



Organizzazione ed Utilizzo di un Archivio per Pozzi Idrici

Gavin Kennedy

Traduzione: Alessio Fileccia

*Organizzazione ed
Utilizzo
di un Archivio
per Pozzi Idrici*

The Groundwater Project

Gavin Kennedy

*Idrogeologo Senior
Dipartimento delle Risorse Naturali e Rinnovabili della Nuova Scozia
Divisione del Servizio Geologico
Halifax, Nova Scotia, Canada*

Traduzione: Alessio Fileccia

*Organizzazione ed Utilizzo
di un Archivio per Pozzi Idrici*

*The Groundwater Project
Guelph, Ontario, Canada*

Tutti i diritti sono riservati. Questa opera è protetta da copyright. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma o con ogni mezzo, senza il permesso scritto degli autori (per ottenerlo contattare: permissions@gw-project.org). Sono altresì vietate la distribuzione commerciale ed ogni forma di riproduzione.

I testi di GW-Project possono essere scaricati liberamente dal sito gw-project.org. Chiunque può condividere il link gw-project.org per scaricare i lavori di GW-Project. Non è permesso inserire i documenti di GW-Project su altri siti web, né inviare direttamente copie degli stessi ad altri. Si prega di onorare questa libera iniziativa di sapere che beneficia voi e tutti quelli che desiderano apprendere l'argomento acque sotterranee.

Copyright © 2022 Gavin Kennedy (L'Autore)

Pubblicato da "the Groundwater Project", Guelph, Ontario, Canada, 2022.

Kennedy, Gavin

Water Well Record Databases and their Uses - Guelph, Ontario, Canada, 2022.

40 pagine

ISBN: 978-1-77470-033-4

Traduzione di Alessio Fileccia, 2023.

46 pagine

ISBN: 978-1-77470-089-1

Siete invitati ad iscrivervi alla mailing-list di "the Groundwater Project" per essere informati su nuove pubblicazioni, eventi e modalità per collaborare al progetto. Iscrivervi alla mailing-list ci aiuta a costruire una comunità internazionale di studiosi degli acquiferi [Sign-up](#).

Citazione: Kennedy, G.W., 2022, [Water Well Record Databases and Their Uses](#). The Groundwater Project, Guelph, Ontario, Canada.



Editori: Eileen Poeter and John Cherry

Direzione: John Cherry, Paul Hsieh, Ineke Kalwij, Stephen Moran, Everton de Oliveira e Eileen Poeter

Comitato organizzatore: John Cherry, Allan Freeze, Paul Hsieh, Ineke Kalwij, Douglas Mackay, Stephen Moran, Everton de Oliveira, Beth Parker, Eileen Poeter, Ying Fan, Warren Wood, and Yan Zheng.

Copertina: CBCL Limited, 2021

Traduzione italiana: Alessio Fileccia

Indice

INDICE	IV
PRESENTAZIONE DI THE GROUNDWATER PROJECT	VI
INTRODUZIONE	VII
PREFAZIONE	IX
PREMESSA ALLA VERSIONE ITALIANA	X
RINGRAZIAMENTI	XI
RINGRAZIAMENTI DEL TRADUTTORE	XII
1 INTRODUZIONE	1
2 TIPOLOGIA DELLE INFORMAZIONI DI UNA BANCA DATI POZZI E CONTENUTI MINIMI	3
3 STORIA DEGLI ARCHIVI POZZI	8
4 DISPONIBILITÀ DEGLI ARCHIVI POZZI	10
5 UTILIZZI DEGLI ARCHIVI POZZI	14
6 PROBLEMATICHE CONNESSE AGLI ARCHIVI POZZI	17
7 BUONE PRATICHE PER LA GESTIONE DELL'ARCHIVIO POZZI	20
8 CONCLUSIONI	24
9 ESERCIZI	25
ESERCIZIO 1	25
ESERCIZIO 2	25
ESERCIZIO 3	25
ESERCIZIO 4	25
ESERCIZIO 5	25
ESERCIZIO 6	25
ESERCIZIO 7	26
ESERCIZIO 8	26
10 BIBLIOGRAFIA	27
11 RIQUADRI (BOX)	31
BOX 1 STORIA DELL'ARCHIVIO POZZI DELLA NUOVA SCOZIA	31
BOX 2 IL SISTEMA INFORMATIVO SULLE ACQUE SOTTERRANEE	34
BOX 3 UTILIZZO DELLA BANCA DATI POZZI PER DEFINIRE LE ZONE VULNERABILI ALL'INTRUSIONE SALINA NEGLI STATI UNITI	35
BOX 4 UTILIZZO DELLA BANCA DATI POZZI PER CARATTERIZZARE LA CONDUCIBILITÀ IDRAULICA REGIONALE DELL'ACQUIFERO	36
BOX 5 UTILIZZO DELLA BANCA DATI POZZI PER CONFRONTARE LA DISTRIBUZIONE DELLE PORTATE	37
BOX 6 UTILIZZO DELLA BANCA DATI POZZI PER IDENTIFICARE QUELLI NON PRODUTTIVI NELLA PARTE OVEST DEGLI STATI UNITI	38
BOX 7 UTILIZZO DELLA BANCA DATI POZZI PER L'IDENTIFICAZIONE DEGLI ACQUIFERI SUPERFICIALI DELLA NUOVA SCOZIA, CANADA	39
12 SOLUZIONI	40
SOLUZIONE DELL'ESERCIZIO 1	40
SOLUZIONE DELL'ESERCIZIO 2	40
SOLUZIONE DELL'ESERCIZIO 3	41
SOLUZIONE DELL'ESERCIZIO 4	41

