



Autorità di Bacino
DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA,
PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE

Autorità di Bacino
DEL FIUME ADIGE

LINEE GUIDA PER IL RILASCIO DEL PARERE DI COMPATIBILITA' DELLE UTILIZZAZIONI IDRICHE AD USO DI SCAMBIO TERMICO CON IL BILANCIO IDROGEOLOGICO

1 - Obiettivi del lavoro

Le presenti linee guida si collocano all'interno delle specifiche competenze che il D.Lgs. 152/2006 attribuisce alle Autorità di bacino in materia di tutela dell'equilibrio del bilancio idrico ed idrogeologico, con particolare riguardo alle istanze di derivazione d'acqua per scambio termico.

L'art. 96 prevede, infatti, che le Autorità di bacino, nell'ambito del procedimento di rilascio delle concessioni d'acqua, comunichino il loro parere vincolante "in ordine alla compatibilità dell'utilizzazione con le previsioni del Piano di tutela, ai fini del controllo dell'equilibrio sul bilancio idrico o idrologico, anche in attesa dell'approvazione del piano anzidetto".

L'obiettivo è quello di armonizzare il perseguimento degli obiettivi di tutela dello stato quantitativo dei corpi idrici e di salvaguardia degli utilizzi idropotabili, già indicato dalla direttiva 2000/60/CE, con le esigenze di incentivare lo sviluppo delle fonti di energia rinnovabile, di cui le risorse geotermiche rappresentano una componente, come invece disposto dalla direttiva 2009/28/CE.

I criteri tecnici di base sono stati elaborati a partire dalle conoscenze di natura tecnica, scientifica e normativa finora acquisite mediante l'analisi delle esperienze internazionali e nazionali, tenuto però conto delle specificità territoriali che sono proprie del Distretto idrografico delle Alpi Orientali.

Essi vengono proposti come un **primo approccio metodologico da applicare in sede di espressione del parere** e saranno probabilmente oggetto di futuri approfondimenti.

2 - Definizioni ed ambito di applicazione dei criteri elaborati

La risorsa geotermica è una fonte di energia rinnovabile di grande interesse. Il suo utilizzo si basa sul principio che, fissato un determinato punto, la temperatura del sottosuolo, già a partire da pochi metri di profondità, si mantiene pressoché costante in quanto non è influenzata dalle variazioni quotidiane e stagionali che si verificano nell'ambiente esterno.

La temperatura del sottosuolo può essere sfruttata in due modi: mediante geosonde, tubi fissi nel terreno nei quali viene fatto circolare un fluido che col terreno scambia calore (impianti a circuito chiuso), oppure estraendo acqua dalle falde sotterranee.

In particolare, il presente documento riguarda impianti geotermici che utilizzano acqua di falda, attraverso pompe di calore ne sfruttano la temperatura, prevedendone, infine, lo scarico (*impianti a circuito aperto*); tali impianti vengono generalmente utilizzati per la climatizzazione estiva e/o invernale degli edifici.

Il contesto rispetto al quale si riferiscono le presenti Linee guida è compreso nella definizione di "risorse geotermiche a bassa entalpia" (definite dal D. Lgs. 22/2010 come quelle caratterizzate da una temperatura inferiore a 90°C).

L'ambito a cui si riferisce il presente documento racchiude in definitiva tutti i casi in cui la derivazione d'acqua sotterranea è concessa con le modalità previste dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici, di cui al Regio Decreto 11 dicembre 1933, n.1775. In tali casi, infatti, è **richiesto il parere vincolante dell'Autorità di bacino ex art. 96 del D.lgs. 152/2006**, il quale è espresso, come già esposto in premessa, in ordine alla compatibilità della derivazione idrica con i Piani di Tutela delle Acque regionali, ai fini del controllo sull'equilibrio del bilancio idrico.



Autorità di Bacino
DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA,
PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE

Autorità di Bacino
DEL FIUME ADIGE

Le presenti Linee guida riguardano pertanto anche le “piccole utilizzazioni locali” che prevedono l’estrazione di acqua sotterranea, come definite dall’art. 10, comma 1 del D.Lgs 22/2010¹.

3 - L’esigenza di regolamentare

Come già accennato, gli impianti di scambio termico a circuito aperto prevedono il rilascio delle acque utilizzate nel circuito. La normativa consente che tali acque possano essere recapitate, oltre che nelle reti delle acque bianche e meteoriche e nei corpi idrici superficiali², anche nel sottosuolo (art. 104, comma 2 del d. lgs. 152/2006³, art. 31 delle Norme d’Attuazione del Piano di Tutela delle Acque del Veneto⁴) e sul suolo (art. 30 delle Norme d’Attuazione del Piano di Tutela delle Acque del Veneto⁵).

Negli ultimi due anni, soprattutto nella Regione Veneto, sono sempre più numerose le istanze di derivazione d’acqua da falda sotterranea i cui progetti prevedono lo scarico delle acque utilizzate fuori dalla falda di prelievo⁶. Tale fenomeno è il riflesso della posizione assunta dalle Amministrazioni provinciali venete (competenti in materia di scarichi) le quali, in attesa di linee guida regionali volte alla definizione dell’indagine preventiva prevista dalla normativa nazionale per gli impianti a circuito aperto e ripresa tout court dal Piano di Tutela delle Acque (cfr. note 2 e 3), hanno sempre più disincentivato sui propri territori la restituzione in falda delle acque in uscita dagli impianti, dirottando, contestualmente, la loro attenzione sulla regolamentazione degli impianti geotermici a circuito chiuso, ritenuti, allo stato attuale delle conoscenze, più sicuri.

¹ 1. Sono piccole utilizzazioni locali di calore geotermico quelle per le quali sono soddisfatte congiuntamente le seguenti condizioni:

a) consentono la realizzazione di impianti di potenza inferiore a 2 MW termici, ottenibili dal fluido geotermico alla temperatura convenzionale dei reflui di 15 gradi centigradi;

b) ottenute mediante l’esecuzione di pozzi di profondità fino a 400 metri per ricerca, estrazione e utilizzazione di fluidi geotermici o acque calde, comprese quelle sgorganti da sorgenti per potenza termica complessiva non superiore a 2.000 kW termici, anche per eventuale produzione di energia elettrica con impianti a ciclo binario ad emissione nulla.

