

PUC

PIANO DI UTILIZZAZIONE CANTONALE DEL
MONTE GENEROSO

STUDIO DI FATTIBILITÀ

INFRASTRUTTURE PER LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE DEL
COMPRESORIO MENDRISIO, SALORINO, CASTEL SAN PIETRO

RELAZIONE TECNICA

16 marzo 2004

421-006a

ISTITUTO SCIENZE DELLA TERRA
Trevano, 6952 Canobbio

GEMMA BLU DI GUIDO MASPOLI
via Ghiringhelli 57 c, 6500 Bellinzona

STUDIO D'INGEGNERIA CIVILE CARLO COMETTI
via Robiana, 6863 Besazio

Sommario

1	Premessa	3
2	Idrogeologia della regione	4
2.1	Considerazioni rispetto alle zone di protezione delle acque.	6
2.2	Valutazione della situazione.	6
3	Impianti di fitodepurazione	8
3.1	Definizione	8
3.2	Basi di funzionamento	8
3.3	Tipi di applicazioni	8
3.4	Campi di applicazione	9
3.5	Efficacia depurativa	9
3.6	Aspetti positivi e negativi della fitodepurazione	11
3.7	Principi progettuali	11
3.8	Basi legali e normative per l'utilizzo della fitodepurazione	12
3.9	La fitodepurazione nell'ambito dal PUC Monte Generoso	13
4	Proposte di smaltimento	15
4.1	Sistema di smaltimento previsto dal PUC-MG	15
4.2	Variante 1	15
4.3	Variante 2	16
4.4	Considerazioni sui sistemi proposti	17
4.5	Verifica delle soluzioni progettuali dal punto di vista della protezione delle acque sotterranee.	18
4.6	Considerazioni riguardo alle restrizioni all'impiego dei fondi in zone di protezione	19
4.7	Conclusioni	20
5	Costi di investimento	21
6	Piano di attuazione	22
7	Allegati	23

1

Premessa

Il Piano di Utilizzazione Cantonale del Monte Generoso (PUC-MG), approvato dal Gran Consiglio in data 12 maggio 1998 è lo strumento pianificatorio che, nel marco delle leggi vigenti, ha la funzione di disciplinare l'utilizzo del Monte Generoso, iscritto nell'Inventario federale dei paesaggi, siti e monumenti naturali d'importanza nazionale.

Il PUC-MG è frutto di una revisione predisposta dal Consiglio di Stato nel 1982 del precedente Piano Regolatore di Protezione del Monte Generoso (PRMG), e discende da questo tramite approfondimento delle conoscenze scientifiche formali, mediante indagini settoriali, che includono natura e paesaggio, idrogeologia, agricoltura, foreste, viabilità e trasporti, turismo e ricreazione, insediamenti, infrastrutture.

Fra le infrastrutture previste, il PUC-MG considera la costruzione di canalizzazioni per convogliare le acque reflue provenienti dagli insediamenti esistenti e previsti nel comprensorio, ai due impianti già in funzione a Chiasso e Mendrisio. Viste le difficoltà tecniche per la costruzione delle canalizzazioni da una parte, nonché la lunghezza complessiva derivata dall'estensione della zona che risulterebbe in elevati costi a carico degli enti pubblici e privati dall'altra, fino ad oggi non è stato messo in atto quanto previsto.

La regione del Mendrisiotto è da considerare la più critica del Cantone per quello che riguarda la disponibilità delle risorse idriche potabili. Le sorgenti che sgorgano dai calcari silicei del Monte Generoso, oltre a rappresentare più del 30% della disponibilità regionale, sono decisive per l'approvvigionamento di diversi comuni. La particolare situazione idrogeologica determina la necessità di promuovere un nuovo concetto per la raccolta e lo smaltimento delle acque reflue provenienti dalle singole zone edificabili, che sia più semplice ed economico da realizzare di quanto originalmente previsto dal PUC-MG. Pertanto la Divisione della pianificazione territoriale, ha deciso di affidare al gruppo interdisciplinare formato dall'Istituto Scienze della Terra, dallo Studio Gemma Blu, e dallo Studio d'Ingegneria civile C. Cometti, la realizzazione del presente studio di fattibilità per la modifica delle infrastrutture per la depurazione delle acque, previste dal PUC-MG.

Idrogeologia della regione

Il massiccio del Monte Generoso, è delimitato a Nord e ad Ovest dal Lago di Lugano, ad Est dal Lago di Como, a Nord-Est dalla zona Porlezza Menaggio e Sud / Sud-Ovest dalla zona Capolago – Chiasso (Allegato 7, figura 1).

Dal punto di vista geologico, le Alpi meridionali poggiano sullo zoccolo cristallino insubrico, sopra il quale seguono in discordanza depositi clastici e vulcanici permiani, coperti a loro volta da sedimenti composti di un'alternanza di brecce e conglomerati, di sabbie e di argilliti e di marne siltose della serie Servino - Verrucano. Nel Trias inferiore, iniziò la sedimentazione marina, con la trasgressione di un mare basso procedendo da Est verso Ovest. Il Trias medio è caratterizzato da una subsidenza marcata che portò alla deposizione di una pila potente di rocce carbonatiche. Nel Norico cominciava la formazione delle due soglie (soglia di Lugano e soglia di Arolo - Gozzano), e dei due bacini (Bacino del Monte Generoso e Bacino del Monte Nudo), durante il Lias inferiore, l'evoluzione strutturale portò a spiccate eterotrofie (Bernoulli, 1965).

Nel bacino del Monte Generoso, sulla Dolomia principale lasciata dal mare poco profondo si depositano circa 1000 metri di Retico a cui segue una serie di calcilutite silicee potente da 3 a 4000 metri del Lias inferiore che costituiscono l'attuale complesso carsico (Allegato 7 Figura 2).

L'evoluzione strutturale dell'area durante l'orogenesi alpina, fu influenzata dalla situazione tettonica precedente, che ha riattivato le fratture preesistenti. La Linea di Lugano, una frattura direzione N-S con forte inclinazione ad E corrisponde chiaramente al sistema di faglie mesozoiche, tra il bacino del Monte Generoso e la soglia di Lugano. I due lati della soglia presentano stili di deformazione diversi, l'area orientale che corrisponde al Monte Generoso fu interessata da diverse fasi d'intensa deformazione di tipo plastico. Il Generoso si presenta come un anticlinorio con l'asse orientato approssimativamente E-O, nella porzione meridionale del gruppo si trovano delle pieghe con assi orientate SSO-NNE deformate da un sovrascorrimento a Nord, e da una fessura a Sud, mentre che nella parte settentrionale vi è un sistema di pieghe asimmetriche ad andamento E-O sovrascorso verso Sud.

Dal punto di vista idrogeologico, la regione del Monte Generoso è caratterizzata dalla presenza di una rete carsica di notevole sviluppo. Questa rete si è evoluta in modo discontinuo nel tempo, concentrandosi in determinati periodi in funzione del clima e della permanenza del livello base, producendo numerose cavità e grotte a diversi livelli (Ufficio Geologico Cantonale, 1989).

Le formazioni calcaree alloggiavano un acquifero che alimenta varie sorgenti che vengono captate allo scopo di fornire acqua potabile. La permeabilità dell'acquifero è stata valutata in 10^{-5} m s^{-1} da una prova di pompaggio a Castel San Pietro (Ufficio Geologico Cantonale, 1989). Tuttavia questo valore è indicativo, vista la complessità dell'acquifero che è costituito dai seguenti elementi:

-Blocchi poco permeabili.

-Blocchi intensamente fratturati con conducibilità idraulica simile ad una ghiaia mediamente permeabile.

-Rete di fratture.

-Successione di condotti.

Questa complessità dà come risultato una curva di recessione delle sorgenti composta, sulla quale si possono identificare tre tratti con pendenza decrescente alternati da tratti orizzontali. Un'ipotesi che potrebbe spiegare l'andamento della curva di recessione attribuisce il primo tratto allo svuotamento della rete di fratture, il secondo (orizzontale) al drenaggio dei blocchi intensamente fratturati, il terzo allo svuotamento dei condotti, ed il quarto allo scarico lento dei blocchi poco permeabili (Ufficio Geologico Cantonale, 1989).

Le sorgenti presentano in generale una rapida risposta alle precipitazioni, eccezione fatta della sorgente Valle della Poma che presenta valori costanti. E' stato accertato anche un aumento della torbidità dell'acqua in seguito ad intense precipitazioni per alcune delle sorgenti (Allegato 7, figura 3 - 4).

L'idrodinamica dell'acquifero è stata anche investigata mediante l'uso di traccianti, analisi chimiche ed isotopiche. Le prove di tracciamento realizzate hanno evidenziato l'influenza delle strutture geologiche sulla circolazione delle acque sotterranee, le fratture e la rete carsica costituiscono vie attraverso le quali viene convogliato parte importante del deflusso delle acque sotterranee con il risultato che non esiste una corrispondenza fra bacini superficiali e sotterranei. Velocità di flusso calcolate dalle curve di restituzione, oscillano fra 3 e 117 metri l'ora.

Dal punto di vista chimico, le acque che circolano attraverso il massiccio carbonatico, presentano in genere una debole mineralizzazione, dovuta alla minore superficie di contatto acqua roccia da una parte e al breve tempo di transito (elevata velocità) dall'altra; quindi valori bassi di conducibilità. La composizione chimica è determinata principalmente dalla reazione di dissoluzione della calcite.



Che produce acque di tipo $HCO_3^- - Ca$, l'equilibrio di dissoluzione della calcite conferisce un elevato potere tampone, in modo tale che un apporto acido viene immediatamente neutralizzato dalla dissoluzione della calcite.