SOLUZIONE DELL'ESERCIZIO 5.....	42
SOLUZIONE DELL'ESERCIZIO 6.....	42
SOLUZIONE DELL'ESERCIZIO 7.....	43
SOLUZIONE DELL'ESERCIZIO 8.....	43
13 BREVE PROFILO DELL'AUTORE	44
14 BREVE PROFILO DEL TRADUTTORE	45

Presentazione di The Groundwater Project

Il 2022 segna un anno importante per le acque sotterranee poichè Membri ed Associati del Settore Acqua delle Nazioni Unite hanno scelto come tema della Giornata Mondiale dell'Acqua (22 Marzo, 2022) "L'acqua sotterranea: rendere visibile l'invisibile." Lo scopo di the Groundwater Project (GW-Project) è in sintonia con questo tema.

The GW-Project, un'organizzazione non-profit registrata in Canada nel 2019, si è data il compito di contribuire a migliorare l'istruzione portando un nuovo metodo alla creazione e diffusione della conoscenza e della soluzione di problemi. The GW-Project gestisce il sito web <https://gw-project.org/> come piattaforma globale per una diffusione democratica delle conoscenze sugli acquiferi ed è basata sul principio che:

"Il sapere dovrebbe essere libero e quello migliore dovrebbe essere libero sapere." Anonimo

La missione di GW-Project è quella di rendere accessibile liberamente online, materiale educativo di alta qualità ed in molte lingue diverse per tutti quelli che desiderano imparare le problematiche legate all'acqua sotterranea e comprendere come essa si relaziona e sostiene i sistemi ecologici e le attività umane. Questo costituisce un nuovo aspetto di impegno educativo globale, nel senso che è basato sul volontariato professionale da parte di accademici, consulenti e personale in quiescenza provenienti da diverse discipline di studio. The GW-Project è costituito da centinaia di volontari, in continuo aumento e provenienti da più di 200 organizzazioni di 27 paesi e sei continenti.

The GW-Project costituisce uno sforzo continuo, con centinaia di libri da pubblicare online nei prossimi anni, inizialmente in inglese e quindi in altre lingue, per essere scaricati ovunque Internet sia operativo. Un principio importante a cui si ispirano libri di the GW-Project è un'enfasi alla visualizzazione con chiare figure che stimolano il pensiero critico e spaziale per facilitare l'apprendimento delle informazioni.

Le pubblicazioni di GW-Project comprendono anche materiale di supporto come filmati, lezioni, prove di laboratorio, e sussidi didattici in collegamento a software di dominio pubblico nel settore acque sotterranee e come appoggio al processo educativo.

The GW-Project è un'entità in continuo divenire, con ulteriori edizioni dei libri pubblicate periodicamente. I lettori sono quindi invitati a proporre eventuali modifiche.

Vi ringraziamo di far parte della Comunità del GW-Project. Speriamo di ricevere da voi i vostri commenti sui testi ed il materiale educativo. Apprezziamo idee e volontari!

Il Comitato Organizzatore di The GW-Project

Gennaio 2022

Introduzione

Metà della popolazione mondiale utilizza acqua sotterranea in parte o completamente per usi potabili e, in molte regioni l'agricoltura dipende dalle acque sotterranee. Nonostante quasi tutti i pozzi siano in zone private, l'acqua utilizzata è una risorsa pubblica dato che l'acqua sotterranea non è soggetta a confine di proprietà. Nel momento in cui i dati tecnici sui pozzi e sulla geologia attraversata, sono resi pubblici in un catalogo, la risorsa idrica sotterranea può essere amministrata e protetta per il beneficio della comunità. Per gestire nel miglior modo tale risorsa, i cataloghi sono, a volte utilizzati per impostare complessi modelli numerici di sistemi acquiferi che forniscono acqua a milioni di persone.

Nelle nazioni più sviluppate con un notevole utilizzo di acqua sotterranea. Le organizzazioni governative sono responsabili del mantenimento e pubblicizzazione del catalogo pozzi. In molte zone, la gran parte delle informazioni sull'acqua sotterranea e la geologia deriva dai rapportini dei perforatori. Normalmente i perforatori riportano i dati su di un modulo cartaceo e molte amministrazioni richiedono che questi moduli siano inviati alle agenzie governative per essere inserite nell'archivio nazionale. I sopralluoghi di verifica sul posto sono rari e l'accessibilità e qualità dei dati sui pozzi dipendono dalla disponibilità dei perforatori nel dedicare parte del loro tempo per un bene comune. La quantità di informazioni utili raccolte nei moduli va giudicata in base a quanto è ragionevole registrare per un sondatore che lavora in un impianto di perforazione, spesso in cattive condizioni atmosferiche e terreni difficili.

