) è stata redatta in conformità al DM 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 2018), sulla base dei documenti di progetto disponibili (progetto di modifica del Piano Urbanistico) nonché degli studi geologici effettuati e sullo stato attuale delle conoscenze:

- Carta delle zone di pericolo del Comune di Avelengo
- ISPRA Servizio geologico d'Italia (20110), Carta geologica d'Italia in scala 1:50000, foglio 013 – Merano Provincia Autonoma di Bolzano
- Piano di Tutela dell'area di tutela dell'acqua potabile WSGA/258 "sorgente Wallpach"
- GEO3 CD6 Wallpach, relazione geologica-idrogeologica, relazione sismica e geotecnica relativa alle indagini (2018) +DL geologica
- GEO3 CD6 Wallpach, ampliamento della pista da sci Wallpach nel comprensorio Merano 2000 DL geologica
- GEO 3 Modifica del Piano Urbanistico – costruzione del bacino di innevamento "WALPACH" per l'innevamento delle piste da sci nella zona sciistica Merano 2000, verifica del pericolo e della compatibilità, 2019.
- Dessì, sorgenti alimentanti gli acquedotti di Avelengo – Studio idrogeologico per la delimitazione delle zone di rispetto ai sensi della L.P.6.9.73 n. 63 – relazione idrogeologica

3.2- Geologia - inquadramento generale

L'area di progetto si situa a ca. 1.805 m di altitudine a sud delle piste WALLPACH e FALZEBEN. Dal punto di vista geologico l'area in esame appartiene alla Successione Sudalpina ed è caratterizzata dal substrato subaffiorante della Formazione della Valgardena (arenarie e siltiti).

3.3 Morfologia

Il sottosuolo su cui si posa la nuova costruzione del bacino è composto in gran parte dal substrato roccioso della formazione della Valgardena, costituita prevalentemente da arenarie e siltiti che in questa zona risultano intensamente fratturate in superficie.

Il sito di progetto si situa al margine di un appiattimento del versante. Il bacino stesso in progetto si estende su un dorso attraversato da tre vallette locali con pendenze limitate. L'area di interesse si estende per lunga ca. 200 m e in media risulta larga ca. 100 m. Il sito in esame rappresenta un luogo ideale per la realizzazione del bacino minimizzando i movimenti di terra dovuti agli scavi da eseguire e consentendo un buon inserimento paesaggistico.

3.4 Acque superficiali

L'area di studio non risulta interessata da deflussi superficiali.

3.5 Idrogeologia ed acque sotterranee

Come evidenziato dalla relazione idrologica e idrogeologica nell'intorno più ampio del bacino sono presenti le sorgenti WALLPACH 8 e WALLPACH 11 con le relative aree di tutela. Una piccola porzione del bacino in progetto presenta scavi interferenti con la parte di monte della zona di tutela III delle sorgenti. In tale area risulterebbero possibili solo scavi fino a 3,0 m di profondità, mentre gli scavi della stazione di pompaggio andrebbero approfonditi per un'estensione di pochi metri fino a 4,5 m di profondità. La relazione idrologica e gli esiti dei sondaggi effettuati in tale area portano a concludere che fino a 5 m di profondità non vi siano controindicazioni. Come già evidenziato il substrato di posa risulta costituito dalla Formazione rocciosa della Valgardena estremamente fratturata in superficie. A livello di interfaccia substrato roccioso alterato/substrato roccioso compatto possono instaurarsi numerosi percorsi idrici sotterranei anche se di piccola entità.

3.6 Rischio geologico, idrogeologico e valanghivo

Dai rilievi effettuati e dalle conclusioni evidenziate nella verifica di compatibilità idrogeologica, idraulica elaborata per la modifica del Piano Urbanistico Comunale relativa al nuovo bacino, l'area di progetto non è minacciata da nessuno dei pericoli naturali presi in esame: frane, caduta massi, fenomeni torrentizi, valanghe.

3.7 Criteri generali di progettazione

Il presente progetto per la realizzazione del bacino artificiale WALLPACH tiene conto di vari aspetti e problematiche che determinano le scelte progettuali da adottare.

In particolare, nella progettazione del bacino sono stati attentamente esaminati i seguenti aspetti:

- Situazione geologica ed idrogeologica del sito
- Situazione topografica e morfologica del sito
- Aspetti paesaggistici
- Criteri tecnici di realizzazione
- Aspetti economici e di esercizio e di sicurezza.

In base agli studi geologici ed idrogeologici effettuati il sito scelto è risultato idoneo per la realizzazione dell'opera. La struttura e la forma dell'invaso sono state determinate tenendo conto dei caratteri topografici e morfologici del sito caratterizzato dalla presenza di vallette subpianeggianti.

I criteri e le scelte tecniche adottati per la progettazione del bacino in oggetto sono ampiamente descritti nei paragrafi successivi.

3.7.1 Tipologia di bacino e delle sponde di contenimento

Il bacino WALLPACH in progetto è un'opera collocata fuori alveo che prevede la realizzazione di un vaso mediante modellazione di una superficie naturale esistente tramite operazioni di scavo e riporto di materiale opportunamente selezionato e realizzazione di rilevati di contenimento in terra.

Le sponde interne, sia quelle realizzate sul lato di monte mediante scavo che quelle realizzate sul lato di valle corrispondenti alla scarpata del corpo diga, avranno una pendenza di 1:2. Le scarpate esterne al corpo diga sono previste anch'esse con pendenza 1:2.

Tutta la struttura di contenimento relativa al rilevato del corpo diga posa su terreno di fondazione naturale ed è realizzata utilizzando materiali derivanti dallo scavo opportunamente selezionati per rispondere alle caratteristiche geotecniche prescritte.

Le caratteristiche principali del bacino in progetto possono essere sinteticamente espresse come segue:

- Bacino fuori alveo
- Diga di contenimento in terra
- Altezza massima dei rilevati in terra inferiore a 15 m
- Tenuta interna con impermeabilizzazione sintetica in poliolefine con armatura in velo in vetro e resistente ai raggi UV (guaina in poliolefine spessore 2,0 mm).

4. FUNZIONE DELLA DIGA IN TERRA

La diga in terra che costituisce la struttura di sostegno sul lato di valle del bacino poggia su terreno di fondazione naturale preventivamente lavorato e scalinato in modo da garantire la stabilità alla base del rilevato. I parametri geotecnici dei terreni di fondazione del rilevato sono stati valutati durante le prove effettuate in sito e in laboratorio sul terreno dell'area di progetto. Secondo la classificazione dei terreni (allegato AP0.2.1 Relazione geologica – GEO3) i terreni di fondazione ricadono prevalentemente in roccia fortemente alterata (arenarie) di classe R2/R3 e di roccia compatta (arenarie) di classe R3/R4.

Il materiale utilizzato per la realizzazione della diga proviene da una selezione del materiale derivante dallo scavo. Questo materiale dovrà essere diviso e vagliato per essere idoneo alle caratteristiche geotecniche richieste dall'analisi di stabilità (allegato AP0.2.1. Relazione geologica - GEO3).

Il corpo diga deve essere realizzato mediante stesura di materiali sovrapposti in strati di spessore uniforme (ca. 30 cm) a formare superfici leggermente inclinate per facilitare eventuale deflusso dovuto ad infiltrazioni e successivamente compattate in modo da conferire omogeneità e continuità in ogni punto.

Il corpo diga dal punto di vista statico è dimensionato per sostenere il volume di acqua invasato all'interno del bacino e per tutte le sollecitazioni che possono intervenire (sismiche, carichi sul coronamento, infiltrazione d'acqua per rottura del telo impermeabilizzante).

Le caratteristiche geotecniche del materiale che costituisce il corpo diga a causa dell'elevata permeabilità non consentono la tenuta idraulica del bacino che deve essere realizzata mediante uno strato impermeabilizzante formato da un tessuto impermeabile superficiale posato su strati di sostegno e protezione sottostanti realizzati mediante geotessuti.

5. CONCETTI RELATIVI ALLA SICUREZZA

La sicurezza dell'opera è un fattore legato alla stabilità del rilevato nelle condizioni più gravose di carico o in relazione alle sollecitazioni dovute a potenziali eventi sismici o all'infiltrazione di acqua nel corpo diga con eventuali conseguenti cedimenti che possono portare a collasso parziale o totale dell'opera.

Per tale motivo la tipologia e la composizione del rilevato sono stati progettati per soddisfare le verifiche di stabilità fissate per questo tipo di opera e i fattori di sicurezza considerati sono i seguenti:

Secondo D.M. n. 44 del 24/03/1982:

- | | |
|--|---------------|
| a) Dopo l'ultimazione dei lavori | $F \geq 1,20$ |
| b) In fase di normale esercizio (bacino pieno) | $F \geq 1,40$ |
| c) Rottura del telo impermeabile | $F \geq 1,20$ |
| d) In fase di normale esercizio (bacino pieno) e sismica | $F \geq 1,20$ |

Secondo N.T.C. 2018, Approccio, combinazione (A2+M2+R2):

- | | |
|--|----------------|
| a) Dopo l'ultimazione dei lavori | $R2 \geq 1,10$ |
| b) In fase di normale esercizio (bacino pieno) | $R2 \geq 1,10$ |
| c) Rottura del telo impermeabile | $R2 \geq 1,10$ |
| d) In fase di normale esercizio (bacino pieno) e sismica | $R2 \geq 1,10$ |

La stabilità dell'opera è stata staticamente determinata nell'analisi geotecnica sec. N.T.C. 2018 e secondo quanto prescritto da D.M. n. 44 del 24/03/1982 (allegato AP0.2.1. Relazione geologica - GEO3).

6. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL BACINO

Le caratteristiche del bacino già precedentemente accennate sono riportate in sintesi nella seguente tabella:

BACINO WALLPACH	
Tipologia di bacino	Invaso fuori alveo
Tipologia di sbarramento	Sbarramento in materiali sciolti (diga in terra).
Tenuta idraulica	Pacchetto di impermeabilizzazione superficiale con telo impermeabilizzante posato su strati drenanti e protettivi.
Classificazione del rilevato	Diga in materiali sciolti con dispositivo di tenuta a monte.
Pendenza delle scarpate interne (lato acqua)	1:2/1:3
Pendenza delle scarpate esterne	1:2
Massima altezza del rilevato dal piede naturale del terreno	15,0 m
Larghezza del coronamento	4 m
Quota geodetica del coronamento	1.805,50 m s.l.m. ($\pm 0,00$ m)
Quota geodetica di massimo invaso invernale	1.803,85 m s.l.m. (-1,65 m)
Quota soglia sfioro invernale	1.803,85 m s.l.m. (-1,65 m)
Quota soglia sfioro estivo	1.803,55 m s.l.m. (-1,95 m)
Quota geodetica di minimo invaso	1.796,50 m s.l.m. (-9,00 m)
Quota geodetica del fondo del bacino:	1.795,50 m s.l.m. (-10,00 m)
Altezza tra il coronamento e il fondo del bacino	10,00 m
Massimo tirante idrico	8,35 m
Franco minimo tra il coronamento e la quota di massimo invaso invernale	1,65 m
Franco minimo tra il coronamento e la quota di massimo invaso estivo	1,95 m
Volume totale di invaso	Ca. 76.500 m ³
Scarico superficiale	Sfioratore rettangolare
Scarico di fondo	Scarico del volume totale in meno di 72 ore
Afflusso	Rio SINIGO medio 12 l/s/max. 40 l/s dal 01/10 al 31/05 e 4 l/s medio e max. dal 01/06 al 30/09 per poter garantire l'acqua di ricircolo (in progetto)
Controllo dei drenaggi - integrità del manto impermeabilizzante	Misura della portata derivante dai drenaggi con valutazione del settore di drenaggio in sala manovra

7. OPERE RELATIVE AL BACINO IN PROGETTO

Il presente progetto per la realizzazione del bacino WALLPACH prevede, oltre che tutte le lavorazioni del terreno per la conformazione dell'invaso, anche la realizzazione di tutte le opere necessarie alla corretta gestione del volume invasato e alla sicurezza durante l'esercizio del bacino stesso.

7.1 Accesso al bacino

L'area di progetto è ben raggiungibile da FALZEBEN, attraverso la strada provinciale SP167 asfaltata e la strada forestale PIFFINGERKOPF sterrata. In inverno la strada forestale viene chiusa per l'allestimento delle piste e il bacino risulta raggiungibile mediante la cabinovia FALZEBEN accedendo da FALZEBEN o mediante la funivia che parte da MERANO.

7.2 Alimentazione e riempimento del bacino

L'alimentazione del bacino in primavera avverrà dalla stazione di pompaggio WALLPACH. Con una portata media complessiva di 12 l/s ed un massimo di 40 l/s si eseguirà il riempimento. Inoltre, per lo scopo di ricambio dell'acqua nei mesi estivi è prevista un'ulteriore alimentazione di 4,0 l/s. Dopo la presa dalle condotte dell'impianto di innevamento, l'acqua viene trasportata attraverso una condotta del tipo DN300 PN 64 che entra nella stazione di pompaggio e di manovra. Prima di uscire passa attraverso una valvola motorizzata, una valvola di ritenuta ed un flussometro. Da qui si dirama dalla condotta principale DN160 PN 10 un altro tubo DN100 PN 10 controllato tramite una valvola manuale ed un flussometro che porta dopo ca. 150 m ad un laghetto artificiale usato come zona ricreativa pubblica in vicinanza del lago.

La condotta principale dello tipo DN160 PN 10 continua verso l'opera di sbocco B (rif. disegno AP 3.2).

Il riempimento del bacino prevede due differenti livelli di invaso estivo ed invernale.

La quota di massimo invaso estiva è 30 cm più bassa di quella invernale, pari ad una differenza di volume di ca. 3.928 m³ che serve da compensazione in caso di forti precipitazioni estive e garantisce un margine di sicurezza maggiore.

Durante l'esercizio invernale dal primo ottobre al 28 febbraio, il bacino può essere riempito fino alla quota di massimo invaso invernale ovvero 1.803,85 m s.l.m. In questo periodo si ha infatti il maggiore sfruttamento del volume d'acqua dovuto alle campagne di innevamento.

7.3 Prese e opere di adduzione

Le prese per l'alimentazione del lago sono state precedentemente descritte nel cap. 2.

7.4 Condotta di alimentazione

L'alimentazione del bacino WALLPACH è prevista attraverso una condotta di alimentazione che prende l'acqua dall'impianto di innevamento in prossimità dell'incrocio fra le piste FALZEBEN I e II e le piste di variante e di collegamento con la pista WALLPACH.

Per l'alimentazione del nuovo bacino WALLPACH è prevista la posa di una nuova condotta in ghisa sferoidale del diametro DN200.

7.5 Canale di scarico delle acque di afflusso meteorico superficiale

L'area afferente all'invaso è una superficie inclinata di ca. 35.200 m² tuttavia per contenere gli apporti meteorici a monte del bacino si è deciso di suddividere l'area principale in tre sottozone delimitate da altrettanti canali drenanti.

La superficie totale è stata divisa in modo da costituire tre sottoaree:

SOTTOAREA 1	ca. 4.500 m ²
SOTTOAREA 2	ca. 9.200 m ²
SOTTOAREA 3	ca. 21.500 m ²

L'evento di pioggia critico per un tempo di ritorno di 1.000 anni genera le seguenti portate di ruscellamento:

- $Q_{1max} = 0,10 \text{ m}^3/\text{s}$ da smaltire con il collettore perimetrale del bacino
- $Q_{2max} = 0,20 \text{ m}^3/\text{s}$ da smaltire con il drenaggio intermedio
- $Q_{3max} = 0,40 \text{ m}^3/\text{s}$ da smaltire con il drenaggio superiore

Le portate di ruscellamento vengono recepite dai drenaggi trasversali.

I drenaggi superiori e intermedio saranno costituiti da una trincea drenante riempita di materiale grossolano altamente permeabile sul cui fondo sarà alloggiata una condotta drenante con una leggera pendenza longitudinale in direzione ad uno o due scarichi laterali per permettere il deflusso dell'acqua verso la sezione terminale.

Il drenaggio inferiore sarà costituito dalla fossa drenante perimetrale con una condotta DN300 PN6 sul lato di monte del bacino.

7.6 Sfiatore o scarico di superficie

Lo sfioratore superficiale è costituito da una soglia sfiorante principale e da una soglia sfiorante estiva posta 30 cm sotto quella principale per limitare l'invaso del bacino nel periodo estivo e consentire una maggiore sicurezza nel caso si verificano precipitazioni meteoriche di rilievo. Lo sfioratore è dimensionato **nel periodo estivo** (esercizio estivo) per smaltire la portata generata dall'evento di pioggia critica per un tempo di ritorno di 1.000 anni con una portata in uscita dallo sfioratore $Q_{max} = 40,0$ l/s. Inoltre, si considera la semiampiezza dell'onda massima. In base al dimensionamento dello sfioratore risulta per la portata massima pari a 40,0 l/s un tirante massimo di ca. 9 cm. L'altezza della semionda calcolata con un vento massimo spirante atteso di 65 km/h è invece di 18 cm.

Per garantire nel periodo estivo il franco netto di 1,50 m tra la quota di massimo invasore e quella di coronamento la quota di sfioro deve essere disposta almeno ad una quota di $1,50 + 0,09 + 0,18 = 1,77$ m al disotto della quota di coronamento.

Perciò la soglia per l'esercizio estivo è prevista più bassa a quota 1803,55 m s.l.m. ad 1,95 m al disotto alla quota di coronamento (1805,50 m s.l.m.).

Nel periodo invernale (esercizio invernale) invece si considera solo il tirante di 8 cm relativo ad una pioggia millenaria di 82 l/s senza la semionda di 18 cm per un vento massimo spirante atteso di 65 km/h; in questo modo anche in inverno ci si attende un franco netto di 1,50 m. Perciò la soglia massima per l'esercizio invernale è prevista a quota 1803,55 m. s.l.m. a 1,65 m ($> 1,50 \text{ m} + 0,08 \text{ m} = 1,58 \text{ m}$) al disotto alla quota di coronamento (1850,50 m s.l.m.).

Inoltre, nel caso in cui per qualche motivo lo sfioratore superficiale risultasse momentaneamente inefficiente (ostruzione della griglia sfiorante) è previsto uno scarico superficiale supplementare di emergenza costituito da un tubo DN250 PN16 inserito vicino allo sfioratore.

Le opere riguardanti lo sfioratore principale (invernale), lo sfioratore estivo e lo sfioratore di emergenza verranno specificate nell'allegato elaborato grafico AP.3.2.

Il manufatto in cemento che costituisce lo sfioratore diga e poggia su terreno non riportato e non interferisce con il rilevato che costituisce il corpo diga.

L'acqua che sfiora oltre la soglia prevista, sia estiva che invernale, viene raccolta in un pozzo raccordato alla condotta di scarico con successivo recapito al torrente RIO SINIGO A.130.

7.7 Scarico di fondo

Lo scarico di fondo è l'organo che regola lo svaso del bacino ed è previsto nel punto più basso del bacino a quota 1.794,50 m s.l.m.

L'imbocco dello scarico è collocato all'interno di una camera di dimensioni indicative 310x230xh220 cm che contiene anche il passaggio della tubazione di prelievo galleggiante per la centrale di innevamento artificiale (allegato AP3.1).

Lo scarico di fondo è protetto alla sezione di imbocco da un filtro meccanico in acciaio inox per evitare che la tubazione possa essere anche parzialmente ostruita.

Lo scarico di fondo è dimensionato per lo svuotamento del volume di massimo invaso in un tempo teorico di ca. 70 ore (Rif. Relazione verifiche idrauliche dello scarico di fondo alleg. AP0.3.3). Il dimensionamento dello scarico è stato effettuato calcolando che all'atto dell'apertura della saracinesca la portata passante sia regolata dal battente d'acqua presente nel bacino. Lo scarico di fondo prevede un tratto in pressione dall'imbocco fino alla confluenza nel canale di scarico per cui la differenza di quota tra imbocco e sbocco nel canale a quota 1781,00 m (ovvero il carico costante) è di 13,5 m. Il carico variabile è invece rappresentato dal battente idraulico del lago che è variabile nel tempo e diminuisce durante la fase di scarico.

La determinazione della portata uscente dallo scarico di fondo è stata effettuata applicando il teorema di Bernoulli tra una quota di sicurezza 1,30 m al disotto del coronamento (inferiore al franco netto) e la quota di sbocco nel canale di scarico alla quota 1.781,00 m s.l.m. Risolvendo l'equazione implicita che regola il moto in esame si ottiene una portata corrispondente al tirante massimo di ca. 360 l/s ed un tempo di svuotamento del bacino di ca. 70 ore inferiore al tempo massimo richiesto dalle autorità competenti di 72 ore.

7.8 Condotta di scarico

Un canale di scarico costituito da una condotta in ghisa circolare di diametro DN400/DN300, con una lunghezza complessiva di ca. 694 m, consente il deflusso delle acque di scarico superficiale, di ruscellamento, di drenaggio e di scarico di fondo presso il Rio SINIGO a quota ca. 1.666,50 m s.l.m. Il diametro della tubazione è funzione della pendenza longitudinale della condotta.

