Allegato A

Standard di qualità nella progettazione, nella costruzione e nell'esercizio degli acquedotti ad uso potabile

Direttive tecnico-igieniche ai sensi dell'articolo 9 della legge provinciale 18 giugno 2002, n. 8

Indice

1. Introduzione 1

2. Captazione dell'acqua 2

   2.1 Introduzione 2

   2.2 Zone di tutela dell'acqua potabile 3

   2.3 Opere di presa di sorgenti 5

   2.4 Pozzetti di raccolta della sorgente 8

   2.5 Pozzi 14

3. Potabilizzazione dell'acqua 17

   3.1 Parametri di qualità 17

   3.2 Disinfezione 18

   3.3 Trattamenti chimici effettuati in Alto Adige 24

4. Serbatoio di raccolta 29

5. Distribuzione idrica 32

   5.1 Condotte 32

   5.2 Riduzione della pressione 35

   5.3 Serbatoi di compensazione (camere d'aria) 40

   5.4 Misura e regolazione delle quantità d'acqua 40

6. Impianti di controllo e sorveglianza 42

7. Materiali nell'approvvigionamento idrico potabile 43

8. Garanzia di qualità dell'acqua potabile 44

9. Funzionamento, ispezione e manutenzione 45

10. Interventi di emergenza 47

11. Sicurezza sul lavoro 48

12. Normativa 48

1. Introduzione

L'acqua potabile è l'alimento più prezioso e deve essere messa a disposizione dei consumatori assicurandone la migliore qualità possibile.

È pertanto opportuno che la costruzione di un nuovo acquedotto sia progettata con la massima cura. Infatti, l'uso di materiali non idonei e un utilizzo non appropriato degli impianti possono provocare contaminazioni e di conseguenza causare danni alla salute.

È dunque essenziale garantire elevati standard di qualità nelle diverse fasi di progettazione, costruzione e gestione degli acquedotti locali della provincia di Bolzano. Questi requisiti di qualità sono illustrati nelle presenti *Direttive tecnico-igieniche*. Gli standard tecnici ed igienici qui descritti devono essere implementati nel quadro della normativa vigente; essi valgono sia per gli impianti di approvvigionamento idrico potabile di grandi dimensioni, che per quelli medio-piccoli di tutto l'Alto Adige.

In base all'art. 9 della legge provinciale n. 8 del 18 giugno 2002, le presenti *Direttive tecnico-igieniche* sono valide per tutti gli acquedotti ad uso potabile, compresi quelli che, ai sensi dell'art. 10 della legge provinciale n. 7 del 30 settembre 2005, non necessitano di una concessione d'acqua. Queste direttive rappresentano inoltre uno strumento di ausilio per i responsabili degli acquedotti già esistenti, per valutarne lo stato e la funzionalità. Eventuali problemi relativi alla qualità dell'acqua potabile possono essere riconducibili ad impianti mal costruiti od obsoleti.

Le presenti *Direttive* sono suddivise in due parti:

a) una parte descrittiva, nella quale sono contenute indicazioni e spiegazioni di carattere generale,

b) una parte scritta in campo azzurro, che contiene le prescrizioni vere e proprie.

In casi particolari e motivati possono essere previste soluzioni che si discostano dalle presenti *Direttive*. L'Ufficio provinciale Gestione risorse idriche valuta caso per caso ed esprime pareri in merito alla legittimità e fattibilità di tali soluzioni.

Le presenti *Direttive tecnico-igieniche* si rivolgono al personale operante nel settore delle acque potabili di comuni, imprese del settore, studi tecnici di progettazione, uffici provinciali e dell'Azienda Sanitaria dell'Alto Adige. Illustrano l'intero percorso dell'acqua potabile, dal bacino idrografico, all'impianto di captazione dell'acqua, fino alla distribuzione, fornendo anche informazioni sugli interventi di manutenzione e di sorveglianza (figura 1).

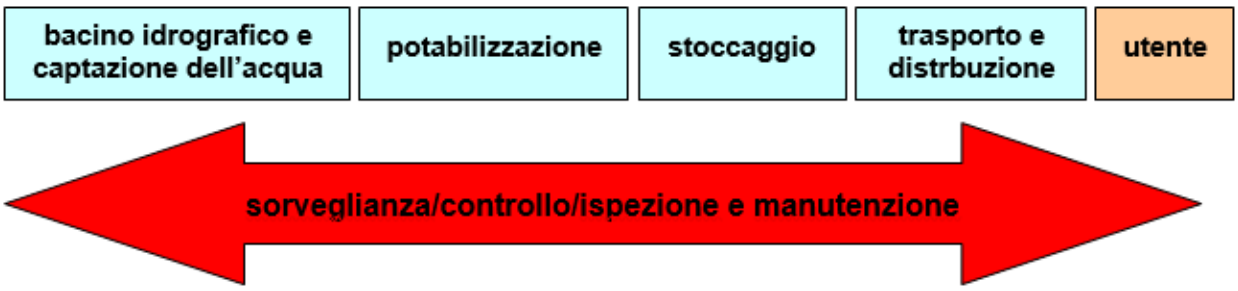

Figura 1: Percorso dell'acqua potabile dal bacino idrografico all'utente finale

2. Captazione dell'acqua

2.1 Introduzione

La captazione dell'acqua potabile avviene principalmente da acque sotterranee che emergono spontaneamente in superficie (sorgenti), oppure che devono essere attinte (pozzi di prelievo). In casi sporadici si deve ricorrere anche all'utilizzo di acque superficiali. Per poter progettare un nuovo impianto di approvvigionamento d'acqua potabile è necessario innanzitutto ispezionare attentamente i siti e le immediate vicinanze delle sorgenti e dei pozzi, perché è un aspetto di fondamentale importanza per la qualità dell'acqua. Una sorgente che si trova, ad esempio, in un prato concimato di frequente con concime o liquame non è idonea ad uso potabile. Anche le zone industriali o di espansione edilizia possono rappresentare delle potenziali fonti di inquinamento per l'acqua potabile. Questi aspetti andrebbero chiariti e risolti fin dal principio, anche per evitare futuri contrasti con gli interessi dei proprietari dei terreni.

In base all'art. 65 della legge urbanistica provinciale n. 13 del 1997, la rete idrica rientra nelle opere di urbanizzazione primaria. Le concessioni edilizie e le licenze d'uso, infatti, possono essere rilasciate solo se sono presenti le opere di urbanizzazione primaria, tra cui anche la rete idrica. Quest'ultima viene realizzata tramite l'allacciamento ad un acquedotto pubblico, oppure, qualora per motivi tecnici od economici ciò risultasse di difficile esecuzione, mediante autoapprovvigionamento (impianti ad "isola"). Per questo tipo di impianti il Comune competente deve rilasciare un parere favorevole (art. 8 della legge provinciale n. 8/2002).
In ogni caso è necessario un "giudizio di potabilità" dell'acqua utilizzata. Qualora non dovesse essere presente tale "giudizio di potabilità", deve essere inoltrata richiesta al rispettivo Servizio di Igiene e sanità pubblica, per poter ottenere il "giudizio di idoneità dell'acqua all'uso potabile", con cui si certifica che l'acqua risponde ai requisiti igienici e l'impianto di derivazione è sufficientemente protetto da contaminazioni.

Il gestore è responsabile della tutela delle sorgenti di acqua potabile ad uso privato e degli acquedotti idropotabili privati di interesse pubblico (come definiti dall'articolo 9 della legge provinciale n. 8/2002). Sulla base di uno studio idrogeologico, l'Ufficio Gestione risorse idriche individua, per tutti gli acquedotti idropotabili pubblici, aree di tutela dell'acqua potabile, che in genere sono suddivise in tre zone di tutela. Per ciascun'area di tutela viene stilato un piano di tutela dell'acqua potabile, in cui sono indicati i divieti, le prescrizioni e le limitazioni d'uso per le zone di tutela individuate. Le zone di tutela dell'acqua potabile sono inserite nel Piano Urbanistico Comunale.

2.2 Zone di tutela dell'acqua potabile

L'art. 15 della legge provinciale n. 8/2002 prevede l'individuazione di zone di tutela dell'acqua potabile per assicurare, mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative e quantitative delle risorse idriche destinate all'approvvigionamento potabile pubblico.

Le tre tipologie principali di zona di tutela sono (figure 2 e 3):

- **Zona I: zona di captazione della sorgente o del pozzo, superficie 100 – 1.000 m²**

  Si tutelano le opere di captazione dell'acqua potabile e le immediate vicinanze. Sono ammesse solamente le attività strettamente legate alla captazione dell'acqua. La Zona I è di norma recintata.

- **Zona II: ambiente circostante, superficie 5 – 10 ha**

  Nella Zona II il tempo di permanenza dell'acqua nel sottosuolo è inferiore ai 50 giorni necessari per l'eliminazione dei germi patogeni (La zona II viene definita con questo limite dei 50 giorni). Sostanze inquinanti facilmente degradabili e batteri, come quelli presenti negli scarichi domestici e negli effluenti di allevamento, non devono finire nel sottosuolo saturo d'acqua. Le attività di scavo non devono danneggiare la falda acquifera.

- **Zona III: in genere il bacino idrografico, superficie pari o superiore a 100 ha**

  La Zona III ha lo scopo di garantire una tutela da inquinamenti da sostanze difficilmente degradabili nel terreno e di impedire una compromissione a livello quantitativo delle risorse idriche. Poiché l'acqua permane nel sottosuolo almeno 50 giorni prima di affiorare in superficie, occorre soltanto proteggerla da sostanze inquinanti persistenti o da interventi costruttivi importanti, quali lavori di scavo in corrispondenza della falda acquifera sotterranea.

Il regolamento di esecuzione sulle aree di tutela dell'acqua potabile è stato emanato con decreto del Presidente della Provincia n. 35 del 24 luglio 2006 e contiene tutte le prescrizioni in materia.

Per la tutela delle acque potabili vigono tra l'altro le seguenti disposizioni:

Per sorgenti e pozzi d'approvvigionamento idrico pubblico deve essere istituita un'area di tutela dell'acqua potabile.

Per gli acquedotti classificati come privati o come privati di interesse pubblico (art. 9 legge provinciale n. 8/2002) la relativa tutela compete al gestore. In tal caso non vengono istituite aree di tutela dell'acqua potabile.

Per ulteriori informazioni si prega di consultare il sito www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/acqua.asp

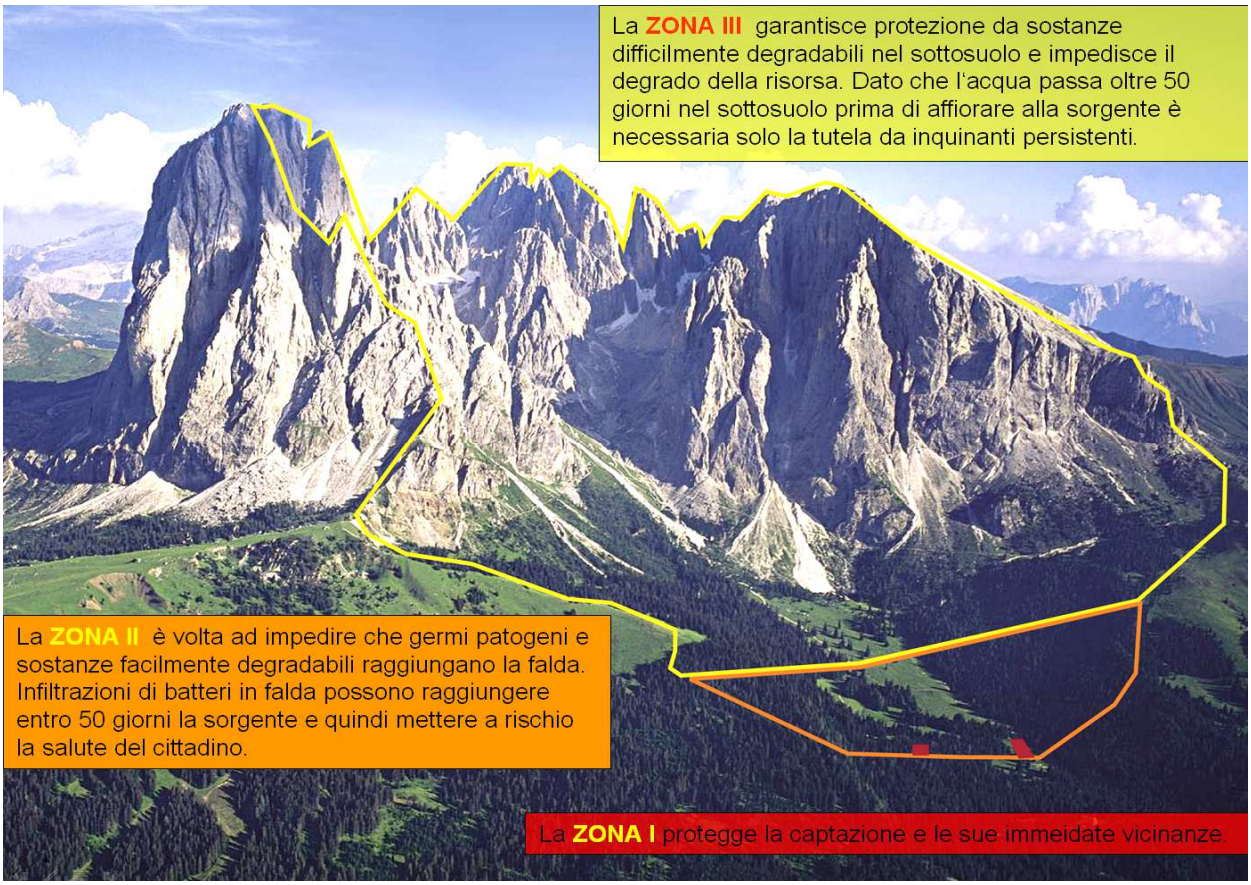

Figura 2: Bacino idrografico, zone di tutela dell'acqua potabile, sorgente

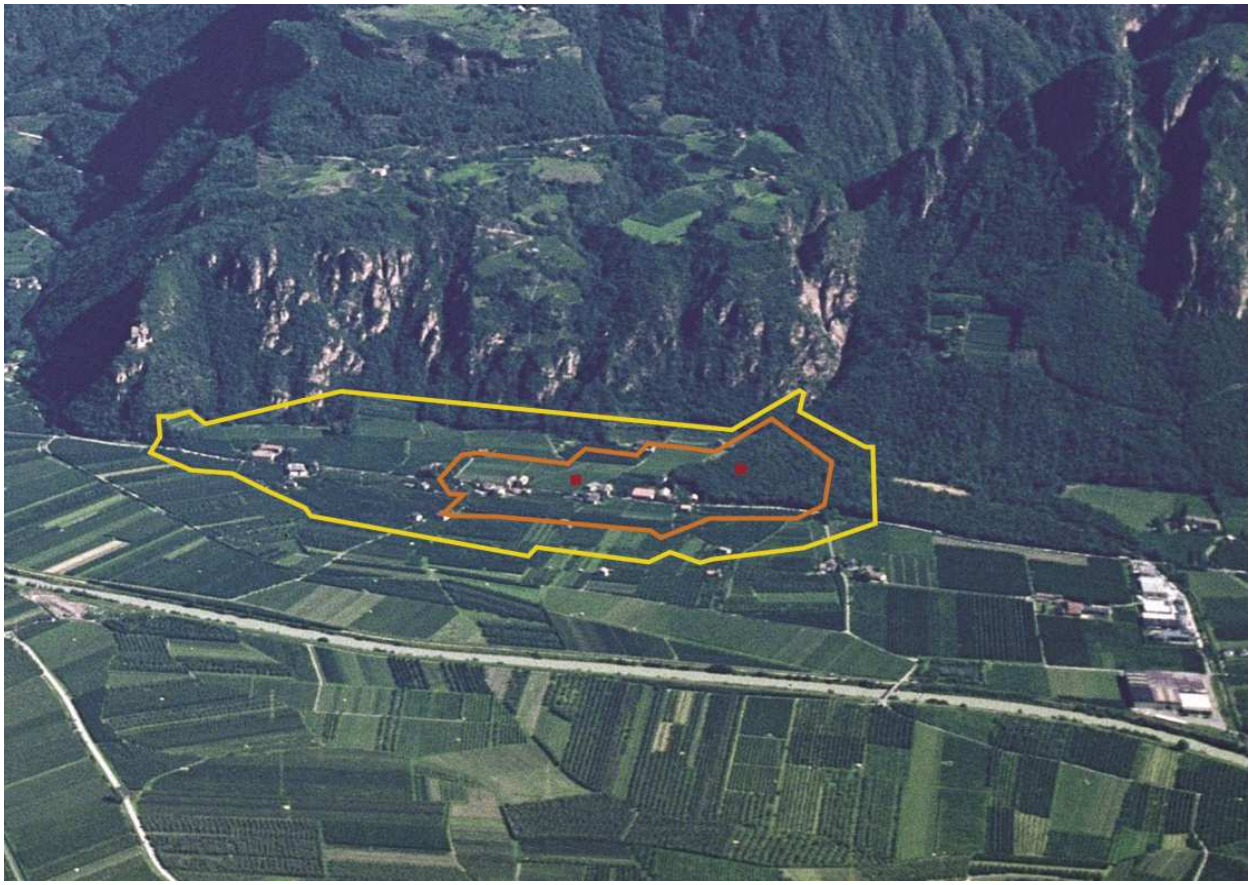

Figura 3: Bacino idrografico, zone di tutela dell'acqua potabile, pozzi

2.3 Opere di presa di sorgenti

L'opera di presa di una sorgente ha lo scopo di derivare affioramenti idrici naturali. Essa sarà poi interrata e posata su uno strato impermeabile. Di regola non sarà più accessibile, fatta eccezione per le gallerie di presa. L'opera di presa (figure 4, 5 e 6) si compone generalmente di tubi drenanti, materiale di riporto grossolano, copertura, muro di sbarramento, pozzetto di presa e tubo di presa (derivazione sorgente).