Questo testo riassume le caratteristiche degli archivi per pozzi riferiti soprattutto al Canada e Stati Uniti. Gli Enti di riferimento per i cataloghi dei pozzi sono le province, in Canada e gli stati, negli USA, ne segue che vi sono decine di archivi con contenuti e formati differenti. Alcune amministrazioni hanno iniziato la raccolta decine di anni fa, mentre altre solo di recente. Alcune hanno dati solo cartacei, non facilmente accessibili, mentre altre mettono a disposizione al pubblico formati elettronici di veloce consultazione. Oggi si è generalmente concordi sull'importanza della conservazione dei dati in formato elettronico, per l'utilizzo, la gestione e la conservazione delle acque sotterranee, ma molte amministrazioni sono ancora in ritardo su questo. C'è comunque ancora la possibilità di migliorare. Amministrazioni anche all'avanguardia non sono ancora dotate di archivi secondo i criteri illustrati in questo libro, ideali per adattarsi alle necessità di perforatori, proprietari, consulenti ambientali, amministratori, ricercatori, insegnanti e comunità in genere. L'autore di questo libro, Gavin Kennedy, è un idrogeologo senior del Servizio Geologico della Nuova Scozia in Canada, una provincia dove oltre il 40 per cento della popolazione è servita da pozzi privati, ed oltre il 50 per cento utilizza acqua sotterranea a scopo potabile. L'archivio pozzi della Nuova Scozia è iniziato 55 anni fa ed è continuamente

aggiornato. Il libro di The Groundwater Project, Pozzi Domestici: Introduzione e Caratteristiche a cura di John Drage, è complementare a questo libro sugli archivi dei pozzi

John Cherry, The Groundwater Project Leader
Guelph, Ontario, Canada, Gennaio 2022

Prefazione

Questo libro sottolinea l'importanza di una gestione dei dati riferentesi ai pozzi idrici come caratteristica fondamentale dei programmi di gestione di acqua sotterranea e potabile. Fornisce una descrizione sulla storia, accessibilità, usi, carenze e linee guida di questi archivi, costituendo un'utile base conoscitiva per studenti, insegnanti, ricercatori, consulenti idrogeologi ed amministratori interessati a comprendere questo argomento.

Negli ultimi 50 anni gli archivi pozzi si sono evoluti in molte amministrazioni, da un formato cartaceo ad una accessibilità in formato digitale su internet. Una ricerca in rete sui vari archivi mondiali indica che la disponibilità ed accessibilità dei dati contenuti negli archivi pozzi è molto variabile. Dove i dati sono disponibili, in questo libro troverete comunque il collegamento all'archivio digitale dei pozzi per le varie amministrazioni.

Il testo identifica anche le diverse tipologie di clienti e fornisce alcuni esempi di come sono utilizzati gli archivi a supporto degli studi sulle acque sotterranee.

La descrizione delle carenze più comuni e dei metodi di gestione degli archivi pozzi contenuti nel libro può essere usata per migliorare la gestione futura degli stessi. Un continuo perfezionamento della qualità dei dati ed accessibilità via internet non farà altro che favorire il loro utilizzo nel campo della ricerca e gestione delle acque sotterranee.

Premessa alla versione italiana

In Italia l'Idrogeologia non ha ancora goduto della stessa divulgazione ricevuta da altre materie delle Scienze della Terra. Lo stesso non è vero per i paesi di lingua anglosassone dove si assiste da tempo anche ad una fruttuosa collaborazione tra geologi, ingegneri, matematici. Gli argomenti trattati in questo libro sono un buon esempio di tale collaborazione e questo è uno dei motivi per cui ho accettato di occuparmi della traduzione. Un altro aspetto che ho considerato è la chiarezza e sinteticità con cui i concetti, non sempre semplici, sono esposti e resi comprensibili. Questo approccio, denota da parte dell'Autore la sua familiarità con la materia ed il suo impegno e successo per renderla fruibile ed applicabile da parte di una vasta platea di lettori. Lo stesso approccio lo ritroviamo in tutti gli altri testi disponibili su GW-Project. E' pertanto un esempio che mi sento di appoggiare e far conoscere, considerata anche l'esperienza e l'autorevolezza di tutti gli autori.

Alessio Fileccia,
volontario di The Groundwater Project
Giugno 2023

Ringraziamenti

Esprimo i miei più profondi apprezzamenti per la dettagliata ed utile revisione e contributo al libro, dei seguenti:

- ❖ Abigail Burt, Geologo, Ontario Geological Survey, Ontario Ministry of Northern Development and Mines;
- ❖ Boyan Brodaric, Ricercatore, Geological Survey of Canada, Natural Resources Canada;
- ❖ Bruce Misstear, Fellow Emeritus, Trinity College Dublin;
- ❖ Colin Walker, Idrogeologo, CBCL Ltd.;
- ❖ Connie Bryson;
- ❖ David Banks, Director, Holymoor Consultancy Ltd.;
- ❖ Elizabeth Priebe, Idrogeologo, Ontario Geological Survey, Ontario Ministry of Northern Development and Mines;
- ❖ Everton De Oliveira, Direttore, Sustainable Water Institute Brazil;
- ❖ Gordon Check, Idrogeologo Senior, Nova Scotia Environment and Climate Change;
- ❖ Heather Cross, Idrogeologo, in quiescenza;
- ❖ Hugh Simpson, Analista Programmatore, Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs;
- ❖ John Drage, Idrogeologo Senior, Geological Survey Division, Nova Scotia Department of Natural Resources and Renewables;
- ❖ Ken Bradbury, Direttore e Geologo Statale, Wisconsin Geological and Natural History Survey;
- ❖ Scott Cousins, Idrogeologo, City of Guelph;
- ❖ Scott Jasechko, Ricercatore, Bren School of Environmental Science & Management, University of California; and,
- ❖ Steve Holysh, Oak Ridges Moraine Groundwater Program Co-Manager, Idrogeologo Senior.