Il canale parte dal locale pompe WALLPACH e a quota 1781,00 ca si raccorda con la condotta che raccoglie gli scarichi dello sfioratore superficiale e dei drenaggi.

8. RETE DI DRENAGGIO

L'opera in progetto è realizzata in materiali sciolti opportunamente compattati ed è quindi soggetta all'infiltrazione di acqua a seconda della permeabilità e della composizione locale del terreno.

L'acqua all'interno dell'opera può provenire da infiltrazione dovuta a precipitazioni meteoriche, o localmente da fonti sotterranee nel caso di risalita della falda. Inoltre, può verificarsi un'infiltrazione d'acqua per perdite che si possono verificare per accidentale rottura della copertura impermeabile della superficie interna del bacino.

La presenza di acqua all'interno dei rilevati o a tergo dell'opera può causare fenomeni di erosione o instabilità che possono danneggiare l'opera ed in casi estremi portare ad un suo collasso.

Per tale motivo, a protezione della stabilità dei rilevati in terra e dei manufatti costituenti l'opera è prevista la realizzazione di opportuni sistemi di drenaggio atti ad allontanare l'acqua presente nel terreno.

I drenaggi sono presenti sia internamente che esternamente all'opera.

8.1 Drenaggi per l'allontanamento delle acque a monte del bacino

Eventuali acque sotterranee che provengono dall'esterno del bacino o di falda possono essere smaltite dallo stesso drenaggio previsto per l'integrità del telo d'impermeabilizzazione come descritto nel seguente paragrafo.

Per le acque superficiali a monte del bacino sono previsti, come descritto nel paragrafo 8.5, delle trincee di drenaggio trasversali al pendio che allontanano gli apporti meteorici al di fuori dall'area afferente del bacino. L'area afferente dell'invaso è suddivisa in tre sottozone per deviare in modo controllato in pozzi di filtrazione le acque provenienti da fenomeni meteoriche. L'ultimo drenaggio sarà costituito dalla fossa drenante perimetrale con una condotta DN300 sul lato di monte del bacino che, per mezzo di una tubazione in PE DN350, scarica l'acqua nella condotta di scarico DN400 in ghisa dello sfioratore del bacino.

8.2 Drenaggi per il controllo dell'integrità dell'impermeabilizzazione

Sul fondo e lungo il piede delle sponde all'interno del bacino un altro tipo di drenaggio è posto al disotto del pacchetto d'impermeabilizzazione che ricopre la totale superficie interna. Questo tipo di drenaggio serve per intercettare e smaltire l'acqua che si presenta al disotto della

copertura e per identificare con opportuno monitoraggio se la presenza di acqua sia dovuta ad una locale rottura del telo di tenuta.

Un materasso drenante posto sulle sponde al disotto del telo impermeabilizzante ed una rete di tubazioni drenanti sul fondo convogliano l'acqua recepita al di fuori dell'opera.

Internamente al bacino il sistema ha una duplice funzione. In condizioni normali i drenaggi servono per allontanare l'acqua che potrebbe creare sottospinte verticali al disotto del telo impermeabilizzante o causare fenomeni di erosione del terreno. In questo caso si andrebbero a creare distaccamenti localizzati del telo di copertura dalla superficie del bacino.

La seconda funzione di questi drenaggi "interni" al bacino è quella di intercettare l'acqua nel caso si verificasse la rottura del telo impermeabilizzante.

Questi drenaggi "interni" al bacino (allegato AP.2.2) sono costituiti, oltre che da uno strato di materiale drenante superficiale sul fondo, anche da circuiti separati di tubazioni drenanti forate in polietilene di diametro DN160 posate in trincee sul fondo in modo da individuare dei settori definiti. Ogni circuito drenante riferito ad un settore di fondo del lago è convogliato in una vasca di raccolta ed ispezione all'interno della sala manovre. In questo modo è possibile individuare quale settore sia interessato da una maggiore portata di drenaggio e capire in quale zona potrebbe essere localizzata una falla sul telo impermeabilizzante.

8.3 Drenaggio - filtro al piede del rilevato della diga

Esternamente lungo il perimetro della diga in corrispondenza del piede del rilevato è prevista la posa di un settore drenante che serve per intercettare eventuali infiltrazioni d'acqua all'interno del corpo diga e scaricarle attraverso una condotta drenante.

Il filtro al piede è composto da materiale altamente permeabile di pezzatura grossolana internamente di 32-100 mm e formato da ghiaia filtrante 16-32 mm alla base a contatto con il terreno di fondazione e ghiaia a granulometria più fine 8-32 mm a contatto con il corpo diga.

In corrispondenza del piede della scarpata in trincea è posato un tubo drenante DN200 in PE che recepisce l'acqua captata dal filtro.

Per conferire maggiore compattezza e garantire la separazione dei diversi materiali che compongono il filtro, è previsto l'inserimento tra essi di un geotessuto di separazione del tipo Polyfelt TS 40 (180 g/m²).

Questa tipologia di drenaggio costituisce il filtro al piede che serve per allontanare sia l'acqua presente in condizioni normali al piede del rilevato della diga sia quella che potrebbe filtrare nel rilevato per rottura del telo sulle sponde interne del bacino. Soprattutto in questo secondo

caso il drenaggio serve per evitare una diminuzione di coesione del terreno al piede di scarpata che potrebbe causare cedimenti compromettendo la stabilità della diga.

Come descritto in dettaglio (allegato AP2.2), il drenaggio al piede viene recapitato all'interno della vasca di controllo drenaggi.

8.4 Derivazione e controllo dei drenaggi

Il sistema di monitoraggio delle acque di drenaggio prevede il controllo del livello nelle due vasche di raccolta dei drenaggi in sala manovra tramite un sensore di livello ed uno stramazzo a V (in ogni vasca) attraverso il quale è possibile determinare la portata in funzione del battente idraulico della vasca. Nella prima vasca vengono raccolti i drenaggi del filtro piede e nella seconda vasca i drenaggi dei quattro settori del suolo.

I due sensori di livello forniscono la lettura dinamica del livello della vasca da cui si determina la portata sfiorante con la formula di stramazzo. Superato un valore di soglia di portata imposta, scatta un allarme che allerta sull'anomalia in corso. In questo caso è necessario accertarsi dell'entità della portata di drenaggio che defluisce ed intervenire eventualmente scaricando il bacino.

9. CENTRALE DI POMPAGGIO E DI MANOVRA

A valle della diga sul lato sudovest del bacino è prevista la realizzazione di un locale tecnico (rif. Allegati AP.2.1. e AP.4.1) su due piani in gran parte interrati. Solo la facciata superiore rivolta a sudovest è a vista e contiene gli accessi alla struttura.

Il locale tecnico su due piani (piano terra e piano interrato) è realizzato prevalentemente in cemento armato ha una pianta rettangolare 29,80 x 9,80 m ed è alto complessivamente 9,60 m. Il piano di fondazione si trova al disotto del fondo del bacino.

La struttura interrata è collocata in modo da non interferire con la scarpata esterna del corpo diga, il terreno di copertura tra la struttura e la scarpata del corpo diga non ha funzione strutturale ma serve solamente da riempimento per conferire all'opera una visibilità minima ed un inserimento più armonico nell'ambiente.

Al piano superiore del locale tecnico trovano collocazione gli impianti elettrici con la cabina di trasformazione, la cabina ENEL, la sala contatori ed il locale elettrico. Oltre a ciò si trova nel piano terra in parte la sala di manovre e l'accesso al piano inferiore con una scala in acciaio e una botola per abbassare o sollevare attrezzi dell'impianto idraulico.

Al piano inferiore si situa l'altra parte della sala manovre per la gestione del bacino e la sala di pompaggio per l'innervamento artificiale per il prelievo e lo smistamento dell'acqua del bacino. La sala di manovra e monitoraggio del bacino è disposta in modo da semplificare il collegamento con le opere di alimentazione, di scarico e di prelievo del bacino.

Nella sala manovre (piano terra e piano interrato) sono inseriti tutti gli organi di regolazione e monitoraggio che servono alla corretta e sicura gestione del bacino. Attraverso di essa passano e vengono intercettati e monitorati i seguenti circuiti idraulici:

- Circuiti di alimentazione
- Circuito di scarico di fondo
- Circuito di prelievo per la centrale di innervamento
- Circuito di ricircolo dell'acqua
- Sistema d'insufflazione di aria compressa
- Opere ausiliarie

Per la descrizione approfondita dei precedenti punti si rimanda alla relazione tecnica idraulica ed idrologica che verrà allegata in seguito (allegato AP0.3.2).

10. FONDAZIONE DELLA DIGA E CORPO DIGA

All'interno dell'opera in progetto la realizzazione del corpo diga è un punto molto delicato in quanto da esso dipende la capacità di contenimento del bacino stesso e la stabilità dell'intera opera.

Il terreno di fondazione e l'esecuzione del rilevato devono prevedere l'analisi, l'utilizzo ed il controllo dei materiali e delle lavorazioni in corso d'opera tali da rispondere ai criteri geotecnici e di stabilità definiti nella progettazione esecutiva.

10.1 Fondazione della diga

La base dello scavo previsto si trova in rocce della Formazione rocciosa della Valgardena in parte compatta e in parte fratturata. In questi sottosuoli la costruzione di un'opera del genere risulta attuabile.

La fondazione della diga deve prevedere un piano di appoggio uniforme. Il terreno di fondazione dovrà inoltre prevedere, dove necessario, una scalinatura formata da piani leggermente inclinati per facilitare l'ingranaggio della diga.

10.2 Corpo diga

Il corpo diga è costituito da materiali derivanti dallo scavo selezionati e miscelati per essere idonei alla realizzazione di rilevati secondo le caratteristiche geotecniche richieste dall'analisi di stabilità.

Inoltre, si deve avere un materiale con una granulometria adatta ovvero ben distribuita ed un contenuto d'acqua idoneo alla compattazione con esclusione dei materiali terroso-organici.

Prima della posa del rilevato il materiale di scavo dovrà essere selezionato in frazioni in un deposito temporaneo e successivamente mescolato secondo i requisiti richiesti.

La modalità di posa del rilevato deve avvenire per stesura dei materiali in strati di modesta entità (ca. 30-50 cm) a formare superfici leggermente inclinate per facilitare eventuale deflusso dovuto ad infiltrazioni. Ogni strato va compattato per conferire uniformità agli strati e per chiudere sempre bene la superficie.

Il corpo diga presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

- Pendenza della scarpata interna 1:2/1:3

- Pendenza della scarpata esterna 1:2
- Larghezza del coronamento 4 m
- Franco tra coronamento e massimo invaso superiore a 1,50 m.