Prima di costruire un'opera di presa si deve innanzitutto determinare la quantità d'acqua stagionalmente necessaria. Successivamente si dovrà verificare, mediante misure di portata, se la nuova sorgente sarà in grado di soddisfare questo fabbisogno. Inoltre l'acqua della sorgente dovrà essere sottoposta ad analisi chimiche e batteriologiche.

Per la costruzione e per il risanamento di un'opera di presa di sorgente si devono rispettare le seguenti prescrizioni:

1. *Allo scopo di impedire infiltrazioni di acque superficiali e contaminazioni, l'opera di presa deve essere realizzata ad una profondità sufficiente. In linea di massima si dovrà scavare seguendo l'afflusso dell'acqua e realizzare le opere di presa quanto più possibile in profondità.*
2. *Deve essere sempre captato e derivato l'intero affioro d'acqua, anche se servisse solo una parte dell'acqua. L'eventuale acqua in esubero viene scaricata nel pozzetto di raccolta (pozzetto di presa).*
3. *In corrispondenza della sorgente va realizzato un sottofondo possibilmente piano, sul quale posare le tubazioni drenanti.*
4. *I tubi drenanti devono essere dimensionati sulla base delle portate d'acqua più elevate, garantendo una velocità di scorrimento di circa v = 0,2-0,4 m/s. I tubi drenanti vanno posati a monte dei muri di sbarramento e dei muri d'ala. Anche se la portata è massima, l'acqua deve poter defluire liberamente e occorre evitare che si formino ristagni. Per permettere successive ispezioni dei tubi mediante telecamere, si devono installare tubi aventi diametro minimo di 150 mm.*
5. *I muri di sbarramento o i muri d'ala vanno realizzati a valle, in modo da creare una delimitazione impermeabile e, verso il basso e sui lati, devono essere ancorati alla roccia circostante oppure agli strati impermeabili (p.es. con una malta mista di argilla). Sono ammessi muri impermeabili, ad esempio in cemento impermeabile, e prodotti prefabbricati idonei per l'acqua potabile (impianto compatto).*
6. *L'area della sorgente dove si trovano le tubazioni drenanti, compresa tra il fronte di scavo, il muro d'ala o l'impianto compatto, va riempita con ghiaia lavata, idonea al contatto con l'acqua potabile. A causa di possibili reazioni chimiche con l'acqua di sorgente, si deve evitare di utilizzare ghiaia contenente calcio (in particolare nel caso di acque che presentano valori di pH inferiori a 6,0).*
7. *Il tubo di adduzione al pozzetto di raccolta va dimensionato sulla base dei valori massimi di portata a tubo pieno. Nel dimensionare si deve considerare una velocità di scorrimento di 0,5 m/s con il tubo mezzo pieno. Il diametro minimo deve essere almeno di 150 mm.*

8. *In caso di grandi distanze tra l'opera di presa ed il pozzetto di raccolta, va previsto un pozzetto d'ispezione al di sotto dell'opera di presa.*
9. *L'opera di captazione deve essere interrata permanentemente con uno strato impermeabile di materiali naturali e/o artificiali (ad esempio in argilla e sabbia fine, in cemento con geotessuto o geoflies). Inoltre la superficie deve essere sistemata in modo tale da favorire il rapido deflusso delle acque superficiali e da impedire ristagni.*
10. *Le opere di presa di sorgenti e i relativi drenaggi devono essere evidenziati in superficie con appositi cippi, da porre in corrispondenza degli angoli e delle estremità delle opere. Si dovrà predisporre una planimetria in cui sia indicata la profondità dell'opera di presa in corrispondenza di ciascun cippo.*
11. *La zona attorno all'opera di presa deve essere mantenuta permanentemente libera da alberi e cespugli. Lo sviluppo di radici potrebbe danneggiare la zona risorgiva e le strutture.*
12. *L'area di captazione coincide di regola con la Zona I di tutela dell'acqua potabile e deve essere recintata.*
13. *Eventuali accessi, quali ad esempio alle gallerie di presa, devono essere realizzati orizzontalmente; solo in casi eccezionali sono permessi accessi verticali mediante scale.*
14. *I diversi materiali da costruzione utilizzati devono essere igienicamente conformi (idonei al contatto con l'acqua potabile).*

Le modalità di esecuzione delle opere devono tenere conto della situazione idrogeologica. Allo scopo di delimitare la zona di tutela delle sorgenti per l'approvvigionamento idrico pubblico, deve essere effettuato uno specifico studio idrogeologico da parte di un geologo abilitato/una geologa abilitata. La costruzione dell'opera di presa di un acquedotto pubblico deve essere eseguita sotto la supervisione di un tecnico abilitato/una tecnica abilitata. Quest'ultimo/ultima documenta anche fotograficamente l'esecuzione a regola d'arte dell'opera di presa e trasmette la relativa documentazione all'Ufficio provinciale Gestione risorse idriche prima del collaudo funzionale.

Figura 4:

Muri d'ala con tubo di adduzione al pozzetto e tubo di troppopieno

Figura 5: Zona I con recinzione e cippi in corrispondenza delle opere di presa della sorgente

Figura 6: Opera di presa di una sorgente con pozzetto di raccolta e dispositivo di aerazione

2.4 Pozzetti di raccolta della sorgente

Il pozzetto di raccolta (figure 7, 8, 9 e 11) ospita tutte le attrezzature di servizio necessarie alla raccolta delle acque di sorgente. Nel pozzetto sono anche alloggiati i dispositivi necessari al prelievo di campioni d'acqua ed alla misurazione dei parametri della sorgente (portata, temperatura, conducibilità elettrica). In casi particolari il pozzetto di raccolta può fungere anche da serbatoio, oppure può ospitare un impianto di potabilizzazione.

I pozzetti prefabbricati si sono dimostrati utili e funzionali nel caso di piccoli impianti ed in condizioni di terreno accidentato.

Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. *Il pozzetto di raccolta è composto dalle vasche di raccolta dell'acqua e da una camera di manovra. Esso deve essere accessibile, preferibilmente attraverso una porta d'accesso. Se, a causa delle caratteristiche del terreno, si dovesse accedere dall'alto attraverso un'apertura orizzontale (botola), tale apertura deve essere rialzata di almeno 25 cm dal livello del terreno, essere a tenuta ermetica e non deve inoltre trovarsi sopra lo specchio dell'acqua. Il terreno in corrispondenza dell'entrata deve essere sistemato in maniera tale da evitare la formazione di ristagni d'acqua. Il pozzetto e il relativo drenaggio di fondo non devono trovarsi in una zona soggetta a rischio di inondazioni.*
2. *L'altezza libera dei pozzetti accessibili deve essere uguale o superiore a 2 m, mentre la larghezza libera deve essere uguale o superiore a 1,5 m.*
3. *La vasca di raccolta è costituita da una vasca di calma con una parete sommersa e da una vasca di presa. La vasca di calma funge anche da dissabbiatore e deve essere sufficientemente ampia, tanto da poter assicurare un tempo di permanenza dell'acqua superiore a 3 minuti. Il collegamento tra le due vasche può avvenire tramite un tubo o un mezzo tubo, quando si tratta di piccole quantità d'acqua; per portate più grandi va invece previsto uno stramazzo. Tutte le vasche vanno dimensionate tenendo conto della massima portata d'acqua prevista.*
4. *Allo scopo di misurare la portata della sorgente devono essere previsti idonei dispositivi di misurazione in punti predefiniti, come ad esempio uno stramazzo misuratore all'ingresso del serbatoio d'acqua. Sono da prediligere i dispositivi a misurazione continua.*
5. *Lo sfioratore deve essere dimensionato adeguatamente ed installato in modo tale da evitare ristagni alla fonte. L'acqua proveniente dallo sfioratore può essere fatta defluire assieme a quella proveniente dallo scarico di fondo. Lo scarico deve essere protetto (preferibilmente con un pozzetto) e deve esservi installato un dispositivo di chiusura contro l'intrusione di animali (tappo idraulico, figura 12). Lo scarico si deve trovare al di fuori della zona di inondazione. L'acqua inutilizzata in uscita dallo sfioratore va immessa, se possibile, nell'alveo originale della sorgente in prossimità dell'opera di presa.*
6. *Tutte le vasche devono disporre di un pavimento inclinato in direzione dello scarico di fondo per il loro svuotamento. Lo scarico di fondo deve essere previsto anche per la camera di manovra.*

7. *La tubazione di presa deve essere installata almeno 30-50 cm sopra il pavimento della vasca.*
8. *I tubi di adduzione devono essere installati almeno 20 cm sopra il livello di massimo invaso dell'acqua. I tubi devono essere disposti in modo tale da essere comodamente raggiungibili dalla camera di manovra quando si devono effettuare i prelievi dei campioni d'acqua.*
9. *Ai pozzetti di raccolta possono essere convogliate acque provenienti da più opere di presa. In questo caso si devono posare condotte separate per ciascuna opera di presa fino al pozzetto di raccolta, in modo da poter effettuare le misure di portata, i campionamenti oppure gli scarichi di ogni singola condotta di adduzione. Le singole condotte di adduzione all'ingresso del pozzetto di raccolta devono essere identificate univocamente con un codice; la codifica va applicata in accordo con il tecnico addetto/la tecnica addetta del Servizio di Igiene (codice acquedotto + codice progressivo sorgente "Q").*
10. *Si deve prevedere un'aerazione da installarsi preferibilmente alla porta (griglie di aerazione con copertura distanziata che non lasci entrare la luce). I dispositivi di aerazione non devono essere collocati al di sopra dello specchio d'acqua e devono inoltre essere provvisti di reticella a maglia fine per impedire l'intrusione di insetti o altri animali.*
11. *All'interno e al di sopra delle vasche di raccolta possono essere posti solamente gli elementi dell'impianto strettamente indispensabili; tutti gli altri elementi devono essere collocati nella camera di manovra.*
12. *Porte, accessi, scale, tubi, valvole e accessori devono essere realizzati con materiali resistenti alla corrosione; si deve inoltre evitare che siano immersi nell'acqua.*
13. *Tutti i materiali utilizzati devono essere idonei al contatto con l'acqua potabile.*
14. *Deve essere previsto un isolamento termico; è tuttavia da preferire una combinazione tra materiali isolanti e riempimento con terreno vegetale. I materiali isolanti devono avere una scarsa capacità di assorbimento dell'acqua, un'alta resistenza alla compressione e devono essere resistenti ai roditori (ad esempio vetro cellulare).*
15. *Le superfici sopra il pozzetto di raccolta devono essere sempre mantenute libere da alberi e cespugli e non possono essere utilizzate per scopi non attinenti all'impianto acquedottistico (ad esempio parcheggio, deposito, pascolo, ecc.). Le superfici devono essere recintate per proteggere l'opera e segnalarne la presenza. La recinzione va mantenuta costantemente in buono stato.*
16. *Gli accessi devono essere dotati di serratura. Per un maggiore controllo degli accessi è utile prevedere l'installazione di un impianto d'allarme.*

Figura 7:

Pozzetto di raccolta con adduzione alla vasca di calma e stramazzo alla vasca di presa

Figura 8: Stramazzo misuratore tra vasca di calma e vasca di presa

Figura 9: Condotte di adduzione multiple in entrata al pozzetto di raccolta identificate univocamente

Codifica di campioni di acqua

Il codice viene definito dai tecnici del Servizio di Igiene e Sanità pubblica

Attribuzione univoca del campione

097	T	0001	E01
Comune	Acqua potabile	acquedotto n.	punto di prelievo

097 = Terlano
055 = Nalles

Punti di prelievo:

E - Punto di prelievo presso l'utente (Endpunkt)

T - Pozzo (Tiefbrunnen)

Q - Sorgente (Quelle)

A - Trattamento (Aufbereitung)

R - Serbatoio (Reservoir)

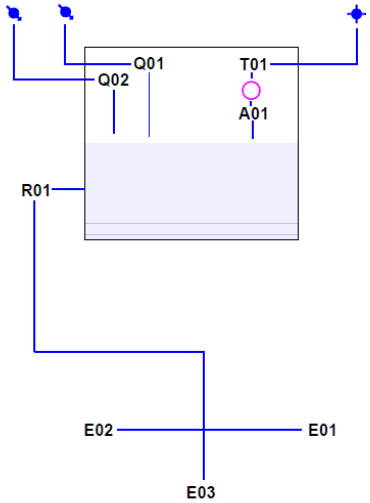

Figura 10: Codifica dei punti di campionamento dell'acqua ad uso potabile

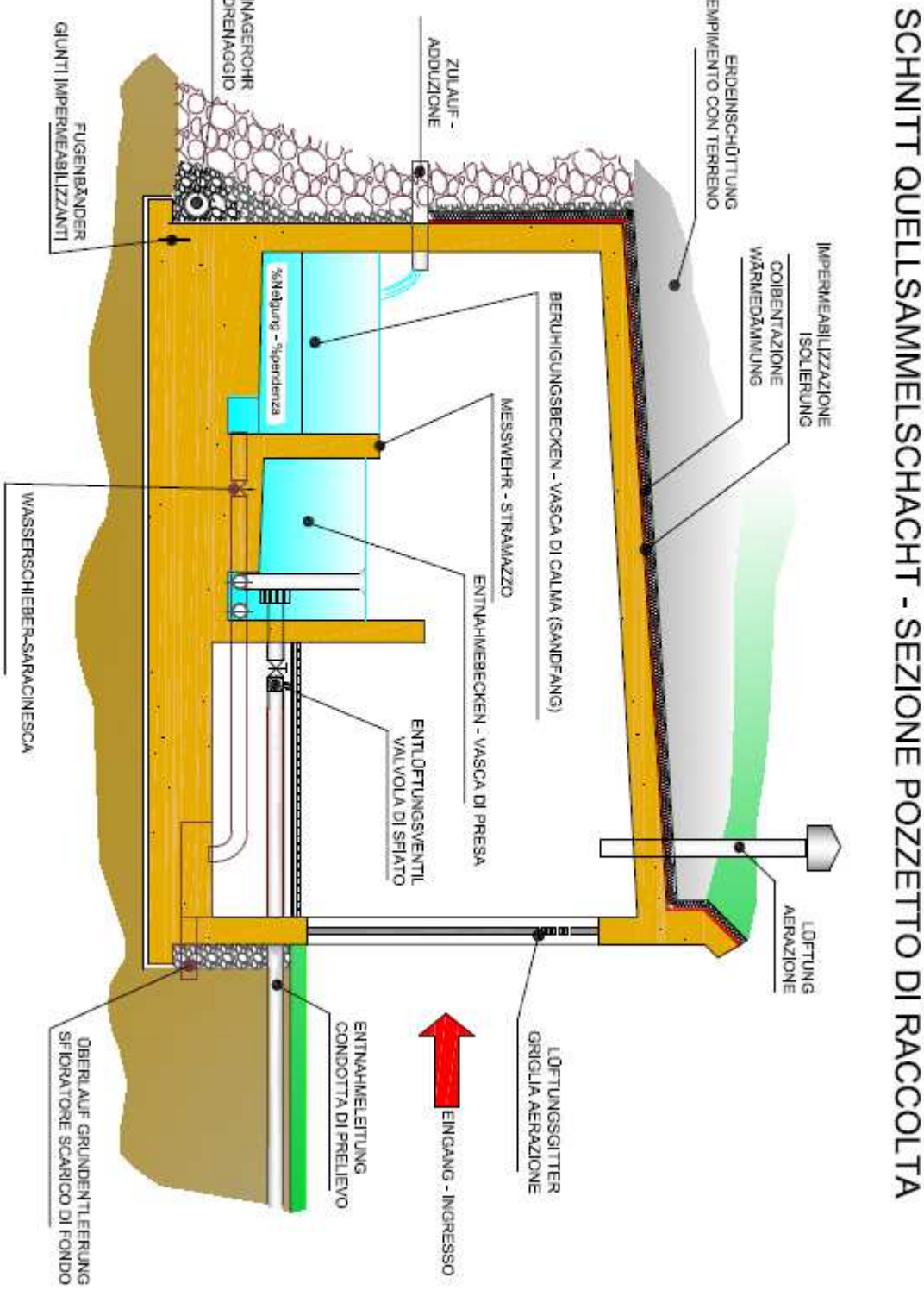

Figura 11: Schema di un pozzetto di raccolta con accesso laterale

Figura 12: Tappo idraulico (clapet)

Figura 13: Tubi con tappo idraulico in un apposito pozzetto

2.5 Pozzi

I pozzi consentono la captazione dell'acqua sotterranea. L'acqua emunta viene prelevata dalla falda acquifera sotterranea per mezzo di pompe. Qualora l'acqua non emerga dal corpo idrico sotterraneo in pressione, andrebbe estratta dalla falda acquifera libera alla profondità maggiore possibile. In ogni caso, prima di procedere alla trivellazione è necessaria un'indagine idrogeologica approfondita per chiarire quanto segue:

- la posizione ottimale del punto di perforazione, tenendo conto della resa e della tutela (eventualmente anche più punti di perforazione);
- lo spessore della falda acquifera scelta per l'emungimento;
- la profondità di perforazione;
- il tasso di rigenerazione naturale della falda acquifera;
- l'estensione del relativo bacino imbrifero e della zona di tutela.

