

RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE E FONTI DI ENERGIA IN PROVINCIA DI MILANO

Cristina Arduini, Michel Fasoli, Marta Gangemi

I nuovi scenari socio-economici e i recenti cambiamenti politici dei paesi industrializzati e di quelli produttori di petrolio hanno portato a ripensare le vecchie modalità di produzione e approvvigionamento dell'energia. L'utilizzo delle acque, ma anche del sole e del vento come fonti di energia, sta acquistando un ruolo fondamentale nell'ambito delle azioni da svolgere per contrastare i mutamenti climatici in atto; ad esempio, in Lombardia ben il 66% delle acque superficiali viene oggi utilizzato per la produzione di energia. Anche la recente normativa ha dato sempre più importanza a sistemi di produzione di energia che da un lato risultino meno legati al petrolio e, dall'altro, siano di ridotto impatto ambientale. Da sempre, grazie anche alla sua particolare situazione geografica e geologica, la provincia di Milano ha potuto disporre della preziosa ricchezza delle acque superficiali e sotterranee, alle quali si aggiunge l'importante contributo del calore prodotto dalla terra; sul territorio stanno infatti avendo una crescente diffusione gli impianti a scambio termico sia attraverso l'acqua, sia direttamente con il sottosuolo. In entrambi i casi le escursioni termiche stagionali riguardano nell'area solo profondità molto ridotte, cosicché gli strati di terreno e le acque di falda al di sotto di una certa profondità mantengono pressoché invariate le loro caratteristiche di temperatura durante l'anno.

Negli ultimi anni in Italia e in particolare nell'area urbana milanese, grazie anche all'esempio di altri paesi europei quali la Svezia e la Svizzera, che con le sue 30.000 sonde geotermiche verticali (sgv) è una delle nazioni leader nel mondo, la geotermia ha iniziato a riscuotere un certo interesse. Nonostante le condizioni favorevoli dovute alla sua struttura geologica, l'Italia conta però solo 60 centrali geotermiche, mentre la diffusione di impianti per lo sfruttamento della risorsa geotermica a bassa entalpia per il riscaldamento privato è un fenomeno recente. L'utilizzo di sistemi di condizionamento privato – che hanno tra i pochi aspetti negativi l'impatto estetico e l'aumento della temperatura dell'aria, ma contano tra i numerosi vantaggi quello del risparmio energetico e dell'autonomia dai prodotti petroliferi e dai suoi derivati – è in forte aumento.

Questo contributo vuole quindi fornire una prima riflessione all'utente privato che intende avvicinarsi agli impianti geotermici e al professionista che si occupa della progettazione e della realizzazione delle opere che interessano il sottosuolo e la risorsa idrica sotterranea. Dal punto di vista tecnico, l'utilizzo della risorsa idrica sotterranea ai fini geotermici può essere effettuato secondo due modalità principali:

- derivazione diretta delle acque di falda a ciclo aperto, con circolazione in scambiatore a pompa di calore (pompe di calore ad acqua di falda);
- posizionamento nel sottosuolo di sonde geotermiche con circolazione di fluidi a ciclo chiuso, per permettere lo scambio termico tra il sottosuolo e la pompa di calore (sonde geotermiche).

Le pompe di calore ad acqua di falda

L'utilizzo delle pompe di calore (con la tecnologia acqua-acqua) è una pratica recente, legata soprattutto a riqualificazioni di aree ex industriali, a costruzioni di grandi volumetrie per servizi pubblici e privati (ospedali, sedi istituzionali, centri commerciali, musei, biblioteche) ed è finalizzata al risparmio energetico. In particolare, nella provincia di Milano, vi è una notevole concentrazione di richieste all'interno della città e nell'immediato hinterland (ill. 2). Dall'esame delle autorizzazioni si ricavano ulteriori indicazioni: per l'area urbana i recapiti sono principalmente i pochi corsi d'acqua spesso tombinati (fiume Olona, Naviglio Grande, canale Grande Seveso ecc.) e i pozzi di reimmissione in falda, mentre nelle aree periferiche prevalgono i corsi d'acqua superficiali. Dalle elaborazioni dei dati e dal confronto con il Piano di tutela delle acque della Regione Lombardia (dove sono identificate le classi di disponibilità idrica), si evince che la pratica di utilizzo dell'acqua di falda per pompe di calore, con il suo prelievo tipicamente stagionale, incide in modo ridotto nei settori centrali e occidentali del territorio provinciale - caratterizzati da una buona disponibilità idrica - mentre nei comuni del nord-est (classificati a «ridotto squilibrio») gli effetti risultano amplificati. Si sottolinea che il Piano ha indicato che gli utilizzi sono distribuiti all'interno di un unico corpo acquifero che comprende le singole falde individuate dalla Provincia di Milano; dunque, solo attraverso l'attribuzione dei prelievi a ciascun acquifero, si avrà a disposizione un quadro valido e significativo che possa supportare la gestione del rilascio delle concessioni a derivare acqua.