10.3 Filtro al piede del corpo diga

Il filtro al piede con base di ca. 8,0 m e altezza totale di 1,70 m sarà composto internamente da materiale altamente permeabile di pezzatura grossolana 30÷100 mm o 16÷300 mm che posa su una base di ghiaia filtrante 16÷32 mm a contatto con il terreno di fondazione, questa base comprende una trincea provvista di condotta drenante HDPE DN200 PN6 collocata sulla parte più esterna del piede, per la captazione e lo scarico di ev. venute d'acqua intercettate dal filtro.

Lo strato di separazione tra il corpo filtrante ed il corpo diga sarà costituito da ghiaia con granulometria più fine 8÷32 mm.

Per conferire maggiore compattezza e garantire la separazione dei diversi materiali che compongono il filtro, è previsto l'inserimento, tra gli strati composti da ghiaia di differente pezzatura, di un geotessuto di separazione del tipo Polyfelt TS 40 (180 g/m²).

10.4 Vigilanza e controllo della diga in corso d'opera

Risulta fondamentale una verifica continua durante la realizzazione del rilevato del materiale usato e delle modalità di posa. Il controllo visivo e con apposite prove relative alle caratteristiche geotecniche in sito dovrà prevedere prove di densità, contenuto d'acqua, prove di carico su piastra statica e dinamica, rilievo del contenuto e del grado di compattazione con rullo (compatto metro con registrazione automatica).

I risultati di queste prove andranno accuratamente documentati sia per quanto riguarda l'ubicazione plano-altimetrica che per i risultati ottenuti restituiti tempestivamente.

11. IMPERMEABILIZZAZIONE E SISTEMAZIONI SUPERFICIALI

11.1 Superficie interna del bacino (preparazione, copertura, impermeabilizzazione)

Il bacino WALLPACH in progetto è un'opera realizzata in materiali sciolti ed è reso internamente impermeabile grazie alla copertura della superficie interna mediante una guaina.

L'impermeabilizzazione prevede la preventiva sistemazione del terreno di fondo e la posa di strati di geotessuto protettivi e/o filtranti a supporto di uno strato superiore impermeabilizzato costituito da un particolare telo elettrosaldato con doppia saldatura e prova di tenuta.

Il "pacchetto" d'impermeabilizzazione sarà ricoperto da un altro strato di ghiaia con funzione protettiva ed antigelo.

Copertura del fondo del bacino

1. Terreno di posa

sostegno formato da materiali di scavo posati e compattati in modo idoneo senza asperità. Chiusura di eventuali giunti da stabilire in cantiere.

2. Strato protettivo di separazione terreno

Geotessuto tipo Polyfelt TS 60 o similare (260 g/m²)

3. Strato filtrante

Strato composto da ca.20 cm di ghiaia filtrante e pietrisco frantumato pezz. 16-32mm

4. Strato impermeabile o di tenuta idraulica

- Geotessuto protettivo tipo Polyfelt P 009 o similare (800g/m²)
- telo impermeabile sintetico in poliolefine armato spessore 2,0 mm

5. Strato di copertura superficiale protettivo

- geotessuto protettivo tipo Polyfelt P 009 o similare (800g/m²)
- strato di ca. 20 cm di ghiaia pezzatura 20÷70mm

Scarpata interna del bacino

1. Terreno di posa

Sostegno formato da materiali di scavo posati e compattati in modo idoneo senza asperità.

2. Strato drenante e di separazione

Materasso filtrante tipo TENAX TENDRAIN 1000/2 o similare come filtro superficiale.

3. Strato impermeabile o di tenuta idraulica

Telo impermeabile sintetico in poliolefine armato spessore 2,0 mm

4. Strato di copertura superficiale protettivo

- geotessuto protettivo tipo Polyfelt P 009 o similare (800g/m²)
- strato di ca. 20 cm di ghiaia pezzatura 20-70mm

11.2 Superficie esterna del bacino (preparazione, copertura)

La superficie esterna del corpo diga viene coperta da uno strato protettivo di terreno vegetale. Il corpo diga è formato da materiali sciolti di scavo posati e compattati. La sua superficie esterna è inclinata e sarà formata senza creare asperità. A partire dalla superficie finita del rilevato in terra verrà depositato uno strato di ca. 20 cm di terra vegetale.

La copertura del corpo diga con lo strato di terra vegetale non ha rilevanza ai fini della statica del corpo diga.

Successivamente la superficie del rilevato diga sarà rinverdita con sole specie erbacee con apparato radicale che non possa in alcun modo modificare le caratteristiche meccaniche del terreno di tenuta.

11.3 Lavori di preparazione del fondo

Internamente al bacino, la posa dello strato impermeabilizzante interessa il fondo del bacino e le sponde interne corrispondenti sia alle scarpate ricavate mediante scavo sia a quelle costituenti il corpo diga in rilevato.

Tutte le superfici di posa dovranno risultare omogenee e prive di asperità inoltre dovranno essere adeguatamente bonificate secondo quanto previsto nella progettazione dei drenaggi in modo da evitare sottospinte dovute alla presenza dell'acqua.

Sul fondo è previsto uno strato drenante supplementare in ghiaia di pezzatura 16÷32 mm mentre sulle sponde lo strato filtrante è costituito da un materasso dreaante artificiale.

L'ancoraggio del pacchetto filtrante è previsto sulla parte superiore delle sponde a livello del coronamento. Per tale motivo sulla sommità del coronamento deve essere disposta una trincea per l'ancoraggio nella quale saranno stesi i teli e fissati a gravità mediante riempimento della trincea stessa.

Per permettere la posa uniforme dello strato impermeabilizzante ed evitare punti di discontinuità o eccessivo pensionamento del telo, i bordi inferiori e superiori delle sponde devono essere ben raccordati al fondo e al coronamento in modo da smussare gli spigoli.

11.4 Misure (disposizioni) e norme per la fornitura, l'installazione e il collaudo dei sistemi di copertura (geotessuti e impermeabilizzanti)

Il telo impermeabile ed i geotessuti dovranno essere certificati a campione in un laboratorio esterno ed autorizzato per la determinazione delle caratteristiche dei materiali e delle saldature sottoposti a sollecitazione.

12. MOVIMENTI TERRA

Per la realizzazione del bacino artificiale WALLPACH è previsto un volume di scavo complessivo di ca. 80.380 m³.

Del volume di scavo si dovrà prevedere la separazione dei materiali riscontrati:

- materiale terroso-organico superficiale e all'interno di orizzonti organogeni sepolti da riutilizzare per la sistemazione e la copertura delle scarpate.
- materiali grossolani utilizzabili per il rilevato e per corpi filtranti dai quali va ulteriormente separata la frazione grossolana $d > 10-15$ cm che potrà essere frantumata e utilizzata per la composizione dei corpi di drenaggio e sostegno.
- materiali di composizione fine e contenuto di acqua elevato con componenti organici con caratteristiche geotecniche scadenti che potranno essere utilizzati come materiale di riporto di bassa qualità tenendo conto della sensibilità all'acqua del materiale o portati a discarica.

Il rimanente materiale derivante dallo scavo ed utilizzabile per la formazione del rilevato del corpo diga dovrà rispondere alle caratteristiche richieste al paragrafo 11.2.

Il volume totale necessario per i rilevati e la sistemazione delle superfici è stimato in ca. 81.600 m³.

Il volume di terreno vegetale-organico sarà da utilizzare per la copertura delle sponde esterne e la modellazione delle vicine aree.

Dalle precedenti considerazioni si stima che il volume totale mancante risulta pari a ca. 1.220 m³, che verrà portato ovvero fornito come materiale di drenaggio o materiale di copertura del telo impermeabile (ghiaia).

13. MONITORAGGIO, CONTROLLO E SISTEMI DI VIGILANZA DELLE OPERE IN PROGETTO

Per il monitoraggio della stabilità dell'opera si prevedono varie installazioni.

Queste comprendono:

- misure di controllo delle deformazioni nel settore della diga nonché sui versanti e sulle scarpate in prossimità del bacino.
- dispositivi di misura del livello della falda e delle pressioni interstiziali nel corpo della diga nonché nel sottosuolo del bacino.

13.1 Misure di prevenzione e sicurezza

Come misure di prevenzione e sicurezza dell'opera è prevista una recinzione a maglia metallica alta 2,0 m lungo tutto il perimetro del bacino sul coronamento della diga, l'installazione di 4 funi di risalita e 4 salvagenti lungo il paramento interno del bacino in caso di caduta accidentale. Il bacino dovrà essere dotato degli adeguati cartelli monitori.

13.2 Misurazioni periodiche e sistemi di controllo

Lungo il coronamento del bacino nonché nella zona delle scarpate adiacenti è prevista l'installazione di ca. 4 punti geodetici fissi e 8 punti di misura che verranno misurati periodicamente (livellamenti di precisione e rilievo geodetico di precisione, con cadenza 2 nel primo anno d'esercizio, 1 per anno nella fase successiva).

Lungo la corona della diga del bacino saranno installati 4 inclinometri per il monitoraggio di eventuali spostamenti. La frequenza delle letture è una volta nei primi tre anni e dopo una volta ogni 2 anni.

Si prevede parallelamente inoltre l'installazione di 7 piezometri per il rilievo del livello di falda libera naturale in corrispondenza della diga. 3 piezometri saranno del tipo automatico con la lettura permanente e altri quattro piezometri del tipo manuale con letture 2 volte all'anno.

MONITORAGGI GEOTECNICI	
Q.tà	TIPOLOGIA DI MONITORAGGIO
Nr. 4	punti fissi
Nr. 8	punti geodetici di misura
Nr. 4	inclinometri
Nr. 7	piezometri per misura falda

13.3 Misurazioni continuative e sistemi di controllo

Oltre ai monitoraggi di tipo geotecnico per la verifica della stabilità dei rilevati, altre misurazioni vengono effettuate per il controllo del bacino durante il suo esercizio.

Le misure di tipo continuativo implicano l'utilizzo di particolari sensori, normalmente di tipo analogico, che trasmettono i valori misurati delle rispettive grandezze ad un sistema di controllo collocato nei locali tecnici e ad un sistema a distanza di allerta del personale in servizio.