L'analisi statistiche dei parametri chimici (SiO_2 , $SO_4^{=}$, NO_3^- , Cl^- , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+) hanno consentito, per quello che riguarda le sorgenti, d'identificare 3 gruppi che drenano altrettanti serbatoi. Determinanti nell'identificazione sono state le sostanze che arrivano dall'esterno del massiccio (Cl^- e NO_3^-), che evidenziano una maggiore variabilità spaziale (Allegato 7, figura 5).

Le analisi isotopiche hanno permesso di stabilire in modo approssimativo il tasso di rinnovamento delle acque, l'interpretazione del contenuto in Trizio utilizzando un modello esponenziale (integrazione lungo la direzione di flusso di acque con differente tempo di transito) $\delta^{18}O$ consente di stimare il tempo medio di residenza delle acque attorno ai 3 anni, con una contributo d'acqua piovana (infiltrazione subsuperficiale) alle sorgenti che oscilla fra 5 e 15%.

2.1 Considerazioni rispetto alle zone di protezione delle acque.

La determinazione delle zone di protezione in ambienti carsici è un'operazione molto complessa vista la dualità intrinseca presente in questo tipo d'aree, con strutture molto permeabili quali i condotti, e blocchi con bassa conducibilità idraulica. La determinazione delle zone di protezione si realizza secondo la Guida pratica "Cartographie de la vulnérabilité en régions karstiques" (OFEFP, 1998) che definisce il metodo EPIK. Questo metodo è basato sulla determinazione di quattro criteri che corrispondono ad altrettanti aspetti specifici dell'organizzazione dei deflussi nell'acquifero carsico:

- Epicarso (E), sviluppo della zona molto fessurata originata dalla decompressione ed aterazione delle rocce in vicinanza alla superficie (Dodge, 1982).
- Presenza di copertura protettiva (P), corrispondente al suolo ed altre formazioni geologiche (morene, loess) che possono ricoprire l'acquifero carsico.
- Condizioni d'infiltrazione (I), se quest'ultima avviene in forma concentrata o diffusa, e coefficiente di ruscellamento dipendente dalla pendenza e dall'occupazione del suolo.
- Rete carsica (K), determinazione dello sviluppo della rete tramite evidenze dirette come la presenza di grotte o indirette come l'analisi degli idrogrammi di piena.

La delimitazione delle zone di protezione delle sorgenti nel Comune di Salorino e del Paolaccio nel Comune di Mendrisio realizzate dall'IST (IST 2003a, 2003b), ha evidenziato la necessità di estendere le zone di protezione all'intera Valle dell'Alpe, vista da una parte la velocità elevata del flusso sotterraneo, e dall'altra la difficoltà di dividerlo dal ruscellamento superficiale, data la presenza di inghiottitoi ed altre forme caratteristiche. Inoltre prove di tracciamento hanno evidenziato la non corrispondenza fra bacini imbriferi e bacini sotterranei. La zona S3 corrisponde pertanto all'intera Valle dell'Alpe.

Dal canto suo, la zona di protezione S2 si estende fino al culmine della sopraccitata valle, a monte delle sorgenti del Paolaccio, includendo a valle anche il corso d'acqua, a causa sia all'assenza di uno strato di copertura, sia dalla presenza di zone di infiltrazione dove scompare più volte nel sottosuolo. Nella delimitazione l'IST ha considerato zona S2 il corso d'acqua ed una fascia tampone di 50 metri di larghezza a destra e sinistra idrografica.

La zona S1 ha la funzione di proteggere l'opera di captazione e il suo intorno: prescrizioni legali impongono una distanza minima di 10 metri attorno alla captazione ma in mezzi carsici, vista la facilità con cui le acque possono venire inquinate, è raccomandabile adottare, e così è stato indicato dall'IST, un perimetro più importante.

2.2 Valutazione della situazione.

La vulnerabilità è una proprietà intrinseca degli acquiferi che dipende dalla loro sensibilità agli impatti naturali ed antropogenici (Gilbrich and Zaporozec, 1994). Dal punto di vista idrogeologico il Monte Generoso presenta una notevole complessità derivata dalla circolazione sotterranea, che avviene sia lungo le superfici di discontinuità (superfici di taglio e fessure) prodotte dall'orogenesi alpina, sia attraverso le forme originarie dai fenomeni di dissoluzione (carsismo) non esistendo corrispondenza fra bacini superficiali e sotterranei. Studi precedenti (Ufficio Geologico Cantonale, 1989) hanno permesso di costatare l'esistenza di 3 serbatoi diversi che alimentano le sorgenti, e di stimare in 100 150 mio di metri cubi le riserve, con un tempo medio di rinnovamento delle acque compreso fra 3 e 5 anni. I

serbatoi hanno inoltre un diverso comportamento idraulico, dal punto di vista della velocità con cui avviene il flusso, un serbatoio presenta elevata velocità con circolazione per canali, un serbatoio tampone, dalle caratteristiche simile ad una ghiaia, con velocità medie che corrisponde ai blocchi intensamente fratturati, ed uno lento dove la circolazione avviene attraverso microfessure.

Le sorgenti reagiscono all'input delle precipitazioni con un tempo di ritardo variabile fra 6 e 12 ore. In concomitanza con eventi meteorici di una certa entità, è stato individuato, un aumento della torbidità in alcune delle sorgenti la quale indica che in determinate circostanze il flusso passa a regime turbolento.

Forti concentrazioni di batteri fecali sono state inoltre individuate durante le piene nelle acque di alcune sorgenti, e la loro presenza è stata attribuita alla riduzione dell'effetto tampone ed un aumento della proporzione d'acqua d'infiltrazione recente che arriva alle sorgenti. Sia nelle sorgenti del Polaccio che in quelle di Salorino è stata accertata la presenza di nitrati, anche se i valori sono sotto i livelli ammessi per uso potabile: la loro presenza in questo tipo di ambiente è da ritenere di origine antropogenica, collegabile dunque ad apporti di acque di scarico che raggiungerebbero l'acquifero. Un aspetto che non va sottovalutato, è la distribuzione temporale degli scarichi che si concentra viste le caratteristiche della regione nei mesi primaverili ed estivi. Questa situazione costituisce un ulteriore problema dal punto di vista della protezione delle acque che, viste le ridotte capacità autodepurative, può dare origine a occasionali decadimenti della qualità dell'acqua.

L'elevata velocità della circolazione sotterranea (3 – 117 m/ora), veloce risposta alle precipitazioni, la minore superficie di contatto acqua roccia caratteristica dei mezzi carsici, e la mancanza in determinate zone di uno strato di copertura, configurano un quadro di elevata vulnerabilità delle risorse idriche, infatti in caso di versamento di sostanze potenzialmente inquinanti, sussistono elevate probabilità che queste raggiungano le acque sotterranee, e le possibilità di avviamento di processi di autodepurazione nella zona satura e non satura, sono basse. L'acqua impiega nel migliore dei casi 20 giorni per arrivare alle sorgenti partendo dal limite esterno della zona S3.

3 Impianti di fitodepurazione

3.1 Definizione

Il termine di fitodepurazione indica un insieme di tecniche che sfruttano le proprietà auto-depurative dei sistemi naturali acquatici e palustri per rimuovere gli inquinanti presenti nelle acque di scarico e rendere possibile la loro immissione nell'ambiente.

Un impianto di fitodepurazione è un ecosistema permanentemente o per lunghi periodi saturo d'acqua. Le acque di scarico sono immesse in un materiale inerte poroso (substrato) che funge da sostegno per la crescita dei vegetali, da supporto per lo sviluppo di pellicole batteriche e da filtro per l'assorbimento di elementi disciolti e particelle in dispersione.

Conformemente agli scopi generali della depurazione delle acque, anche per la fitodepurazione gli obiettivi principali sono la rimozione dei nutrienti (azoto, fosfati), la riduzione della domanda biologica e chimica di ossigeno (BOD, COD), l'abbattimento del carico di batteri fecali e la fissazione di micro-inquinanti quali i metalli pesanti.

Le esperienze acquisite negli ultimi 50 anni in tutto il mondo hanno portato ad un continuo miglioramento delle applicazioni in termini di efficacia depurativa. Gli impianti basati sui principi della fitodepurazione sono perciò una realtà sperimentata e possono essere affiancati con successo alle tecniche normalmente impiegate nel nostro Paese.

3.2 Basi di funzionamento

I diversi metodi sviluppati, adattabili a differenti situazioni ed esigenze, si basano su un principio di funzionamento comune che sfrutta le proprietà del sistema "pianta-suolo". Si impiega il termine di "sistema" poiché l'effetto depurativo è dato dalle piante, dal substrato, e dalle sinergie che si stabiliscono fra le radici e la flora microbiologica presente nel substrato.

Il ruolo fondamentale dei vegetali consiste nel fornire un supporto fisico e chimico (in particolare per quanto riguarda l'ossigeno) ai microrganismi preposti all'ossidazione della materia organica e dell'azoto ammoniacale. Le piante hanno però anche la capacità di assorbire direttamente gli elementi fertilizzanti e dissipare acqua grazie all'evapotraspirazione.

Il substrato ha molteplici funzioni: è il supporto per i vegetali e per le pellicole di microrganismi responsabili della depurazione, funge da filtro meccanico e può assorbire inquinanti (ad esempio il fosfati). Il substrato ha quindi un ruolo importante per i processi depurativi, che dipendono sia dalle caratteristiche fisiche (granulometria), sia da quelle chimiche. In linea generale sono da preferire suoli sabbiosi, caratterizzati da un'elevata capacità idraulica, nonostante le granulometrie fini siano più idonee alla componente microbiologica.