Sono grato ad Amanda Sills e Juliana Apolonio di “the Groundwater Project” per la supervisione e redazione di questo libro. Ringrazio Eileen Poeter (Colorado School of Mines, Golden, Colorado, USA) per la revisione, l’impaginazione e produzione del libro. Ringrazio infine il collega dr Alessio Filecchia, per la disponibilità dimostrata nel preparare la traduzione completa del testo, dall’inglese.

Ringraziamenti del Traduttore

Ringrazio anche il collega dr Riccardo Castagner, che si è reso gentilmente disponibile a controllare il testo della traduzione.

1 Introduzione

Quasi il 45 per cento della popolazione mondiale vive in aree rurali (Nazioni Unite, 2019), ed in queste zone l'acqua ad uso dei nuclei famigliari proviene da pozzi domestici. I pozzi domestici sono qui intesi come pozzi privati che riforniscono in genere acqua ad uso famigliare, compresa quella ad uso potabile, per cucinare, di scarico e sanitaria. Questi pozzi sono a volte definiti come pozzi privati o residenziali.

Si stima che in Canada e negli Stati Uniti più di un decimo della popolazione fa uso di pozzi domestici per il rifornimento idrico famigliare, mentre a livello globale quasi la metà della popolazione utilizza acque sotterranee a scopo potabile (Margat e van der Gun, 2013). Sfortunatamente non vi sono stime attendibili, a livello globale, per quanto riguarda il numero di abitanti che utilizza pozzi domestici, ma è probabile che centinaia di milioni di persone ne faccia uso per rifornire di acqua le loro famiglie.

La raccolta di informazioni sui dati costruttivi dei pozzi domestici è generalmente considerata come una fase importante nei programmi di gestione delle acque potabili e sotterranee. I dati costruttivi sui pozzi sono spesso raccolti in un archivio reso disponibile al pubblico per numerosi scopi. Questi dati, ad esempio, sono utili agli acquirenti di case per confermare una sufficiente disponibilità idrica, agli amministratori per confermare le caratteristiche costruttive idonee a fornire acqua potabile di buona qualità e per la protezione delle risorse idriche sotterranee, ai gestori idrici per stimare le quantità idriche utilizzate, agli enti sanitari per studiare la potenziale esposizione a sostanze contaminanti nelle acque sotterranee ed ai ricercatori per comprendere meglio le caratteristiche degli acquiferi.


Gli archivi pozzi costituiscono forse le banche dati più estese ed importanti sulle condizioni geologiche ed idrogeologiche a livello mondiale, e per molte amministrazioni sono l'unico tipo di informazione raccolto da un'organizzazione governativa. Questi archivi possono avere più di 50 anni, mentre in altri casi sono stati sviluppati solo di recente (Perrone e Jasechko, 2017; Perrone e Jasechko, 2019; Nova Scotia Environment, 2020; Government of Yukon, 2021).


Questo libro fornisce una descrizione generale sulle banche dati pozzi, insieme alla loro evoluzione, disponibilità, utilizzi e carenze, con qualche esempio di come abbiano contribuito allo studio delle acque sotterranee. Questo testo fa parte di una serie dedicata ai pozzi domestici e quindi ne sottolinea i principali aspetti. Gli archivi pozzi possono però comprendere pozzi perforati ad uso pubblico (a livello comunale o provinciale) o per altri usi come pozzi esplorativi, per l'irrigazione, industriali, commerciali, per monitoraggio, drenaggio o ad uso geotermico. Le banche dati sono utili anche per registrare informazioni relative a pozzi abbandonati o modificati in un secondo momento (per esempio riapprofondimenti, riabilitazioni, o riprese di sviluppo).

Sebbene il libro si concentri sui dati raccolti per pozzi domestici, molti aspetti sono applicabili anche ad altri tipi di archivi informativi. Il pubblico a cui intendiamo rivolgerci è costituito da studenti, insegnanti, ricercatori, consulenti e gestori di acque sotterranee ed amministratori con una base culturale sulla risorsa acqua ed un interesse professionale per le banche dati pozzi. Il testo considera soprattutto la situazione nel Nord America ma vengono fornite anche informazioni relative ad altri paesi.

2 Tipologia delle Informazioni di una Banca Dati Pozzi e Contenuti Minimi

Durante la perforazione di un pozzo per acqua che può servire ad uso domestico, pubblico, od altro (per esempio, industriale od irriguo) un sondatore registra normalmente i dati costruttivi del pozzo su di un modulo (Figura 1). Le voci registrate comprendono alcune caratteristiche costruttive come il cemento, il rivestimento, i filtri ed il metodo di perforazione; caratteristiche idrogeologiche quali il livello statico, la litologia e la portata stimata; ed informazioni generali come la posizione, il proprietario, ed il nome del perforatore (Tavola 1; Ganley, 1989). Secondo un censimento del 1989 sulle banche dati pozzi negli Stati Uniti, le informazioni più comuni riportate negli archivi erano i nomi del proprietario, del sondatore ed il livello statico, mentre i dati meno registrati si riferivano al packer, al fluido di perforazione, ed alla litologia.