I sistemi di controllo del bacino comprendono:

- Misura del livello del bacino tramite trasduttore di pressione scala 0÷20 bar uscita 4÷20mA installato in sala manovre in un apposito tubo privo di perturbazioni collegato al fondo del bacino;
- Misura della temperatura dell'acqua del bacino in corrispondenza del collettore di prelievo;
- Stazione meteo per il rilevamento della temperatura e dell'umidità dell'aria e dell'intensità del vento;
- Misura continuativa del livello delle due vasche per il controllo dei drenaggi dei settori di fondo e del filtro piede del bacino. Comprensivo di nr. 2 soglie di allarme;
- Misura continuativa e cumulativa della portata e volume d'acqua passante attraverso misuratori volumetrici di portata inseriti nel circuito di prelievo per la stazione di pompaggio dell'innevamento provenienti dalle prese dell'area sciistica;
- Segnalazione del funzionamento dei circuiti di ricircolo dell'acqua, del sistema di insufflazione;
- Segnalazione dei finecorsa di apertura e chiusura di tutte le valvole manuali, automatiche elettriche o pneumatiche installate in sala manovra.

13.4 Controlli visivi

Durante il normale esercizio del bacino sono da effettuare regolari controlli visivi sulle strutture e sulle opere del bacino. In particolare, è da verificare l'efficienza dello sfioratore superficiale, degli organi di scarico, dei drenaggi perimetrali, dello stato del telo impermeabile, della stabilità delle opere di contenimento e dei manufatti in cemento. È da verificare anche il regolare sfalcio del manto erboso sull'area.

13.5 Regolari verifiche degli elementi idraulici in esercizio

Le verifiche sugli elementi idraulici durante l'esercizio riguardano la sorveglianza visiva in merito all'efficienza dello sfioratore superficiale, degli sbocchi dei circuiti di alimentazione e di ricircolo dell'acqua nonché di tutti i sistemi di manovra contenuti nella sala macchine.

Periodicamente è da verificare che l'apertura o la chiusura delle valvole corrisponda a quella prevista in base al corrente esercizio del bacino.

13.6 Stabilità dei rilevati in terra

La sicurezza della diga in terra è stata determinata valutando l'idoneità del sito in oggetto dal punto di vista geotecnico per mezzo di indagini sul sottosuolo e mediante un'analisi di stabilità del rilevato della diga come da progetto.

Inoltre, a favore della stabilità della diga sono state predisposte e dimensionate in fase di progetto tutte le opere necessarie alla sicurezza dell'opera:

- preparazione del terreno di fondazione;
- disposizione dei drenaggi interni al bacino;
- impermeabilizzazione della superficie interna;
- scarichi superficiali e di suolo;
- filtro al piede della scarpata;
- opere accessorie.

13.7 Normative e direttive generali riguardo alla stabilità

L'analisi di stabilità geotecnica verrà effettuata sia per SLE (stato limite esercizio) e SLU (stato limite ultimo) secondo il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 26.06.2014: "Norme tecniche per progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse).

Per la verifica della capacità portante agli SLU si è fatto riferimento all'approccio geotecnico 1 comb. 2 A2+M2+R2, verificando le condizioni "a fine costruzione", "a serbatoio pieno" e "a seguito di svaso rapido".

13.8 Risultati delle analisi di stabilità

Le analisi di stabilità condotte sulla sezione più critica del (allegato AP0.2.1 - Relazione geologica) hanno tenuto conto dei parametri geotecnici del terreno che deve essere utilizzato per

il rilevato e del sottosuolo di appoggio secondo quanto è emerso nelle indagini sul terreno dell'area di progetto.

I calcoli effettuati mostrano che il rilevato della diga nonché il rispettivo sottosuolo raggiungono, rispettando le inclinazioni delle scarpate previste da progetto e considerando i parametri di calcolo, una stabilità sufficiente sia in caso di sollecitazioni nella norma sia in caso di sollecitazioni straordinarie dovute a fenomeni sismici.

14. PREVISIONE DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE

14.1 Prima fase

Preparazione dell'area di progetto e scavo:

- Lavori di adeguamento della strada di accesso;
- Picchettaggio del bacino e installazione dei punti fissi di misura per il rilievo topografico e i controlli in fase di lavorazione;
- Installazione del cantiere;
- Progressivo scotico del terreno di superficie;
- Scavo nell'area fino al previsto livello di fondazione;
- Rimozione del materiale in eccedenza e deposizione provvisoria nell'apposita area;
- Posa delle fosse di drenaggio sulla scarpata a monte del bacino;
- Verifica delle superfici di scavo e di fondazione mediante apposite prove;
- Verifiche d'idoneità dei materiali e delle lavorazioni;
- Posa del materiale per il rilevato e verifica continua del materiale (v. par. 11.2 e 11.3)
 - Composizione e modalità di posa del filtro al piede della scarpata (prove in situ e in laboratorio).
 - Composizione e modalità di posa del rilevato del corpo diga (prove in situ e in laboratorio).
- Tipologia di posa del rilevato: stratificazione del rilevato in strati di ca. 30 cm, accertamento del grado di compattazione con compattometro (con registrazione automatica) e/o eventualmente con prova di piastra dinamica.

14.2 Seconda fase

- Costruzione delle strutture previste (locale tecnico, sfioratore, pozzetto di scarico, ecc.);

- Posa in trincea delle condotte di scarico e adduzione;
- Posa delle valvole e dei circuiti idraulici in sala macchine;
- Realizzazione del filtro al piede della scarpata incluso corpi e tubi drenanti;
- Costruzione del corpo della diga, e dell'invaso del bacino;
- Vigilanza sulla posa della diga:
 - verifica della compattazione
 - peso specifico, contenuto d'acqua e permeabilità del materiale
 - prova di piastra statica
 - prova di piastra dinamica
- posa dei drenaggi di fondo (per controllo impermeabilizzazione);
- preparazione della superficie interna per la posa del pacchetto impermeabilizzante.

14.3 Terza fase

Impermeabilizzazione e rivestimento del bacino:

- Posa di ogni singolo tessuto previsto dal pacchetto sia sul fondo che sulle sponde;
- Posa e sistemazione della copertura di fondo e sponda con ghiaia e del coronamento;
- Posa del sistema d'insufflazione e della presa d'acqua galleggiante;
- Finiture, sistemazione e modellazione delle superfici adiacenti;
- Ripristini e rinverdimento.

15. PROVA DI INVASO E MESSA IN SERVIZIO PROVVISORIA

Il primo invaso del bacino deve attuarsi, sotto la vigilanza della Direzione Lavori, con incrementi giornalieri di modesta entità (ca. 20 cm) constatando continuamente l'efficienza della tenuta e degli organi di scarico ed eseguendo le misure di portata in adduzione, livello del bacino, livello dei piezometri, ecc.

16. RIPRISTINO DEL PAESAGGIO – PROVVEDIMENTI

Al termine dei lavori di realizzazione dell'opera l'intera superficie di intervento verrà modellata e ricoperta stendendo uno strato di terreno naturale precedentemente asportato in fase di scavo (scotico terreno) e accantonato per la stesura a opera compiuta.

In seguito, l'intera superficie sarà rinverdita a manto erboso utilizzando, se necessario, posa di sistemi idonei ad impedire il dilavamento delle sementi da parte delle acque meteoriche (georeti).

Le aree non direttamente interessate dai rilevati di contenimento diga potranno essere rinverdate con piccoli arbusti di specie arborea compatibile con quella esistente.

Non dovranno essere piantati sui rilevati del corpo diga arbusti o specie vegetali le cui radici possano compromettere la stabilità anche superficiale dell'opera.

Per il rinverdimento è previsto l'utilizzo di sementi adeguate alle caratteristiche della zona.

Le superfici delle aree circostanti interessate dal cantiere saranno ripristinate mediante rinverdimento attuato con idrosemina.

17. SISTEMI DI SICUREZZA, CONTROLLO ED ALLARME

17.1 Modalità di monitoraggio del bacino WALLPACH

17.1.1 Modalità di monitoraggio della stabilità del rilevato

Il monitoraggio della stabilità dell'opera è attuato in fase di esecuzione mediante numerose prove effettuate su terreni campione.

In esercizio, ad opera finita, sono da applicare delle misure di controllo dei cedimenti e deformazione dei rilevati e di misura del livello di falda.

Risulta fondamentale una verifica continua durante la realizzazione del rilevato del materiale usato e delle modalità di posa. Il controllo visivo e con apposite prove relativo alle caratteristiche geotecniche in sito dovrà prevedere prove di densità, contenuto d'acqua, prove di carico su piastra statica e dinamica, rilievo del contenuto e del grado di compattazione con rullo (compatto metro con registrazione automatica).

I risultati di queste prove vanno accuratamente documentati sia per quanto riguarda l'ubicazione plano-altimetrica che per i risultati ottenuti restituiti tempestivamente.

In esercizio i monitoraggi devono prevedere la misura di punti fissi e la misura di cedimenti nei punti più delicati relativamente alla stabilità dei rilevati.

Lungo il coronamento del bacino nonché nella zona delle scarpate adiacenti è prevista l'installazione di 4 punti geodetici fissi e 8 punti di mira che verranno misurati periodicamente (livellamenti di precisione e rilievo geodetico di precisione) con cadenza 2 nel primo anno d'esercizio, 1 per anno nella fase successiva).

Si prevede parallelamente l'installazione di 7 piezometri di cui 5 posizionati lungo la corona diga e 2 sotto la diga del bacino.

La lettura dei piezometri automatici è permanente invece la frequenza di lettura dei piezometri manuali è 2 volte all'anno.

Inoltre, sono previsti 4 inclinometri, entrambi sulla corona della diga del bacino.