In mancanza di conoscenze più precise del sottosuolo, dovrebbero essere eseguiti dei sondaggi. La posizione e la costruzione del pozzo dipendono dagli esiti delle indagini idrogeologiche e tengono conto della necessità di un'adeguata tutela della falda acquifera, onde prevenire rischi di inquinamento nelle immediate vicinanze della zona di alimentazione.

Con la deliberazione n. 2320 del 2008 la Giunta provinciale ha emanato le "Linee guida tecniche per la costruzione, l'esercizio e la manutenzione di pozzi verticali ed orizzontali e la posa in opera di perforazioni"
Per l'esecuzione di prove di pompaggio si applicano le prescrizioni previste dalle "Linee guida per prove di pompaggio in acquiferi porosi per la definizione di aree a tutela dell'acqua potabile e di pennacchi termici" approvate con decreto del Direttore dell'Agenzia provinciale per l'ambiente n. 13376 del 2015.

Devono essere rispettate inoltre le seguenti prescrizioni:

1. *Il diametro delle trivellazioni varia in funzione del diametro del filtro e dello spazio anulare necessario per lo strato di ghiaia filtrante. Il diametro del filtro è determinato soprattutto dalle dimensioni della pompa sommersa e delle flange della colonna montante. Il diametro della pompa sommersa dipende dalla quantità di acqua emunta e dalla prevalenza. Devono essere garantiti una sufficiente circolazione dell'acqua per raffreddare la pompa e uno spazio sufficiente per il montaggio e lo smontaggio della stessa, compresi il cavo di alimentazione e il piezometro. Deve essere previsto un diametro minimo di 300 mm, mentre per prelievi superiori a 10 l/s deve essere previsto un diametro di almeno 350 mm. Lo spazio anulare di ghiaia filtrante deve essere di almeno 100 mm, in modo da permettere anche l'alloggiamento di un ulteriore piezometro, con cui eseguire misure comparative ed ottenere così indicazioni sull'eventuale calo di efficienza del filtro.*
2. *Il materiale con cui è stato realizzato il tubo deve essere specifico per i pozzi e i tubi devono essere dotati di raccordi filettati a tenuta stagna.*
3. *Gli ulteriori materiali da costruzione utilizzati devono essere idonei al contatto con l'acqua potabile.*

4. Le superfici presenti sopra i manufatti di chiusura devono essere sempre mantenute libere da cespugli ed alberi e non devono essere utilizzate per scopi non attinenti all'impianto acquedottistico (parcheggio, deposito, pascolo ecc.). L'area di captazione coincide di regola con la Zona I di tutela dell'acqua potabile e deve essere recintata. La recinzione va mantenuta costantemente in buono stato.

Figura 14: Componenti tecniche del pozzo

Figura 15: Pozzo protetto da capannone e recinto

La figura 16 riporta lo schema di un pozzo con le diverse componenti.

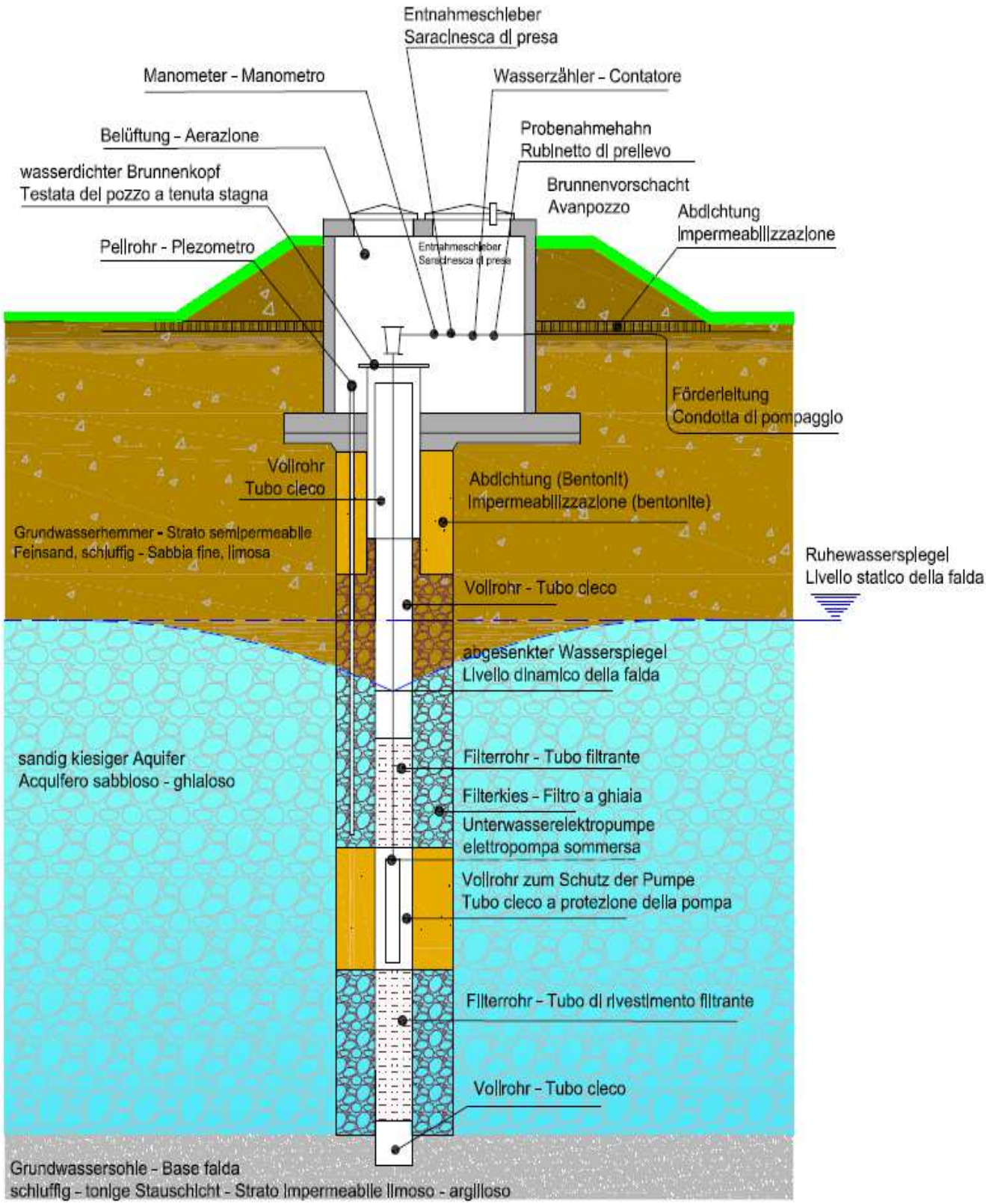

Figura 16: Schema di un pozzo nell'usuale realizzazione in ghiaia filtrante

3. Potabilizzazione dell'acqua

3.1 Parametri di qualità

I parametri di qualità relativi alle acque destinate al consumo umano sono definiti dal decreto legislativo n. 31/2001, che recepisce la direttiva europea 83/98/CE. Tale direttiva si pone l'obiettivo di proteggere la salute umana e fissa dei parametri in relazione alla salubrità e alla purezza delle acque potabili. L'acqua potabile deve rispettare i requisiti riportati nell'allegato I del decreto legislativo 31/2001, nello specifico quelli della parte A per i parametri microbiologici, della parte B per i parametri chimici e della parte C per i parametri indicatori. Per ciascun tipo di parametro viene fissato un valore limite; in caso di suo superamento, l'autorità competente prescrive delle misure per ripristinare la qualità delle acque.

I parametri definiti dal decreto legislativo n. 31/2001 sono:

- parametri indicatori quali odore, colore, sapore, pH, durezza, ecc. (vedi allegato I, parte C),
- parametri chimici, tra cui sostanze nocive alla salute quali arsenico e piombo, antiparassitari, ecc. (vedi allegato I, parte B),
- parametri microbiologici quali l'Escherichia Coli ed Enterococchi (vedi allegato I, parte A).

L'acqua potabile presente in Alto Adige è, nella maggior parte dei casi, di ottima qualità già alla sorgente e non necessita dunque di trattamenti di potabilizzazione.
La regolare manutenzione e il buono stato di conservazione delle opere di captazione e delle infrastrutture di un acquedotto, nonché l'adeguata protezione delle fonti, nel rispetto delle zone di tutela istituite ai sensi della legge provinciale n. 8 del 2002, sono in genere una garanzia di qualità dell'acqua distribuita. Qualora l'attuazione di tutte queste misure non sia sufficiente a garantire il rispetto dei parametri di qualità dell'acqua potabile, si dovrà necessariamente ricorrere alla sua potabilizzazione. In nessun caso, tuttavia, la potabilizzazione potrà essere considerata uno strumento per compensare l'effetto di attività inquinanti quali il pascolo, l'uso eccessivo di fertilizzanti, la presenza di fosse biologiche nel bacino idrografico (zona di prelievo) o di componenti dell'impianto inadeguate (serbatoi, condotte, ecc.).

Le contaminazioni dell'acqua potabile possono essere di natura chimica o microbiologica. Mentre per le contaminazioni chimiche la potabilizzazione consiste sostanzialmente nell'eliminazione delle sostanze indesiderate, nel caso di contaminazioni microbiologiche, l'acqua viene prevalentemente trattata con la disinfezione.

I progetti relativi agli impianti di potabilizzazione dell'acqua sono soggetti al parere dell'Ufficio Gestione risorse idriche. È buona norma installare l'impianto di potabilizzazione, per quanto possibile, sempre prima del serbatoio. In questo modo il flusso d'acqua è relativamente costante e si evita di dover dimensionare l'impianto sulla base del consumo di punta.

3.2 Disinfezione

In Alto Adige si applicano in genere due metodi di disinfezione dell'acqua potabile: la disinfezione mediante raggi ultravioletti e la clorazione. Quest'ultima si distingue in clorazione continua e in clorazione di emergenza. La filtrazione mediante membrane e il trattamento con ozono svolgono un ruolo secondario nel trattamento microbiologico dell'acqua potabile in Alto Adige.

3.2.1 Disinfezione con cloro

Per clorazione dell'acqua potabile si intende la disinfezione dell'acqua potabile mediante ipocloriti di sodio o di calcio, biossido di cloro oppure mediante cloro in forma gassosa. In Alto Adige si utilizzano preferibilmente gli ipocloriti. Sottoponendo a clorazione – ad una concentrazione e in tempi di applicazione adeguati (0,1 mg/l di cloro libero per 20-30 minuti) – l'acqua priva di torbidità, è possibile uccidere o inattivare i microrganismi presenti in sospensione, inclusi germi patogeni quali batteri e virus.

La clorazione continua viene utilizzata nei casi in cui si verifichino ripetute contaminazioni microbiologiche dell'acqua potabile, nonostante tutte le misure di tutela adottate nella zona di tutela dell'acqua potabile. La clorazione continua dovrebbe essere, per quanto possibile, evitata. Tuttavia essa è indispensabile quando sussiste il pericolo di una reviviscenza microbica nella rete. La clorazione ha così un effetto duraturo e inibisce la reviviscenza microbica.

Contro microrganismi parassiti quali Cryptosporidium e Giardia la clorazione al dosaggio massimo consentito risulta inefficace. La clorazione può essere effettuata solo da personale adeguatamente addestrato.

La clorazione di emergenza viene effettuata nel caso in cui si verifichi una contaminazione microbiologica transitoria. Queste contaminazioni possono verificarsi in caso di condizioni meteorologiche estreme, di eventi accidentali o, ad esempio, in seguito a lavori di manutenzione. Ogni gestore di acquedotto deve quindi poter effettuare, in caso di necessità, una clorazione di emergenza a regola d'arte (ad esempio utilizzando dispositivi per la clorazione d'emergenza, pompe dosatrici, ecc.; si veda la figura 18).

Nel processo di clorazione possono formarsi sottoprodotti quali i trialometani, che sono sostanze nocive alla salute. L'aggiunta di cloro o biossido di cloro può portare ad un'alterazione del sapore e dell'odore dell'acqua.
Valori elevati del pH dell'acqua da potabilizzare possono rappresentare un problema per la clorazione con ipoclorito, poiché, in presenza di valori di pH superiori a 8, l'efficacia della disinfezione è fortemente compromessa.
Siccome tanto l'ipoclorito di sodio che quello di calcio sono sostanze chimiche fortemente corrosive e si trovano in commercio in formulazioni molto concentrate, è necessario seguire attentamente tutte le istruzioni riportate nelle schede tecniche di sicurezza dei prodotti utilizzati durante la clorazione. Se eseguita correttamente, la clorazione è un metodo di disinfezione

sicuro e non dispendioso (l'efficacia dura fino a 48 ore). In commercio si trovano attrezzature ed impianti di diverse dimensioni sia per la disinfezione continua che per la disinfezione d'emergenza in abbinamento ad impianti a raggi ultravioletti.

La clorazione con biossido di cloro non presenta né problemi di sottoprodotti di processo né di valori di pH dell'acqua elevati; tuttavia, il biossido di cloro presenta l'inconveniente di non poter essere né stoccato né trasportato in forma concentrata e quindi deve essere prodotto in sito, con un procedimento tecnicamente impegnativo.

Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. *La disinfezione con il cloro deve essere eseguita esclusivamente da personale con una specifica formazione tecnica.*
2. *Deve essere prestata particolare attenzione alla modalità di stoccaggio dei prodotti contenenti cloro, verificandone l'efficacia in base allo stato di conservazione; in fase di utilizzo si devono seguire attentamente le istruzioni per l'uso.*
3. *Tutti i prodotti per la disinfezione delle acque devono essere certificati per l'utilizzo in acqua potabile.*
4. *Si devono inoltre osservare le prescrizioni riportate nelle schede tecniche di sicurezza relative alle modalità di trasporto dei prodotti e alla sicurezza sul lavoro degli operatori a contatto con il cloro.*
5. *La disinfezione con il cloro deve essere annotata nello specifico libretto d'esecizio dell'impianto.*

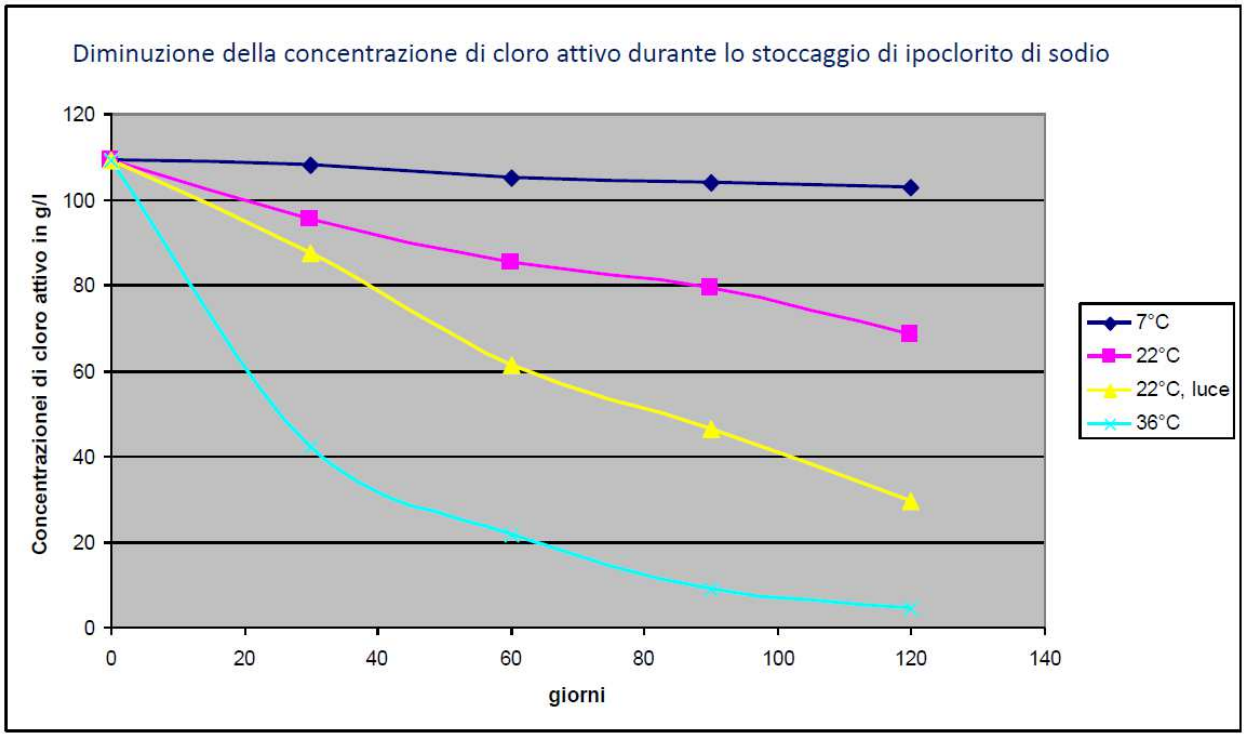

Figura 17: Perdita d'efficacia dell'ipoclorito di sodio in funzione del periodo di stoccaggio

Figura 18: Clorazione di emergenza mediante pompa dosatrice

3.2.2 Disinfezione con raggi ultravioletti (UV)

Questi impianti utilizzano l'effetto germicida dei raggi ultravioletti nel range delle lunghezze d'onda comprese tra i 240 e i 290 nm (nanometri).
La disinfezione con luce ultravioletta utilizza un sistema di reattori dotati di lampade alloggiate in tubi di quarzo. Il funzionamento dell'impianto è controllato da sistemi di sicurezza quali i misuratori di torbidità. L'acqua torbida può infatti assorbire i raggi UV e rendere la disinfezione inefficace. Questi impianti devono essere installati in punti idonei dell'acquedotto, se possibile prima del serbatoio di accumulo, dove si ha un afflusso d'acqua relativamente contenuto e costante (figura 19). In questo modo si evita anche il pericolo di reviviscenza microbica nel serbatoio.
Un vantaggio della metodologia UV consiste nel fatto che non si formano sottoprodotti di processo, come invece avviene con l'aggiunta di cloro.

Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. *La disinfezione con i raggi ultravioletti può essere eseguita esclusivamente da personale che ha seguito una specifica formazione tecnica. Controlli accurati e continui sono il presupposto per il funzionamento efficiente dell'impianto.*
2. *Prima del trattamento devono essere note le proprietà, la composizione e l'indice di trasmittanza dell'acqua (parametro indicatore della torbidità, che misura l'assorbimento e la dispersione dei raggi da parte delle particelle disciolte). L'acqua di sorgente o di pozzo deve essere prelevata a regola d'arte. La presenza di torbidità e/o di contaminanti chimici nell'acqua può rendere inefficace il trattamento.*
3. *L'impianto di potabilizzazione a raggi UV deve essere dimensionato in base alla massima portata idrica. Prima dell'impianto deve essere installato un limitatore di portata conforme alle indicazioni del costruttore dell'impianto.*
4. *Prima dell'impianto a raggi UV deve essere installato un idoneo filtro, di agevole pulizia e facile sostituzione.*
5. *Prima e dopo l'impianto di potabilizzazione devono essere montati rubinetti per prelevare i campioni d'acqua.*
6. *È necessario un costante controllo dell'intensità di irraggiamento, da realizzarsi mediante un sensore calibrabile, che misuri selettivamente le radiazioni nell'intervallo efficace di disinfezione (240 - 290 nm). Nel caso in cui si scenda sotto il valore soglia di energia irradiata per unità di superficie, pari a 400 J/m^2, il sistema interrompe l'alimentazione e attiva un segnale di allarme, che permette al gestore dell'acquedotto di intervenire prontamente con adeguate contromisure.*
7. *Deve essere tenuto un libretto di esercizio specifico dell'impianto, nel quale si deve annotare quanto segue:*

   a) cambio delle apparecchiature e delle lampade UV secondo le indicazioni del costruttore
   b) guasti all'impianto
   c) data e numero delle ore di funzionamento
   d) interventi di manutenzione di varia natura.

8. *Deve essere tenuta una scorta di lampade UV di ricambio.*
9. *Tramite un sistema di controllo da remoto possono essere trasmessi al gestore dell'acquedotto segnali d'allarme e di malfunzionamento.*
10. *In caso di black-out elettrico o di guasto a una delle lampade UV, l'afflusso idrico si dovrà interrompere automaticamente tramite valvola magnetica, oppure dovrà essere deviato allo scarico. L'approvvigionamento idrico potrà essere ripristinato provvisoriamente mediante un bypass, solo dopo aver azionato il dispositivo automatico o manuale per la clorazione di emergenza.*
11. *L'impianto di disinfezione a raggi ultravioletti non sostituisce la clorazione dell'impianto dell'acquedotto dopo i lavori di pulizia e di riparazione.*

Figura 19: Impianto a raggi ultravioletti

3.2.3 Filtrazione a membrana

La tecnologia di filtrazione a membrana è sempre più applicata per il trattamento dell'acqua potabile. Si distinguono quattro diversi tipi di processo: osmosi inversa, nanofiltrazione, ultrafiltrazione e microfiltrazione. I diversi processi si differenziano tra loro per la porosità delle membrane utilizzate e di conseguenza per la loro permeabilità alle varie sostanze presenti nell'acqua.
L'osmosi inversa e la nanofiltrazione presentano lo svantaggio di utilizzare membrane che, una volta intasate, non possono essere riattivate con il lavaggio. L'acqua necessita di un ulteriore trattamento per evitare il deposito di ioni e molecole sulla superficie delle membrane.
Con l'ultrafiltrazione, che impiega invece membrane riattivabili mediante lavaggio, si possono trattenere particelle di dimensioni >0,01 µm, ossia anche batteri e virus. Con l'ultrafiltrazione non si trattengono le sostanze organiche e gli ioni (sali) in soluzione.
Con la microfiltrazione (>0,1 µm) non si assicura l'eliminazione di tutti i virus.

Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

La filtrazione a membrana deve essere effettuata e seguita esclusivamente da personale con una specifica formazione tecnica. Presupposto per il suo efficace funzionamento è lo svolgimento di regolari e accurati interventi di manutenzione e di controllo, da annotare nello specifico libretto d'esercizio dell'impianto.

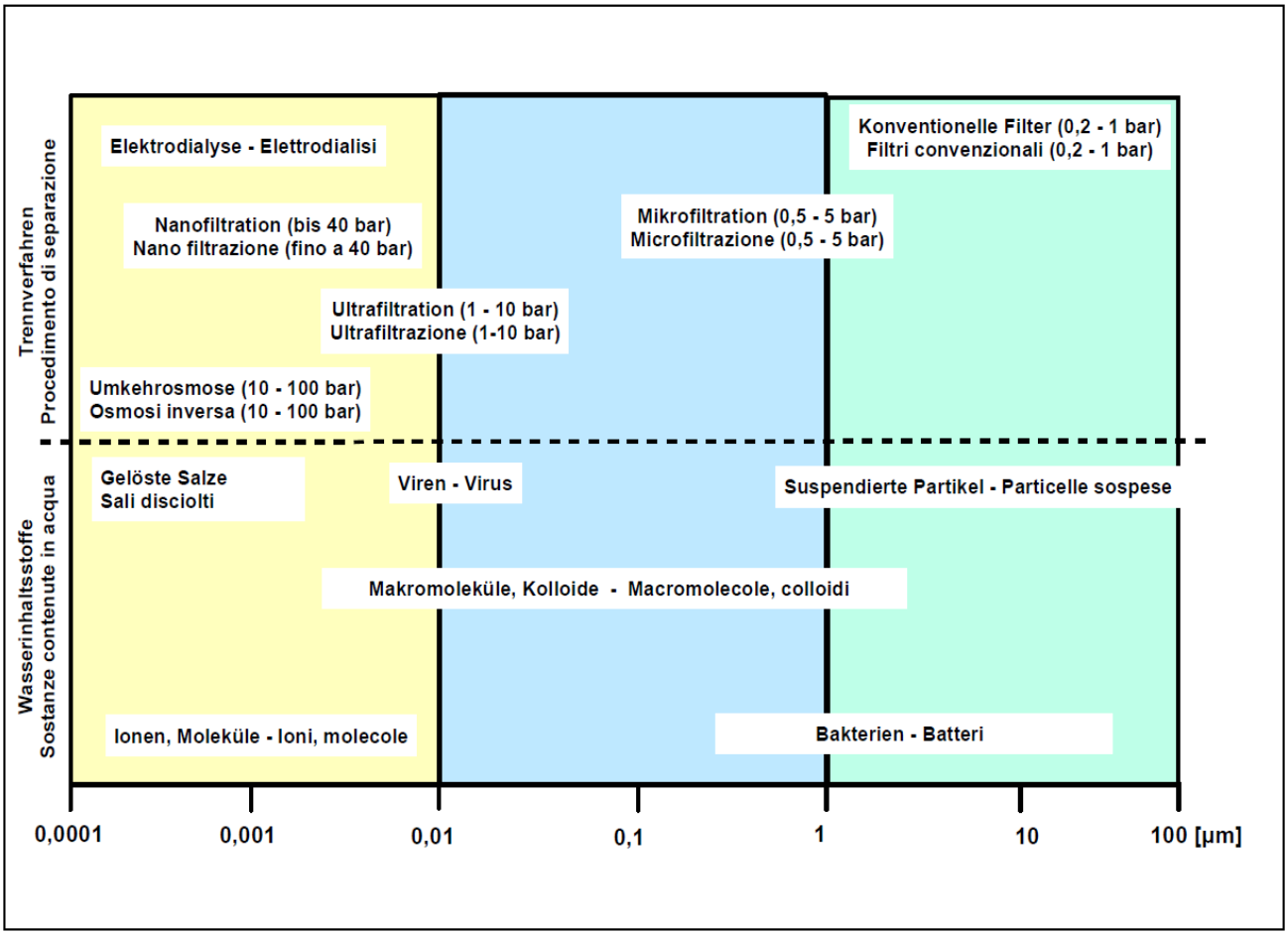

Figura 20: Processi di filtrazione a membrana e rispettivi limiti di applicazione

3.3 Trattamenti chimici effettuati in Alto Adige

3.3.1 Impianti di deacidificazione

Se nell'acqua è presente anidride carbonica, si può assistere a fenomeni di corrosione delle condutture metalliche e degli elementi in cemento delle opere di presa, raccolta e distribuzione dell'acquedotto. In questo caso si parla di acqua aggressiva. La presenza di anidride carbonica può inoltre causare l'aumento della concentrazione di ferro nell'acqua, talvolta persino oltre il valore limite. L'installazione di un impianto di deacidificazione evita che si verifichino questi fenomeni (figure 21 e 22).

Il processo di deacidificazione dell'acqua aggressiva avviene per contatto dell'acqua con sostanze basiche quali calcare, dolomia, marmo o altre soluzioni chimiche. In questa maniera viene eliminata l'anidride carbonica in eccesso, giungendo idealmente al cosiddetto equilibrio carbonico. In questa condizione di equilibrio il pH dell'acqua diventa neutro e l'acqua non corrode più le condotte e i materiali delle costruzioni.

Progettazione e dimensionamento di un impianto di deacidificazione:

Il grado di aggressività dell'acqua viene misurato in laboratorio mediante specifiche analisi chimiche (prova di solubilità della polvere di marmo secondo il metodo di Heyer, saturazione dell'acqua con $CaCO_3$) e viene espresso con l'indice di Langelier. Esso risulta dalla differenza tra il pH effettivo dell'acqua prima del trattamento e quello di saturazione dell'acqua con carbonato di calcio. Se l'indice risulta inferiore a -0,3, l'acqua è da considerarsi tendenzialmente aggressiva e quindi si consiglia l'installazione di un impianto di neutralizzazione. Se l'indice di Langelier è inferiore a -0,5, gli uffici competenti prescrivono generalmente l'installazione di un impianto di deacidificazione.

Gli impianti di deacidificazione devono essere progettati e dimensionati con precisione. Nel caso di acqua poco aggressiva si può ottenere una sufficiente deacidificazione dell'acqua potabile mediante una semplice aerazione. Questo metodo si definisce processo fisico di deacidificazione.

Nel caso invece di acqua più aggressiva si rende necessaria la deacidificazione chimica. Questo processo si effettua principalmente mediante passaggio dell'acqua in appositi reattori (figura 23) o vasche filtranti contenenti carbonato di calcio, marmo o dolomia calcinata. Un metodo più complesso è la neutralizzazione mediante aggiunta di soluzioni alcaline dosate con precisione. Questo metodo può essere eseguito solamente da personale esperto e adeguatamente formato.

In fase di progettazione degli impianti di deacidificazione mediante filtrazione devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. *Presupposto per il dimensionamento delle vasche filtranti è la determinazione del fabbisogno idrico e la conseguente portata massima dell'acqua da trattare. Per evitare che l'efficacia del filtro si riduca a causa di un tempo di contatto troppo breve con*

l'acqua, può essere necessario ricorrere all'installazione di un limitatore della portata d'acqua.

2. *L'impianto deve essere progettato in maniera tale che l'aggiunta e la sostituzione periodica del materiale filtrante siano di semplice esecuzione. Per motivi pratici e per agevolare un efficace controlavaggio, lo spessore massimo dello strato filtrante non deve superare i 2,0-2,5 m.*
3. *La granulometria del materiale filtrante può arrivare fino a 4 mm.*
4. *Il passaggio dell'acqua nel materiale filtrante avviene in genere dall'alto verso il basso, per un tempo di contatto stabilito in funzione delle caratteristiche dell'acqua (grado di aggressività, temperatura, ecc.). L'afflusso dell'acqua da trattare dovrebbe essere distribuito sull'intera superficie filtrante (p. es. con l'ausilio di canalette di adduzione).*
5. *Il controlavaggio del filtro a marmo - che va effettuato con acqua in combinazione con aria - è un'operazione da effettuarsi con regolarità e comunque almeno tre o quattro volte all'anno, oppure secondo quanto previsto nel provvedimento di autorizzazione. A questo scopo si deve avere a disposizione una quantità d'acqua minima di 10 m^3/h per m^2 di superficie filtrante da controlavare. Qualora la portata minima della fonte di approvvigionamento non possa garantire questo quantitativo minimo, è necessario prevedere una riserva d'acqua sufficiente a monte dell'impianto. Il controllo visivo del controlavaggio avviene per mezzo di un pozzetto all'interno dell'impianto.*
6. *La soffiante mobile o fissa per la fase di controlavaggio dovrà garantire almeno 60 m^3/h di aria per m^2 di superficie filtrante da controlavare.*
7. *Si raccomanda di progettare impianti di deacidificazione a più vasche (minimo due), per consentirne una migliore manutenzione e per garantire la continuità nell'erogazione dell'acqua trattata.*
8. *L'acqua di controlavaggio presenta un alto contenuto di materiale in sospensione e non può essere reimmessa direttamente nei corpi idrici superficiali (va previsto una vasca di decantazione).*
9. *Gli impianti di deacidificazione devono essere condotti esclusivamente da personale esperto. Presupposto per il loro efficiente funzionamento è lo svolgimento di controlli accurati e regolari, da annotare nello specifico libretto d'esercizio dell'impianto.*

Figura 21:

Impianto di deacidificazione mediante aerazione

Figura 22: Impianto di deacidificazione a diffusione uniforme dell'acqua e tre vasche con filtro a marmo

Figura 23: Impianto di deacidificazione all'interno di reattori

3.3.2 Rimozione degli elementi ferro, manganese, arsenico, antimonio e uranio

Ferro e manganese:

Concentrazioni elevate di ferro e manganese si possono trovare in falde acquifere e sorgenti in condizioni anaerobiche, a causa della natura geologica del loro bacino idrografico. Il ferro è considerato un elemento indesiderato, perché già ad una concentrazione di 300 µg/l conferisce all'acqua un colore giallognolo e un sapore sgradevole (metallico). Il valore limite di concentrazione del ferro è di 200 µg/l.
Le acque con alte concentrazioni di manganese non comportano in genere rischi per la salute; tuttavia, come per il ferro, anche il manganese rende sgradevole il sapore e l'odore dell'acqua e può inoltre dar luogo a precipitati di colore marrone. Il valore limite di concentrazione del manganese è di 50 µg/l.
L'eliminazione del ferro e del manganese dall'acqua avviene principalmente mediante la loro ossidazione (tramite aggiunta di ossigeno) e trasformazione in composti poco solubili di ferro (III) e manganese (IV). Tali composti possono essere in seguito rimossi mediante filtrazione o sedimentazione.