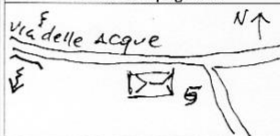


Scheda pozzo

Pozzo n. _____
(Uso interno)

Ditta perforazione certificata		Dati proprietario/committente			
Nome <u>Mario Rossi</u>		Proprietario <u>Antonio Rizzo</u>			
Certificazione n. <u>1</u>		Committente/consulente/impresa ecc. <u>/</u>			
Ditta <u>Sonda Luigi</u>		Indirizzo pozzo <u>Via delle Acque 5</u>			
Indirizzo <u>Via Garibaldi 5</u> <u>Piacenza</u>		Mappale <u>FO 5 mp.2</u>		C.a.p. <u>1000</u> Tel. <u>12345</u>	
Collaboratori <u>Piero Dalleria</u>		Provincia/Comune <u>Piacenza - Tre case</u>		Località <u>Le Fontane</u> Cartografia <u>CTR 087613</u>	

Stratigrafia				Posizione	
Prof. (m) da a	Colore	Litologia	Acqua si no	Disegno pozzo	Proprietà
0 2	nero	terreno superfic.	no		100
2 20	marr.	sabbia e ghiaia	si		GPS (WGS84 - UTM) Est <u>450500</u> Nord <u>5000510</u>
20 22	grig.	argilla compatta	no		Dettagli informativi dell'archivio pozzi
22 30	rosso	sabbia grossa	si		
30 40	rosso	arenaria con bande di shale	si		
Continuare su altro foglio se necessario					

Schizzo topografico	
	

Dettagli costruttivi del pozzo		Distanze da:		Portate	
Profondità sotto p.c. (m) <u>122</u>		Serbatoio carb. (m) <u>50</u>		Metodo: airlift <input checked="" type="checkbox"/> piston. Pompa	
Profondità della roccia (m) <u>30</u>		Bordo strada (m) <u>10</u>		Portata (l/s) <u>0.6</u> durata (ore) <u>1 1/2</u>	
Fratture con acqua a m. <u>35</u> <u>62 - 75 - 110</u>		Nome strada <u>Via Acque</u>		Prof. Prova (m) <u>30</u>	
Tubaggio		Sistema depur. In loco (m) <u>40</u>		Max liv. Dinamico (m) <u>30.5</u>	
diam. Esterno	diam. interno	Sistema depur. Decentrato (m) <u>100</u>		Livello recup. Fine prova (m) <u>10</u>	
Da <u>0</u> a <u>40</u> (m)	Da _____ a _____ (m)	Fonte inquin. Potenziale (m) <u>40</u>		Durata recovery (ore, min) <u>1.10</u>	
diametro <u>180</u> (mm)	diametro _____ (mm)	Fiume (m) <u>50</u> pozzo (m) <u>/</u>		Prof. Liv. Statico (m) <u>6.</u> fluente ?	
spessore <u>4.7</u> (mm)	spessore _____ (mm)	Chimismo			
materiale: acciaio o _____	spessore _____ (mm)	Colore _____ Sapore _____ Odore _____ Altro _____			

Situazione finale		Uso		Tipo perforazione	
Fornitura idrica <input checked="" type="checkbox"/>		Domestico <input checked="" type="checkbox"/>		Rotazione <input checked="" type="checkbox"/>	
Pozzo di osservazione _____		Industriale _____		Percussione _____	
Pozzo pilota _____		Commerciale _____		A getto _____	
Pozzo di ricarica _____		Municipale _____		Altro _____	
Abbandonato (scarsa portata) _____		Irrigazione _____		Fluidi perforazione _____	
Abbandonato (cattiva qualità) _____		Pubblico _____		Tipo <u>aria, acqua</u>	
Abbandonato (salmastro) _____		Agricolo _____		Schiuma _____	
Non completato _____		Pompa di calore _____			
Altro _____		Altro _____			

Attestazione		Ufficio competente	
Certifico che il pozzo è stato costruito secondo il regolamento di Nova Scotia Environment Act relativo alle Well Construction Regulations		Nova Scotia Department of Environment 30 Damascus road, suite 115 Bedford, Nova Scotia B4A 0c1	
Data completamento <u>15/12/2002</u>			
Firma <u>Johannes</u>			
Data compilazione <u>31/12/2002</u>			

Commenti del perforatore	
<u>consigliato snodo tipo</u>	
<u>pressure adaptor e pompa</u>	
<u>sommersa 0.5 HP a 32m</u>	

Documento importante per il proprietario - documento con tutela legale

Rev. 08/13 Originale a NSE copia per il Cliente copia per la Ditta

Figura 1 – Esempio di modulo per pozzi utilizzato in Nuova Scozia, Canada con dati fittizi (Nova Scotia Environment and Labor, 2004).

Tavola 1 – Tipologia di informazioni contenute nei moduli per pozzi (da Ganley, 1989).