La frequenza delle letture degli inclinometri è una volta nei primi tre anni e 1x ogni due anni successivamente

17.1.2 Sistema di monitoraggio del livello d'invaso

Il sistema di monitoraggio del livello d'invaso viene attuato mediante un sensore di livello capacitivo (trasmettitore) che fornisce una lettura continuativa del livello e la visualizza su un display di un PLC. La sonda di livello idrostatica o piezoresistiva per la misura del battente idraulico del bacino ha delle caratteristiche simili alle seguenti:

SCHEDA TECNICA SENSORE DI LIVELLO CAPACITIVO TIPO:

Trasmettitore:

- Misuratore di livello per acqua a sonda piezoresistiva
- Taratura sul campo a mezzo di potenziometri
- Precisione $\pm 0,2\%$ del valore misurato
- Segnale reso 4÷20 mA
- Campi di misura: da 0÷4,6 - 0÷255 m
- Grado di protezione IP 68
- Alimentazione: 12/36 V d.c
- Cavo autoportante compensato

Display indicatore a microprocessore:

- Alta visibilità con display a 6 cifre
- Alimentatore per trasduttori da campo 24 V, 30 mA
- Programmazione parametri da pannello frontale
- Doppia soglia di allarme e comando
- Memoria dati in assenza di alimentazione mediante EEPROM
- Precisa indicazione del processo di misura: 0,1 %
- Ingresso 4-20 mA
- Uscita 4-20 mA per la trasmissione dati a registratori o datalogger
- Alimentazione 230 V
- Grado di protezione frontale IP 65, retro IP 20
- frontale installabile a quadro

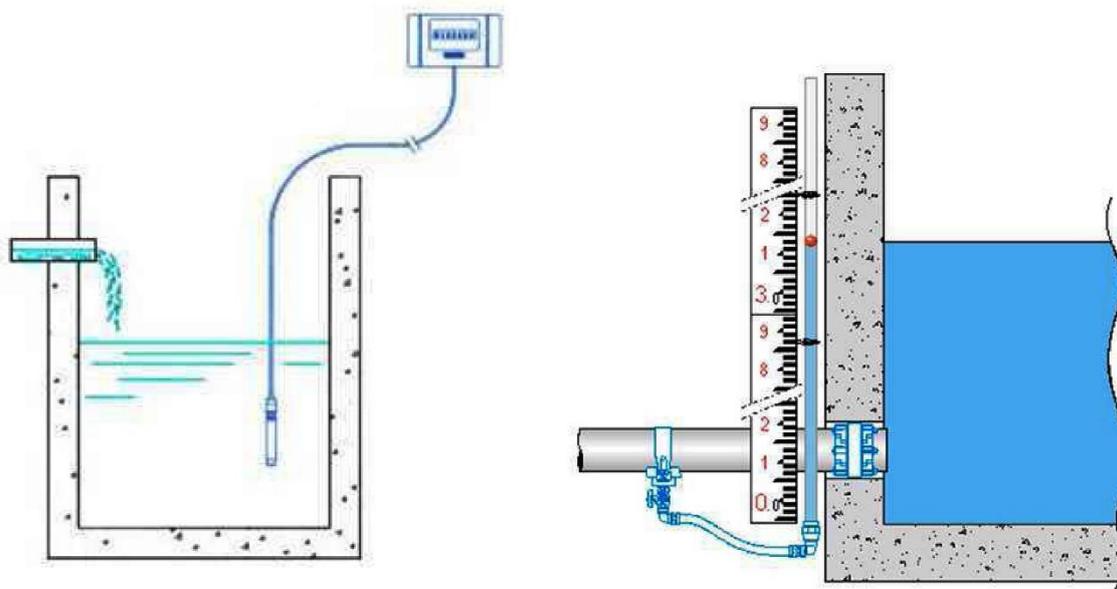


Figura 1: Sistemi di lettura del livello idrostatico, sonda piezoresistiva ad immersione e asta idrometrica.

Oltre ad un sistema di lettura automatico è prevista un'asta idrometrica di lettura all'interno della sala manovra.

In base alla lettura dei dati il sistema potrà controllare il livello del bacino e segnalare se ci fosse il superamento della soglia di massimo invaso o un gradiente di riempimento o svuotamento rapido quindi anomali.

Trasduttore di pressione

Essi sono degli elementi costituiti da un trasmettitore avvitato ad un tubo di misura e un ricevitore-indicatore di segnale, essi sono simili al seguente sistema:

SCHEDA TECNICA TRASDUTTORE PRESSIONE TIPO:

Trasmettitore:

- Misuratore di pressione, a cella piezoresistiva. Tarabile in campo a mezzo di potenziometri. Sensore esterno affacciato al processo. Precisione tipica $\pm 0,25\%$.
- Segnale reso 4÷20 mA.
- Campi di misura: da 0÷400 bar.
- Sovrapressione nominale x2.
- Attacco al processo 1/4" G.M. o F.
- Grado di protezione IP 67/68 (opzione). Alimentazione: 7/35 V d.c

Display indicatore a microprocessore:

- Alta visibilità con display a 6 cifre
- Alimentatore per trasduttori da campo 24 V 30 mA
- Programmazione parametri da pannello frontale
- Doppia soglia di allarme e comando
- Memoria dati in assenza di alimentazione mediante EEPROM
- Precisa indicazione del processo di misura: 0,1 %
- Ingresso 4-20 mA
- Uscita 4-20 mA per la trasmissione dati a registratori o datalogger
- Alimentazione 230 V
- Grado di protezione frontale IP 65, retro IP 20
- frontale installabile a quadro.

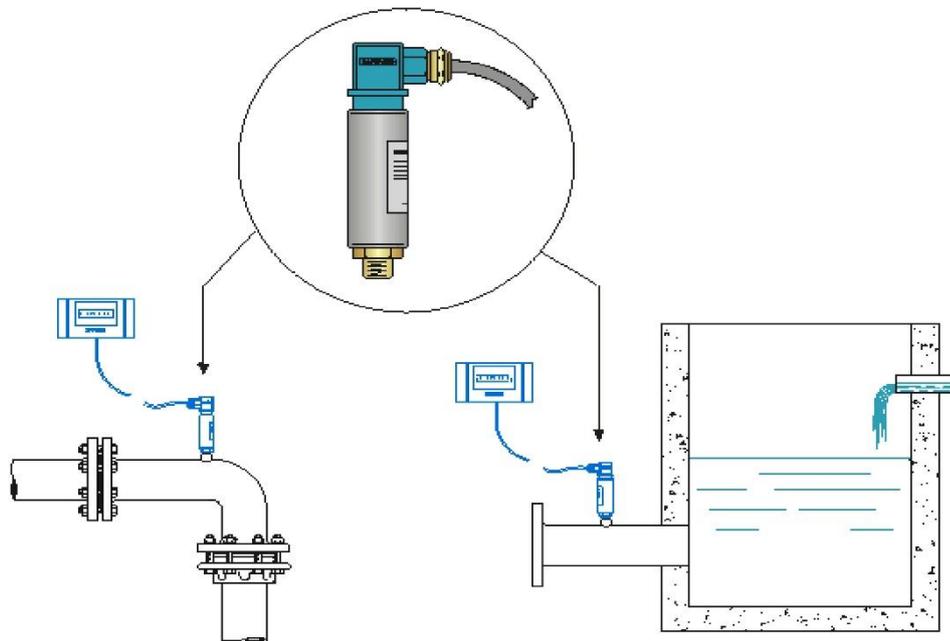


Figura 2: Trasduttori di pressione applicati ad un impianto in pressione o per la lettura del battente idraulico

17.1.3 Sistema di monitoraggio dei drenaggi

Per il monitoraggio del bacino WALLPACH sono predisposti dei sistemi di drenaggio all'interno (drenaggi di suolo nel bacino) ed esterno (drenaggi di piede della diga).

Drenaggi di suolo nel bacino

La tenuta idraulica del bacino è realizzata mediante un pacchetto d'impermeabilizzazione che ricopre tutta la superficie interna.

Al disotto del pacchetto impermeabilizzante un sistema di drenaggi serve per intercettare e smaltire l'acqua che si presenta al disotto della copertura e per identificare con opportuno

monitoraggio se la presenza di acqua sia dovuta al normale deflusso generato da eventi meteorici e naturali o se sia provocata da un locale cedimento del telo di tenuta.

In generale un materasso drenante posto sulle sponde al disotto del telo impermeabilizzante ed una rete di tubazioni drenanti sul fondo convogliano l'acqua e la recapitano al di fuori dell'opera.

Internamente al bacino il sistema ha una duplice funzione. In condizioni normali i drenaggi servono ad allontanare l'acqua che potrebbe creare sottospinte verticali al disotto del telo impermeabilizzante o causare fenomeni di erosione del terreno.

In questo caso si andrebbero a creare distaccamenti localizzati del telo di copertura dalla superficie del bacino.

La seconda funzione di questi drenaggi "interni" al bacino è quella di intercettare l'acqua nel caso si verificasse la rottura del telo impermeabilizzante.

I drenaggi "interni" (sono previsti quattro settori di drenaggio di suolo) al bacino (Rif. Allegato grafico AP 2.2) sono costituiti, oltre che da uno strato di materiale drenante superficiale sul fondo, anche da circuiti separati di tubazioni drenanti forate in polietilene posate in trincee sul fondo in modo da individuare dei settori definiti (drenaggio suolo 1÷4). Ogni circuito drenante riferito ad un settore di suolo del lago è convogliato in una vasca di controllo ed ispezione all'interno della sala manovra.

In questo modo è possibile individuare a vista d'occhio quale settore sia interessato da una maggiore portata di drenaggio e capire in quale zona potrebbe essere localizzata una falla sul telo impermeabilizzante.

Drenaggi di piede della diga

Oltre ai drenaggi di suolo nel bacino sono previsti anche drenaggi "esterni" per monitorare le acque nel filtro del piede della diga (Rif. Allegato grafico AP 2.2). Anche per queste acque di drenaggio di piede della diga è previsto, come per i drenaggi di suolo nel bacino, una vasca di controllo con uguale sistema di monitoraggio in cui convogliano le acque dai vari settori.

Nelle vasche di raccolta dei drenaggi di suolo nel bacino e di piede della diga viene posizionato un sensore di livello ad ultrasuoni per la lettura del livello. La conoscenza del livello individua anche la misura del battente sulla soglia sfiorante a V permettendo il calcolo della portata di supero.

SCHEDA TECNICA SENSORE DI LIVELLO AD ULTRASUONI TIPO:

Trasmittitore:

- Campo di misura $20 \div 1.25 - 0.30 \div 2.25$
- Alimentazione 18-30 Vcc
- Uscita 4-20 mA
- Linearità $\pm 0.2\%$ FS
- Consumo < 3 Watts
- Display LCD retroilluminato
- Connessione M12x1 5 poli
- Angolo di misura 8°
- Temp. di funzionamento $0 \div 70^\circ \text{C}$
- Materiale PET 30, resina epossidica, inox

Display indicatore a microprocessore:

- Alta visibilità con display a 6 cifre
- Alimentatore per trasduttori da campo 24 V 30 mA
- Programmazione parametri da pannello frontale
- Doppia soglia di allarme e comando
- Memoria dati in assenza di alimentazione mediante EEPROM
- Precisa indicazione del processo di misura: 0,1 %
- Ingresso 4-20 mA
- Uscita 4-20 mA per la trasmissione dati a registratori o datalogger
- Alimentazione 230 V
- Grado di protezione frontale IP 65, retro IP 20
- Frontale installabile a quadro.