² Nel Piano di Tutela delle Acque del Veneto tale possibilità è esplicitata all’art. 39, comma 15 delle Norme Tecniche d’Attuazione.

³ L’art. 104 vieta tutti gli scarichi nel sottosuolo e nelle acque sotterranee; in deroga al divieto, l’autorità competente può autorizzare, **dopo indagine preventiva**, alcuni scarichi, tra cui (al comma 2) quelli delle acque utilizzate per scopi geotermici, **purchè siano scaricate nella stessa falda di prelievo**

⁴ E’ vietato lo scarico diretto nelle acque sotterranee e nel sottosuolo. In deroga al divieto, la provincia, **dopo indagine preventiva**, può autorizzare gli scarichi **nella stessa falda dalla quale sono state prelevate** delle acque utilizzate per scopi geotermici,.... ivi comprese quelle degli impianti di scambio termico, purchè siano restituite **in condizioni di qualità non peggiori rispetto al prelievo**

⁵ L’art. 103 del D.Lgs. 152/2006 norma gli scarichi sul suolo, ma non fa specifico riferimento alle acque utilizzate per scopi geotermici;

Tuttavia, il PTA del Veneto **ha previsto la possibilità di scaricare le acque utilizzate nei circuiti geotermici anche sul suolo (interpretando la normativa nazionale nel senso che se tali acque possono essere scaricate in falda, a maggior ragione possono essere riversate al suolo)**. Ciò è normato all’art. 30 - Scarichi sul suolo:

È vietato lo scarico sul suolo, ad eccezione dei seguenti casi:

....

e) scarichi di acque utilizzate per scopi geotermici o di scambio termico purchè non suscettibili di contaminazioni.

⁶ Il presente lavoro è stato preceduto da un’analisi delle istanze pervenute dal 2008 ad oggi. Dall’analisi si evince, che fino al 2010 erano previsti prevalentemente scarichi in falda; successivamente si nota che i progetti che prevedono lo scarico in falda sono essenzialmente circoscritti al territorio della regione Friuli Venezia Giulia.



Autorità di Bacino
DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA,
PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE

Autorità di Bacino
DEL FIUME ADIGE

Anche le recenti modifiche in materia di scarichi apportate nelle Norme d'Attuazione del Piano di Tutela delle Acque del Veneto⁷, le quali esplicitano la possibilità che le acque in uscita dai circuiti di scambio termico possano essere recapitate nella rete delle acque bianche e meteoriche, hanno contribuito a scoraggiare la pratica della reiniezione, senz'altro economicamente più onerosa.

Di conseguenza, sempre maggiori quantità d'acqua⁸ vengono prelevate⁹ e non restituite nelle falde.

Si ritiene che, almeno in determinate situazioni, tali impatti sull'equilibrio del bilancio idrico potrebbero essere risparmiati agendo con opportuni criteri utili a salvaguardare la quantità e, contestualmente, la qualità delle acque sotterranee.

4 - Gli approfondimenti conoscitivi sviluppati

Se le caratteristiche tecniche degli impianti sono tali da garantire che le acque in uscita da questi ultimi si presentino chimicamente inalterate, l'acqua utilizzata nei sistemi di scambio termico presenta esclusivamente un'alterazione termica la quale, qualora l'acqua venga restituita in falda, determina, nel medio e lungo termine, un'anomalia locale (pennacchio termico caldo o freddo).

Le incertezze riguardo all'eventualità che anche la sola alterazione termica possa comportare il peggioramento delle condizioni di qualità delle acque, è uno dei motivi per cui in molte regioni italiane è disincentivata o non consentita la reiniezione in falda¹⁰.

È d'altro canto vero che gli studi scientifici relativi agli impatti di natura ambientale delle anomalie termiche locali delle acque di falda sono solo agli inizi ed essenzialmente applicati a casi di studio in territori non italiani. Si deve tener conto però del fatto che, nel territorio provinciale di Vicenza, sono stati autorizzati recentemente tre progetti pilota che prevedono la restituzione in falda dell'acqua utilizzata negli impianti geotermici, con lo scopo di testarne l'impatto sulle condizioni naturali della falda. L'Autorità di bacino, prendendo atto delle finalità conoscitive di questi impianti pilota, ha espresso parere favorevole nei riguardi della loro realizzazione. Attualmente, tuttavia, i primi risultati non sono ancora disponibili.

⁷ Ultima versione del maggio 2012

⁸ Dall'analisi condotta sulle istanze ad oggi pervenute, si prevede che annualmente siano prelevati e non restituiti in falda circa 700000 mc di acqua.

⁹ Si riportano alcuni aspetti normativi in merito ai prelievi contenuti nei Piani di Tutela delle Acque delle regioni Veneto e Friuli Venezia Giulia (Piano in fase d'adozione):

N.A. PTA Veneto, art. 40 – Azioni per la tutela quantitativa degli acquiferi

1. Nei territori dei comuni ricadenti nelle aree di **primaria tutela quantitativa degli acquiferi**, elencati nell'Allegato "E", possono essere assentite esclusivamente le istanze di:

.....

f) derivazione di acque sotterranee per usi geotermici o di scambio termico, con esclusione dei territori dei comuni di cui alle Tabelle 3.21, 3.22, 3.23, 3.24 e 3.25 del paragrafo 3.6.3 degli "Indirizzi di Piano".

N.A. P.T.A Friuli Venezia Giulia (adottato in via preliminare non ancora vigente) art. 47 Disciplina del prelievo dalle falde acquifere consente, per usi diversi da quello potabile ed igienico- sanitario (tra cui quello geotermico), il prelievo dalle falde più superficiali.