Arsenico, antimonio e uranio:

Contrariamente al ferro e al manganese, l'arsenico, l'antimonio e l'uranio hanno effetti negativi sulla salute umana. I valori limite di concentrazione dell'arsenico e dell'antimonio nell'acqua potabile sono fissati dalla normativa e non possono essere superati. Il valore limite di concentrazione dell'arsenico nell'acqua potabile è di 10 µg/l, quello dell'antimonio è di 5 µg/l.
La legislazione nazionale e quella dell'Unione europea non stabiliscono valori limite per l'uranio. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha stabilito un valore guida di 30 µg/l. L'uranio nell'acqua potabile è pericoloso non tanto per la sua radioattività, quanto per i suoi effetti tossici, soprattutto a carico dei reni.

Per l'eliminazione di arsenico, antimonio e uranio si ricorre a tecniche diverse, per lo più complesse, che richiedono manutenzioni regolari ed accurate degli impianti. Per questo motivo gli impianti di trattamento devono essere installati da personale specializzato e condotti da personale esperto e competente.

L'adsorbimento mediante ossido o idrossido di ferro si è rivelato di semplice applicazione ed ha dato buoni risultati nell'abbattimento dell'arsenico e dell'antimonio (figure 24 e 25). Gli ossidi di ferro in forma granulare sono disposti in un reattore a letto fisso (filtro). Con l'adsorbimento si ottiene una efficace eliminazione di queste sostanze tossiche. Altre soluzioni per eliminare l'antimonio e l'arsenico sono l'ossidazione e la flocculazione, l'impiego di membrane filtranti e a scambio ionico.
In generale, in Alto Adige il trattamento delle acque potabili con una concentrazione di arsenico inferiore ai 50 µg/l risulta economicamente giustificato. Nel caso di valori superiori si consiglia di approvvigionarsi da una fonte alternativa (non contaminata).

L'eliminazione dell'uranio si effettua preferibilmente mediante impiego di una resina specifica a scambio ionico, ma può essere ottenuta anche mediante nanofiltrazione.

Nel trattamento dell'acqua contenente ferro, manganese, arsenico, antimonio e uranio devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. *L'impianto di potabilizzazione deve essere condotto e controllato esclusivamente da personale adeguatamente formato.*
2. *Presupposto per l'efficiente funzionamento dell'impianto è una manutenzione accurata e regolare. Gli interventi di manutenzione devono essere annotati nello specifico libretto d'esercizio dell'impianto.*
3. *Negli impianti che utilizzano filtri la rimozione del materiale filtrante saturo deve essere effettuata da un'impresa specializzata, provvista di apposita autorizzazione secondo le norme vigenti in materia di gestione rifiuti.*

Figura 24: Impianto per l'abbattimento dell'arsenico

Figura 25: Impianto per l'abbattimento dell'arsenico

4. Serbatoio di raccolta

Il serbatoio di raccolta viene progettato per consentire la compensazione tra fabbisogno idrico (consumo di punta) e disponibilità d'acqua e per garantire una certa riserva idrica in caso d'emergenza (p.es. riserva antincendio). Il volume di accumulo necessario viene calcolato sulla base del consumo massimo giornaliero stimato, della portata minima della fonte e dell'eventuale riserva idrica antincendio. Il consumo massimo giornaliero stimato include i consumi di tutti gli utenti allacciati all'acquedotto e deve tenere conto della crescita demografica prevista nel bacino di utenza nei successivi 30-50 anni.
Il fabbisogno giornaliero, calcolato in base a valori unitari indicati dalla Provincia autonoma di Bolzano nel Piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche (parte III, art. 14), è pari a 300 litri al giorno per abitante e per posto letto nelle strutture turistiche e negli ospedali e a 140 litri al giorno per unità bovina adulta (UBA). La capacità del serbatoio andrebbe calcolata in modo tale da prevedere un tempo di permanenza dell'acqua nel serbatoio non superiore a due giorni.

La determinazione della riserva idrica antincendio necessaria (in modo particolare per i piccoli impianti) avviene in accordo con il Corpo permanente dei Vigili del Fuoco, che è chiamato ad esprimere il proprio parere sui progetti. Il volume della riserva antincendio va limitato allo stretto necessario. A tale scopo, nel calcolare la riserva idrica antincendio, può essere considerato anche l'afflusso costante dalla fonte idrica al serbatoio. Nel caso in cui vi siano fonti idriche alternative utilizzabili per estinguere gli incendi (laghi, corsi d'acqua perenni, ecc.), la riserva può essere ulteriormente ridotta in accordo con il Corpo permanente dei Vigili del Fuoco. La minimizzazione della riserva antincendio rappresenta un grande vantaggio soprattutto nel caso dei piccoli acquedotti, sia per la riduzione dei costi di costruzione che, in generale, per la qualità dell'acqua, poiché si riduce il tempo di permanenza dell'acqua nel serbatoio stesso. Qualora fosse necessaria una notevole riserva idrica antincendio in una zona da approvvigionare di limitate dimensioni, si devono costruire due vasche e due condotte separate (una per l'acqua potabile ed una per l'acqua antincendio). È indispensabile assicurare in ogni momento la quantità d'acqua antincendio necessaria. Ciò è fattibile prevedendo una presa in uscita dal serbatoio, ad esempio mediante l'installazione di un tubo a sifone dotato di sfiato.

È da preferire la realizzazione di serbatoi a due vasche, poiché durante le operazioni di pulizia una delle due può rimanere sempre in funzione. In genere si consiglia l'impiego di serbatoi prefabbricati, soprattutto nel caso di terreni con forte pendenza e di piccoli acquedotti.

Per i serbatoi di raccolta devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. *Il serbatoio si compone di almeno una vasca di raccolta, meglio se suddivisa in due camere separate, e di una camera di manovra. L'accesso al serbatoio avviene dalla camera di manovra, attraverso un passaggio preferibilmente orizzontale, provvisto di una porta d'ingresso a chiusura ermetica e dotata di serratura. Qualora la conformazione del suolo dovesse consentire un accesso al serbatoio solo dall'alto attraverso una botola, questa deve essere rialzata di almeno 25 cm dal livello del terreno, deve poter essere chiusa ermeticamente ed essere dotata di serratura. La botola non deve trovarsi sopra lo specchio d'acqua. Nella camera di manovra deve essere previsto uno spazio per*

l'eventuale installazione di un impianto di clorazione di emergenza e per eventuali successivi interventi.

2. *La forma delle vasche e la disposizione dei tubi di adduzione e di presa devono assicurare una circolazione continua dell'acqua. La soluzione ottimale a tale scopo è l'iniezione dell'acqua in ingresso tramite ugelli. Qualora l'iniezione non fosse realizzabile (p.es. in caso di poca pressione), l'acqua va rilasciata sopra lo specchio d'acqua.*
3. *Tutte le vasche e le camere di manovra devono essere svuotabili mediante apposito scarico di fondo. Il pavimento delle vasche deve essere realizzato con una pendenza minima del 2% in direzione dello scarico di fondo.*
4. *Il tubo di adduzione al serbatoio deve passare attraverso la camera di manovra. Nel caso di serbatoi ad una vasca, tra la condotta di adduzione e quella di prelievo deve essere prevista una tubazione di bypass (con eventuale riduzione della pressione). All'occorrenza deve essere previsto anche un attacco per i pompieri. Le tubazioni di adduzione e di prelievo devono essere provviste di rubinetti per il prelievo di campioni d'acqua. Alla condotta di prelievo deve essere applicato un idoneo contatore, una saracinesca di chiusura e una valvola di aerazione.*
5. *Attorno al serbatoio deve essere posato un drenaggio di fondo al fine di drenare le acque di infiltrazione superficiale o eventuali perdite del serbatoio.*
6. *Si deve prevedere un buon isolamento termico del serbatoio, con un'adeguata copertura con terreno di riporto e l'uso di idonei materiali isolanti. I materiali isolanti devono assicurare un basso assorbimento di acqua, un'alta resistenza alla compressione ed essere resistenti ai roditori (ad esempio vetro cellulare espanso).*
7. *Tutti i materiali delle vasche devono essere idonei al contatto con acqua potabile. Nel caso di manufatti in cemento armato gettato in opera (calcestruzzo impermeabile) si deve prevedere in aggiunta una guaina di rivestimento. Il serbatoio deve essere provvisto di aerazione. Le aperture di aerazione non devono essere collocate sopra le vasche e devono essere provviste di reticella a maglia fine, allo scopo di impedire l'intrusione di insetti o altri animali. Le aperture di aerazione dovrebbero assicurare un afflusso d'aria sufficiente anche in casi estremi (p.es. effetto risucchio per la rottura di un tubo). Le aperture di aerazione non devono trovarsi vicino a potenziali fonti inquinanti, quali il traffico, l'agricoltura intensiva, che fa largo uso di prodotti fitosanitari, o gli allevamenti di bestiame. Se, invece, fosse così, è necessario evitare di collocare le aperture in punti sensibili o, qualora ciò non fosse possibile, prevedere l'installazione di filtri a carboni attivi ed impianti di ventilazione forzata.*
8. *Agli sbocchi dei tubi di troppopieno devono essere applicati tappi idraulici (clapet) oppure delle reti a maglia fine per impedire l'intrusione di insetti. Lo scarico deve essere protetto e realizzato al riparo da eventi di piena (preferibilmente in un pozzetto).*
9. *All'interno e sopra le vasche possono essere posti esclusivamente gli elementi dell'acquedotto strettamente necessari; tutti gli altri devono essere sistemati nella camera di manovra.*
10. *Le superfici sopra il serbatoio di raccolta devono essere sempre mantenute libere da alberi e cespugli e non possono essere utilizzate per scopi non attinenti all'impianto acquedottistico (parcheggio, deposito, pascolo ecc.). Per delimitare la superficie in*

corrispondenza del serbatoio si dovrà realizzare una recinzione, da mantenere sempre in buono stato.

11. *Gli accessi devono essere dotati di serratura. Per un maggiore controllo degli accessi è utile prevedere l'installazione di un impianto di allarme. Inoltre si consiglia di dotare il serbatoio di allacciamento elettrico.*

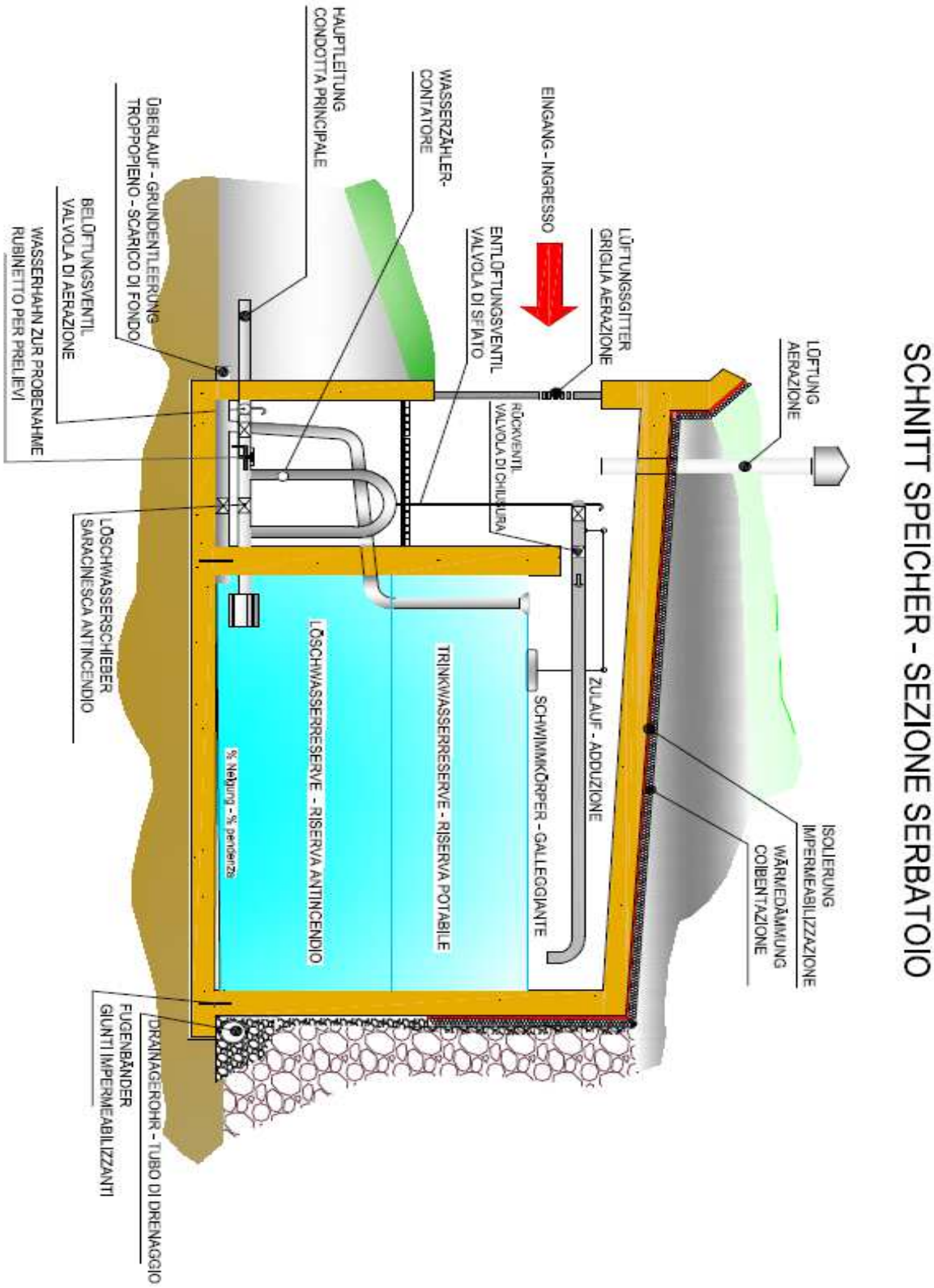

Figura 26: Schema di un serbatoio

5. Distribuzione idrica

5.1 Condotte

Nei sistemi di approvvigionamento idrico si distingue tra condotte di adduzione, condotte di distribuzione e condotte di allacciamento (figura 27).
Si definiscono condotte di adduzione quelle condotte posate tra le fonti idriche (sorgenti o pozzi) e il serbatoio di raccolta.
Le condotte di distribuzione partono dal serbatoio e raggiungono le aree da approvvigionare, disegnando dei tracciati possibilmente ad anello.

Dalle condotte di distribuzione si diramano le condotte di allacciamento. Queste collegano le condotte di distribuzione ai punti di consegna, che di norma si trovano in corrispondenza dei contatori d'acqua dei singoli utenti. Il punto di consegna è definito con precisione nei regolamenti per l'acqua potabile dei singoli comuni.