<i>pianta</i>	evapotraspirazione, maglia diffusa filtrante grazie allo sviluppo delle radici secondarie, elemento assorbente di sostanze inorganiche e tossiche, pompa attiva di ossigeno nel suolo
<i>suolo</i>	supporto fisico e filtro meccanico, evaporazione, assorbimento di inquinanti (es. fosfati), riduzione COD
<i>componente microbiologica</i>	riduzione BOD, nitrificazione, denitrificazione, processi di umificazione, ruolo antibiotico verso i batteri fecali

3.3 Tipi di applicazioni

Esistono svariati tipi di impianti di fitodepurazione, funzionanti secondo principi peculiari. Per quanto riguarda la nostra realtà riteniamo interessanti le seguenti applicazioni, che possono essere combinate, eventualmente anche con sistemi convenzionali, per garantire un'efficacia depurativa ottimale:

- i sistemi a flusso sub-superficiale e i letti assorbenti;
- gli ecosistemi filtro.

I sistemi a flusso sub-superficiale svolgono il ruolo della seconda e terza fase dei depuratori convenzionali (ossidazione biologica). Sono indicati per abitazioni primarie difficilmente allacciabili alla rete fognaria, per abitazioni di vacanza, per nuclei montani, piccoli comuni, campeggi, alberghi, ecc., discosti e allacciabili alle canalizzazioni comunali solo a costi elevati. I letti assorbenti hanno gli stessi principi di funzionamento e permettono di eliminare totalmente lo scarico in uscita. Offrono una soluzione ottimale laddove l'infiltrazione non è permessa o impedita dalle caratteristiche idrogeologiche.

Gli ecosistemi filtro rappresentano una soluzione interessante in presenza di scarichi puntuali ma soprattutto di infiltrazioni diffuse che trasportano acque inquinate direttamente in ambienti naturali. Spesso la mancanza di spazio impedisce la costituzione di fasce tampone naturali e l'impiego di ecosistemi filtro intensivi offre una soluzione alternativa per ovviare a questo inconveniente, rispettando le necessità dei biotopi. Gli ecosistemi filtro possono essere impiegati anche come strutture di finissaggio, a complemento di impianti di depurazione dotati unicamente della seconda fase (ossidazione biologica, fitodepurazione sub-superficiale), dove possono sostituire trattamenti di disinfezione con cloro e tamponare eventuali disfunzioni (ad esempio nel caso di impianti con rendimento ridotto).

3.4 Campi di applicazione

Grazie alla sua versatilità la fitodepurazione non soffre limiti di applicazione. La morfologia del terreno non pone generalmente problemi, perché gli impianti possono essere realizzati sia su terreni piani (quindi, se necessario, anche su tetti piani), sia in pendio (anche in verticale, sui muri).

La fitodepurazione e le tecniche di depurazione delle acque vicine alla natura trovano quindi svariati campi di applicazione: rustici, case monofamiliari e plurifamiliari, quartieri, piccoli comuni, piazze di compostaggio, aziende agricole, campeggi, alberghi, industrie alimentari e industrie chimiche.

I tipi di acqua trattabili sono molti: acque luride di abitazioni, nuclei e comuni discosti e non allacciabili alla canalizzazione a costi ragionevoli, recupero dell'acqua piovana per usi esterni (irrigazione, stagni-piscina), acque in uscita da depuratori tradizionali (finissaggio, biocompatibilizzazione), percolati, colaticci e soluzioni spente di fattorie, percolati di piazze di compostaggio, acque esauste di industrie alimentari.

Inoltre la fitodepurazione può essere integrata nelle funzioni abitative, con applicazioni quali le acquacolture, le colture idroponiche, le piscicoltura e le colture di crostacei.

3.5 Efficacia depurativa

La fitodepurazione raggiunge ottimi standard depurativi, paragonabili a quelli di impianti che si avvalgono delle tecnologie più sofisticate.

Nutrienti

Nella letteratura sono disponibili indicazioni sull'efficacia della fitodepurazione, anche se i dati non sono generalizzabili alle diverse situazioni e ai vari sistemi. Gli ordini di grandezza corrispondono alle percentuali indicate nella tabella seguente:

Parametro	Ordinanza federale (dell'8 dicembre 1975)	Impianti di Vasca singola	Filodepurazione Vasche in serie
Tenore in ossigeno	> 6 mg/l	?	Saturazione
Nitrati	1 mg/l	?	92-99%
Azoto totale		?	>90%
Fosfati	0.3-0.8 mg/l	? (30-60%)	97-99%
BOD	20 mg/l	80 mg/l	<20 mg/l
PH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-7.5

L'abbattimento dei nutrienti (soprattutto N) è operato principalmente dalla componente batterica. La parte dei vegetali raggiunge una quota massima del 20%. Nei mesi invernali, quando la vegetazione è sottoposta a una fenofase di riposo, la diminuzione del rendimento nell'abbattimento dei nutrienti risulta pertanto contenuta. I fosfati sono assorbiti o precipitati principalmente dal substrato.

Batteri fecali

Le analisi eseguite su impianti in funzione da alcuni anni dimostrano che questi sistemi rispettano l'obiettivo tecnico di abbattimento sostanziale del carico microbiologico. Ad esempio, l'ecosistema filtro installato quale impianto di finissaggio (3^a e 4^a fase) presso il depuratore di Bobbio (prov. di Piacenza), operativo da un anno, raggiunge un tasso di abbattimento dei colifecali superiore al 99%.

Altri inquinanti

Esistono indicazioni per un possibile ruolo significativo nell'abbattimento di micro-inquinanti organici, xenobiotici alogenati e metalli pesanti, sebbene tali ipotesi siano state verificate solo parzialmente ed esigano ulteriori verifiche sperimentali.

Eventuali presenze oleose provenienti dalle economie domestiche sono fermate dalla 1^a fase (decantazione primaria). Importanti presenze oleose (ristoranti, ecc.), vanno invece trattate separatamente per evitare che giungano al sistema di depurazione.

L'efficacia depurativa degli impianti di fitodepurazione è confermata pienamente, anche per quanto riguarda l'abbattimento dei nutrienti e dei batteri fecali e per tutto l'anno indipendentemente dalle stagioni.

Anche nei mesi invernali, quando la vegetazione si trova nel periodo di riposo vegetativo, la componente microbiologica nel substrato rimane attiva. Ciò garantisce un'efficienza depurativa praticamente costante durante tutto l'arco dell'anno. Per garantire rendimenti ottimali deve essere evitata l'immissione di acque meteoriche o di infiltrazione.

In generale l'aumento del numero di compartimenti (vasche o applicazioni differenti) all'interno di un singolo impianto contribuisce a migliorare l'efficienza depurativa. La componente vivente che colonizza ogni compartimento è infatti molto specifica e quindi particolarmente attiva su una determinata sostanza inquinante in concentrazioni determinate. Il rendimento dei sistemi di fitodepurazione in caso di sovraccarico dipende dal tipo di impianto. Anche sotto questo aspetto le soluzioni più stabili sono quelle strutturate con una sequenza in serie delle vasche.

Per quanto riguarda l'eventuale effetto negativo dell'apporto diretto di acque meteoriche (pioggia, neve), la letteratura consultata non fornisce indicazioni particolari. Sono ovviamente da attendersi fenomeni di diluizione delle acque in trattamento e aumenti degli scarichi, senza che questi compromettano l'efficacia depurativa degli impianti.

3.6 **Aspetti positivi e negativi della fitodepurazione**

Gli impianti di fitodepurazione presentano numerosi aspetti positivi:

- ottimi standard depurativi, anche in impianti di piccole dimensioni;
- consumo di vettori energetici pregiati nullo o limitato;
- ottimo inserimento ambientale e paesaggistico;
- manutenzione semplice;
- bassi costi di gestione (evacuazione dei fanghi, asportazione annuale della vegetazione);
- modesta produzione di rifiuti: pre-trattamenti (fanghi), scarti vegetali, substrati esausti. I fanghi estratti annualmente dai bacini di chiarificazione devono essere smaltiti presso un depuratore. I substrati esausti, previa verifica della compatibilità, possono essere depositati in discariche per materiali inerti o eventualmente utilizzati nell'edilizia come materiali di riempimento.
- impatto nullo sulla qualità dell'aria. Impianti realizzati correttamente e ben funzionanti non presentano nessuna emissione di odori molesti.

Nel caso di applicazioni su superfici più estese, come per esempio gli ecosistemi-filtro, la fitodepurazione permette di potenziare o creare nuovi ambienti umidi, conseguendo alcuni importanti obiettivi nella realtà ambientale attuale, quali la ritenzione di sedimenti e di sostanze tossiche, la creazione di habitat favorevoli a specie acquatiche e palustri minacciate di estinzione, l'incremento della diversità e dell'abbondanza della flora e della fauna acquatica, la ricarica delle falde, la stabilizzazione delle rive e il controllo delle alluvioni (stabilizzazione dei regimi idrici).

Rispetto ai sistemi "convenzionali" la fitodepurazione presenta anche alcuni svantaggi, quali, in particolare una maggiore area occupata e un'efficienza invernale leggermente minore. Come visto sopra l'eventuale effetto negativo dell'apporto diretto di acque meteoriche (pioggia, neve), non trova particolari controindicazioni nella letteratura consultata. Sono ovviamente da attendersi fenomeni di diluizione delle acque in trattamento e aumenti degli scarichi, senza che questi compromettano l'efficacia depurativa degli impianti.

3.7 **Principi progettuali**

Nella progettazione devono essere considerati diversi elementi:

- tipo di acque da depurare (acque domestiche, industriali, dall'agricoltura, ecc.);
- quantitativi di acque da depurare (residenze primarie, secondarie, ecc.);
- morfologia del terreno, geologia, clima, ecc.;
- tipo di insediamento .

Dall'analisi della situazione dipende la scelta del tipo di impianto, dei relativi substrati, della vegetazione e il dimensionamento dell'impianto. Questo aspetto è codificato dalla Direttiva per l'impiego, la scelta e il dimensionamento d'impianti di depurazione di piccole dimensioni. (Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque, 1995).

Il tipo di vegetazione sarà scelto in base alle necessità di installazione, alle sollecitazioni previste e alle condizioni climatiche locali. Quale principio generale vale la scelta di specie appartenenti alla flora locale, che garantiscono al sistema una maggiore flessibilità e un corretto inserimento naturalistico.