¹⁰ Il P.T.A. del Piemonte, ad esempio, prevede che le acque in uscita dagli impianti di scambio termico possano essere reiniettate in falda se non esistono recapiti alternativi e previa indagine.

La provincia di Roma, come quelle Venete, scoraggia la reiniezione in falda. Anche la provincia di Trento, puntando sui sistemi a circuito chiuso, non incentiva gli impianti a circuito aperto e vieta gli scarichi sul suolo e nel sottosuolo.



Autorità di Bacino
DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA,
PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE

Autorità di Bacino
DEL FIUME ADIGE

4.1 – Cenni alla regolamentazione nel contesto internazionale e nazionale

Nei paesi del Nord Europa l'uso della geotermia a bassa entalpia come fonte di energia è già da tempo piuttosto diffuso. A tale diffusione è associato, nella maggior parte dei casi, anche un certo grado di regolamentazione¹¹.

In particolare, con riferimento ai sistemi aperti, le normative internazionali si basano sulla definizione dei seguenti criteri:

- **soglie di T o variazioni massime di T :** soltanto in poche Nazioni i valori di temperatura massimi e minimi sono vincolati per legge (Austria, Danimarca, Francia, Liechtenstein, Olanda e Svizzera) o solo raccomandati (Germania e Gran Bretagna). Nella maggior parte dei casi, invece, sono accettati delle variazioni massime di temperatura ΔT (tra il valore della temperatura di prelievo e quello della temperatura di restituzione in falda); i valori di ΔT ammissibili sono sensibilmente diversi a seconda del Paese.
- **distanza minima:** tra impianti di scambio termico e pozzi per acqua potabile, limiti di proprietà, altre reti di pubblica utilità esistenti nelle vicinanze (es. linea elettrica);

Le tabelle che seguono (da Haehnlein et al. 2010) riportano schematicamente i criteri, vincolati per legge o solo raccomandati, stabiliti per la regolamentazione nei paesi europei. Si evince, comunque, che nella gran parte dei paesi questa materia non è regolamentata a livello centrale.

Tabella 1 – Soglie e differenze di temperatura raccomandati o vincolati per legge nel panorama internazionale per sistemi di scambio termico a circuito aperto

Country	Temperature difference [$\pm K$]	Temperature maximum [$^{\circ}C$]	Temperature minimum [$^{\circ}C$]
Austria	6 ^a	20 ^a	5 ^a
Denmark	-	25 ^a	2 ^a
France	11 ^a	-	-
Germany	6 ^b	20 ^b	5 ^b
Great Britain	10 ^b	25 ^b	-
Liechtenstein	-3/+1.5 ^a	-	-
Netherlands	-	25 ^a	5 ^a
Switzerland	3 ^a	-	-

^a Legally binding.

^b Recommended.

Tabella 2 – Valori di distanza minima, per sistemi geotermici a circuito aperto e chiuso

Country	Closed systems	Open systems	Legal status
Austria	2.5 m to the next property line	-	Recommended
China	3-6 m to the next BHE	-	Recommended
Czech Republic	5 m to the next property line	5 m to next property line	Legally binding
Denmark	300 m to drinking water well	-	Legally binding
Finland	30 m to all wastewaters, 20 m to the onsite wastewater treatment system, 5 m to the sewers and water pipes, 20 m to the dug or energy well, 40 m to the bored well, 3 m to the next building, 10 m to the next property line	-	Recommended
Germany	5 m to the next property line, 10 m to the next installation	-	Recommended and state specific
Greece	-	5 m to the neighboring buildings, 20 m to the next power line	Legally binding, if included in permission
Liechtenstein	3 m to the next property line, 6 m to the next installation	-	Recommended
Sweden	10 m to the next property line, 20 m to the next installation, 30 m to the next drinking water well	10 m to the next property line, 20 m to the next installation, 30 m to the next drinking water well	Recommended
Switzerland	3-4 m to the next property line, 5-8 m to the next installation	-	Recommended/Legally binding

¹¹ Ciò non è sempre vero: In Svezia, ad esempio, dove tali tecnologie presentano una grande diffusione fin dal 1980, tale materia è scarsamente regolamentata (da Haehnlein et al. 2010).



Autorità di Bacino
DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA,
PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE

Autorità di Bacino
DEL FIUME ADIGE

Anche in Italia esistono esempi di regolamentazione basata, per lo più sul *criterio della temperatura*.

In Lombardia, dove le Province hanno la competenza sull'intero processo di gestione delle acque, la **Provincia di Milano** ha stabilito una soglia massima di T allo scarico in falda di 20°C.

La **Provincia di Mantova**, ha individuato, invece, una soglia di T di 25°C.

In **Emilia Romagna** è considerata ammissibile una variazione massima di T di 6°C.

La **Provincia Autonoma di Bolzano** impone che le acque utilizzate nei circuiti di scambio termico siano reimmesse in falda ed ha stabilito una variazione massima di T pari a 5°C.

In tutti questi casi, però, i valori stabiliti per legge o raccomandati non sembrano essere scientificamente supportati.

Per quanto attiene al *criterio di distanza minima*, anche nel panorama internazionale, come si evince dalla Tabella 2, i criteri adottati sono poco significativi.

In Italia, la **Provincia Autonoma di Bolzano** impone che tra gli studi idrogeologici allegati alle istanze di derivazione d'acqua per uso scambio termico, sia prodotto il calcolo del pennacchio termico (quello previsto nella fase preliminare va poi verificato ed eventualmente corretto nello studio idrogeologico conclusivo che si effettua dopo la terebrazione del pozzo). Viene quindi implementata una banca dati dei pennacchi termici sulla base della quale la Provincia gestisce ed autorizza le distanze minime tra impianti.

Il criterio adottato dalla Provincia di Bolzano è senz'altro il più corretto, ma forse eccessivamente oneroso per impianti che utilizzano piccole portate allo scopo di climatizzare ambienti non particolarmente grandi.