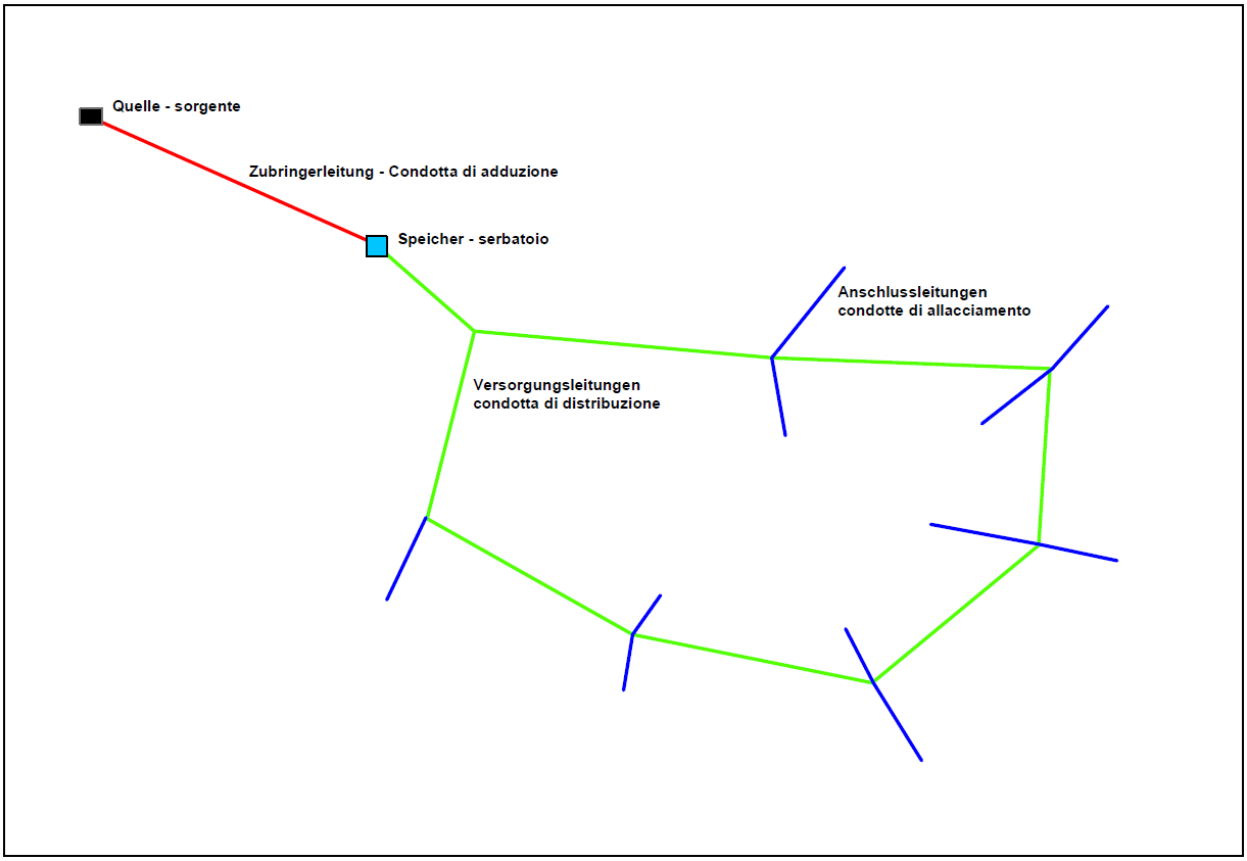

Figura 27: Differenti tipologie di condotte

Nella distribuzione dell'acqua potabile devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. *Le condotte devono essere posate lungo un tracciato il più possibile rettilineo e con quote di massimo e minimo ben definite.*
2. *Si devono prevedere dispositivi di sfiato presso i punti di quota idraulica massima. Alle quote minime devono essere previsti dei punti di scarico per lo svuotamento della condotta, da alloggiarsi in pozzetti. Tutti i dispositivi citati devono poter essere accessibili e riconoscibili.*
3. *La profondità di posa delle condotte dipende essenzialmente dalla sensibilità del terreno al gelo. È importante adottare le necessarie precauzioni affinché non vi sia un riscaldamento eccessivo dell'acqua potabile nelle tubazioni durante l'estate. Per questo motivo le condotte devono essere posate ad una profondità di almeno 1,5 m. Se non si riuscisse a garantire un sufficiente grado di protezione dal freddo e dal caldo, è necessario dotare le condotte di isolamento termico (p.es. nel caso degli attraversamenti di corsi d'acqua mediante ancoraggio a ponti).*
4. *Nei centri abitati le reti idriche devono essere progettate per una pressione massima di esercizio di almeno 10 bar (MDP = Maximum Design Pressure). La pressione di esercizio del sistema, senza tener conto dei colpi di ariete, dovrebbe essere di circa 2 bar inferiore alla pressione massima. Nella zona di distribuzione si consiglia un carico idrostatico in corrispondenza degli allacciamenti domestici compreso tra i 4 e i 6 bar.*
5. *Per una successiva localizzazione delle condotte, soprattutto nel caso di condotte non metalliche, si deve predisporre un dispositivo di localizzazione (nastri di localizzazione). La posa di un cavo di rame da 6 mm di diametro si è dimostrata una scelta valida.*

Nella scelta dei materiali, degli accessori e delle giunzioni si deve fare attenzione a diversi fattori, quali:

- pressioni e sollecitazioni interne ed esterne
- composizione chimica dell'acqua
- condizioni locali del terreno in cui operare
- tendenza alla corrosione legata al terreno circostante e alle cariche elettrochimiche
- disposizione della condotta
- metodologia di posa in opera e comportamento del materiale utilizzato dopo la posa in opera
- specifiche esigenze di formazione del personale tecnico
- costi di esercizio per l'intero periodo di utilizzo
- dispendio di tempo e costi di manutenzione
- durata di esercizio prevista
- effetti del gelo e del calore
- preferibile utilizzo di un'unica tipologia di materiale per tutte le tubazioni della rete.

Le perdite di carico per attrito nelle tubazioni aumentano consistentemente a velocità di scorrimento superiori a 1 m/s. Ciò vale in particolare per piccole dimensioni nominali. Nella distribuzione idrica le velocità consigliate per le diverse tipologie di condotte sono le seguenti:

- Condotte di adduzione < 2,0 m/s
- Condotte di distribuzione ≤ 1,0 m/s
- Condotte di allacciamento ≤ 2,0 m/s

Per un dimensionamento economicamente adeguato delle tubazioni ci si può avvalere in prima battuta della nota formula riportata da Mutschmann/Stimmelmayr nel manuale dell'approvvigionamento idrico "Taschenbuch der Wasserversorgung":

$$DN_{econ.}[mm] = \mu \times \sqrt{Q\left[{}^{m^3}/_{s}\right]} \times 1000$$

con μ = 1,3 per piccole Q (portate)

e con μ = 1,0 per grandi Q (portate)

Esempio:

- Q = 100 l/s = 0,1m³/s

$$DN_{econ.}[mm] = 1{,}3 \times \sqrt{0{,}1\left[{}^{m^3}/_{s}\right]} \times 1000 = 411\,mm \sim 400\,mm$$

- Q = 800 l/s = 0,8 m³/s

$$DN_{econ.}[mm] = 1{,}0 \times \sqrt{0{,}8\left[{}^{m^3}/_{s}\right]} \times 1000 = 894\,mm \sim 900\,mm$$

Nelle condotte di grande diametro e con portata ridotta la qualità dell'acqua può risentirne. Per questo si devono evitare tempi di permanenza dell'acqua nelle tubazioni superiori a due giorni; ciò allo scopo di prevenire gli effetti negativi legati al ristagno dell'acqua quali torbidità, alterazione del sapore, formazione di depositi e precipitati, aumento della carica batterica. Nel caso di tempi prolungati di permanenza dell'acqua nelle tubazioni, è necessario considerare la possibilità di farla defluire forzatamente e di continuo, ad esempio realizzando una fontana ("deflusso continuo").

Lunghi tempi di ristagno dell'acqua possono verificarsi anche nei tratti di condotta terminali. Per questo gli acquedotti dovrebbero essere realizzati possibilmente come reti ad anello.

Fenomeni di corrosione possono verificarsi sia all'interno che all'esterno delle tubazioni (p.es. per l'azione di acqua aggressiva). Rischi maggiori di corrosione si possono riscontrare nei terreni limosi, argillosi, torbosi, acquitrinosi o contenenti solfati.
La protezione dalla corrosione può essere passiva (ad esempio tramite rivestimento delle condotte) o attiva (ad esempio tramite correnti elettriche). Problemi particolari possono insorgere nei punti di contatto tra metalli diversi.

Problemi legati alla qualità dell'acqua si possono presentare nel caso in cui le tubazioni abbiano rivestimenti interni in cemento e l'acqua sia aggressiva. All'interno delle opere (serbatoi di raccolta, pozzetti di raccolta, ecc.) le condotte dovrebbero essere in materiale inossidabile (acciaio inox, materie plastiche).
Le tubazioni devono essere posate in modo molto accurato seguendo le specifiche tecniche previste per ciascun materiale. La maggior parte delle perdite nei sistemi di approvvigionamento idrico è causata da rotture delle condotte. In un acquedotto le perdite dovrebbero essere inferiori al 10% dell'acqua trasportata.

5.2 Riduzione della pressione

Nel caso in cui la rete idrica non possa sopportare una pressione superiore a una determinata soglia, è necessario prevedere la riduzione della pressione, che si può ottenere con diverse modalità tecniche, alcune delle quali sono descritte brevemente qui di seguito.

5.2.1 Pozzetti di interruzione della pressione

I pozzetti di interruzione "a pelo libero" sono realizzati allo scopo di ridurre la pressione, distribuire l'acqua, controllare la condotta, ecc. Essi devono soddisfare gli stessi requisiti tecnici previsti per i pozzetti di raccolta. È sufficiente realizzare una sola vasca, eventualmente suddivisa da una parete sommersa. In base alle disposizioni in materia di sicurezza sul lavoro si deve evitare l'accesso dall'alto.

I pozzetti di interruzione della pressione possono svolgere la loro funzione anche senza alimentazione elettrica e controllo da remoto (figura 28). Le valvole sono comandate meccanicamente oppure idraulicamente in base al livello dell'acqua. Si deve prestare particolare attenzione all'igiene, poiché si è in presenza di una superficie a pelo libero.
In fase di progettazione le modalità di riduzione della pressione devono essere valutate attentamente caso per caso, tenendo presente le alternative possibili e tutti i fattori legati alla realizzazione, quali la manutenzione, l'ingombro delle opere e i costi connessi. I pozzetti di interruzione annullano la pressione e pertanto devono essere progettati con riferimento preciso alla loro quota altimetrica.

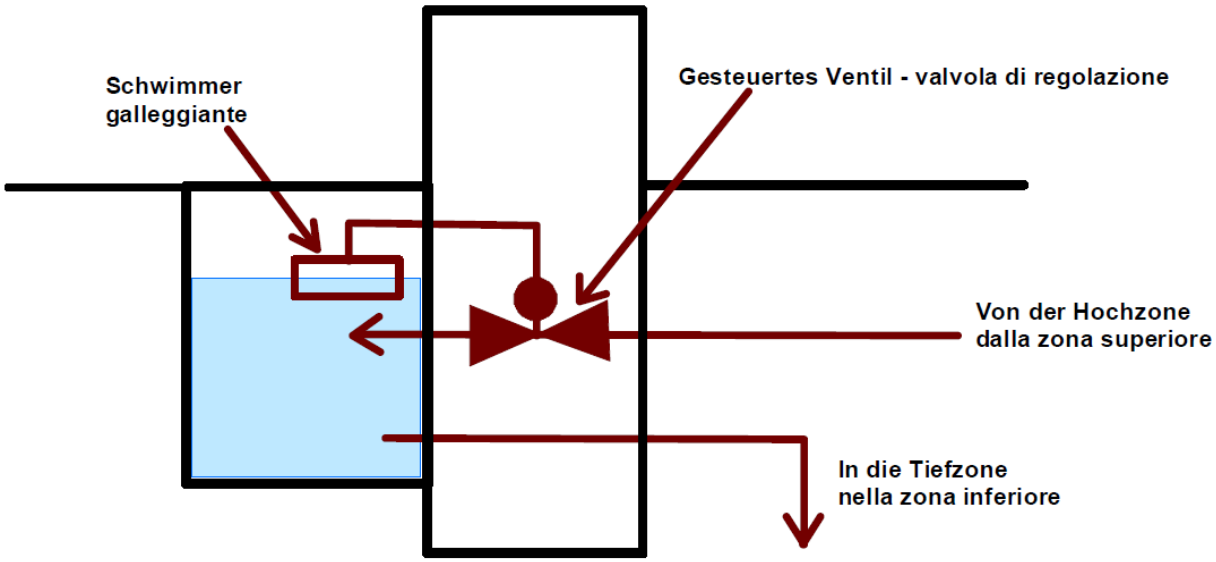

Figura 28: Rappresentazione schematica di un pozzetto di interruzione della pressione

Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. *Il pozzetto di interruzione della pressione è costituito da un'unica vasca con parete sommersa.*
2. *Il pozzetto di interruzione deve essere preferibilmente accessibile da un'entrata orizzontale. Se si dovesse accedere solo dall'alto attraverso una botola, a causa delle caratteristiche del terreno, tale accesso deve essere a tenuta ermetica, rialzato di almeno 25 cm dal livello del terreno e non può essere posizionato direttamente sopra lo specchio d'acqua. Il terreno nei pressi dell'entrata deve essere sistemato in maniera tale da far defluire velocemente le acque superficiali ed evitare la formazione di ristagni d'acqua. Il pozzetto e il relativo drenaggio di fondo non devono trovarsi in una zona a rischio di inondazioni.*
3. *L'altezza libera nei pozzetti accessibili deve essere pari o superiore ai 2 m e la larghezza libera pari o superiore a 1,5 m.*
4. *Lo sfioratore deve essere dimensionato adeguatamente. L'acqua in esubero può essere scaricata insieme a quella proveniente dallo scarico di fondo. Lo scarico deve essere protetto (preferibilmente con un pozzetto) e deve esservi installato un dispositivo di chiusura contro l'intrusione di animali (tappo idraulico, clapet). Lo scarico deve trovarsi al di fuori della zona di inondazione.*
5. *La vasca deve essere realizzata con un pavimento inclinato in direzione dello scarico di fondo per agevolare lo svuotamento. Uno scarico di fondo deve essere previsto anche per il pavimento della camera di manovra.*

6. *La tubazione di presa deve essere installata ad un'altezza di almeno 30-50 cm dal pavimento.*
7. *I tubi di adduzione al pozzetto devono essere installati almeno 20 cm al di sopra del livello di massimo invaso dell'acqua. I tubi devono essere posizionati in modo da essere comodamente raggiungibili dalla camera di manovra e da permettere il prelievo dei campioni d'acqua.*
8. *Deve essere prevista una presa d'aria, preferibilmente sulla porta e dotata di una griglia di aerazione con copertura distanziata che non lasci entrare la luce naturale. I dispositivi di aerazione non possono essere collocati direttamente sopra le vasche dell'acqua e devono essere provvisti di reticella a maglia fine, per impedire l'intrusione di insetti o altri animali.*
9. *All'interno ed al di sopra delle vasche possono essere posti solamente gli elementi dell'impianto strettamente indispensabili; tutti gli altri elementi devono essere collocati nella camera di manovra.*
10. *Porte, accessi, scale, tubi, valvole e accessori devono essere realizzati con materiali resistenti alla corrosione; si deve inoltre evitare che siano immersi nell'acqua.*
11. *Tutti i materiali impiegati devono essere idonei al contatto con acqua potabile.*
12. *È necessario prevedere un isolamento termico del pozzetto, da realizzarsi con soluzioni combinate di materiali isolanti e copertura con materiale di riporto. I materiali isolanti devono avere una scarsa capacità di assorbimento dell'acqua, un'alta resistenza alla compressione ed essere resistenti ai roditori (per esempio vetro cellulare espanso).*
13. *Le aree al di sopra del pozzetto d'interruzione devono essere sempre mantenute libere da alberi e cespugli e non possono essere utilizzate per scopi non attinenti all'impianto acquedottistico (parcheggio, deposito, pascolo ecc.). Le superfici devono essere recintate per proteggere l'opera e segnalarne la presenza. La recinzione va mantenuta costantemente in buono stato.*
14. *Gli accessi devono essere dotati di serratura. Per un maggiore controllo degli accessi è utile prevedere l'installazione di un impianto di allarme.*

5.2.2 Valvole di riduzione della pressione

Le valvole di riduzione della pressione vengono installate sulle condotte di adduzione, nei punti in cui, a causa del notevole dislivello tra fonte e serbatoio, la pressione dell'acqua supera la pressione massima di esercizio delle tubazioni. Le valvole di riduzione della pressione sono inoltre necessarie nei punti di afflusso dell'acqua ai serbatoi aperti, al fine di proteggere da possibili danneggiamenti le installazioni e le vasche. Le valvole di riduzione della pressione sono utilizzate nella rete di distribuzione per garantire un'adeguata pressione nelle zone di approvvigionamento situate alle quote più basse. Le valvole di riduzione della pressione permettono di regolare il carico idraulico a valle della valvola (figura 29).