Categoria	Descrizione
Dati costruttivi del pozzo	<ul style="list-style-type: none"> • Numero identificativo univoco (in alcune amministrazioni è richiesta l'affissione di una targhetta identificativa del pozzo, vedi Figura 2) • Metodo di perforazione, dettagli sulla cementazione ed i filtri • Profondità del pozzo e del rivestimento • Caratteristiche dei materiali inclusi filtri, rivestimento, cemento (Materiali utilizzati, diametro, scarpa) • Caratteristiche della pompa (alcuni Enti richiedono un modulo separato per inserire questi dati) • Schema, in sezione, del tubaggio del pozzo
Idrogeologia	<ul style="list-style-type: none"> • Log stratigrafico e descrizione dei litotipi • Quote delle venute d'acqua • Livello statico a fine perforazione • Schema mostrante la stratigrafia, le venute d'acqua ed il livello statico • Portata ed informazioni sulla prova di pompaggio (p.e. portata specifica: portata del pozzo su abbassamento unitario, alla pseudostabilizzazione) • Qualità dell'acqua, dati più comuni (p.e., temperatura, salinità, torbidità, colore, odore, ecc.)
Dati generici	<ul style="list-style-type: none"> • Dati sulla Ditta di perforazione (nome, licenza) • Dati sul proprietario del pozzo (nome, indirizzo) • Posizione del pozzo, metodo di localizzazione e sua accuratezza (può essere una griglia di riferimento, una località o una coppia di coordinate) • Distanza a punti di interesse come strade, sistemi di scarico, serbatoi di carburante, strutture di accumulo o distribuzione idrica. • Schema topografico della posizione del pozzo rispetto ai punti di interesse



Figura 2 – Pozzo perforato in Ontario, Canada, con targhetta affissa sul rivestimento indicante un codice univoco (ID).

Completato il pozzo, lo schema costruttivo, noto come log, viene di solito inviato dalla ditta di perforazione agli uffici pubblici responsabili del controllo delle attività di perforazione in una data regione. Lo schema è conservato in un ufficio centrale come parte di un archivio pozzi (Ganley, 1989). Oggi questi dati sono di solito in formato elettronico, per rendere più semplice lo scambio di informazioni con gli utenti. Comunque in molti uffici l'accesso agli archivi è ancora difficile (Perrone e Jasechko, 2019).

La costruzione di un pozzo, specialmente se perforato, richiede un macchinario pesante e particolare, molto costoso da spostare ed utilizzare che fornisce una valida opportunità per ottenere informazioni geologiche ed idrogeologiche altrimenti difficili da ottenere. I dati sui pozzi permettono di archiviare le informazioni in un formato standard durante la costruzione e di renderli disponibili per esigenze future.

In alcune regioni la consegna delle schede pozzi è volontaria, mentre in altre è richiesta per legge, spesso parte di un regolamento più generale sulla costruzione dei pozzi. La richiesta di una scheda pozzo può anche dipendere dall'uso previsto. Per esempio, alcune amministrazioni richiedono la scheda per pozzi idrici di fornitura pubblica e quindi quelli domestici non sono compresi nell'archivio. Una richiesta volontaria per la consegna dei dati pozzi produce un numero inferiore di informazioni rispetto ad una richiesta obbligatoria (Perrone e Jasechko, 2017). In Canada, tutte le province hanno emanato norme che richiedono la consegna dei moduli pozzi e la British Columbia è quella che più recentemente (2016) ha richiesto alle ditte di perforazione di fornire tali schede (GW Solutions Incorporated, 2013; Provincia di British Columbia, 2016).

Il numero delle schede pozzi per ciascuna amministrazione può variare di molto ed è spesso legato al numero di utenti che usano pozzi domestici per la loro fornitura idrica. Per esempio la popolosa California degli Stati Uniti possiede circa un milione di punti nel suo archivio pozzi (Perrone and Jasechko, 2017) mentre la provincia di Prince Edward Island (2021) nel Canada ne ha circa 28000. Il numero dei punti può anche dipendere dal particolare regolamento, se la fornitura è volontaria (p.e. il Territorio dello Yukon in Canada) o regolarizzata da una norma e per quale tipologia di fornitura (p.e. domestica o pubblica).

L'osservanza alle norme per la consegna obbligatoria è un altro fattore che determina il numero di schede disponibili in un archivio dato che il controllo della fornitura delle schede è un problema continuo. Per esempio si stima che nell'Archivio Pozzi della Nuova Scozia (Nova Scotia Environment, 2020) vi sia il 50 – 60 per cento dei pozzi domestici in funzione nella provincia (Kennedy e Pologato, 2017). Un sondaggio a livello nazionale sugli archivi pozzi negli Stati Uniti, stima che siano stati raccolti tra il 5 e 100 per cento dei pozzi (Perrone e Jasechko, 2017; Perrone e Jasechko, 2019).

Sebbene il livello di gestione degli archivi pozzi può variare da subregionale (p.e., le contee in [California, USA](#)) a nazionale (p.e., schede pozzi gestite dal [British Geological](#)

Survey[↗] o Australian Bureau of Meteorology[↗]), la gestione dei dati pozzi è simile a quella delle risorse idriche sotterranee. Per esempio in Canada, province e territori sono responsabili della gestione delle acque dolci ed anche delle attività di costruzione pozzi e loro archivio.

3 Storia degli Archivi Pozzi

L'abitudine di catalogare i dati costruttivi dei pozzi deriva probabilmente dalle perforazioni petrolifere e geotecniche per la necessità di ricercare e fornire adeguate risorse idriche. Storicamente, le ditte di perforazione raccolgono le informazioni sui pozzi su registri di cantiere, poi sostituiti con moduli scritti a mano archiviati in un ufficio centrale. Alcune amministrazioni accettano una versione informatizzata dei dati (p.e., La [Provincia di Alberta](#)) mentre altre continuano ad inserire i dati manualmente copiandoli da moduli cartacei in un formato (p.e., la [Provincia di Nuova Scozia](#)).