Per i letti assorbenti di rustici non frequentati nel periodo invernale sono preferibili combinazioni tra specie arbustive e arboree (prevalenza di processi di evapotraspirazione).

Per sistemi a flusso sub superficiale prevarranno delle cenosi di tipo palustre d'interramento.

Ecosistemi filtro su superfici ridotte e sottoposte a carichi importanti necessitano di cenosi acquatiche e palustri a crescita rapida ed efficienza elevata adattati a substrati fradici. Il ventaglio di possibilità copre i diversi strati di vegetazione (erbaceo, arbustivo, arboreo) e le diverse esigenze ecologiche (cenosi acquatiche, igrofile e mesofile).

3.8 Basi legali e normative per l'utilizzo della fitodepurazione

Legge federale sulla protezione delle acque (LPAc) del 24 gennaio 1991

Art. 4 Definizioni

e. Acque di scarico: le acque alterate dall'uso domestico, industriale, artigianale, agricolo o altro e quelle che vi scorrono continuamente insieme in una canalizzazione come pure le acque meteoriche che scorrono da superfici edificate o consolidate.

f. Acque di scarico inquinate: le acque di scarico in grado di inquinare l'acqua in cui sono immesse.

Art. 7 Eliminazione delle acque di scarico

1 Le acque di scarico inquinate devono essere trattate. Possono essere immesse o lasciate infiltrare solo con il permesso dell'autorità cantonale.

Art. 10

2 Canalizzazioni pubbliche e stazioni centrali di depurazione delle acque di scarico
Nelle regioni discoste o scarsamente abitate, le acque di scarico inquinate devono essere trattate con altri sistemi e non in una stazione centrale di depurazione, sempreché la protezione delle acque superficiali e sotterranee sia garantita.

Art. 13

1 Metodi speciali d'eliminazione delle acque di scarico
Fuori del perimetro delle canalizzazioni pubbliche le acque di scarico devono essere eliminate secondo le tecniche più recenti

Basi tecniche

Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque (VSA), 1995. Impianti di depurazione di piccole dimensioni. Direttiva per l'impiego, la scelta e il dimensionamento d'impianti di depurazione di piccole dimensioni.

3.9 **La fitodepurazione nell'ambito dal PUC Monte Generoso**

Sul Monte Generoso sono già in funzione alcuni impianti di fitodepurazione e altri sono stati progettati. L'impiego della fitodepurazione non ha per ora dato riscontri negativi. Anche grazie a queste realizzazioni, nell'ambito del PUC del Monte Generoso è stato deciso di valutare la possibilità di un impiego esteso e diffuso della fitodepurazione in alternativa alla canalizzazione.

3.9.1 **Caratteristiche climatiche**

Le zone considerate nel presente lavoro presentano quote comprese fra i 940 m di Cragno e i 1'600 della vetta. Dal punto di vista della vegetazione queste quote comprendono perfettamente l'orizzonte altitudinale montano, caratterizzato da faggete, boschi misti di Faggio e Abete e abietine. La temperatura media annuale varia da 5 a 8 gradi Celsius.

Queste caratteristiche non hanno conseguenze sulla possibilità di applicazione della fitodepurazione, anche se i 1'600 m della vetta potrebbero porre alcuni problemi, soprattutto nei mesi invernali. La maggior parte delle zone considerate sono comunque ubicate al di sotto dei 1'300 m. Se di principio non vi sono controindicazioni all'utilizzo della fitodepurazione è pur vero che le caratteristiche descritte impongono la progettazione oculata degli impianti. In particolare, per garantire il buon funzionamento, dovranno essere osservate le seguenti condizioni:

- la superficie unitaria dovrà essere ampia (almeno 5 m²/AE);
- gli impianti dovranno essere ubicati in posizioni molto soleggiate, preferibilmente esposte a sud, per garantire l'evapotraspirazione massima.

3.9.2 **Proposta di impianto tipo**

L'impianto tipo da installare dovrà comporsi dei seguenti elementi:

- bacino di chiarificazione omologato, per la separazione delle componenti solide. Questa separazione è indispensabile per evitare l'otturazione dei pori del substrato della fitodepurazione;
- fitodepurazione sub-superficiale profonda (1 m) a flusso verticale, con substrato grossolano poroso (ghiaietto calcareo, frantumato di tegole e mattoni, ecc.). Questa componente favorisce dapprima i processi anaerobici, quindi aerobici, e tampona eventuali eccessi di acidità delle acque;
- fitodepurazione sub-superficiale (0.7 m) a flusso orizzontale, con substrato sabbioso. Questa componente ha lo scopo principale di favorire l'ossidazione della materia organica residua e l'abbattimento del carico di batteri fecali;
- cintura di sicurezza per il contenimento di eventuali superamenti di carico.

La vegetazione da impiegare dovrà essere di preferenza spontanea e adattata all'orizzonte montano.

Nel caso di ristoranti e strutture agrituristiche è da prevedere l'installazione di elementi in grado di eliminare la componente grassa, che potrebbe compromettere il funzionamento degli impianti.

Eventualmente sono possibili ulteriori fasi di finissaggio con stagni. Questa soluzione può attirare la selvaggina ed è consigliabile solo con riserve.

Per il dimensionamento fanno stato le direttive Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque citate. Nel limite del possibile è da favorire il consorzio per permettere la costruzione di impianti di dimensioni maggiori che risultano più stabili e offrono rendimenti maggiori.

3.9.3 Situazioni speciali

Presso il ristorante/albergo della vetta è in funzione un impianto meccanico che garantisce una depurazione parziale e scarica le acque in uscita sul versante scosceso sottostante. L'efficacia depurativa di questo sistema non è soddisfacente. L'impianto potrebbe essere completato con un sistema di filtri a membrana (tema non approfondito in questa sede in quanto esula dal mandato e dalle nostre competenze tecniche). L'applicazione di un finissaggio basato sulla fitodepurazione può essere preso in considerazione ma richiede un approfondimento particolare dato che, sia per la quota, sia per i carichi da smaltire (fino a 1'000 utenti al giorno), i condizionamenti di base sono particolarmente impegnativi. Una soluzione valida potrebbe essere rappresentata dalla realizzazione di una fitodepurazione intensiva in serra.

Fra le zone non considerate dal PUC figura quella di *Pree* e *Poma*, parzialmente ubicata all'interno della zona di protezione 2 delle sorgenti. Per questa zona proponiamo la creazione di un impianto unico per tutti i rustici presenti fuori dalla zona di protezione 2 delle sorgenti.

4

Proposte di smaltimento

4.1

Sistema di smaltimento previsto dal PUC-MG

Il Piano di utilizzazione cantonale del Monte Generoso prevede di realizzare una rete di canalizzazioni per lo smaltimento delle acque residuali delle zone edificabili. La rete che concerne i 3 comuni interessati al nostro studio, è stata rappresentata nel piano 421-003 in scala 1:10'000 ed è costituita da un ramo principale che va dalla Vetta fino a Salorino nel quale si immettono i rami secondari per l'allacciamento delle zone Bellavista-Stazione, Cascina d'Armirone, Baldovana, Dosso dell'Ora, Pianezz, Dosso Bello, La Grassa e Cragno.

La lunghezza di queste canalizzazioni, la cui posa è prevista lungo i sentieri e nei boschi, è di ca. 13.7 km e i relativi costi di investimento ammontano a Fr. 5'470'800.--, cifra che non comprende l'IVA, gli imprevisti, gli onorari e i diversi.

4.2

Variante 1

Il compito che ci è stato affidato è quello di verificare la fattibilità della costruzione di impianti di depurazione singoli mediante il sistema della fitodepurazione. Abbiamo quindi effettuato i necessari sopralluoghi per verificare la possibilità di inserimento di tali impianti in relazione allo spazio disponibile, alla pendenza del terreno, all'insolazione e alla facilità di raccordo mediante canalizzazioni degli edifici o delle aree edificabili previste.

4.2.1

ZE1, Vetta Monte Generoso

Gli insediamenti presenti dispongono di un impianto di depurazione meccanico/biologico, entrato in funzione nel 1973 e dimensionato mediamente per 210 AE. In effetti il carico di punta durante alcune giornate estive raggiunge i 1'000 AE.

A causa dell'esiguo spazio disponibile, dell'elevata quota e dell'entità del carico idraulico, è da escludere la possibilità di depurare le acque in uscita dall'impianto esistente con la fitodepurazione. Inoltre la forte variazione di AE giornalieri che può andare da 0 a 1'000, non gioca a favore di questo tipo di soluzione.

Rimangono pertanto aperte due alternative. La prima è quella di realizzare la canalizzazione di trasporto delle acque residuali fino alla rete di Salorino (tratta 1-20) così come è stato previsto dal PUC. La seconda è quella di intervenire sull'impianto esistente sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo. Il nostro mandato non contempla questi approfondimenti che potranno essere fatti in sede separata. Tuttavia il confronto fra la valutazione dei costi presentata potrà dare le sufficienti indicazioni per operare delle scelte.

4.2.2

ZE2, Vetta PTT

L'entità in AE di questa struttura è esigua e non pone problemi particolari. Tuttavia questo tema dovrà essere affrontato unitamente a quello degli insediamenti della vetta.

4.2.3 **ZE6, Bellavista-Stazione e località Bozze**

La realizzazione di un impianto di fitodepurazione per i 50 AE di questa zona non crea problemi particolari. Due canalizzazioni separate convoglieranno le acque residue della stazione e dell'albergo delle Alpi ad un bacino di chiarificazione. I letti di fitodepurazione dovranno essere sostenuti da due file di gabbioni per poterli inserire nel terreno in pendenza. La località Bozze non è stata considerata in quanto ai fini dello studio è ininfluente.