4.2 - Cenni ad esperienze scientifiche riguardanti gli aspetti di potenziale contaminazione batterica

Come già accennato, gli studi scientifici riguardanti gli impatti di natura chimica e biologica che le anomalie termiche locali possono determinare sugli acquiferi sono pochi. In Germania, un gruppo di ricerca che fa capo all'*Istituto di Ecologia degli Acquiferi (IGO) del Helmholtz Zentrum - Centro di Ricerche per l'ambiente di Monaco di Baviera* ha condotto alcuni studi di carattere microbiologico e biochimico, attraverso i quali è stato verificato che per acquiferi oligotrofici (con scarso contenuto di sostanze nutritive come nitrati e fosfati) i limiti di temperatura raccomandati dal governo tedesco per le acque in uscita dagli impianti di scambio termico ($\Delta T = \pm 6^\circ\text{C}$; $5^\circ\text{C} < T_u < 20^\circ\text{C}$) appaiono accettabili¹² per il funzionamento degli ecosistemi delle falde e non sembrano determinare variazioni nel chimismo degli acquiferi (H. Brielmann et al. 2009).

Successivamente, lo stesso gruppo di lavoro ha esteso le ricerche ai casi in cui la concentrazione di DOC (carbonio organico disciolto) e nutrienti è *superiore a quella naturale*: in tal caso un aumento di temperatura può portare rapidamente alla carenza di ossigeno, il che può comportare alterazioni negli equilibri della comunità microbica. In queste condizioni, anche la crescita di microrganismi patogeni è maggiore a temperature elevate. In tali falde, conclude lo studio, l'incremento massimo consentito di 6°C, deve essere valutato caso per caso (H. Brielmann et al. 2011).

Questa analisi deve però tenere in debito conto anche il potere autodepurante degli acquiferi. Si riportano di seguito alcune considerazioni estratte da *Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from On-Site Sanitation* elaborate dalla *British Geological Survey*.

I microrganismi, come tutte le forme di vita, hanno un tempo limitato. Un grosso numero di specie batteriche può sopravvivere fino a 32 giorni. Alcuni batteri patogeni (come ad esempio le salmonelle) hanno mostrato di poter sopravvivere per più di 42 giorni. Esistono dei virus capaci di sopravvivere fino a 150 giorni. Tuttavia bisogna distinguere tra "tempo di sopravvivenza" (survival time) e "tempo di

¹² la temperatura naturale degli acquiferi nella zona di studio è pari a $11 \pm 1^\circ\text{C}$



Autorità di Bacino
DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA,
PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE

Autorità di Bacino
DEL FIUME ADIGE

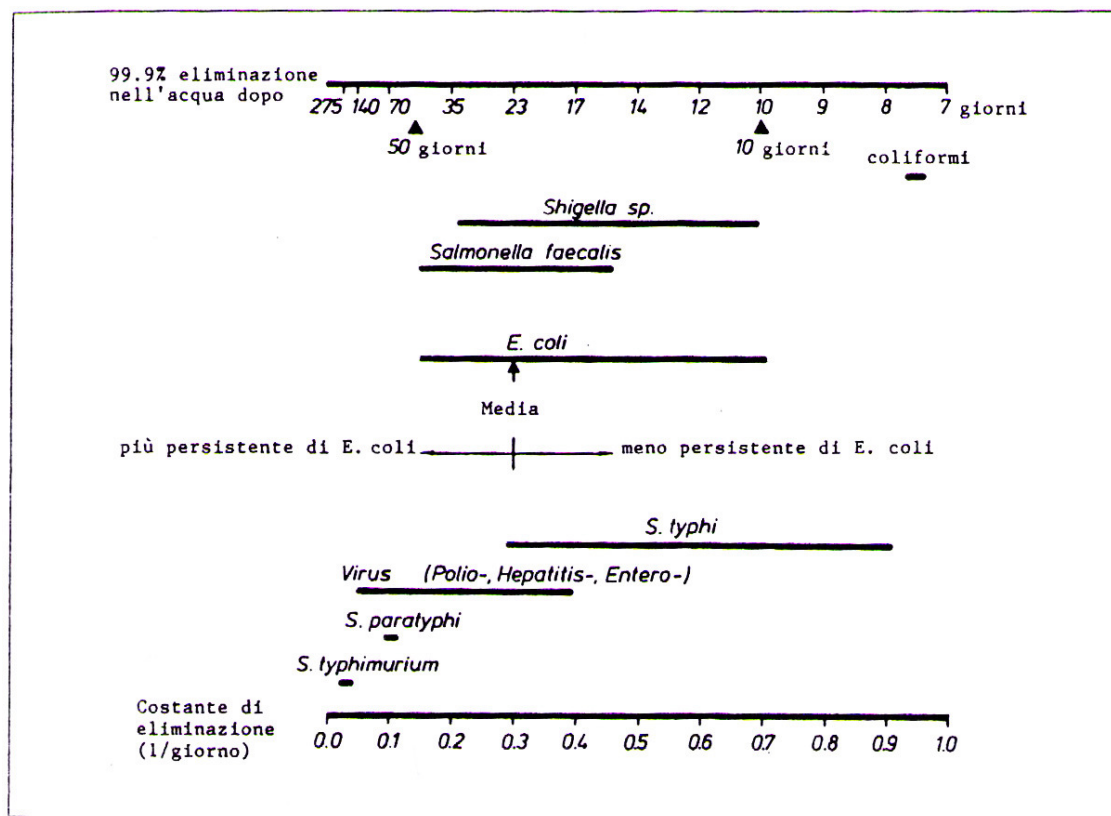
percorrenza” (travel time). Quest’ultimo si riferisce al tempo necessario perché nell’acquifero il numero di microorganismi sia ridotto tanto da rendere improbabile il rischio per la salute.

Il valore di *travel time* generalmente accettato nei paesi dell’Europa occidentale è di 50 giorni.

Questo criterio è utilizzato dall’Agenzia per l’Ambiente inglese nell’individuazione delle fasce di protezione delle sorgenti d’acqua potabile (tra i quali i pozzi), per assicurarne la salvaguardia.