Per sopperire ad alcune carenze normative e per coordinare le attività dei vari enti coinvolti, la Provincia di Milano ha da tempo istituito un gruppo di studio formato da soggetti diversi quali Regione Lombardia, Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente (ARPA) - Dipartimento di Milano, Comune di Milano, Autorità di ambito territoriale ottimale (AATO) della Città di Milano, Autorità di ambito territoriale ottimale (AATO) della Provincia di Milano, Servizi idrici integrati della Metropolitana milanese (MM), Consorzio Villoresi, Navigli Lombardi SCARL (società consortile a responsabilità limitata). L'obiettivo è la redazione di linee-guida che contengano criteri e principi di orientamento da applicare in modo omogeneo sul territorio provinciale, sia nella fase di progettazione (affidata ai professionisti), sia in quella di valutazione (per orientare il parere dei numerosi enti che intervengono nel processo di autorizzazione). È stata predisposta una prima bozza che gli enti utilizzano, verificano e implementano quotidianamente durante le attività istituzionali; verrà poi redatta una versione definitiva, ad uso dei diversi soggetti che operano nel settore.

Pompe di calore: il procedimento di autorizzazione in Provincia di Milano

La procedura, definita dalle normative e dai regolamenti vigenti¹, prevede una «concessione di derivazione d'acqua» rilasciata dalla Provincia, previa istanza da parte dell'utente. La concessione comporta il pagamento di un canone annuo calcolato sulla portata media e sul tipo di utilizzo richiesto; per impianti a pompe di calore, il canone di utilizzo è di tipo «igienico-sanitario» e gli importi vengono stabiliti con cadenza biennale dalla Regione.

Si ricorda che anche le derivazioni per uso energetico entrano nell'applicazione della normativa in materia di impatto ambientale; per derivazioni che superano i 100 l/sec la Valutazione di impatto ambientale (VIA) è obbligatoria, mentre è prevista la verifica di VIA per utenze che superano i 50 l/sec solo in aree di crisi idrica, come definito dal Piano di tutela delle acque (L.R. 13/2010); nelle aree naturali protette e nei parchi, secondo il Decreto del Presidente della Repubblica del 12 aprile 1996, sono soggette a Valutazione di impatto ambientale le derivazioni superiori a 50 l/sec, e con portate di 25 l/sec deve essere svolta la procedura di verifica di VIA solo in aree di crisi (L.R. 13/2010)

Nell'ambito della valutazione dei progetti sinora pervenuti, la Provincia di Milano pone particolare attenzione alla verifica degli acquiferi interessati dalle opere proposte e alle condizioni qualitative e quantitative delle falde intercettate. La Provincia sta sviluppando internamente un metodo sperimentale di verifica che viene applicato *caso per caso* in relazione alla specificità del singolo progetto e di cui si elencano di seguito i caratteri salienti.

Analisi dei criteri di progettazione

- Verifica degli aspetti relativi all'efficienza energetica, al fine di valutare il corretto dimensionamento dell'impianto in relazione allo sfruttamento della risorsa.
- Verifica dell'applicazione di criteri della «miglior pratica», per la costruzione e la messa in opera dell'impianto e delle opere accessorie.
- Sussistenza delle condizioni geologico-tecniche per effettuare l'eventuale reimmissione in falda delle acque derivate a scopo geotermico.
- Protocollo di controllo e di collaudo, da condurre durante la predisposizione delle opere (pozzi ecc.) ma anche all'avvio dell'impianto, al fine di verificare il corretto funzionamento del sistema.