4.2.4 **ZE8, Albergo Bellavista**

Un piccolo impianto di fitodepurazione è già stato realizzato per l'allacciamento dei servizi pubblici. Per la zona edificabile corrispondente a 90 AE, l'impianto di fitodepurazione potrà essere realizzato sul pendio sostenuto da 3 file di gabbiani.

4.2.5 **ZE9, Cascina d'Armirono**

L'area edificabile si situa all'interno della zona 2 di protezione delle sorgenti. L'impianto è quindi stato posizionato sul versante opposto che guarda verso la valle di Muggio dove peraltro il terreno ha una minore pendenza e meglio si presta all'inserimento dell'infrastruttura dimensionata per 30 AE. Il collegamento fra le costruzioni e la fossa biologica necessita di un impianto di pompaggio.

4.2.6 **ZE12, Baldovana**

Anche questo impianto per 50 AE è di facile realizzazione in quanto può essere inserito su di un terreno di poca pendenza. Il raccordo degli edifici esistenti richiede la posa di ca. 240 m di canalizzazioni.

4.2.7 **ZE15, Pianezz**

L'impianto di depurazione, previsto per 70 AE, si inserisce facilmente nel terreno con poca pendenza e richiede la costruzione ca. 240 m di canalizzazioni.

4.2.8 **ZE17, Dosso Bello**

Questa località presenta alcune difficoltà legate alla poca insolazione (presenza di bosco) e forte pendenza del terreno. Tuttavia abbiamo individuato un'area adatta fra i due edifici presenti, che permette di realizzare a gradoni (realizzabili con 2 file di gabbiani sovrapposte) un impianto per 18 AE.

4.2.9 **Diversi**

Per la località la Piana è già stata realizzata una canalizzazione collegata con la rete di Somazzo. È quindi possibile allacciare anche gli edifici (Ristorante) dell'Eremo di San Nicolao mediante un impianto di pompaggio. Questi costi tuttavia non figurano nel preventivo in quanto relativi all'allacciamento di edifici fuori zona edificabile.

4.3 **Variante 2**

Nel caso non fosse opportuno tecnicamente e soprattutto economicamente realizzare una miglioria all'impianto della Vetta (ZE1), bisognerà ripiegare sulla posa di canalizzazioni fino alla rete di Salorino. Nel calcolo del costo di questa variante abbiamo fatto le seguenti considerazioni:

- ZE2: verrebbe pure allacciata alla canalizzazione;
- ZE6: a parità di costi con l'impianto di fitodepurazione si preferisce proporre la costruzione della canalizzazione;
- ZE8: allacciamento alla canalizzazione;
- ZE9: per motivi economici in questo caso è meglio realizzare l'impianto di fitodepurazione;
- ZE10: si tiene in considerazione l'impianto in fase di costruzione;
- ZE12-17: possono essere trattate con impianti singoli, in alcuni casi già in fase di costruzione.

Il costo comparativo di questa variante è di Fr. 4'381'000.--.

4.4 **Considerazioni sui sistemi proposti**

I sistemi di smaltimento proposti sono entrambe validi. Tuttavia ognuno presenta caratteristiche proprie sia positive che negative. Proponiamo brevemente un raffronto vantaggi/svantaggi.

4.4.1 **Impianti singoli di fitodepurazione (variante 1)**

Vantaggi:

- alto grado di depurazione;
- costi contenuti
- possibilità di realizzare l'indispensabile evitando di anticipare impianti per zone non ancora edificate.

Svantaggi:

- occupazione di superfici cospicua
- difficoltà di realizzazione nei terreni in pendenza
- necessità di controlli periodici del funzionamento impianti.

4.4.2 **Canalizzazioni (variante 2)**

Vantaggi:

- la depurazione avviene in un grosso impianto centralizzato

Svantaggi:

- costi elevati;
- necessità di controlli periodici dello stato delle canalizzazioni (perdite causate da cedimenti del terreno, infiltrazioni di radici, ecc.).

4.5

Verifica delle soluzioni progettuali dal punto di vista della protezione delle acque sotterranee.

Gli scarichi domestici rappresentano una delle fonti più frequenti d'inquinamento delle acque sotterranee a livello mondiale. L'aspetto più critico dal punto di vista della protezione delle risorse idriche è la collocazione di canalizzazioni e vasche che, in caso di non essere perfettamente stagne dovuto a perdite e rotture, consentono la fuoriuscita delle acque luride. Le varianti analizzate in questo rapporto sono due, la variante numero 1 propone la realizzazione di singoli impianti di fitodepurazione, la variante numero 2 prevede in parte la costruzione di canalizzazioni per convogliare le acque di scarico al depuratore consortile, in parte impianti di fitodepurazione.

Variante numero 1: la realizzazione di singoli impianti riduce drasticamente la lunghezza delle canalizzazioni necessarie a un totale di 1860 metri. In più il loro tracciato e la ubicazione degli impianti possono, entro certi limiti, essere modificati in modo da creare il minimo di conflitti con le restrizioni all'uso dei fondi e da evitare le zone più problematiche dal punto di vista della protezione delle acque quali la zona S2 e zone dove la copertura protettiva è scarsa o inesistente. La riduzione delle canalizzazioni riduce anche le possibilità di perdite. Queste possono tuttavia verificarsi anche dagli impianti di fitodepurazione ma questi saranno sempre di minore entità visto che i singoli impianti da una parte interessano una utenza più ridotta e dall'altra l'evapotraspirazione garantisce la riduzione del volume dei liquidi (scarico nullo).

Variante numero 2: la variante analizzata riduce la lunghezza delle canalizzazioni previste, dal PUC-MG da 13 a 9.5 Km. circa, tuttavia la sua attuazione richiede l'attraversamento della zona S2 di protezione delle acque per tratte più lunghe rispetto alla variante numero 1. Dal regolamento d'applicazione risulta che questo tipo di opere che costituiscono un potenziale pericolo per le risorse idriche non sono ammesse in zona S2, anche se eccezioni possono essere concesse dall'autorità competente. Sono da segnalare particolarmente le tratte 8 – 18, 18 – 19 che attraversano il fondovalle, identificato come via preferenziale d'infiltrazione, creando rischi di inquinamento delle acque sotterranee qualora si verificasse una perdita notevole. Considerando che le acque trasportate dalle suddette canalizzazioni concentrano gli scarichi delle zone edificabili, raggiungendo un volume maggiore rispetto alla variante 1, e che non hanno ancora subito trattamento alcuno, la variante 2 sembra avere più punti in contrasto con la protezione delle acque sotterranee rispetto alla prima variante.

	Variante 1	Variante 2	PUC-MG
Lunghezza totale canalizzazioni	1860 m	9455 m	13667 m
Lunghezza canalizzazioni in zona S2	510 m ca.	2600 m ca.	3200 m ca.

4.6

Considerazioni riguardo alle restrizioni all'impiego dei fondi in zone di protezione

Gli impianti di trattamento delle acque di scarico, così come le canalizzazioni e le condotte di smaltimento delle acque luride, rappresentano un potenziale pericolo d'inquinamento delle acque sotterranee, in particolare dovuto alla possibilità di perdite da tubature non stagne. Il regolamento d'applicazione concernente le zone di protezione delle sorgenti nei Comuni di Mendrisio e Salorino elaborato dall'IST (IST, 2003a IST; 2003b), prevede le seguenti restrizioni all'impiego dei fondi, in caso di impianti per lo smaltimento delle acque di rifiuto:

	S3	S2	S1
Condotte di acque reflue domestiche come pure industriali provenienti da stabilimenti nei quali non vengono prodotte, utilizzate, travasate, trasportate o depositate sostanze nocive alle acque.	+ ^{b/22}	- ^{22/23}	-
Condotte di acque reflue domestiche come pure industriali provenienti da stabilimenti nei quali vengono prodotte, utilizzate, travasate, trasportate o depositate sostanze nocive alle acque.	b ²²	-	-
Impianti di depurazione delle acque reflue ²⁴	-	-	-
Singole, piccole centrali di depurazione con relativi impianti fitosanitari a scarico nullo ²⁴	+ ^{b/25}	-	-
Impianti sanitari con pozzi di infiltrazione	-	-	-

Legenda / Note a piè di pagina

+autorizzato, dal punto di vista della protezione delle acque di falda (secondo l'art. 32 OPAC non è richiesta nessuna autorizzazione)

+n autorizzato premesse le restrizioni secondo le note, dal punto di vista della protezione delle acque di falda (secondo l'art. 32 OPAC non è richiesta nessun'autorizzazione; si riserva l'adempimento di tutte le altre prescrizioni)

+b di principio autorizzato; autorizzazione secondo l'art.OPAc.
bautorizzato eccezionalmente secondo il giudizio delle autorità competenti (autorizzazione secondo l'art. OPAC 32)

-b non autorizzato; l'autorità competente può concedere delle eccezioni dopo l'esame dei singoli casi

-n non autorizzato; l'autorità competente può concedere delle eccezioni in considerazione delle note

- non autorizzato

²² All'interno della costruzione le canalizzazioni delle acque luride devono essere visibili (soletta della cantina) ed in generale essere allacciabili in modo semplice alla canalizzazione

pubblica per mezzo di pozzetti di controllo. Le installazioni per l'esaurimento delle acque luride devono essere eseguite in modo da permettere controlli successivi, e devono essere conformi alla norma SIA V190. Prima della messa in esercizio la tenuta stagna di ogni parte dell'opera deve essere verificata. La tenuta stagna delle tubazioni non visibili deve essere controllata ogni 5 anni (norma SIA V190). Per canalizzazioni senza raccordi o con saldature a specchio è sufficiente un controllo con la telecamera.

²³ Le autorità competenti possono autorizzare delle eccezioni al divieto di passaggio di canalizzazioni, laddove per motivi tecnici di pendenza la zona S2 non può essere aggirata. In questi casi le canalizzazioni pubbliche e le canalizzazioni di raccordo ai mappali devono essere eseguiti con tubazioni a doppio mantello. Eventuali perdite devono essere controllate visivamente con scadenza annuale. Nuove canalizzazioni sotto la soletta di base devono essere evitate, oppure devono essere visibili. Dove questo non è possibile le canalizzazioni devono essere eseguite con tubi saldati a specchio.