Il grafico in Figura 1, mostra che dopo 50 giorni di trasporto in falda, quasi tutte le specie batteriche e virali presenti nelle acque sotterranee vengono eliminate al 99.9%.

Figura 1 – Costante di eliminazione (1/giorno) ed eliminazione al 99,9% di batteri e virus presenti nelle acque sotterranee (Pekdeger A., Mattheess G., 1982) (da Beretta1992)



5 - L’approccio metodologico

Da quanto si evince dal panorama normativo internazionale e sulla base degli elementi sopra richiamati desunti dalla letteratura scientifica, appare chiaro che l’esigenza di sviluppo sul territorio delle energie rinnovabili ed in particolare dell’energia geotermica e la salvaguardia del bilancio idrico e quella della qualità delle acque di falda sono aspetti che possono coesistere nell’ambito di un contesto disciplinato che deve essere basato su criteri che mirino, da un lato, a controllare l’incremento di temperatura delle acque di falda (anche attraverso il controllo delle distanze tra impianti di reiniezione) e, dall’altro, a proteggere gli usi idropotabili (sia pubblici che privati) delle acque sotterranee, nonché gli usi domestici che sono molto diffusi nei territori non serviti o serviti in minima parte dal servizio acquedottistico pubblico.



Autorità di Bacino
DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA,
PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE

Autorità di Bacino
DEL FIUME ADIGE

In attesa di ulteriori dati sperimentali o, comunque, di approfondimenti successivi, alcuni criteri sono stati elaborati sulla base delle conoscenze finora acquisite.

1) Soglia minima (T) e incremento massimo (+ΔT) di Temperatura consentiti allo scopo di salvaguardare la qualità delle acque sotterranee

Per quanto attiene all'esigenza di *controllo della T* delle acque in uscita, si propone:

1.a) +5°C quale valore massimo di incremento di temperatura (+ΔT) tra le acque in uscita dagli impianti di scambio termico e quelle di falda (tale valore corrisponde, peraltro, a quello utilizzato dalla Provincia Autonoma di Bolzano). La scelta di questo valore è basata su due evidenze:

1.a.1) Le sperimentazioni condotte dal IGO di Monaco di Baviera indicano che le soglie di temperatura raccomandate in Germania ($5^{\circ}\text{C} < T_u < 20^{\circ}\text{C}$) appaiono accettabili in quanto non sembrano produrre effetti significativi né in relazione alle caratteristiche geochimiche degli acquiferi, né per il funzionamento degli ecosistemi (almeno per ambienti oligotrofici).

1.a.2) Negli acquiferi della pianura veneta e friulana utilizzati a fini idropotabili, sono largamente diffuse temperature che arrivano fino a 15°C; pertanto consentire che *il massimo valore di ΔT sia pari a +5°C*, determina che nei suddetti acquiferi la temperatura locale possa arrivare al massimo al valore di 20°C.

2.a) +5°C quale soglia minima di temperatura (T) delle acque in uscita dagli impianti di scambio termico.

La necessità di individuare un valore soglia di T minimo, piuttosto che un valore di decremento (-ΔT), deriva dalla necessità di includere in queste Linee guida anche le derivazioni a scopo geotermico di acque calde (>15°C). Queste ultime, infatti, vengono utilizzate esclusivamente per il riscaldamento degli ambienti; in tali casi gli impianti restituiscono, pertanto, acque più fredde di quelle prelevate sfruttando differenze di temperatura ΔT che, generalmente, superano i 5°C.

Il valore di soglia minima che si propone (5°C) è quello raccomandato in Germania e sperimentato nell'ambito delle citate attività di ricerca condotte dall'IGO di Monaco di Baviera.

2) Distanze minime da osservare tra pozzi di reiniezione che interessino il medesimo acquifero

Con lo scopo di evitare che possa prodursi un aumento generalizzato della temperatura della falda, si è provveduto ad individuare un metodo per il controllo della densità degli impianti che operano all'interno di un acquifero.

A tal fine si è proceduto ad individuare dei criteri per la determinazione delle distanze minime da osservare tra pozzi che interessano il medesimo acquifero, che consenta di evitare l'interferenza dei pennacchi termici generati dai singoli pozzi di reiniezione. Tale aspetto è stato affrontato attraverso alcune simulazioni.

È stato in particolare utilizzato il programma di calcolo denominato GED (Groundwater Energy Designer) sviluppato con il supporto dell'Ufficio Federale Svizzero per l'Energia (BfE). I calcoli sono stati condotti, attraverso la combinazione di vari valori di ΔT e Q, impostando, per l'ipotetico acquifero, le condizioni ritenute più gravose in relazione allo scopo da raggiungere.

Per caratterizzare l'acquifero sono state utilizzate le seguenti condizioni:

- $k=3*10^{-3}\text{m/s}$;
- $j=3\text{‰}$
- porosità 30%
- acquifero non confinato con spessore della zona satura pari a 10 m
- profondità della superficie di falda pari a 5 m

Le simulazioni sono state condotte ipotizzando tempi di 10 e 30 anni e combinando i seguenti valori di ΔT e Q.



Autorità di Bacino
DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA,
PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE

Autorità di Bacino
DEL FIUME ADIGE

- ΔT pari a $\pm 5^{\circ}\text{C}$, $\pm 10^{\circ}\text{C}$, $\pm 20^{\circ}\text{C}$
- Q pari a 1l/s, 3l/s, 5l/s, 10l/s, 50l/s.

Sono stati simulati sia scenari in cui l'impianto funzioni solo d'estate (800 ore all'anno), sia scenari in cui l'impianto funzioni in maniera alternata in inverno ed in estate (1600 ore all'anno). I primi costituiscono il caso in cui l'impianto incide in maniera più gravosa sulle condizioni naturali dell'acquifero, ma è senz'altro vero che i secondi rappresentano il caso realistico.