Applicazione di criteri di «valutazione degli effetti»

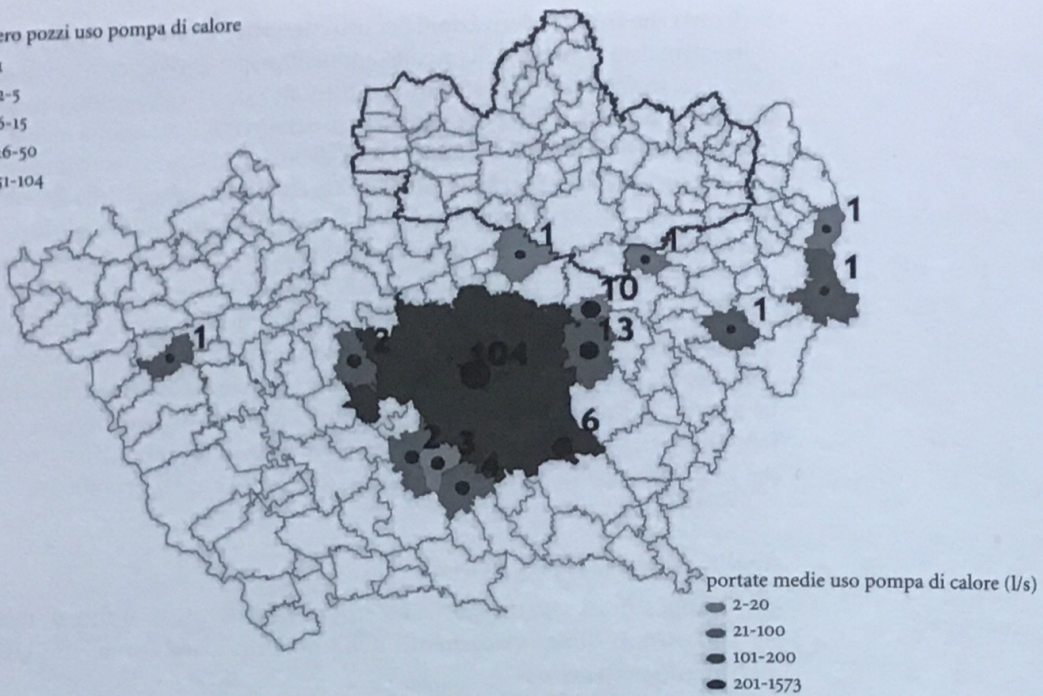
- Verifica dell'eventuale interessamento delle falde destinate a scopo idropotabile e captate da pozzi pubblici nelle vicinanze degli impianti.
- Definizione dell'effetto delle opere e dell'eventuale alterazione della circolazione idrica locale, mediante modellizzazione di flusso.
- Valutazione dell'alterazione termica indotta nel tempo e di eventuali effetti di alterazione idrochimica delle acque (ad esempio, lisciviazione delle sostanze naturalmente presenti nei sedimenti o nell'acquifero: ferro, manganese, arsenico ecc.) con rischio di contaminazione o di induzione di attività batterica patogena.
- Definizione dei criteri di monitoraggio degli impianti a regime.

La chiusura del ciclo di utilizzo: lo scarico delle acque dell'impianto

Uno dei principali nodi nella fase di progettazione degli impianti che utilizzano acque di falda – in particolare nelle aree ad elevata antropizzazione – è l'individuazione del possibile recapito delle acque estratte e restituite «senza variazioni quantitative e qualitative», fatta eccezione per l'incremento positivo o negativo (a seconda delle stagioni) della temperatura. Per lo scarico, la normativa prevede di dare priorità al recapito in corso d'acqua superficiale; in assenza di tale possibilità, per le acque utilizzate ad uso geotermico può essere autorizzato lo scarico nella stessa falda delle acque prelevate². La Provincia di Milano rilascia sia l'autorizzazione allo scarico in corso d'acqua superficiale, sia quella relativa alla reimmissione nella stessa falda delle acque