²⁴ L'immissione delle acque depurate nel ricettore deve avvenire in modo che non si arrechi danno a captazioni d'acqua di falda o a captazioni di sorgenti.

²⁵ L'acqua depurata non può essere infiltrata (cf. OPAC cap.4 cif 221 cpv.1 lett.c).

4.7

Conclusioni

Il Monte Generoso presenta una notevole complessità dal punto di vista idrogeologico, con un sistema di circolazione delle acque sotterranee ad elevata velocità, influenzato sia dalle strutture geologiche, sia dalle forme carsiche, senza corrispondenza fra bacini imbriferi e bacini sotterranei.

La principale minaccia alle risorse idriche sotterranee nell'area considerata, è rappresentata dalle acque di scarico domestiche non o insufficientemente trattate. Problemi di inquinamento batteriologico si sono verificati in seguito a forte piogge con aumenti della portata delle sorgenti, situazione attribuita all'apporto d'acqua di circolazione superficiale con una diminuzione dell'effetto tampone conferito dalle acque a circolazione lenta. Inoltre le analisi chimiche realizzate durante la delimitazione delle zone di protezione hanno rilevato la presenza di nitrati nelle sorgenti del Paolaccio e quelle del Comune di Salorino, anche se i livelli sono al di sotto dei limiti consentiti, in questo ambiente sono da ritenere di origine antropogenica.

Il quadro precedente configura una situazione di elevata vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee che rende necessaria l'attuazione di provvedimenti tendenti a minimizzare possibili effetti negativi derivati dall'arrivo in falda d'acque di scarico non trattate. Al momento, i rustici sono dotati di fosse stagne e pozzi perdenti che potrebbero essere all'origine delle piccole quantità di nitrati rilevati nelle sorgenti del Paolaccio e del Comune di Salorino. Sulla base delle soluzioni analizzate in questo rapporto, dal punto di vista della protezione delle acque sotterranee, la realizzazione di singoli impianti di fitodepurazione porterà un miglioramento rispetto alla situazione attuale, ed è da preferire rispetto alle canalizzazioni che attraversano tutta la valle fino al depuratore consortile, visto che in questo modo la lunghezza delle canalizzazioni necessarie si riduce notevolmente e contemporaneamente la possibilità di perdite.

5

Costi di investimento

I costi di investimento per le diverse ipotesi formulate sono visibili nelle tabelle allegate e che riassumiamo qui di seguito:

- infrastrutture previste dal PUC Fr. 4'726'800.--
- variante 1, con impianti singoli * Fr. 1'257'000.--
- variante 2, con soluzione mista Fr. 3'637'000.--

Nella variante 1 mancano i costi per l'adeguamento dell'impianto di depurazione della Vetta. Pertanto una corretta comparazione potrà essere fatta unicamente al momento che se ne conoscerà l'entità economica e le modalità di intervento.

6

Piano di attuazione

Presentiamo una proposta di piano di attuazione relativo alla variante 1, cioè quella con gli impianti singoli di fitodepurazione.

- Priorità 0 sono stati elencati gli impianti di fitodepurazione realizzati o già progettati ed in procinto di essere realizzati.
- Priorità 1 sono stati inclusi gli impianti singoli relativi a zone edificabili esistenti e che necessitano quanto prima di realizzare la depurazione delle acque prodotte. In questa fase si propone pure la realizzazione della canalizzazione 19-20 in quanto interessa una serie di rustici di cui la maggior parte si situa in zona 2 di protezione delle sorgenti.
- Priorità 2 sono invece incluse le opere di depurazione riguardanti le zone edificabili previste e non ancora attuate.

Priorità 0	impianti esistenti o in progetto	Fr.	265'000.--
Priorità 1	impianti in progetto per zone esistenti (*)	Fr.	636'000.--
Priorità 2	impianti in progetto per zone da realizzare	Fr.	356'000.--
		Fr.	992'000.--

(*) manca soluzione ZE1 e ZE2

7

Allegati

Tabelle e figure

Allegato 1	Calcolo della contenibilità
Allegato 2	Elenco impianti di fitodepurazione
Allegato 3	Preventivo PUC
Allegato 4	Preventivo variante 1
Allegato 5	Preventivo variante 2
Allegato 6	Priorità interventi variante 1
Allegato 7	Figure

Piani

421-003	Proposta PUC-MG	planimetria 1:10'000
421-004	Proposta con impianti singoli	planimetria 1:10'000
421-005	Schemi impianti singoli	planimetria 1:2'000

CALCOLO DELLA CONTENIBILITÀ

ZONA	LOCALITÀ	ZONA EDIFICABILE tipo	SUPERFICIE m2	AE
ZE 1	Vetta Generoso	agrituristica	2880	26
		alberghiera	2400	210
ZE 2	Vetta PTT	particolare	3900	10
ZE 6	Bellavista-Stazione	turistica-didattica	4000	50
ZE 8	Albergo Bellavista	alberghiera	7000	90
ZE 9	Cascina d'Armirone	turistica	3300	30
ZE 10	Alpe di Mendrisio	di svago	10000	90
ZE 12	Baldovana	agrituristica	2500	25
		per residenze secondarie	2800	25
ZE 13	Cragno	nucleo tradizionale	6700	150
ZE 14	Dosso dell'Ora	agricola particolare	200	5
ZE 15	Pianez	per residenze secondarie	8600	50
		particolare	15000	20
ZE 16	Alpe Grassa	agrituristica	1800	16
ZE 17	Dosso Bello	agrituristica	2000	18
Totale				815

ELENCO IMPIANTI DI FITODEPURAZIONE

ZONA	LOCALITÀ	esistente	in esecuzione	progetto
ZE 1	Vetta Generoso			1
ZE 2	Vetta PTT			1
ZE 6	Bellavista-Stazione			1
ZE 8	Albergo Bellavista	1		1
ZE 9	Cascina d'Armirone			1
ZE 10	Alpe di Mendrisio		1	
ZE 12	Baldovana			1
ZE 13	Cragno		1	
ZE 14	Dosso dell'Ora		1	
ZE 15	Pianez			1
ZE 16	Alpe Grassa		1	
ZE 17	Dosso Bello			1
		1	4	8

PREVENTIVO PUC

ZONA	TRATTA	LUNGHEZZA CANALIZZAZIONI		IMPIANTI				
		da	a		m	fr		
ZE 1	Vetta Generoso			impianto	esistente *			
ZE 2	Vetta PTT			impianto	esistente *			
		1	3	canalizzazione		465.00	186'000.00	
		2	3	canalizzazione		130.00	52'000.00	
		3	4	canalizzazione		732.00	292'800.00	
		4	6	canalizzazione		1'698.00	679'200.00	
ZE 6	Bellavista-Stazione			impianto	progetto			
		5	6	canalizzazione		440.00	176'000.00	
ZE 8	Albergo Bellavista			impianto	esistente			
ZE 8	Albergo Bellavista			impianto	progetto			
		6	8	canalizzazione		700.00	280'000.00	
ZE 9	Cascina d'Armirone			impianto	progetto			
ZE 10	Alpe di Mendrisio			impianto	in esecuzione			
		7	8	canalizzazione		710.00	284'000.00	
		8	18	canalizzazione		2'350.00	940'000.00	
ZE 12	Baldovana			impianto	progetto			
		9	11	canalizzazione		442.00	176'800.00	
ZE 14	Dosso dell'Ora			impianto	in esecuzione			
		10	11	canalizzazione		160.00	64'000.00	
		11	12	canalizzazione		370.00	148'000.00	
ZE 15	Pianez			impianto	progetto			
		12	13	canalizzazione		115.00	46'000.00	
		13	17	canalizzazione		305.00	122'000.00	
ZE 17	Dosso Bello			impianto	progetto			
		14	15	canalizzazione		640.00	256'000.00	
ZE 16	Alpe Grassa			impianto	in esecuzione			
		15	16	canalizzazione		261.00	104'400.00	
		16	17	canalizzazione		629.00	251'600.00	
ZE 13	Cragno			impianto	in esecuzione			
		17	18	canalizzazione		1'300.00	520'000.00	
		18	19	canalizzazione		370.00	148'000.00	
						11'817.00	4'726'800.00	0.00
Totale					(esclusi IVA, imprevidi, onorari, diversi)			4'726'800.00

* vedi preavviso SPAAS 21.02.2006

PREVENTIVO VARIANTE 1

ZONA	TRATTA	da	a	LUNGHEZZA	CANALIZZAZIONI	IMPIANTI
ZE 1	Vetta Generoso			impianto	esistente *	
ZE 2	Vetta PTT			impianto	esistente *	
		1	3	canalizzazione		465.00
		2	3	canalizzazione		130.00
		3	4	canalizzazione		732.00
		4	6	canalizzazione		1'698.00
ZE 6	Bellavista-Stazione			impianto	progetto	172'000.00
		5	6	canalizzazione		440.00
ZE 8	Albergo Bellavista			impianto	esistente	50'000.00
ZE 8	Albergo Bellavista			impianto	progetto	202'000.00
		6	8	canalizzazione		700.00
ZE 9	Cascina d'Armirone			impianto	progetto	154'000.00
ZE 10	Alpe di Mendrisio			impianto	in esecuzione	50'000.00
		7	8	canalizzazione		710.00
		8	18	canalizzazione		2'350.00
ZE 12	Baldovana			impianto	progetto	167'000.00
		9	11	canalizzazione		442.00
ZE 14	Dosso dell'Ora			impianto	in esecuzione	25'000.00
		10	11	canalizzazione		160.00
		11	12	canalizzazione		370.00
ZE 15	Pianez			impianto	progetto	221'000.00
		12	13	canalizzazione		115.00
		13	17	canalizzazione		305.00
ZE 17	Dosso Bello			impianto	progetto	76'000.00
		14	15	canalizzazione		640.00
ZE 16	Alpe Grassa			impianto	in esecuzione	40'000.00
		15	16	canalizzazione		261.00
		16	17	canalizzazione		629.00
ZE 13	Cragno			impianto	in esecuzione	100'000.00
		17	18	canalizzazione		1'300.00
		18	19	canalizzazione		370.00
						11'817.00
						0.00
						1'257'000.00
Totale				(esclusi IVA, imprevisti, onorari, diversi)		1'257'000.00