Nell'installazione delle valvole di riduzione della pressione devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. *A monte delle valvole di riduzione della pressione si deve installare un filtro anti-particolato, che deve essere pulito regolarmente.*
2. *Qualora dopo la valvola si trovi un sistema di condotte chiuso, a valle della stessa deve essere installata una valvola di sicurezza (valvola di sovraccarico).*
3. *La valvola di riduzione della pressione deve essere progettata sulla base della portata massima voluta, senza che si verifichino rilevanti perdite di pressione.*
4. *L'installazione e la regolazione dei riduttori di pressione devono essere eseguite da personale specializzato.*

Valvole di riduzione appositamente adattate permettono ulteriori funzioni, quali il controllo della pressione o il comando di valvole a galleggiante.

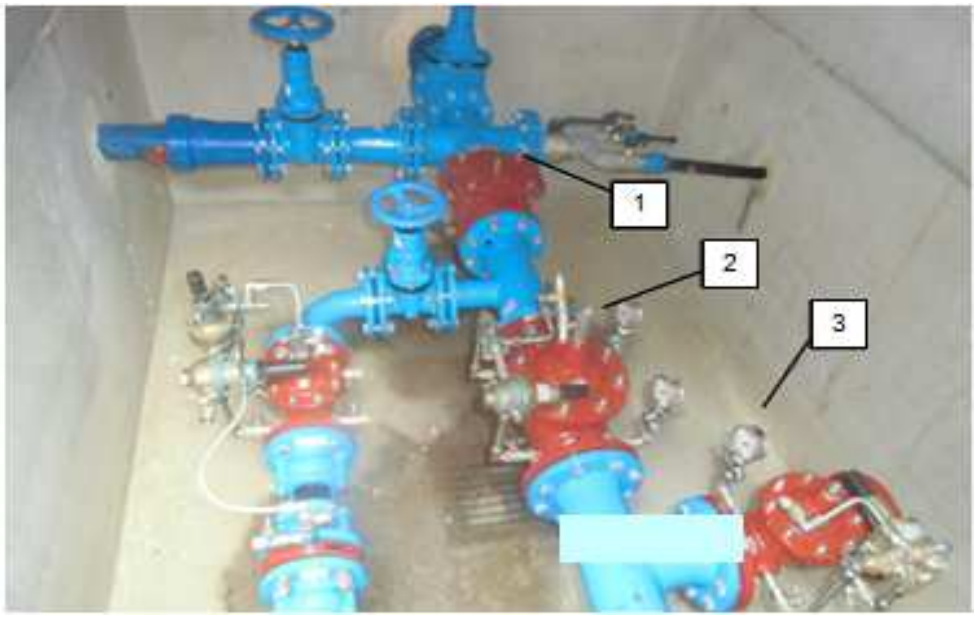

Figura 29: Schema d'installazione di una valvola di riduzione della pressione con bypass:
1) filtro anti-particolato, 2) valvola di riduzione della pressione, 3) valvola di sicurezza

5.2.3 Centrali idroelettriche alimentate da acqua potabile

Notevoli dislivelli di quota tra la fonte e il serbatoio oppure l'area di approvvigionamento possono essere sfruttati per la produzione di corrente elettrica, senza disperdere il carico idraulico nei pozzetti di interruzione della pressione.
Presupposti per un tale utilizzo sono la presenza di caratteristiche topografiche favorevoli (figura 30) e la disponibilità di un flusso d'acqua potabile sufficiente, secondo quanto stabilito

nella concessione di acqua potabile. Occorre poi tenere conto dei requisiti di cui alla parte 3, art. 14, del Piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche (300 litri al giorno per persona e posto letto nelle strutture turistiche e ospedali, 140 litri al giorno per unità bovina adulta UBA). Deve essere inoltre effettuato uno studio sulla economicità di tale utilizzo poiché, in presenza di portate limitate e dislivelli ridotti, non ne viene garantita la redditività. L'utilizzo della falda acquifera e delle sorgenti per la produzione di energia elettrica è ammesso esclusivamente in combinazione con gli altri impieghi esistenti e limitatamente alle quantità d'acqua effettivamente usate per gli stessi, come previsto alla parte 3, art. 22, del Piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche.

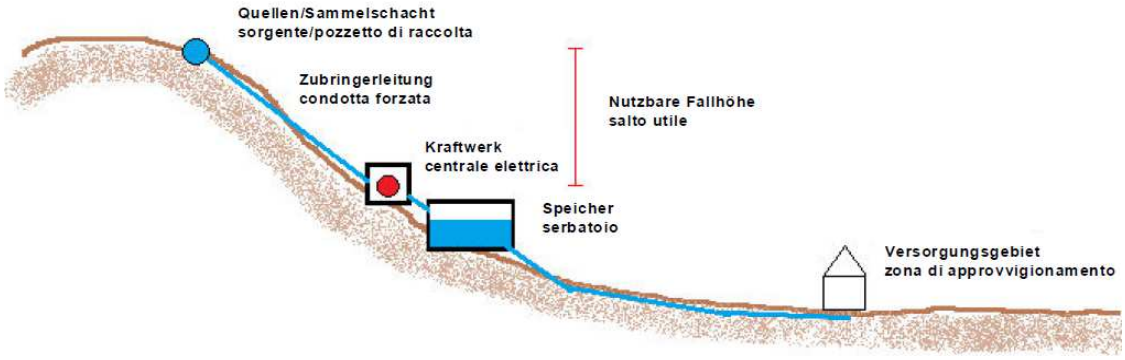

Figura 30: Riproduzione schematica di una centrale idroelettrica alimentata ad acqua potabile

In piccoli impianti è possibile l'installazione di pompe turbine in serie, mentre negli altri casi vengono utilizzate le turbine classiche (Pelton e Francis). Le turbine installate devono essere idonee all'impiego e al contatto con acqua potabile. Le prestazioni delle centraline idroelettriche installate negli impianti di approvvigionamento di acqua potabile in Alto Adige si posizionano in un range compreso tra i 3 ed i 250 kW.

Figura 31: Centralina idroelettrica installata su impianto idropotabile

5.3 Serbatoi di compensazione (camere d'aria)

Qualora non fosse possibile costruire i serbatoi d'acqua in punti elevati, l'approvvigionamento idrico può avvenire ricorrendo a pompe che forniscano la pressione necessaria.
Nel caso di reti molto estese, sono sufficienti oscillazioni di pressione delle scorte d'acqua contenute nelle tubazioni per attivare le pompe.
Nelle reti più piccole, la rapida messa in moto delle pompe centrifughe azionate elettricamente e il loro comportamento elastico in funzione delle oscillazioni di carico consentono di rinunciare alla realizzazione di un serbatoio. Tuttavia, la frequenza di azionamento delle pompe deve essere ridotta al minimo, per evitare che gli interruttori siano sollecitati eccessivamente, che il motore si surriscaldi e che il fabbisogno di corrente elettrica aumenti, a causa della maggiore richiesta all'avviamento delle pompe stesse. D'altro canto, lunghi periodi di azionamento rendono necessarie grandi vasche di compensazione.
Si ha un uso efficiente delle pompe con 6-10 azionamenti l'ora. Per rispettare queste frequenze di azionamento, si ricorre ad un serbatoio in pressione, da dimensionare sulla base del fabbisogno di punta dell'acqua, che compensi le quantità e la pressione dell'acqua pompata.
Nelle reti piccole il serbatoio di compensazione serve inoltre a ridurre i colpi d'ariete e a far fronte alla maggiore pressione generata da improvvisi incrementi del consumo idrico.

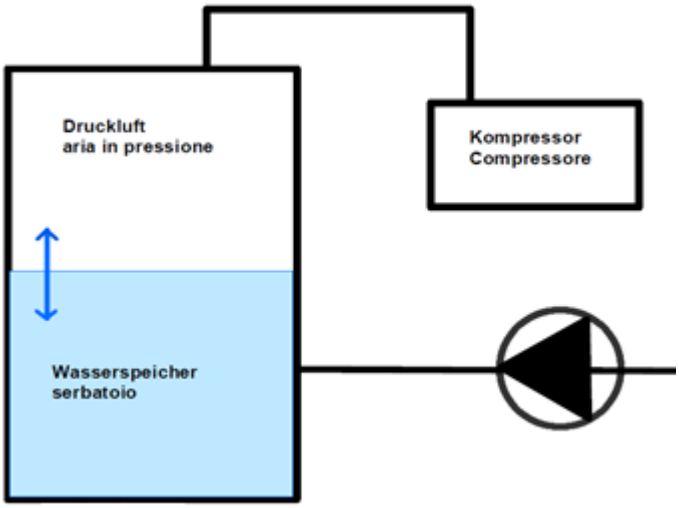

Figura 32: Schema di una camera d'aria in pressione

5.4 Misura e regolazione delle quantità d'acqua

Nel misurare le quantità d'acqua, si distingue tra misura dei volumi e misura delle portate.
Nella misurazione dei volumi si rileva la quantità d'acqua in un determinato lasso di tempo fissato arbitrariamente (contatore). I contatori sono pertanto calibrati solamente su una scala di misurazione, ad esempio il litro o il metro cubo. L'indicatore di un contatore scorre sempre nella stessa direzione.

Al contrario, nella misurazione della portata, la quantità d'acqua viene registrata in un lasso di tempo definito (flusso volumetrico, portata volumetrica). La portata può essere espressa in l/s, l/min oppure m^3/h.

Nel 2007 è entrato in vigore il decreto legislativo 2 febbraio 2007, n. 22, "Attuazione della direttiva 2004/22/CE relativa agli strumenti di misura", con cui è stata recepita la direttiva europea 2004/22/CE relativa agli strumenti di misura, successivamente abrogata e sostituita dalla direttiva 2014/32/UE. Con tali misure legislative si sono armonizzate le normative nazionali degli Stati membri dell'Unione europea e si è adottata una disciplina unitaria in materia di strumenti di misura.

Allo scopo di sorvegliare in modo efficace la rete, si consiglia di prevedere più misuratori di portata e di volume nei punti nevralgici. Nell'installare contatori d'acqua dopo perturbatori idraulici, quali ad esempio tubi a gomito, riduttori, ecc., si devono rispettare le seguenti distanze minime per il tratto di calma:

- DN 50-300 → 3 x DN (DN: diametro nominale)
- > DN 400 → 5 x DN
- Per tutti i gomiti → 5 x DN

I contatori presso le singole condotte di allacciamento possono essere equipaggiati con sistemi di lettura da remoto, che presentano il vantaggio di consentire letture periodiche più agevoli. Lo svantaggio della lettura da remoto consiste nel fatto che non si effettua più il controllo visivo delle valvole e di eventuali allacciamenti abusivi. La sostituzione e la verifica regolare dei contatori si rendono necessarie per ovviare ad eventuali errori di misurazione.

Il decreto del Presidente della Provincia n. 12 del 2006, recante il Regolamento sul servizio idropotabile, disciplina l'installazione e l'utilizzo dei contatori dell'acqua per l'approvvigionamento idrico pubblico e fissa l'obbligo di sostituirli ogni otto anni (art. 14 e Allegato A).

Figura 33: Contatori dell'acqua e valvole di sicurezza

6. Impianti di controllo e sorveglianza

Gli impianti di approvvigionamento idrico costituiti da parti molto distanti tra loro sono gestiti in modo più razionale mediante impianti di controllo e sorveglianza. Questi sistemi di gestione possono avere una loro giustificazione economica anche in impianti di ridotte dimensioni.
Per i sistemi di gestione degli impianti d'approvvigionamento idrico è bene tenere conto dei seguenti aspetti:

- ottimizzazione dell'acqua disponibile
- garanzia e controllo della risorsa idrica
- aumento della sicurezza d'esercizio e di distribuzione (individuazione di guasti e malfunzionamenti)
- aumento dell'efficienza del sistema
- migliore coordinamento dei processi

In base all'art. 16 del decreto del Presidente della Provincia n. 12 del 2006, ciascun gestore di acquedotto pubblico deve dotare l'impianto di un sistema di telecontrollo e telegestione, al fine di:

- rilevare i dati reali tramite misurazione e conteggio;
- confrontare i dati reali con quelli previsti, tramite segnalazione e sorveglianza;
- raggiungere valori predefiniti, tramite controllo e regolazione.

Devono essere registrati tutti i valori rilevanti per il processo relativi a parametri come ad esempio quantità, portata, temperatura, livello dei serbatoi, ecc. Queste misurazioni permettono di individuare rapidamente eventuali guasti (ad esempio la rottura di una tubazione mediante la misurazione della portata).

La figura 34 mostra lo schema di un sistema di controllo centralizzato. La centrale deve essere in grado di monitorare in ogni istante lo stato di funzionamento dell'impianto e deve poter intervenire su di esso. Grazie alla tecnologia operativa da remoto i dati dei vari sensori sono trasmessi alla centrale e possono essere modificate le diverse impostazioni dei sistemi di regolazione.

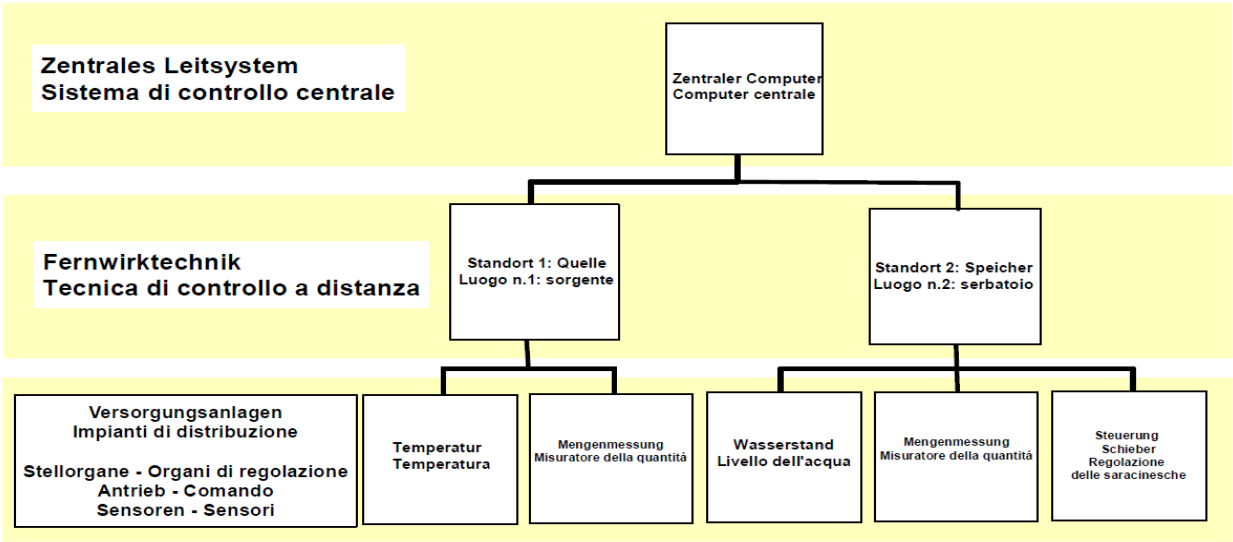

Figura 34: Schema di un sistema di controllo centrale di un piccolo impianto

7. Materiali nell'approvvigionamento idrico potabile

I manufatti degli impianti di approvvigionamento idrico sono realizzati generalmente in calcestruzzo gettato in opera. Particolare attenzione deve essere prestata nella realizzazione delle vasche di raccolta, le cui superfici interne devono risultare il più possibile lisce e senza porosità. Le superfici ruvide favoriscono infatti il deposito di sostanze e la proliferazione di batteri; la pulizia risulta inoltre più difficile.
Le vasche di raccolta realizzate in calcestruzzo devono essere perfettamente impermeabili.
I serbatoi per l'acqua potabile possono essere realizzati anche in acciaio inossidabile o essere costituiti da elementi prefabbricati in calcestruzzo o materiale plastico. Qualsiasi sia il materiale scelto, esso dovrà essere idoneo al contatto con l'acqua potabile e la sua lavorazione dovrà essere particolarmente accurata. In fase di progettazione è importante tenere conto della durata dei vari materiali.