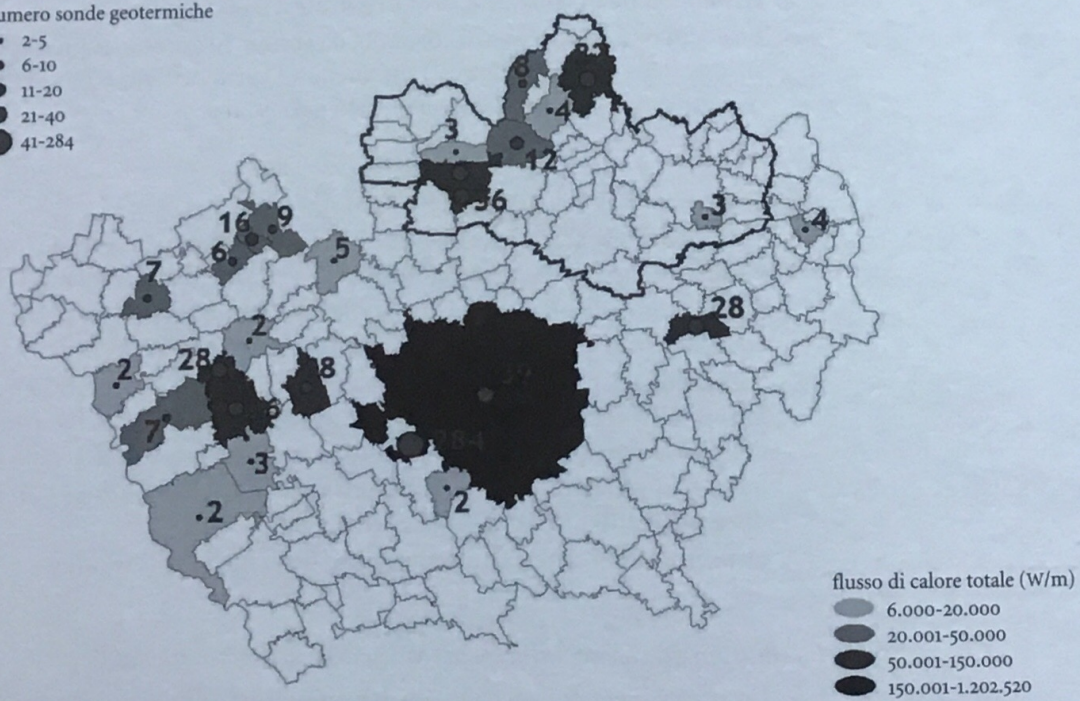
numero pozzi uso pompa di calore

- 1
- 2-5
- 6-15
- 16-50
- 51-104



numero sonde geotermiche

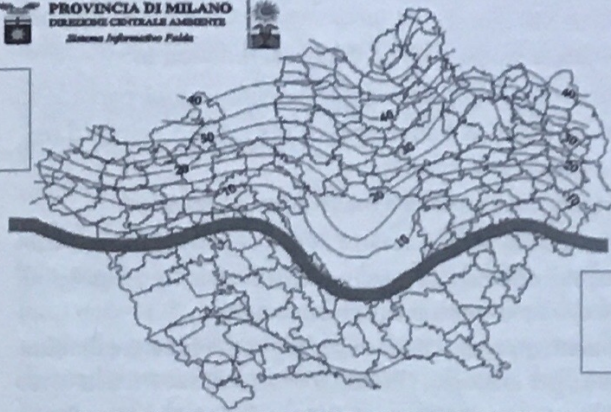
- 2-5
- 6-10
- 11-20
- 21-40
- 41-284



APPLICAZIONI
NEL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI MILANO

PROVINCIA DI MILANO
DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE
Sistema Informativo Falda

LIVELLI DI FALDA
superiori a 5 metri
dal piano campagna



LIVELLI DI FALDA
inferiori a 5 metri
dal piano campagna

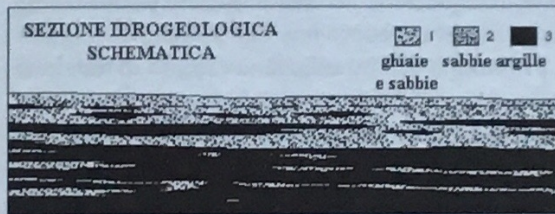
CARTA DELLA SOGGIACENZA DELLA FALDA FREATICA NELLA PROVINCIA DI MILANO (metri da p.c.)