* vedi preavviso SPAAS 21.02.2006

PREVENTIVO VARIANTE 2

ZONA	TRATTA	LUNGHEZZA	CANALIZZAZIONI	IMPIANTI				
					da	a	m	fr
ZE 1	Vetta Generoso		impianto	esistente *				
ZE 2	Vetta PTT		impianto	esistente *				
		1	3	canalizzazione		465.00	186'000.00	
		2	3	canalizzazione		130.00	52'000.00	
		3	4	canalizzazione		732.00	292'800.00	
		4	6	canalizzazione		1'698.00	679'200.00	
ZE 6	Bellavista-Stazione		impianto	progetto				
		5	6	canalizzazione		440.00	176'000.00	
ZE 8	Albergo Bellavista		impianto	esistente				50'000.00
ZE 8	Albergo Bellavista		impianto	progetto				
		6	8	canalizzazione		700.00	280'000.00	
ZE 9	Cascina d'Armirone		impianto	progetto				154'000.00
ZE 10	Alpe di Mendrisio		impianto	in esecuzione				50'000.00
		7	8	canalizzazione		710.00		
		8	18	canalizzazione		2'350.00	940'000.00	
ZE 12	Baldovana		impianto	progetto				167'000.00
		9	11	canalizzazione		442.00		
ZE 14	Dosso dell'Ora		impianto	in esecuzione				25'000.00
		10	11	canalizzazione		160.00		
		11	12	canalizzazione		370.00		
ZE 15	Pianez		impianto	progetto				221'000.00
		12	13	canalizzazione		115.00		
		13	17	canalizzazione		305.00		
ZE 17	Dosso Bello		impianto	progetto				76'000.00
		14	15	canalizzazione		640.00		
ZE 16	Alpe Grassa		impianto	in esecuzione				40'000.00
		15	16	canalizzazione		261.00		
		16	17	canalizzazione		629.00		
ZE 13	Cragno		impianto	in esecuzione				100'000.00
		17	18	canalizzazione		1'300.00		
		18	19	canalizzazione		370.00	148'000.00	
						11'817.00	2'754'000.00	883'000.00
Totale				(esclusi IVA, imprevisti, onorari, diversi)				3'637'000.00

* vedi preavviso SPAAS 21.02.2006

PRIORITÀ INTERVENTI VARIANTE 1

ZONA	TRATTA				PRIORITÀ 0	PRIORITÀ 1	PRIORITÀ 2
	da	a			FR	FR	FR
ZE 1	Vetta Generoso		impianto	esistente			
ZE 2	Vetta PTT		impianto	esistente			
ZE 6	Bellavista-Stazione		impianto	progetto		172'000.00	
ZE 8	Albergo Bellavista		impianto	esistente	50'000.00		
ZE 8	Albergo Bellavista		impianto	progetto			202'000.00
ZE 9	Cascina d'Armirone		impianto	progetto			154'000.00
ZE 10	Alpe di Mendrisio		impianto	in esecuzione	50'000.00		
ZE 12	Baldovana		impianto	progetto		167'000.00	
ZE 14	Dosso dell'Ora		impianto	in esecuzione	25'000.00		
ZE 15	Pianez		impianto	progetto		221'000.00	
ZE 17	Dosso Bello		impianto	progetto		76'000.00	
ZE 16	Alpe Grassa		impianto	in esecuzione	40'000.00		
ZE 13	Cragno		impianto	in esecuzione	100'000.00		
					265'000.00	636'000.00	356'000.00
Totale	(esclusi IVA, imprevisti, onorari, diversi)						992'000.00

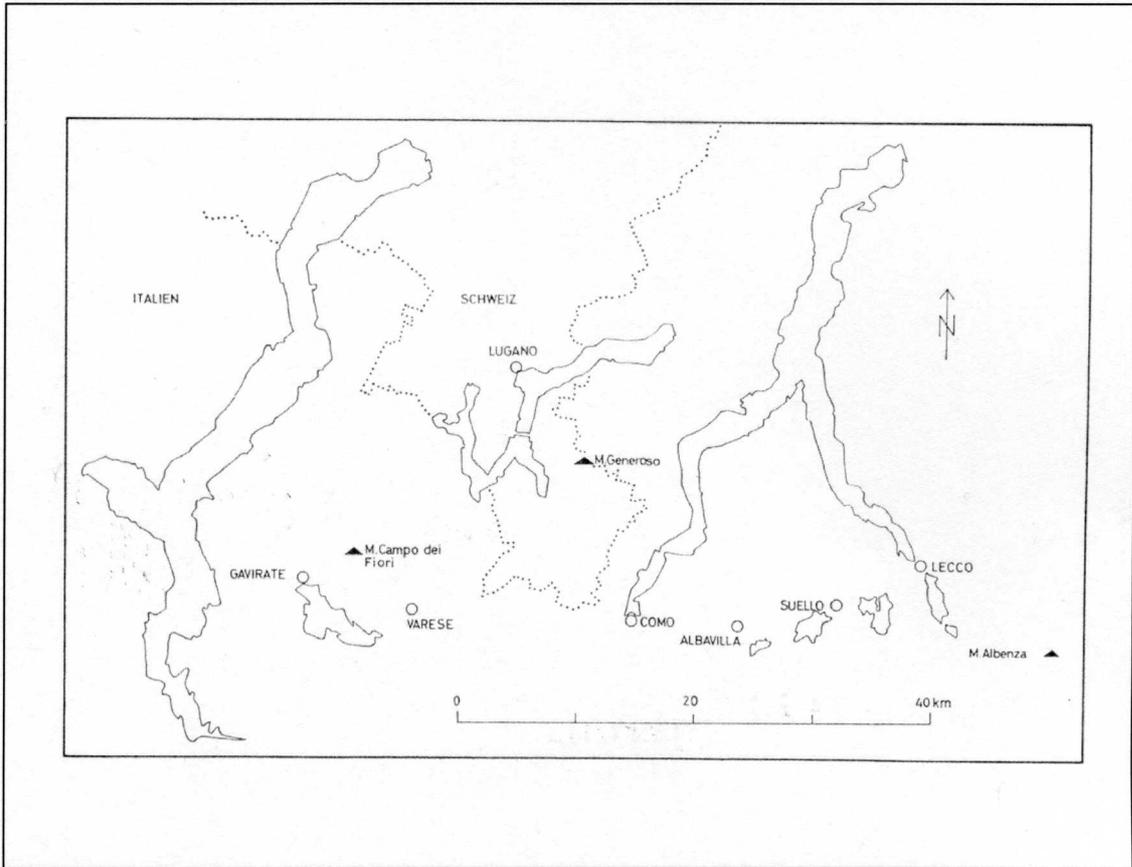


Figura 1 M. Generoso piano di ubicazione (Bernoulli, 1965)

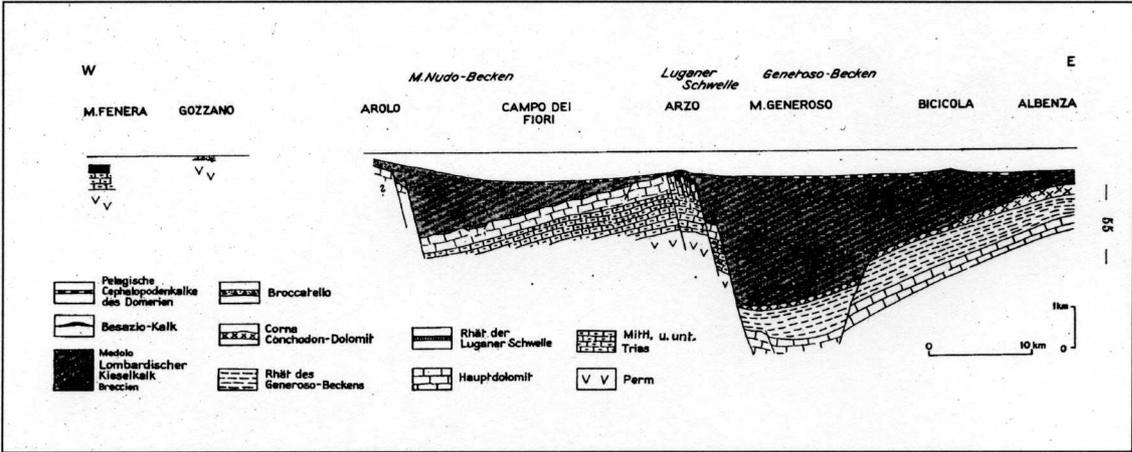


Figura 2 Soglie M. Generoso (Bernoulli, 1965)