Le tabelle che seguono riassumono i risultati delle simulazioni. Sono stati riportati i valori relativi agli scenari in cui l'impianto funzioni in maniera alternata in estate ed in inverno, ipotizzando un tempo di 30 anni.

Tabella 3 - Risultati delle simulazioni per valori di ΔT pari a $\pm 5^{\circ}\text{C}$

Q (l/s)	Massima distanza (m) dell'isoterma 0.5°C	Massima distanza (m) dell'isoterma 1°C
1	20	4
3	100	20
5	290	60
10	1200	250
20	4700	1100
50	7000	1700

Tabella 4 - Risultati delle simulazioni per valori di ΔT pari a $\pm 10^{\circ}\text{C}$

Q (l/s)	Massima distanza (m) dell'isoterma 0.5°C	Massima distanza (m) dell'isoterma 1°C
1	50	16
3	440	100
5	1200	300
10	5000	1200
20	>10000	4800

Tabella 5 - Risultati delle simulazioni per valori di ΔT pari a $\pm 20^{\circ}\text{C}$

Q (l/s)	Massima distanza (m) dell'isoterma 0.5°C	Massima distanza (m) dell'isoterma 1°C
1	200	50
3	1800	500
5	5000	1250
10	>10000	5000

Le simulazioni condotte consentono di inquadrare come può variare, per ciascun valore di ΔT , l'estensione del pennacchio termico in relazione alle diverse condizioni di portata restituita in falda.

Focalizzando l'attenzione sulla Tabella 3, relativa al valore di ΔT pari a $\pm 5^{\circ}\text{C}$, si propone di stabilire che la distanza minima tra 2 pozzi di reiniezione che interessino il medesimo acquifero sia pari a



Autorità di Bacino
DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA,
PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE

Autorità di Bacino
DEL FIUME ADIGE

100 m. Tale valore corrisponde infatti alla massima distanza dal pozzo dell'isoterma di 0.5°C determinata dalla reiniezione in falda di una portata di 3 l/s.

Da ciò scaturisce che tutti gli impianti in cui è prevista la reiniezione in falda con una portata fino a 3 l/s, genereranno un pennacchio che assai probabilmente (tenuto conto delle ipotesi cautelative assunte) resterà confinato entro la distanza minima stabilita; per i casi in cui la portata di reiniezione ecceda i 3l/s, la massima estensione del pennacchio termico dovrà essere calcolata attraverso una modellazione prodotta a cura dell'istante.

Il risultato di tale modellazione sarà utile a definire le distanze effettive da mantenere al fine di evitare l'intersezione dei pennacchi termici nonché il coinvolgimento delle aree dell'acquifero già interessate da prelievi ad uso potabile, come meglio descritto al successivo punto 3).

3) Distanze minime da osservare da pozzi ad uso potabile (pubblici o privati regolarmente concessionari) che interessino il medesimo acquifero

Per l'individuazione del valore della distanza minima da osservare dai pozzi ad uso potabile, si assume, quale criterio di valutazione, quello sul "travel time" dei microrganismi negli acquiferi a cui si è già accennato. Si è verificato che il valore normalmente accettato nel Regno Unito e nell'Europa occidentale è pari a 50 giorni.

In condizioni di velocità elevata (acquiferi ghiaiosi), la velocità di flusso degli acquiferi della pianura veneta e friulana può essere valutata intorno ai 5 m/giorno. Ciò premesso, applicando un fattore di sicurezza, si propone, di utilizzare, nel calcolo della distanza minima da mantenere rispetto a pozzi ad uso potabile, un valore di velocità di flusso pari a 8 m/giorno.

Con questi criteri si calcola, dunque, che, al fine di evitare eventuali contaminazioni batteriche, sarà necessario mantenere *una distanza minima di 400 m* da un pozzo di reiniezione di acque utilizzate in impianti geotermici ed un pozzo ad uso potabile che attinga al medesimo acquifero.

Per quanto riguarda le problematiche afferenti all'alterazione termica delle acque, il pennacchio termico generato da un impianto di reiniezione non potrà interessare l'area di pertinenza di un pozzo ad uso potabile. Sotto tale aspetto la distanza di 400 m è certamente cautelativa per impianti che prevedono la reiniezione di acqua con portate fino a 3 l/s; per portate superiori, la sussistenza di tale requisito dovrà essere verificata attraverso la modellazione.

4) Salvaguardia dei pozzi ad uso domestico

La tutela dei pozzi ad uso domestico deve essere condotta attraverso criteri specifici, dedicati in maniera particolare a questo tipo di utenze in ragione della loro difficile individuazione sul territorio, nonché dell'assenza di informazioni relative alle profondità raggiunte dai pozzi (al contrario di quanto accade per le derivazioni ad uso potabile che sono date in concessione dalle Regioni e sono generalmente facilmente individuabili).

I pozzi ad uso domestico sono largamente diffusi nei territori serviti solo in minima parte dalla rete idrica pubblica; in tali territori si può pertanto ipotizzare che la gran parte delle abitazioni presenti faccia riferimento a questa modalità di attingimento.

Pertanto la densità abitativa può essere considerata un indicatore della presenza più o meno concentrata di tale tipologia di derivazione.

Partendo da tale ipotesi, all'interno dei Comuni serviti dalla rete acquedottistica in misura minore o uguale all'80%, attraverso i più aggiornati dati censuari forniti dall'Istat, si è provveduto a distinguere i territori sulla base della loro densità abitativa.

Di conseguenza, seguendo la classificazione e la nomenclatura proposte dall'Istat, sono stati distinti i *Centri ed i Nuclei abitati* (definiti come aggregati di abitazioni con distanza reciproca non superiore a 30 m) dalle zone caratterizzate da *Case sparse* (disseminate sul territorio a distanza tale da non poter



Autorità di Bacino
DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA,
PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE

Autorità di Bacino
DEL FIUME ADIGE

costituire un Nucleo abitato). Un'ulteriore classificazione riguarda le *Zone produttive* (esterne ai Centri e Nuclei abitati, con distanze reciproche fino a 200 m) le quali, per le finalità delle presenti elaborazioni, possono essere assimilate alle Case sparse.