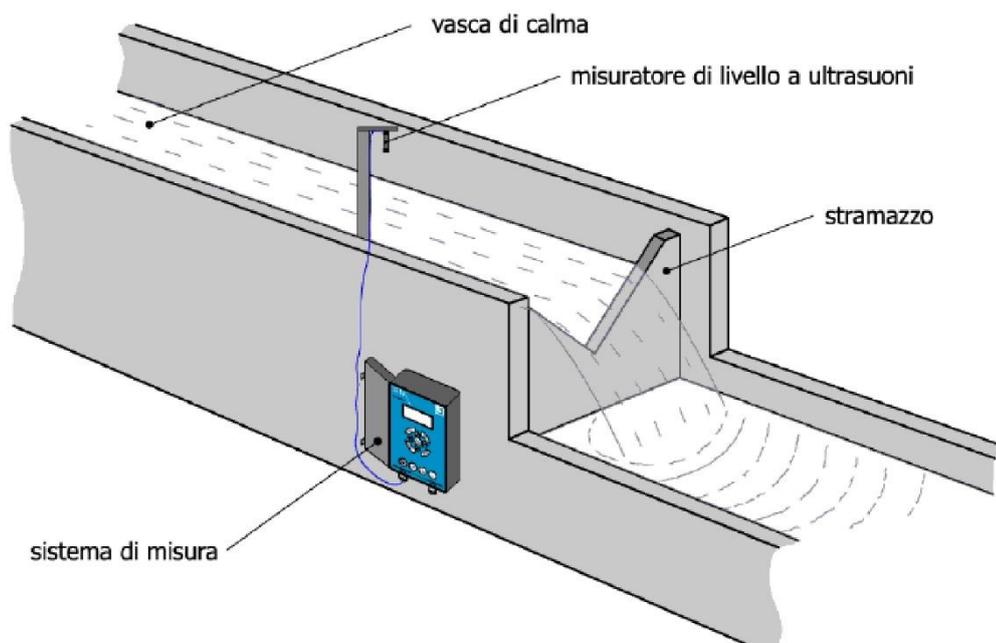


Figura 3: Esempio di installazione sensore di livello ad ultrasuoni.

In base a questa lettura continuativa che viene riportata sul display del PLC di controllo automatico dell'esercizio del bacino è possibile risalire alla portata ed attuare una soglia di allarme che viene trasmessa all'utente di controllo.

Quando ci sia un allarme, la procedura principale è quella di verificare direttamente in sala manovra quale dei settori sia interessato al flusso. Se la portata del drenaggio fosse così grande da poter compromettere l'integrità dell'opera è necessario provvedere allo svasso del bacino.

17.2 Sistemi di controllo degli elementi meccanici di regolazione

Tutti i segnali provenienti dagli strumenti di misura e monitoraggio, compresi quelli provenienti dal monitoraggio dei drenaggi, devono essere riportati alla centrale di controllo che deve visualizzare i segnali, verificarne le eventuali anomalie e darne segnalazione tramite allarme.

Altri importanti sistemi analogici per il controllo delle misure sono:

Flussostato

Fisicamente il flussostato è un elemento costituito da un trasmettitore avvitato ad un tubo di misura e un ricevitore-indicatore di segnale.

Il flussostato è costituito generalmente da una lamella solidale ad un'asta di comando a sua volta collegata, nella parte superiore, ad una molla di contrasto regolabile. In condizioni di riposo la molla di contrasto mantiene aperto il contatto del microinterruttore. Quando la portata in aumento del fluido nella tubazione diventa o si mantiene maggiore o uguale alla portata di intervento, la spinta esercitata sulla lamella dal flusso, vince la forza di contrasto esercitata dalla molla tarabile e fa chiudere il contatto del microinterruttore.

Il flussostato può essere usato per dare una segnalazione di presenza flusso o di superamento di una soglia di portata fornendo una segnalazione di allarme o chiudendo un circuito.

Tutti i segnali derivanti dai sensori inseriti a controllo del bacino e tutti i finecorsa delle valvole dovranno essere collegati mediante cavi di comunicazione dati alla centralina di comando programmata per la gestione automatica del bacino. I dati potranno essere riportati in un datalogger per poter visualizzare la variazione dei dati nel tempo e poter avere un rilevamento storico del bacino.

Tutti gli allarmi relativi a possibili malfunzionamenti verranno visualizzati e comunicati ad un'utente responsabile del controllo del bacino. Indipendentemente dall'alimentazione elettrica di esercizio, i sensori più importanti per la segnalazione di anomalie relative alla sicurezza ed i relativi allarmi dovranno essere attivi e quindi alimentati da batterie per un tempo non inferiore alle 5 ore.

SCHEDA TECNICA FLUSSOSTATO TIPO:

Trasmittitore:

- Corpo: ottone UNI EN 12165 CW617N
- Coperchio: policarbonato autoestinguente
- Involucro protezione microinterruttore: polycarbonato autoestinguente
- Asta soffiato e soffiato: acciaio Inox
- Lamella per tubi: acciaio Inox
- Molla microinterruttore: acciaio Inox
- Tenute ad O-Ring: EPDM
- Prestazioni
- Fluidi d'impiego: acqua potabile e soluzioni glicolate
- Massima percentuale di glicole: 50%
- Pressione massima di esercizio: 10 bar
- Campo di temperatura fluido: $-30 \div 120^{\circ}\text{C}$
- Temperatura massima ambiente: 55°C
- Attacco: 1" M
- Adattabilità tubazioni: da 1" a 8"
- Caratteristiche elettriche
- Tensione: 250 V
- Intensità corrente: 15 (5) A
- Grado di protezione: IP 54
- Marchio: CE
- Frontale installabile a quadro

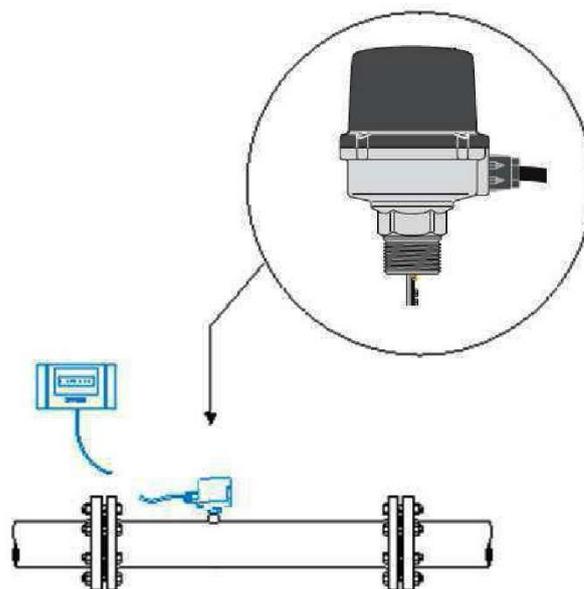


Figura 4: Inserimento di un flussostato in un collettore idraulico

17.3 Provvedimenti di sorveglianza in esercizio

Oltre ai monitoraggi di tipo geotecnico per la verifica della stabilità dei rilevati, altre misurazioni vengono effettuate per il controllo del bacino durante il suo esercizio.

Le misure di tipo continuativo implicano l'utilizzo di particolari sensori, normalmente di tipo analogico, che trasmettono i valori misurati delle rispettive grandezze ad un sistema di controllo collocato nei locali tecnici e ad un sistema a distanza di allerta del personale in servizio.

Il controllo del bacino comprende i seguenti sistemi di misura:

- Misura continuativa del livello del bacino;
- Misura continuativa del livello della vasca per il controllo dei drenaggi dei settori di fondo del bacino;
- Misura della temperatura dell'acqua del bacino in corrispondenza del collettore di prelievo;
- Rilevamento della temperatura e dell'umidità dell'aria e dell'intensità del vento.

Altri monitoraggi sono apportati per:

- controllo dei drenaggi di suolo per verifica dell'integrità dell'impermeabilizzazione;
- controllo di una soglia massima di supero dei drenaggi al piede del rilevato (controllo filtro al piede);
- controllo dell'integrità del sistema di drenaggio e delle tubazioni con un galleggiante sul fondo della stazione di pompaggio e di manovra;

Altre segnalazioni:

- Segnalazione del funzionamento del sistema di insufflazione.

17.4 Strutture di protezione

Protezione contro l'intrusione da parte di persone non addette ai lavori

La sala macchine è protetta dalle intrusioni mediante sistema di allarme (porte d'accesso e finestre).

Protezione contro l'azionamento errato di elementi di sicurezza

Il personale di gestione dell'impianto verrà istruito con direttive di manovra, modelli comportamentali ecc.

Illuminazione del bacino

L'area circostante alla sala manovra, accessi e scarico d'emergenza di troppo pieno verranno illuminati con riflettori azionabili mediante interruttore. La sala manovra verrà attrezzata con un sistema di illuminazione d'emergenza con un'autonomia di almeno 2 ore.

Transennamento e applicazione di cartellonistica dedicata

Sul coronamento e lungo il perimetro del bacino nonché lungo tutto il perimetro della zona interessata da possibile inondazione in caso di collasso diga, è prevista l'installazione di una recinzione reticolare alta 2,0 m provvista di cartellonistica che segnala il pericolo di caduta e annegamento nonché segnaletica di divieto di balneazione ecc.

Protezione contro la rottura di tubazioni

Una soglia in cemento di protezione è prevista al disotto del corpo diga per l'alloggiamento delle condotte di scarico e di presa tra il pozzetto di fondo del bacino e la sala manovre.

Inoltre, la tubazione di presa DN400 PN16 del bacino WALLPACH in progetto per l'alimentazione del sistema d'innervamento è attrezzata con una valvola un sistema di protezione (valvole di sicurezza rottura tubo) attuabile con soglia di pressione (pressostato).

Inoltre, nel caso in cui il sensore installato rilevi più di 10 cm d'acqua sul pavimento della sala macchine le saracinesche di chiusura automatica si attivano.

17.5 Modalità di gestione idraulica del bacino WALLPACH

17.5.1 Modalità di ESERCIZIO STANDARD

La modalità di ESERCIZIO STANDARD del bacino prevede la regolazione del livello del bacino attraverso un ciclo di attivazione dell'impianto di alimentazione e dell'impianto di scarico delle acque superficiali.

Il sistema è impostato sul mantenimento di una soglia di livello che viene letta da due diversi sensori: un sensore piezoresistivo immerso nel bacino e collocato alla quota di suolo legge il battente idrico, un trasduttore di pressione rileva la pressione dal tubo di misura in sala manovre ed è quindi in grado di riportare un valore di pressione idrostatica, quindi la misura del battente.

Il sistema tende a ripristinare sempre la misura del livello impostato che corrisponde al livello di massimo invaso di progetto.

L'alimentazione del nuovo bacino WALLPACH avviene con l'acqua proveniente dal Rio SINIGO per pompaggio dalla sala pompe WALLPACH attraverso l'impianto di innevamento. Nel periodo invernale si userà sempre l'acqua proveniente dal Rio SINIGO azionando la stazione di pompaggio WALLPACH (Per una descrizione più dettagliata dell'alimentazione si rimanda al capitolo 2.1).