DATI TECNICI DA VALUTARE

- volume complessivo di terreno interessato
- quantificazione delle porzioni nell'insaturo e nel saturo
- periodicità di una eventuale immersione in falda

REALIZZAZIONE SONDE GEOTERMICHE

OPERE
CHE UTILIZZANO
VOLUMI
DI RIDOTTA
ESTENSIONE
IN PROFONDITÀ
MA ELEVATA
ESTENSIONE AREALE



OPERE
CHE UTILIZZANO
VOLUMI
DI RIDOTTA
ESTENSIONE
AREALE
MA DI ELEVATA
PROFONDITÀ



- disponibilità di spazi di intervento
- possibilità o meno di raggiungere la falda
- conseguente pagamento o meno del canone di concessione



- disponibilità di spazi di intervento
- messa in comunicazione di più falde
- costi della perforazione maggiori
- pagamento del canone di concessione

2. Numero di pozzi e portate medie delle pompe di calore nella provincia di Milano.
3. Numero di sonde geotermiche e flusso di calore totale nella provincia di Milano.
Fonte dei dati: Sistema informativo di falda (SIF).
4. Problematiche tecniche da affrontare nella procedura di autorizzazione.
5. Tipologie differenti di sonde geotermiche.
Fonte dei dati: Sistema informativo di falda (SIF).

prelevate. In assenza di normative sui criteri di verifica di conformità dello scarico in falda, nell'ambito delle istruttorie *in itinere*, si è deciso di applicare alcuni criteri concordati con i componenti del gruppo di studio già citato, istituito dalla Provincia di Milano.

In particolare si richiede di rispettare le seguenti indicazioni:

- temperatura massima consentita per le acque di reimmissione pari a 20°C;
 - assenza di variazione chimico-batteriologicala tra i valori misurati nell'acqua prelevata e in quella scaricata;
 - assenza di *cortocircuitazione termica* a breve o medio termine;
 - verifica dell'ampiezza della bolla di calore nelle condizioni di esercizio;
 - verifica delle deformazioni indotte localmente sulla falda e dei possibili cedimenti o danni alle opere sovrastanti o circostanti;
 - effettuazione di almeno un'analisi l'anno dell'acqua di prelievo e di reimmissione utilizzando, per analogia, i limiti tabellari dello scarico in corso d'acqua, opportunamente integrati con alcuni parametri aggiuntivi.
- In casi particolari potrà essere richiesta la predisposizione di un sistema di monitoraggio qualitativo *monte-valle*, mediante la predisposizione di piezometri *ad hoc*.

Sonde geotermiche

A pochi metri di profondità dalla superficie terrestre, il terreno mantiene una temperatura quasi costante tutto l'anno, permettendo di estrarre calore d'inverno per riscaldare un ambiente e di cedere calore in estate per raffrescare lo stesso ambiente; tale scambio di calore può essere realizzato con *sonde geotermiche* o *sonde di captazione* installate tramite perforazione (del diametro di pochi centimetri) nel terreno, a lato dell'edificio. Il numero delle sonde geotermiche e la profondità dell'installazione variano in funzione dell'energia termica richiesta.

Ogni sonda è formata da due moduli, ciascuno costituito da una coppia di tubi in polietilene che formano un circuito chiuso (un tubo di *andata* e uno di *ritorno*) all'interno del quale circola un fluido.

Sonde geotermiche: il procedimento di autorizzazione in Provincia di Milano

Nel corso degli anni la normativa che riguarda le sonde geotermiche ha subito molte variazioni³. La Regione Lombardia, con l'emanazione del Regolamento regionale n. 7 del 2007, ha incentivato l'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile, semplificando le procedure amministrative (come previsto dalla Legge regionale n. 10 del 2009) (ill. 3).

Si riassumono brevemente i punti essenziali del regolamento in vigore:

- per l'installazione di sonde geotermiche che raggiungono una profondità non superiore a m 150 dal piano campagna e di sonde geotermiche orizzontali, è necessaria la sola registrazione dell'impianto nella banca dati informatizzata, il Registro sonde geotermiche (RSG), disponibile sul sito della Regione;
- per l'installazione di sonde geotermiche che superano la profondità di m 150 dal piano campagna, è invece richiesta l'autorizzazione da parte della Provincia competente. Anche in questo caso la registrazione dell'impianto nel Registro sonde geotermiche è obbligatoria e deve avvenire, a cura del proprietario, prima della data di apertura del cantiere.

Il Regolamento distingue poi, dal punto di vista energetico, le procedure per i «piccoli» e i «grandi» impianti. I «piccoli impianti» sono impianti geotermici che hanno una potenza termica e/o frigorifera utile, uguale o inferiore

a 50 kW; i «grandi impianti», sono impianti geotermici che hanno una potenza termica e/o frigorifera utile superiore a 50 kW. Per i «grandi impianti», sempre utilizzando il Registro sonde geotermiche, è necessario fornire le informazioni ottenute attraverso un test specifico (Ground response test), ossia una prova sperimentale che permette di rilevare le proprietà termofisiche di scambio del sottosuolo e di procedere poi al corretto dimensionamento del campo geotermico. Per i grandi impianti, è prevista l'esistenza di un adeguato sistema di monitoraggio.