Con tali premesse, allo scopo di salvaguardare l'uso domestico delle acque sotterranee, si è scelto di *non consentire la reiniezione* in falda se gli impianti di scambio termico sono ubicati in *territori serviti dalla rete acquedottistica pubblica in misura minore o uguale all'80%* e classificati dall'Istat come *Nuclei* o *Centri abitati*. Per i restanti territori di tali Comuni, classificati dall'Istat come *Case sparse* o *Località produttive*, le acque in uscita dagli impianti *devono essere prioritariamente restituite in falda*, ma la probabile presenza di derivazioni ad uso domestico vicine impone, *in prima approssimazione*, che in tali territori *la portata massima per il funzionamento dell'impianto non debba superare 3 l/s*.

6 - Indirizzi per il rilascio del parere relativo ad istanze di derivazione idrica per uso scambio termico

Allo scopo di facilitare la diffusione sul territorio dell'uso dell'acqua sotterranea come fonte di energia rinnovabile ed avendo come obiettivi principali

- 1) il controllo del bilancio idrico;
- 2) la salvaguardia della qualità delle acque (aspetti batteriologici, fisici e geochimica);
- 3) la tutela dell'uso idropotabile delle acque sotterranee, incluso l'uso domestico non sottoposto ad obbligo di concessione

si propongono i seguenti criteri tecnici di cui tener conto nella fase di presentazione ed istruttoria delle istanze.

Essi sono stati elaborati sulla base delle conoscenze finora acquisite e potranno essere di volta in volta adeguati al manifestarsi di ulteriori evidenze basate su dati sperimentali, su studi di maggior dettaglio o, comunque, successivi ed anche sulla base dei contenuti delle relazioni tecniche redatte dai professionisti a corredo delle istanze di derivazione.

1) Obbligo di restituzione in falda delle acque allo scopo di salvaguardare l'equilibrio del bilancio idrico

1.a – La normativa nazionale ed i Piani di Tutela delle Acque regionali impongono alcuni vincoli nell'uso delle acque sotterranee per scopi di scambio termico. In particolare i Piani di Tutela delle acque regionali individuano le falde acquifere che per le loro caratteristiche qualitative, quantitative e di destinazione d'uso sono da sottoporre a tutela e non possono essere oggetto di derivazioni per uso geotermico o di scambio termico.

In linea generale, nell'ambito di quanto ritenuto ammissibile dalle citate norme e fatto salvo quanto indicato ai punti successivi, può essere reso parere favorevole alle istanze di derivazione d'acqua dalle falde sotterranee per uso scambio termico se il relativo progetto prevede la reiniezione nella stessa falda delle acque in uscita dall'impianto.

In linea generale, il prelievo e la reiniezione devono essere esercitati in corrispondenza della prima falda utile a garantire le condizioni di portata e temperatura necessarie al funzionamento dell'impianto.

Nel caso in cui i pozzi per l'alimentazione degli impianti a circuito aperto attingano all'acquifero freatico indifferenziato o comunque alla prima falda freatica, le acque possono essere anche restituite al suolo attraverso subirrigazione o pozzo assorbente.

1.b – L'Autorità valuterà le istanze di derivazione che per insuperabili difficoltà tecniche escludano la praticabilità della reiniezione, ai fini dell'eventuale deroga a tale obbligo, qualora sia evidenziata l'impraticabilità del riutilizzo dell'acqua in uscita dall'impianto, tenendo in particolare considerazione, ove definito, lo stato quantitativo del corpo idrico sotterraneo.



Autorità di Bacino
DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA,
PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE

Autorità di Bacino
DEL FIUME ADIGE

Nei casi in cui lo stato quantitativo non sia ancora definito e l'Autorità esprima comunque parere positivo, dopo aver valutato tutte le altre circostanze del caso, sarà fatta espressamente salva la facoltà, da parte dell'Autorità concedente, di revisionare le portate di concessione nei casi di successivamente accertata condizione di sofferenza del corpo idrico sotterraneo sotto il profilo quantitativo.

1.c – Non è consentita la reiniezione in falda nelle aree dei Comuni serviti da acquedotto in misura minore o uguale all'80% e classificate, sulla base dei dati Istat più aggiornati, come centri abitati o nuclei abitati. Per tali territori potrà essere reso parere favorevole alla derivazione, verificando, in primis, la possibilità del riutilizzo delle acque in uscita dall'impianto e prevedendo, in ultima analisi, recapiti alternativi tenendo in particolare considerazione, ove definito, lo stato quantitativo del corpo idrico sotterraneo e fatta salva la facoltà, da parte dell'Autorità concedente, di revisionare le portate di concessione nei casi di successivamente accertata condizione di sofferenza del corpo idrico sotterraneo sotto il profilo quantitativo.

Per le restanti aree ubicate all'interno di tali Comuni e classificate sulla base dei dati Istat come *Case sparse* o *Località produttive*, sussiste l'obbligo di restituzione in falda delle acque utilizzate in impianti di scambio termico; in tali territori, la portata massima necessaria per il funzionamento dell'impianto non potrà superare 3 l/s.

Tale limite potrà essere superato qualora il progetto dimostri che il previsto pozzo di reiniezione non interferisce con gli usi idropotabili già esistenti.

2) Soglia minima (T) e incremento massimo(+ ΔT) di Temperatura consentiti allo scopo di salvaguardare la qualità delle acque sotterranee

2.a – L'incremento massimo di temperatura (+ ΔT) ammesso tra la temperatura di prelievo e quella di restituzione in falda è fissato in +5°C.

2.b – La soglia minima di temperatura (T) consentita per le acque in uscita dagli impianti di scambio termico è fissata pari a 5°C.