Il nuovo bacino WALLPACH sarà riempito (01/10 ÷ 31/05) usando l'acqua del RIO SINIGO attraverso una tubazione parte dalla sala di pompaggio WALLPACH prima di sboccare nel bacino anche nella adiacente stazione di pompaggio e di manovra. Dopo il riempimento del bacino segue il periodo di ricircolo (01/06 ÷ 30/09). Per il ricircolo dell'acqua nel nuovo bacino artificiale WALLPACH è prevista una derivazione continua di 4,0 l/s regolata tramite una valvola motorizzata ed un flussometro nella stazione di pompaggio e di manovra del nuovo bacino.

L'andamento dell'afflusso sarà registrato dal flussometro prima menzionato e di seguito memorizzato in forma digitale e reso disponibile alle autorità competenti.

Il sistema d'alimentazione è concepito in modo da fornire acqua, sia per l'innevamento delle piste esistenti tramite la nuova sala pompe, sia di riempire il bacino WALLPACH con l'acqua non utilizzata.

Indipendentemente al riempimento del bacino WALLPACH l'alimentazione della linea d'innevamento è sempre garantita.

Nel caso di raggiungimento del livello di massimo invaso e di conseguente arresto dell'impianto di alimentazione potrebbe verificarsi un aumento di livello dovuto a precipitazioni meteoriche. In questo caso l'acqua in esubero supererebbe la soglia dello sfioratore venendo convogliata

nel canale di scarico che si congiunge con la condotta dello scarico di fondo per defluire nuovamente nel RIO SINIGO.

Le due vasche di controllo dai vari tipi di drenaggio sono attrezzate di due sonde di livello per gestire l'afflusso ed il deflusso dell'acqua. L'acqua della seguente vasca di scarico drenaggi può essere scaricata anch'essa nel RIO SINIGO attraverso il troppo pieno o pompato nel bacino WALLPACH.

Superata una soglia di controllo nella vasca di scarico drenaggi è previsto l'avviamento della pompa di sollevamento che, grazie all'azionamento e gestione mediante inverter può regolare la portata da erogare cercando di mantenere un livello costante di acqua nella vasca.

Quando il bacino WALLPACH ha raggiunto un livello costante ed in assenza di eventi meteorici si ha una fase di stasi. Dopo un certo periodo di permanenza di questo stato di quiete interviene un sottoprogramma che consente una minima circolazione giornaliera di acqua nel bacino. Oltre ciò c'è sempre per il ricircolo nel nuovo bacino artificiale WALLPACH l'acqua derivata dal RIO SINIGO nei mesi estivi.

Nel programma di circolazione è previsto il funzionamento a bacino pieno dell'impianto di alimentazione per consentire un'immissione di una portata di acqua nel bacino, per continuità la stessa portata verrà smaltita dal troppo pieno e caricata mediante l'impianto di sollevamento.

17.5.2 Modalità di scarico di fondo

In caso di attivazione dello scarico di fondo deve essere escluso il funzionamento dell'impianto d'alimentazione e devono essere chiuse le valvole manuali e le valvole motorizzate.

Nel caso di azionamento dello scarico di fondo devono essere movimentate manualmente nel senso di apertura le valvole manuali a saracinesca.

Le valvole devono essere movimentate molto lentamente in modo da non provocare onde di pressione all'interno della tubazione.

17.5.3 Modalità di prelievo per l'innevamento artificiale

Per l'esecuzione dell'innevamento esistono varie possibilità. In base alle due tubazioni in uscita dalla stazione di pompaggio e le due possibilità di prelievo vengono riportati i seguenti prelievi più utilizzati:

- 1) Prelievo dal bacino – innevamento delle piste esistenti: Il prelievo dell'acqua è previsto dal fondo del bacino o in alternativa in prossimità della superficie dello specchio d'acqua grazie all'ausilio di un galleggiante che sostiene il punto d'imbocco del circuito di prelievo per eseguire l'innevamento delle piste esistenti FALZEBEN e PIFFING e WALLPACH.

- 2) Prelievo dal serbatoio d'acqua delle torri di raffreddamento – innevamento delle piste esistenti: Il prelievo dell'acqua è previsto anche dal serbatoio delle torri di raffreddamento per eseguire l'innervamento delle piste esistenti FALZEBEN e PIFFING e WALLPACH.

L'acqua prelevata dal bacino o dal serbatoio delle torri di raffreddamento tramite condotta DN400 raggiunge le varie pompe e conseguentemente l'acqua può essere distribuita su due differenti condotte d'innervamento, una DN 300 verso monte ovvero sulle piste FALZEBEN ALTA, PIFFING e WALLPACH e l'altra DN 200 verso la parte inferiore della pista FALZ-EBEN. Il funzionamento del ciclo di lavoro per prelievo prescinde perciò dall'impostazione degli elementi costituenti la sala manovre, alcune valvole devono essere necessariamente chiuse, altre aperte, il consenso è anche dato dai livelli misurati dai sensori.

Come appena specificato, esistono diverse possibilità su come gestire la stazione di pompaggio. Segue una descrizione dettagliata degli elementi attivi nel ciclo di funzionamento.

17.6 Tipologie e la gestione degli Allarmi

Gli allarmi previsti durante l'esercizio del bacino sono previsti per segnalare tutte le anomalie che si possono verificare. Alcuni allarmi, ripristinabili, segnalano un malfunzionamento di elementi di secondaria importanza o il superamento tollerabile di alcune soglie misurabili.

Altri allarmi si definiscono GRAVI e non sono ripristinabili sono permanenti e solitamente associati a segnalazioni luminose o acustiche e permangono anche per mancata alimentazione elettrica della sala manovre grazie alle batterie a tampone.

La trasmissione degli allarmi o anomalie riguardanti l'esercizio del bacino sono di vitale importanza per la sicurezza. Per questo motivo un utente può essere avvisato con varie tipologie di trasmissione. Tutti gli allarmi, sono remotizzati presso una stazione di controllo consultabile a distanza, alcuni allarmi potranno essere trasmessi agli operatori preposti all'esercizio e controllo del bacino tramite avviso su telefono cellulare con messaggio di allarme sia su un sistema di radiotrasmissione come dalla richiesta del gestore.

In base alla tipologia di allarme/i il preposto all'esercizio del bacino potrà effettuare le verifiche e manovre relative eventualmente coadiuvato dal tecnico responsabile.

Lista dei principali allarmi:

ALLARME MANCATA ALIMENTAZIONE ELETTRICA DEL LOC. MANOVRE – GRAVE

Questo allarme prevede un'interruzione nella gestione automatica dell'esercizio del bacino. In questo caso prima di tutto l'operatore dovrà verificare se siano intervenuti degli allarmi non

ripristinabili che permangono anche in assenza di alimentazione (allarme stabilità rilevato diga).

Il preposto all'esercizio del bacino dovrà verificare se ci siano le condizioni per raggiungere in sicurezza la sala manovre per riarmare l'interruttore generale di alimentazione dei quadri di comando e controllo.

Nel caso in cui non si riesca a ripristinare la condizione di alimentazione, bisogna individuare la causa e risolvere il problema fino a ripristino.

ALLARME PER DRENAGGI DI SUOLO - GRAVE

L'allarme per drenaggi di suolo implica una possibile rottura del telo di impermeabilizzazione. In questo caso la procedura prevede la verifica della portata segnalata. Se la portata è molto bassa significa che il drenaggio è minimo ed è possibile accedere alla stazione di manovra per verificare a vista presso la vasca di controllo dei drenaggi di suolo quale sia l'entità e da quale settore provenga la portata drenante. Se la portata rilevata è rilevante è necessario avvisare il tecnico responsabile e seguire una procedura di emergenza.

ALLARME SUPERAMENTO DEL LIVELLO DI MASSIMO INVASO - GRAVE

Se interviene un allarme per superato livello di massimo invaso del bacino significa che c'è un problema di scarico superficiale. Se questo allarme è accompagnato anche da allarmi relativi al funzionamento del sistema di pompaggio-sollevamento significa che il problema potrebbe risolversi presso la sala manovre o che potrebbe esserci un'ostruzione nella condotta di scarico. Se tutto il sistema risultasse funzionante, allora potrebbe trattarsi di una ostruzione dello sfioratore, quindi risulta necessario recarsi presso lo sfioratore e rimuovere l'ostruzione.

Intervengono degli allarmi se il valore di capienza dell'invaso scende sotto al valore di minimo volume impostato di 5.000 m³ (allarme semplice con messaggio SMS) e 3.800 m³ (allarme grave con messaggio SMS ogni 10 minuti).

Entrambi gli allarmi possono essere ripristinati, a condizione che il livello scenda sotto il valore dell'allarme semplice.

ALLARME CONDOTTA DI PRELIEVO DN400 TRA IL BACINO E LA STAZIONE DI POMPAGGIO WALLPACH - GRAVE

Questo allarme indica un malfunzionamento, cioè delle perdite, della condotta di alimentazione DN400 PN16 tra il nuovo bacino WALLPACH e la nuova stazione di pompaggio WALLPACH. Sono predisposti nel bacino un misuratore di livello e lungo la condotta due trasduttori di pressione, e inoltre sarà installato un galleggiante sul fondo del bacino.

Registrando delle differenze sostanziali di 0,50 bar per un periodo di almeno 2 minuti tra i misuratori sulla condotta DN400, chiusa dalla valvola motorizzata, la valvola di sicurezza tubo rotto RBK nella sala manovra del bacino WALLPACH si chiude automaticamente. Lo stesso allarme interviene anche quando si attiva il galleggiante sul fondo della stazione di pompaggio e di manovra.

Ogni malfunzionamento trasmette un allarme nella centrale di comando.

ALLARME SENSORE O MANCATA LETTURA

Questo allarme implica il funzionamento errato o la rottura di un elemento di misura (sensore, finecorsa valvole). Il problema è da verificare direttamente in sala manovre. Il problema può essere risolvibile con semplice analisi e manutenzione altrimenti il sensore va sostituito.

ALLARME IMPIANTO ALIMENTAZIONE

Questo allarme implica un malfunzionamento del sistema di pompaggio di alimentazione o delle condotte di alimentazione (ostruzione). Per questo allarme che non implica problemi di sicurezza è da eseguire un'analisi del problema, una verifica presso l'impianto di alimentazione ed eseguire le manutenzioni del caso.

18. PROGETTO DI GESTIONE AI SENSI DELL'ART. LP/2002 DLPGP N.2008 CAP.7

Con la presente il progettista dichiara che tutte le acque di alimentazione del bacino arrivano dalle derivazioni in concessione mediante prelievi provvisti di apposita filtrazione e sedimentazione. In tal modo si prevede che al bacino non arrivino sedimenti, e quindi non si prevede la pulizia del bacino a causa del deposito degli stessi.

* * *

Brunico, dicembre 2019