Conclusioni

Negli ultimi anni sono aumentate considerevolmente le richieste di utilizzo delle falde superficiali per uso energetico. Tale utilizzo è stato finora favorito dalla pubblica amministrazione anche in considerazione del fenomeno di innalzamento della falda registrato alla fine degli anni novanta, fino ad assumere un ruolo importante nel bilancio idrico sotterraneo. Considerando però che la totalità delle risorse idriche utilizzate a scopo idropotabile nella provincia di Milano provengono dalle falde acquifere, è fondamentale pianificare la gestione della risorsa idrica, soprattutto in relazione all'uso energetico. Risulta evidente che le attività di pianificazione devono necessariamente basarsi su attente analisi quantitative e qualitative della risorsa idrica, supportate da strumenti tecnici adeguati. In quest'ottica, tra le attività già in corso presso la Provincia di Milano, vi è la costruzione e l'implementazione di modelli tridimensionali di supporto alle decisioni (Decision Support System, DSS) per la gestione della falda e la definizione di reti di monitoraggio efficienti; questo avviene in collaborazione con i soggetti che da tempo fanno parte del Sistema informativo di falda (SIF) e che rappresentano i principali attori nella gestione delle acque sotterranee.

Tra le maggiori criticità finora evidenziate nella gestione di autorizzazioni, realizzazioni e gestioni degli impianti geotermici, si ricordano in particolare la possibilità di interessamento di falde destinate a utilizzi pregiati nel caso vi sia un unico corpo acquifero disponibile; la possibilità di messa in comunicazione di più falde con movimentazione di contaminanti; le variazioni qualitative e quantitative legate all'elevata concentrazione che nell'area urbana milanese stanno avendo queste opere e che possono produrre variazioni qualitative della risorsa con possibile proliferazione di flora batterica; la diffusione di numerosi e limitrofi pennacchi di calore, per i quali risulta difficilmente definibile la geometria, e di conseguenza i volumi di terreno saturo e insaturo interessati.

Principali proposte per uno sviluppo futuro del «sistema acqua»

a) Definire un quadro dello stato qualitativo e quantitativo dei principali corpi acquiferi individuati, componendo e coordinando quanto è già stato realizzato, in modo da programmare degli studi di dettaglio mirati ed efficaci, volti al reperimento delle informazioni e a una conoscenza scientificamente corretta e omogenea sull'intero territorio.

b) Individuare aree specifiche, anche a scala comunale, quali zone di «riserva strategica» e «zone di ricarica» per l'approvvigionamento idrico, con prioritaria attenzione all'utilizzo potabile da vincolare e conservare attraverso idonei strumenti tecnici, urbanistici e gestionali (Norme tecniche di attuazione dei Piani di governo del territorio comunale; applicazioni del Programma di tutela e uso delle acque regionale ecc.).

c) Individuare le aree che necessitano di prioritari interventi di recupero qualitativo degli acquiferi, in funzione del *rischio* per l'approvvigiona-

mento, con particolare riguardo all'utilizzo idropotabile (bonifica delle sorgenti industriali; regolamentazione degli spandimenti agricoli; recupero funzionale di tratte fognarie in cattivo stato di conservazione, con particolare attenzione alle caratteristiche di vulnerabilità dell'acquifero e alla tipologia degli usi attuati). Verificare la possibilità di destinare questi acquiferi ad usi meno pregiati per un certo numero di anni, nonché la necessità di rivedere eventuali concessioni in atto, che risultino potenzialmente interessate dalle problematiche qualitative sopraelencate.

d) Aggiornare i criteri di rilascio delle concessioni allo sfruttamento della risorsa idrica potabile sulla base delle nuove conoscenze tecniche, della situazione attuale dello sfruttamento delle falde acquifere, delle indicazioni normative che nel frattempo sono intervenute a supporto dello svolgimento delle funzioni istituzionali.

e) Definire all'interno di gruppi di lavoro interistituzionali le modalità di intervento, per coordinare, ottimizzare e minimizzare gli impegni burocratici a carico del cittadino, nell'ottica di una maggiore semplificazione delle procedure.