Per quanto riguarda i materiali da utilizzare negli acquedotti, devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. *Tutti i materiali a diretto contatto con l'acqua devono possedere la dichiarazione di conformità per uso potabile ai sensi del D.M. 21.03.1973 e del decreto del Ministero della Salute n. 174 del 06.04.2004, e successive modifiche.*
2. *Le componenti idrauliche a costante contatto con l'acqua devono essere realizzate in materiali resistenti alla corrosione (per es. acciaio inossidabile, materiale plastico).*
3. *Gli ulteriori materiali utilizzati all'interno dei vari manufatti (armature, griglie, porte, ecc.) devono essere resistenti alla corrosione.*

8. Garanzia di qualità dell'acqua potabile

Oltre a tutelare le fonti d'acqua all'origine e procedere, qualora necessario, alla potabilizzazione dell'acqua, è essenziale garantirne la qualità fino al consumatore finale. A tal fine è dunque necessario monitorare la qualità chimica e microbiologica dell'acqua ed evitare l'insorgere di fenomeni di intorbidamento o cambiamenti di colorazione.

Per garantire il buon funzionamento della rete idrica si devono osservare le seguenti condizioni:

- Lo spurgo regolare delle condotte può contribuire a mantenere una buona qualità dell'acqua potabile. Esso va eseguito tenendo conto della composizione dell'acqua, del suo consumo e della tipologia di impianto di approvvigionamento idrico. Lo spurgo deve essere effettuato utilizzando esclusivamente acqua. In caso di portate e velocità insufficienti si può ricorrere ad una miscela di acqua ed aria.
- La permanenza dell'acqua potabile all'interno delle tubazioni non deve superare i due giorni; ciò allo scopo di prevenire le conseguenze di ristagni, quali torbidità, alterazione del sapore, formazione di precipitati ed aumento della carica batterica. Qualora i tempi di permanenza siano più lunghi, è necessario creare appositamente un flusso continuo, realizzando ad esempio una fontana ("sfogo continuo").
- Nel caso di approvvigionamento di uno stesso comprensorio con acque di diversa provenienza possono insorgere problemi nella miscelazione delle acque. Nonostante la buona qualità delle singole fonti d'acqua, è possibile che, in seguito alla miscelazione, l'acqua diventi aggressiva o porti alla precipitazione di calcare. Gli effetti sono particolarmente gravi se la miscelazione di acque differenti avviene direttamente nella rete e se si verificano notevoli oscillazioni nelle proporzioni tra le diverse fonti. Idonee contromisure possono essere la creazione di zone di approvvigionamento più piccole e separate tra loro, la miscelazione centralizzata oppure il trattamento di premiscelazione per rendere omogenea la composizione chimica dell'acqua.
- Le installazioni domestiche allacciate all'acquedotto pubblico non possono essere collegate ad altre fonti idriche, quali acqua piovana o pozzi e sorgenti private (D.P.P. 12/2006, art. 27). Ogni alimentazione aggiuntiva deve essere comunicata al gestore dell'acquedotto.

Il controllo periodico della qualità dell'acqua potabile è previsto per legge. Oltre ai controlli interni effettuati dal gestore dell'acquedotto pubblico, sono previsti anche controlli esterni da parte del Servizio di Igiene e sanità pubblica, in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 8 del decreto legislativo n. 31 del 2001. Con questi controlli si verifica se l'acqua fornita dal gestore soddisfa o meno i requisiti del suddetto decreto. Nel caso in cui i valori superino i limiti stabiliti per legge, scattano le sanzioni e l'obbligo del ripristino della qualità dell'acqua. Nella deliberazione della Giunta provinciale n. 1114 del 2012 si definiscono nel dettaglio i diversi procedimenti, nel caso in cui i risultati delle analisi effettuate non siano conformi a quanto previsto dalla normativa.

9. Funzionamento, ispezione e manutenzione

Il regolare funzionamento di un impianto d'approvvigionamento idrico necessita di regolari ispezioni e manutenzioni da parte del gestore o del personale tecnico addetto all'acquedotto.

Per eseguire e programmare adeguatamente le misure e gli interventi necessari e per poterli documentare, devono essere redatti i seguenti elaborati:

Quaderno di servizio
Il "quaderno di servizio" viene tenuto dal tecnico esperto/dalla tecnica esperta in acquedotti e rappresenta la sua "agenda dei lavori", nella quale sono registrate tutte le misurazioni effettuate in loco e tutti gli eventi ed interventi significativi per l'impianto d'acquedotto (funzionamento e pulizia, attività edili e di scavo all'interno dell'area di tutela dell'acqua potabile, risanamento delle condotte, ecc.). I dati inseriti vengono convalidati mediante firma apposta dallo stesso tecnico/dalla stessa tecnica addetto/addetta all'acquedotto.
Il Regolamento sul servizio idropotabile (D.P.P.12/2006) prescrive al gestore dell'acquedotto pubblico l'obbligo di tenere un quaderno di esercizio, che deve essere conservato presso la sede dell'impianto d'acquedotto e deve essere consultabile dagli organi di controllo preposti (tecnici della prevenzione del Servizio di Igiene e sanità pubblica e tecnici dell'Ufficio Gestione risorse idriche).
Un esempio di quaderno di esercizio si trova sul sito internet dell'Agenzia provinciale per l'ambiente (http://ambiente.provincia.bz.it/acqua.asp), dove è presente anche un modello per la programmazione dei lavori di manutenzione chiamato: "Piano di manutenzione". Il "Piano di manutenzione" si distingue dal "Piano di esercizio e manutenzione" previsto dalla delibera della Giunta provinciale n. 204 del 2015 (riportato sotto).

Quaderno di servizio e archiviazione
Il "quaderno di servizio e archiviazione" è tenuto dal gestore dell'impianto e contiene i dati relativi a tutte le misurazioni importanti per l'approvvigionamento d'acqua potabile, aggiornati mensilmente (alcuni dati provengono dal quaderno di servizio, quali portata, temperatura, conducibilità, consumo, livello dell'acqua, ecc.). Vi sono inoltre conservati i referti analitici, in particolare quelli dei controlli interni e i dati generali dell'impianto.
È fatto obbligo ad ogni gestore di acquedotto pubblico di tenere un quaderno di esercizio e archiviazione, come prescritto dalla deliberazione della Giunta provinciale n. 333 del 2008, recante "Servizio idropotabile – Linee guida per lo svolgimento di controlli di qualità interni".

Disposizioni per la sicurezza degli impianti idrici

Piano di esercizio e manutenzione
La deliberazione della Giunta provinciale n. 204 del 2015 prevede la redazione di un "piano di esercizio e manutenzione" per tutti gli impianti di utilizzazione delle acque pubbliche soggetti all'obbligo di concessione la cui portata complessiva concessa risulti di almeno 1,00 l/s medio e non provenga esclusivamente da pozzi. Il "piano di esercizio e manutenzione" è redatto da un tecnico abilitato/una tecnica abilitata prima della messa in funzione dell'impianto oppure in occasione della prima verifica e deve essere tenuto per i successivi dieci anni.

Piano di esercizio

Il “piano di esercizio” può essere redatto come documento singolo o in abbinamento al “piano di manutenzione” sotto descritto. Il piano di esercizio contiene una planimetria dettagliata dell’impianto d’approvvigionamento idrico e tutte le informazioni importanti per il buon funzionamento dell’impianto stesso (p.es. visione d’insieme di tutto l’impianto, posizione della fonte, del serbatoio, degli impianti di trattamento, del tracciato delle condotte, dei pozzetti di interruzione e di ispezione, dei dispositivi di svuotamento dell’acqua, delle saracinesche nei punti nevralgici, nonché le informazioni sul loro corretto utilizzo, ecc.).

Piano di manutenzione

Il “piano di manutenzione” rappresenta un aiuto per il gestore, che deve garantire la sicurezza e l’affidabilità degli impianti e il loro mantenimento in efficienza per l’intera durata della concessione. Vi vengono riportati gli interventi di manutenzione necessari con i relativi intervalli di manutenzione per i successivi dieci anni.

Un modello di piano di manutenzione è consultabile sul sito dell’Agenzia provinciale per l’ambiente (http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/acqua/acqua.asp).

10. Interventi di emergenza

I gestori degli acquedotti pubblici sono obbligati, ai sensi dell'art. 18 del D.P.P. 12/2006, a redigere un "piano di emergenza", che contenga a sua volta un piano di allarme e di intervento. Il piano di emergenza deve prevedere interventi a fronte dei seguenti scenari:

- interruzione dell'esercizio
- guasti all'impianto
- catastrofi naturali
- eventi naturali
- attentati

Il piano di emergenza è parte integrante del piano di protezione civile comunale. Un modello di piano di emergenza è consultabile sul sito dell'Agenzia provinciale per l'ambiente (http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/acqua/acqua.asp).

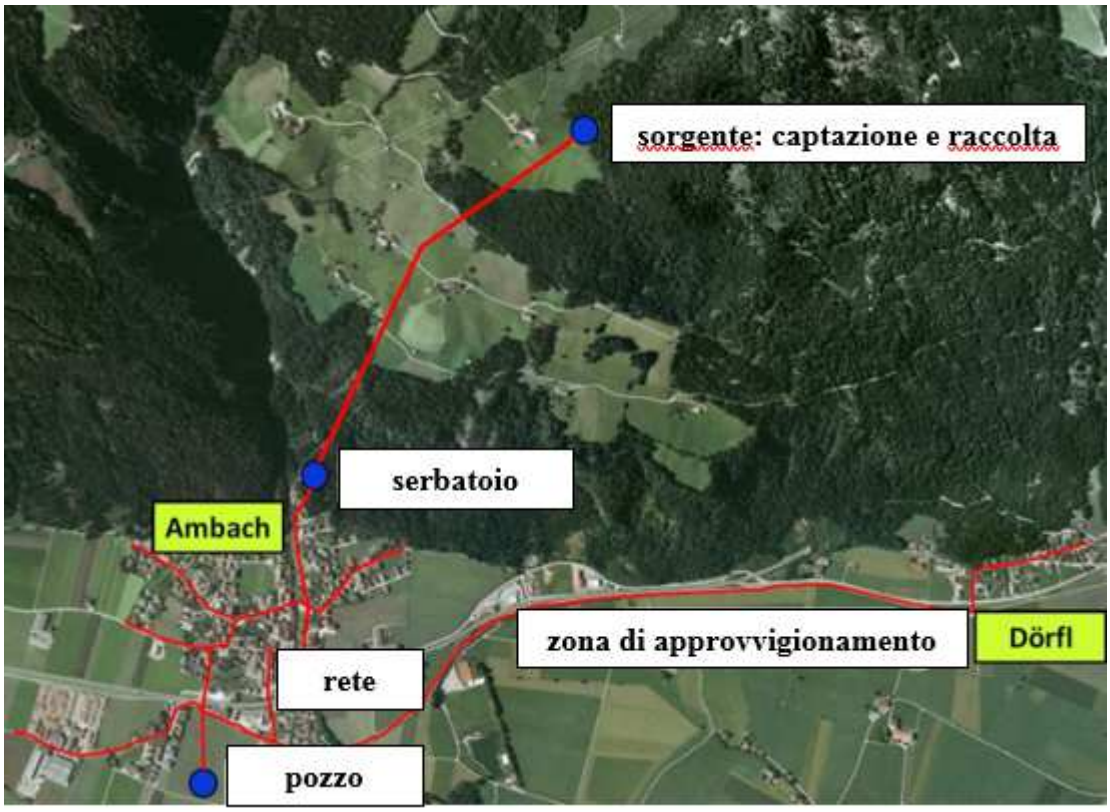

Figura 35: Esempio di visione d'insieme all'interno del piano di emergenza

11. Sicurezza sul lavoro

In tutte le fasi di progettazione, costruzione ed esercizio devono essere rispettate le prescrizioni per la sicurezza sul lavoro ai sensi del decreto legislativo n. 81/2008.

Di seguito sono elencati alcuni errori commessi nel passato in Alto Adige:

- mancata esecuzione delle messe a terra
- assenza di dispositivi di sicurezza nei trattamenti con cloro
- assenza di parapetti di protezione contro le cadute

In linea di principio la sicurezza sul lavoro si articola in due ambiti:

- progettazione e realizzazione dell'impianto
- manutenzione dell'impianto esistente durante l'esercizio ed esercizio dell'impianto

In dettaglio si deve procedere come di seguito riportato:

- In fase di progettazione e di realizzazione dell'opera, il coordinatore/la coordinatrice in materia di sicurezza deve redigere ed adeguare progressivamente il piano di sicurezza e coordinamento, in conformità a quanto previsto dal Titolo IV del decreto legislativo n. 81/2008. Deve inoltre predisporre il fascicolo dell'opera, che contiene i dispositivi di sicurezza e le misure di protezione da applicare negli interventi di riparazione e di manutenzione dell'opera.
- Durante la fase di esercizio dell'opera deve sempre essere rispettato quanto previsto dal d.lgs. 81/2008 (PSC-POS-VALUTAZIONE DEI RISCHI-DUVRI), oltre a quanto prescritto nel fascicolo dell'opera.

Il D.P.R. 207/2010 prescrive obbligatoriamente per le opere pubbliche la redazione di un piano di manutenzione, al fine di garantire la manutenzione ottimale dell'impianto, il suo corretto funzionamento e un perfetto stato di conservazione.
L'elaborazione del piano di manutenzione è di competenza del/della progettista dell'opera. La cura e la manutenzione devono poter essere quindi eseguite in sicurezza.

Nell'elaborazione dei documenti sopra descritti e durante gli interventi di manutenzione, si devono tenere in considerazione anche altri potenziali rischi legati ad eventi esterni che si possono verificare nelle immediate vicinanze dell'opera, quali ad esempio il rischio chimico (l'accesso all'opera può avvenire solo dopo aver misurato la concentrazione d'ossigeno, con l'uso di idonei dispositivi di protezione individuale (DPI), il supporto di personale esterno, ecc.).

12. Normativa

La normativa vigente in materia è consultabile sul sito dell'Agenzia provinciale per l'ambiente.

Figure

Figure 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 25, 26, 28, 32, 35: Ufficio Gestione risorse idriche, Provincia Autonoma di Bolzano

Figure 1, 27, 29, 30, 31: Studio di Ingegneria Bergmeister, Varna

Figure 14, 18, 19, 23, 24, 33: ASM Laces

Figure 20, 34: Ufficio Gestione risorse idriche, (liberamente ripreso da Mutschmann/Stimmelmayr, 2014)

Bibliografia

Ufficio Gestione Risorse Idriche. *Piano di emergenza per l'approvvigionamento idrico ad uso potabile*, Bolzano, 2014.

Ufficio Gestione Risorse Idriche. *Quaderno di esercizio per l'approvvigionamento idropotabile pubblico*, Bolzano, 2017.

Ufficio Gestione Risorse Idriche. Rauter, Senoner. *Acqua Potabile*, Bolzano, 2007.

Ufficio Gestione Risorse Idriche. *Piano di Manutenzione per l'approvvigionamento idrico ad uso potabile*, Bolzano, 2014.

DVGW W 118. (Juli 2005). Arbeitsblatt W 118. *Bemessung von Vertikalfilterbrunnen*.

DVGW W 123. (September 2001). Arbeitsblatt W 123. *Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen*.

DVGW W 127. (März 2006). Arbeitsblatt W 127. *Quellwassergewinnungsanlagen - Planung, Bau, Betrieb, Sanierung und Rückbau*.

DVGW W 214-1. (Dezember 2005). Arbeitsblatt W 214-1. *Entsäuerung von Wasser - Teil 1: Grundsätze und Verfahren*.

DVGW W 216. (August 2004). Arbeitsblatt W 216. *Versorgung mit unterschiedlichen Trinkwässern*.

DVGW W 300. (Juni 2005). Arbeitsblatt W 300. *Technische Regel*.

Giesecke, J., Heimerl, S., & Mosonyi, E. *Wasserkraftanlagen*, Berlin Heidelberg, Springer Vieweg, 2014.

Gujer, W. *Siedlungswasserwirtschaft,* Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 2007.

Karger, R., & Hoffmann, F. *Wasserversorgung*, Wiesbaden, Springer Vieweg, 2013.

Mutschmann/Stimmelmayr. *Taschenbuch der Wasserversorgung*. Wiesbaden, Springer Vieweg, 2014.

ÖNORM B 2602.