3) Distanze minime da osservare

3.a – Devono essere mantenuti i seguenti valori di distanza minima:

3.a.1 - **400 m** tra un pozzo di reiniezione di acque utilizzate in impianti geotermici e il più vicino **pozzo ad uso potabile** (pubblico o privato regolarmente concessionato) o **ad uso domestico** potabile regolarmente denunciato che attinga al medesimo acquifero.

3.a.2 – **100 m** tra un pozzo di reiniezione di acque utilizzate in impianti geotermici e il più vicino **pozzo di reiniezione** che interessi il medesimo acquifero.

I predetti andranno valutati caso per caso nell'ipotesi di acquiferi fessurati.

Si potrà derogare ai limiti di distanza indicati qualora si dimostri con studi dettagliati e mediante modellazione che l'impianto in progetto non interferisce con pozzi ad uso potabile e con impianti di scambio termico preesistenti.

3.b - Qualora l'acqua utilizzata nel circuito di scambio termico venga restituita in falda con un valore di portata che supera 3 l/s, dovrà essere prodotta, a cura dell'istante, una modellazione numerica che consenta di valutare la massima estensione del pennacchio termico. Il risultato di tale modellazione sarà utile a definire le distanze effettive da mantenere al fine di evitare l'intersezione dei pennacchi termici nonché il coinvolgimento delle aree dell'acquifero già interessate da prelievi ad uso potabile.

3.c - Qualora, sulla base dei criteri sopra esposti, sia rilevata la non sussistenza dei requisiti necessari per procedere alla reiniezione in falda delle acque utilizzate nei circuiti di scambio termico, potrà essere reso parere favorevole alla derivazione verificando, in primis, la possibilità del riutilizzo delle acque in uscita dall'impianto e prevedendo, in ultima analisi, recapiti alternativi tenendo in particolare



Autorità di Bacino
DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA,
PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE

Autorità di Bacino
DEL FIUME ADIGE

considerazione, ove definito, lo stato quantitativo del corpo idrico sotterraneo e fatta salva la facoltà, da parte dell'Autorità concedente, di revisionare le portate di concessione nei casi di successivamente accertata condizione di sofferenza del corpo idrico sotterraneo, anche sotto il profilo quantitativo.

In sede di stesura del disciplinare di concessione dovrà essere comunque prevista la possibilità da parte dell'Autorità concedente, di revisionare le condizioni di reimmissione in falda qualora quest'ultima impedisca l'apertura di un pozzo destinato a soddisfare sopravvenuti usi idropotabili non altrimenti fronteggiabili.

4) Contenuti tecnici da allegare all'istanza di derivazione

La relazione tecnica allegata all'istanza di derivazione dovrà contenere i seguenti elementi;

- Potenza dell'impianto in progetto ed indicazioni sulle sue caratteristiche tecniche;
- Portata media e massima della derivazione d'acqua di falda e relativi tempi di prelievo;
- Indicazione della temperatura dell'acqua di prelievo e di scarico;
- Indicazioni riguardo alle caratteristiche progettuali dei pozzi di prelievo e di restituzione con particolare riguardo alle profondità ed agli spessori dei tratti finestrati;
- Modello stratigrafico ed idrogeologico del sottosuolo dell'area di influenza dei pozzi in progetto spinto fino all'acquifero interessato;
- Stima della permeabilità idraulica e della temperatura dell'acquifero, della direzione di deflusso della falda e del gradiente idraulico;
- Ubicazione georeferenziata dei pozzi in progetto;
- Nei casi in cui è richiesto, il calcolo del pennacchio termico può essere condotto sulla base di parametri stimati delle caratteristiche idrogeologiche locali; deve essere spinto fino all'isoterma $\Delta T = 0.5^{\circ}\text{C}$ e deve prevedere scenari di 30 anni di attività dell'impianto. Al fine dell'implementazione di una banca dati, il pennacchio termico stimato dovrà essere restituito anche in forma georeferenziata;
- Rilevamento di tutte le utenze d'acqua che interessino il medesimo acquifero (con indicazione del loro utilizzo) esistenti in un raggio di 400 m dal pozzo di reiniezione e comunque interferenti col pennacchio termico.

Allo scopo di garantire le condizioni di massima sicurezza nei riguardi delle caratteristiche qualitative dell'acquifero, l'esercizio del prelievo e della restituzione delle acque potrà avere inizio solo a seguito di collaudo delle opere realizzate da parte di un tecnico abilitato.

7 - Fonti bibliografiche

Haehnelein S., Bayer P., Blum P. – *International legal status of the use of shallow geothermal energy*. Renewable ad sustainable energy reviews 14 (2010) 2611-2625.

Briellmann H., Griebler C., Schmidt S.I., Michel R., Lueders T. – *Effects of thermal energy discharge on shallow groundwater ecosystems*. FEMS Microbiol Ecol 68 (2009) 273-286.

Briellmann H., Lueders T., Schreglmann K., Ferraro F., Avramov M. Hammerl V., Blum P., Bayer P., Griebler C. – *Oberflächennahe Geothermie und ihre potenziellen Auswirkungen auf GrundwasserÖkosysteme*. Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie (2011) 16: 77-91.

Pisani S. – *Effetto dell'immissione in falda di acqua a temperatura alterata*. Rapporto interno n. 039. (1994) Istituto geologico ed idrogeologico del Canton Ticino.

Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from On – Site Sanitation – British Geological Survey, 2001.



Autorità di Bacino

DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA,
PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE

Autorità di Bacino

DEL FIUME ADIGE

Chave P., Howard G., Schijven J., Appleyard S., Fladerer F., Schimon W. – *Protecting Groundwater for Health. Managing the Quality of Drinking-water Sources*. World Health Organization 2006.

Provincia di Milano - *L'utilizzo della risorsa idrica sotterranea a fini geotermici nella Provincia di Milano: Normativa, procedure e spunti di riflessione*.

Provincia Autonoma di Bolzano, Ripartizione 37 – *Acque pubbliche ed energia. – Linee Guida per la redazione di studi idrogeologici, 2011*.

Beretta G. – *Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee*. 1992