Questo lavoro è stato reso possibile grazie al contributo dei partecipanti al gruppo di lavoro sugli usi energetici delle acque e dei dottori geologi G. Porto, F. Di Palma, A. Zelioli.

¹ Normativa di riferimento in materia di pompe di calore ad acqua di falda.

Regio Decreto n. 1775 dell'11 dicembre 1933, *Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici*: introduce e norma per la prima volta l'utilizzo e la gestione delle acque.

Decreto legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 e successive modifiche, *Norme in materia ambientale*: interviene sulla gestione delle risorse idriche sotterranee e sulla materia ambientale nel suo complesso.

Legge regionale della Lombardia n. 26 del 12 dicembre 2003 e successive modifiche, *Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche*. Art. 43 (Funzioni delle province): alla Provincia di Milano vengono trasferite diverse funzioni, tra cui quella amministrativa per lo scavo di pozzi, la ricerca di acque sotterranee, l'attingimento d'acqua, le piccole derivazioni d'acqua e l'esercizio di ogni altra funzione amministrativa compresa l'attività sanzionatoria.

Regolamento regionale n. 2 del 24 marzo 2006, *Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee...*: definisce in modo univoco le acque sotterranee, il loro utilizzo e ogni utilizzo della risorsa acqua; detta inoltre precise regole sia per l'uso di acque sotterranee in senso tradizionale che per lo sfruttamento della risorsa geotermica. Art. 2 (Definizioni): «Ai fini del presente regolamento sono definite: a) acque calde geotermiche le acque sotterranee indicate all'articolo 1, comma 6, della legge 896/1986 il cui utilizzo geotermico è disciplinato dalla medesima legge». Articoli 22, 5, 32: disciplinano il procedimento amministrativo per la perforazione di pozzi per l'installazione e la gestione di sonde geotermiche.

² In deroga all'art. 104, comma 1, del Decreto legislativo 152/2006, secondo il successivo comma 2.

³ Tra i parametri aggiuntivi: Escherichia coli; enterococchi; Legionella sp.; carica batterica a 22 °C e 37 °C; carica micotica; solventi organoalogenati e BTEX (benzene, toluene, etilbenzene, xileni); cromo esavalente; pH; temperatura; conducibilità; TOC (Total organic carbon); ossidabilità.

⁴ Normativa di riferimento in materia di sonde geotermiche.

Legge n. 896 del 9 dicembre 1986, *Disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche*: definisce l'uso geotermico in sottosuolo. Art. 1 (Ambito di applicazione della legge e competenze), comma 6: «Sono considerate piccole utilizzazioni locali le utilizzazioni di acque calde geotermiche reperibili a profondità inferiori a 400 metri con potenza termica complessiva non superiore a 2.000 kilowatt termici». Art. 9 (Piccole utilizzazioni locali): «L'esecuzione dei pozzi di profondità fino a 400 metri per ricerca, estrazione ed utilizzazione di acque calde, comprese quelle sgorganti da sorgenti per potenza termica complessiva non superiore a 2.000 kilowatt termici, è autorizzata dalla Regione territorialmente competente con le modalità di cui al Regio decreto n. 1775/1933». Sono escluse le risorse geotermiche riconosciute di interesse nazionale, la cui concessione è rilasciata dal Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato (art.7).

Decreto legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, *Norme in materia ambientale*: interviene sulla gestione delle risorse idriche sotterranee e sulla materia ambientale nel suo complesso.

Legge regionale della Lombardia n. 26 del 12 dicembre 2003, *Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche*, cfr. la nota 1.

Regolamento regionale n. 2 del 24 marzo 2006, *Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee...*, cfr. la nota 1.

Legge regionale n. 10 del 26 marzo 2009, *Disposizioni in materia di ambiente e servizi di interesse economico generale*. Art. 2: definisce l'installazione nel sottosuolo di sonde geotermiche che non comportano il prelievo di acqua come «libera», eccetto quelle poste al di sotto di una certa profondità (che sarà definita dalla Giunta regionale con apposito regolamento). In tal caso, si rende necessaria l'autorizzazione della Provincia competente; il proprietario è inoltre tenuto a registrare l'impianto in un'apposita banca dati regionale.

Regolamento regionale n. 7 del 15 febbraio 2010, *Regolamento regionale per l'installazione di sonde geotermiche che non comportano il prelievo di acqua*.