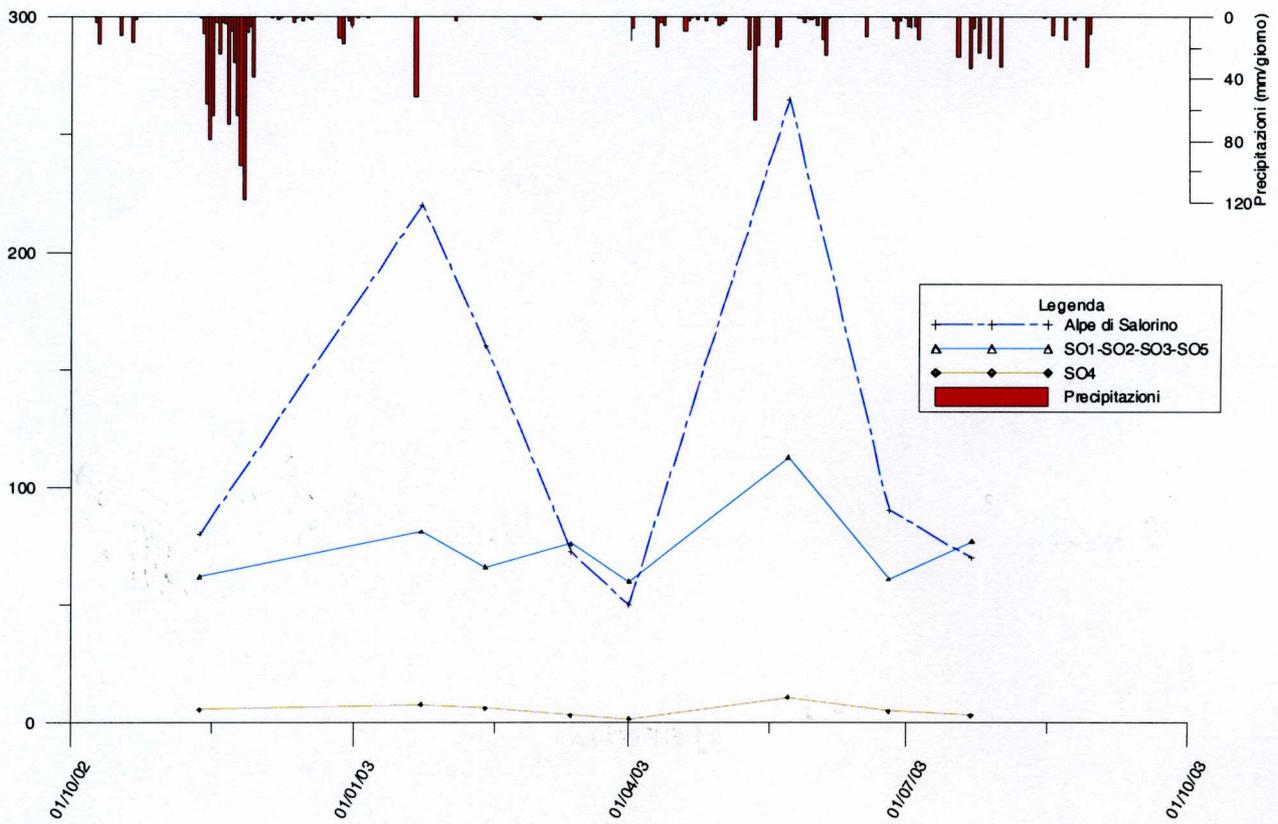


Figura 3 Rapporto portata - precipitazioni sorgenti Comune di Salorino (IST, 2003a).

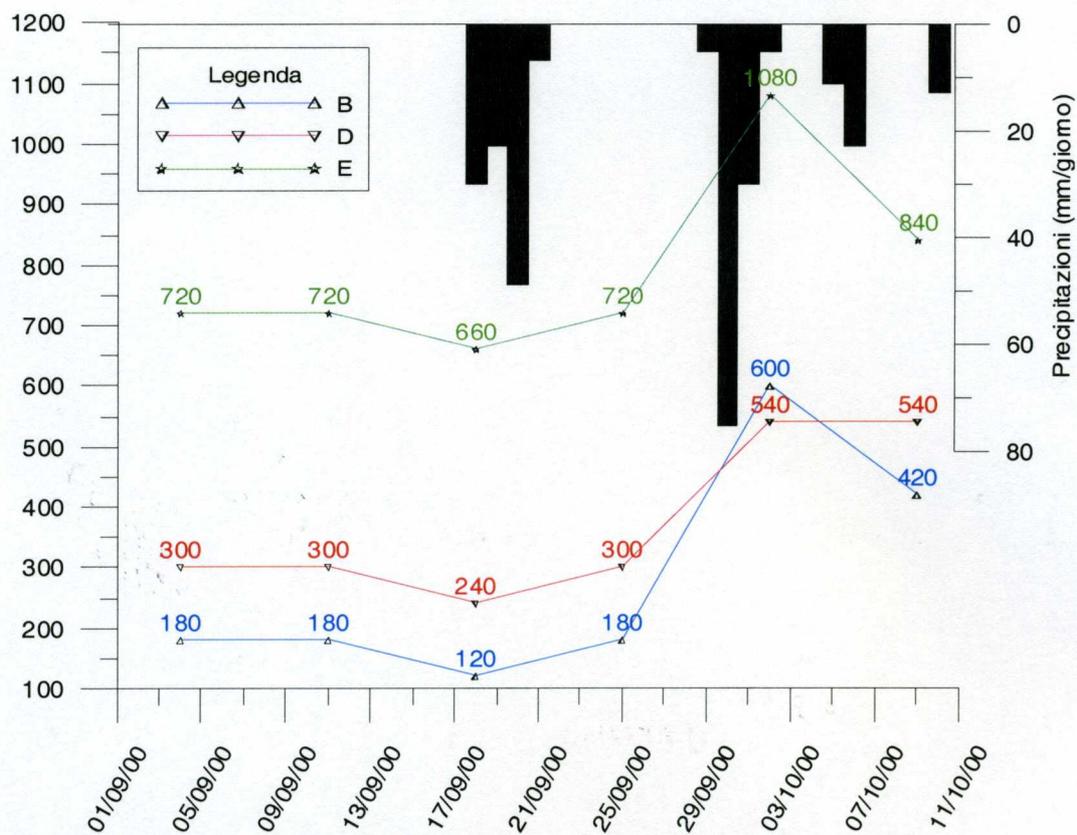


Figura 4 Rapporto portata - precipitazione Sorgenti del Paolaccio (IST, 2003b)

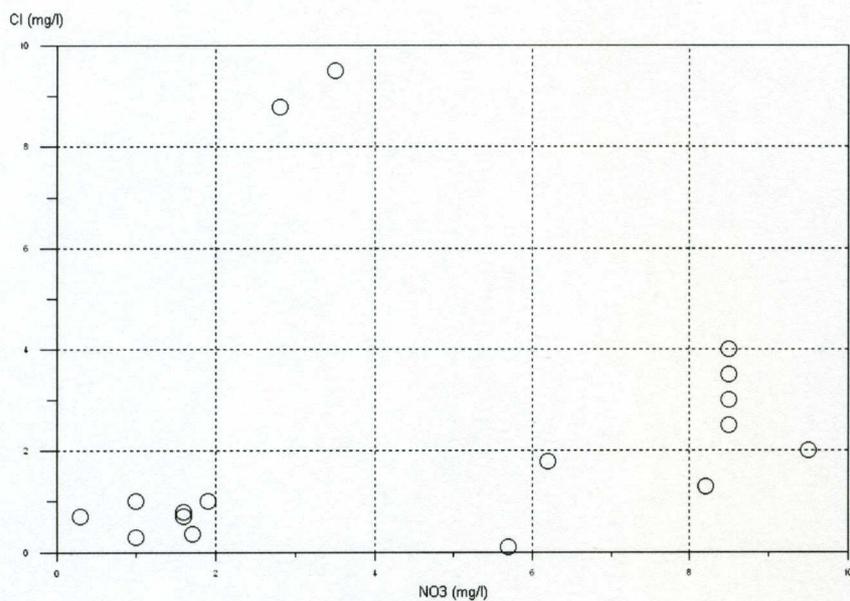


Figure 5a diversi gruppi di sorgenti identificate utilizzando NO₃ e Cl.

Sorgenti del Paolaccio (group 5) e Salorino (group 2)

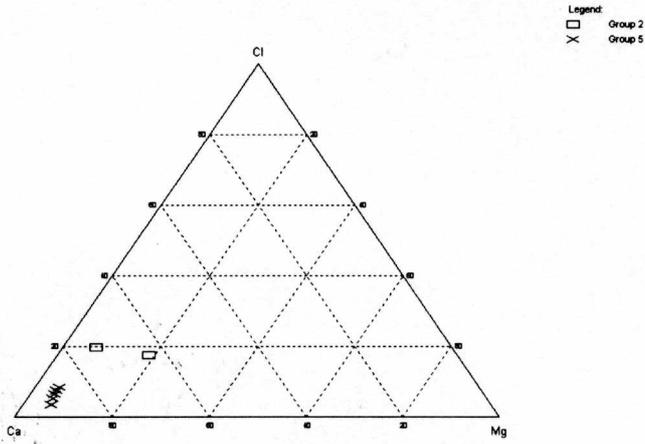


Figure 5b Diagramma ternario Sorgenti del Paolaccio e Salorino

Sorgenti del Paolaccio (group 5) e Salorino (group 2)

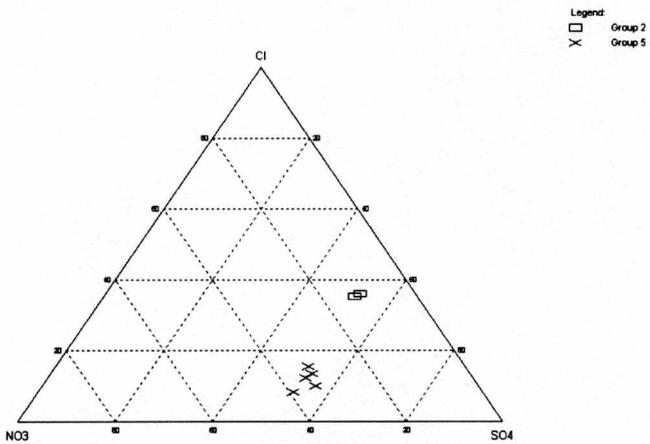


Figure 5c Diagramma ternario Sorgenti del Paolaccio e Salorino