Le prime schede pozzo erano registrate spontaneamente dai perforatori come utile promemoria sui dati costruttivi e sulle condizioni geologiche ed idrogeologiche incontrate durante i lavori e che potevano poi essere usate come riferimento dalla società di perforazione. Durante gli anni sessanta e settanta vi fu una crescente consapevolezza sulla vulnerabilità all'inquinamento dei pozzi domestici con l'adozione di norme e linee guida per la costruzione dei pozzi. Perrone e Jasechko (2017) riferiscono che negli Stati Uniti la maggior parte degli stati ha cominciato a raccogliere informazioni a partire da metà degli anni settanta.

Inizialmente le schede pozzi, o una loro sintesi, erano pubblicati annualmente in un formato cartaceo, poi evolutosi negli anni in quello digitale consultabile in rete (Ganley, 1989). Il passaggio da archivio cartaceo a digitale costituisce un impegno notevole e per i responsabili dei vari uffici che hanno completato il lavoro rappresenta un grande successo che ha incrementato di molto il suo utilizzo. Un altro progresso tecnologico notevole è stata la disponibilità dei GPS (Global Positioning System) portatili, compresi i cellulari, che hanno permesso ai perforatori di ubicare più accuratamente la posizione di un pozzo (Figura 3)



Figura 3 – Registrazione in campo delle coordinate di un pozzo.

L'evoluzione dell'archivio pozzi della Nuova Scozia negli ultimi 55 anni è riassunto nel riquadro [Box 1](#) ↓. Varie altre amministrazioni hanno seguito un'evoluzione simile in termini di sviluppo dell'archivio, partendo da un formato cartaceo ad una distribuzione dei dati sui pozzi via internet.

4 Disponibilità degli Archivi Pozzi

Dato che la richiesta ai perforatori di fornire le schede pozzo è diventata una pratica comune in molti paesi da decenni e circa il 45 per cento della popolazione mondiale risiede in aree rurali (Nazioni Unite, 2019) dove i pozzi domestici sono la fornitura preferita di acqua, si stima che potrebbero esserci fino a 100 milioni di schede pozzo negli archivi a livello mondiale. L'accesso a queste schede è comunque molto variabile, da relazioni in formato cartaceo catalogate o scansionate, a dati digitali condivisibili su internet. In uno studio generale sulla suscettibilità dei pozzi idrici agli abbassamenti piezometrici tra il 1950 e 2015 (Figura 4; Jasechko e Perrone, 2021) circa 39 milioni di schede pozzo digitali sono state compilate da 40 paesi o territori. In alcuni paesi sono disponibili i dati delle schede pozzi a livello nazionale (Tavola 2) mentre in altri i dati sono pubblicati da strutture più decentrate.

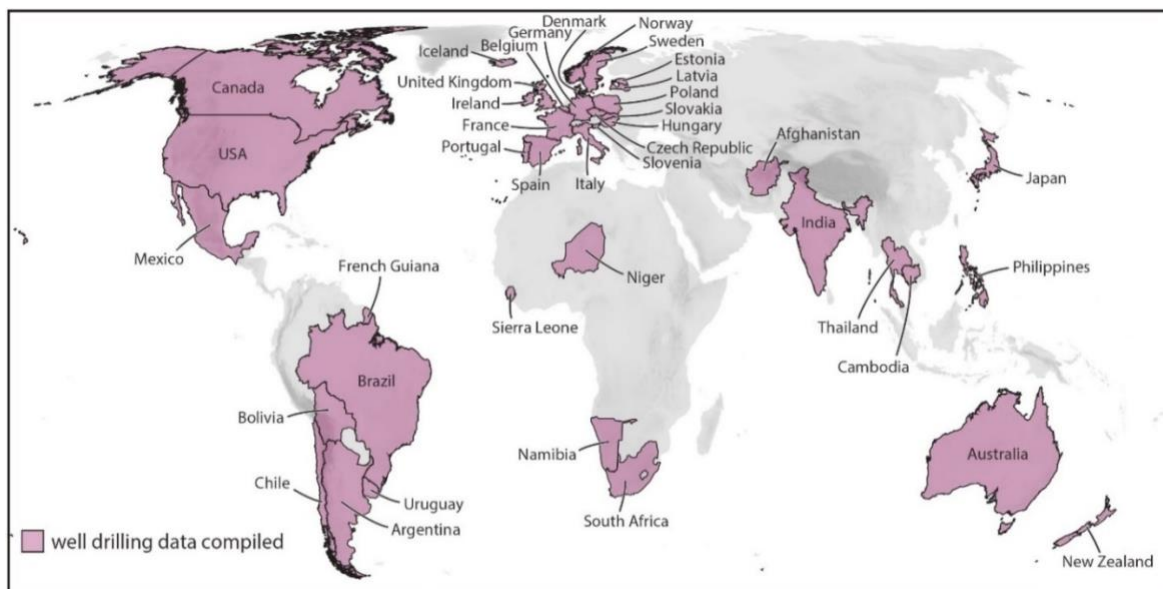


Figura 4 - Distribuzione geografica dei dati sulla capacità dei pozzi di registrare gli abbassamenti della falda tra il 1950 e il 2015. Per Stati Uniti, Argentina, Bolivia e Germania è disponibile solo una copertura parziale (da Jasechko e Perrone, 2021).

Tavola 2 – Lista di archivi che forniscono dati pubblicamente. I dati pozzi sono digitalizzati ed organizzati (p.e. gruppi di informazioni diversi sistemati in uno o più file coerenti) o riportati su cartografia a livello nazionale.

Nazione	Fonte
Tanzania, Malawi, Mozambique, Zimbabwe, Botswana, South Africa, Lesotho, Swaziland, Namibia, Madagascar	Southern African Development Community (SADC) Groundwater Information Portal
Australia	National Groundwater Information System
Brazil	SIAGAS Groundwater Information System
Cambodia	The Online Well Database of Cambodia
Canada	Groundwater Information Network (GIN)
Denmark	National Well Database (JUPITER)
Germany	Borehole Map of Germany
Norway	National Groundwater Database (GRANADA)
Italy	Ispra Ambiente
Spain	Institute of Mining and Geology of Spain – Water Points Database
United Kingdom	GeoIndex Onshore – Water Wells
Uruguay	Mining Geological Viewer – Well Data

Negli ultimi decenni, molte amministrazioni a livello mondiale hanno optato per una distribuzione degli archivi pozzi tramite internet, con una libera disponibilità e la

possibilità di utilizzare vari formati (p.e. database, testo, servizio via web, Esri™ shapefile/geodatabase, file Google Earth™). Sebbene la disponibilità via rete dei dati si stia velocemente ampliando, in alcune amministrazioni i problemi di privacy ostacolano le possibilità di una fruizione più generale.

La possibilità di interagire vicendevolmente tra questi sistemi è comunque limitata e questo è da valutare nel caso di uno studio idrogeologico di larga scala soprattutto se l'area attraversa confine politici. Le difficoltà di trovare ed accedere a dati ben organizzati sono legate alla distribuzione degli enti preposti (p.e. regionali) che li custodiscono ed alla eterogeneità delle informazioni sui pozzi (Brodaric et al., 2018). Alcuni metodi per risolvere questi problemi sono quelli di standardizzare i termini idrogeologici che definiscono i dati pozzo a livello nazionale (p.e., Australia's [National Aquifer Framework](#)) o la traduzione di questi dati provenienti da svariate fonti in un unico linguaggio comune (p.e., [Borehole Map of Germany](#) o Canada's [Groundwater Information Network](#)). Ulteriori informazioni del metodo utilizzato in Canada per armonizzare le informazioni da varie fonti sono contenute nel [Box 2](#). La Southern African Development Community (SADC) Groundwater Management Institute (GMI) ha richiesto lo sviluppo del portale [Groundwater Information Portal](#)—sviluppato e gestito da International Groundwater Resources Assessment Centre— specificatamente per accedere ad informazioni ben organizzate sui pozzi e di tipo idrogeologico in senso generale, per i paesi dell'Africa meridionale (Figura 5).

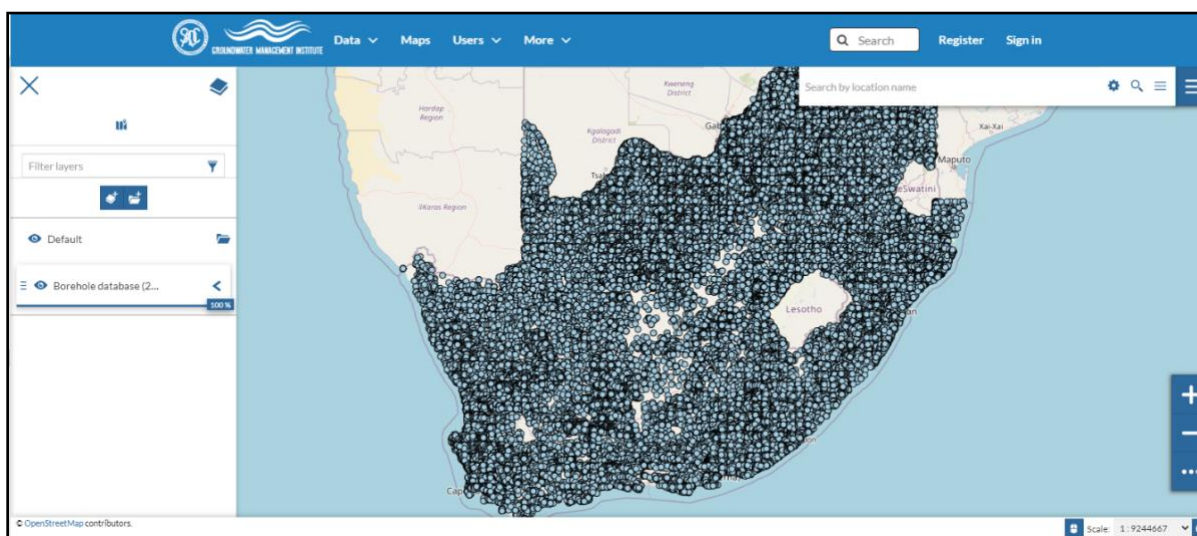


Figura 5 – Stampa da una schermata del portale SADC Groundwater Information Portal che mostra l'ubicazione dei pozzi in vari paesi dell'Africa meridionale.

Queste nuove forme di distribuzione dei dati hanno anche permesso lo sviluppo di metodologie e simbologie per la visualizzazione e l'analisi dei dati pozzo, compresa anche la restituzione grafica delle stratigrafie e del tubaggio (Figura 6).

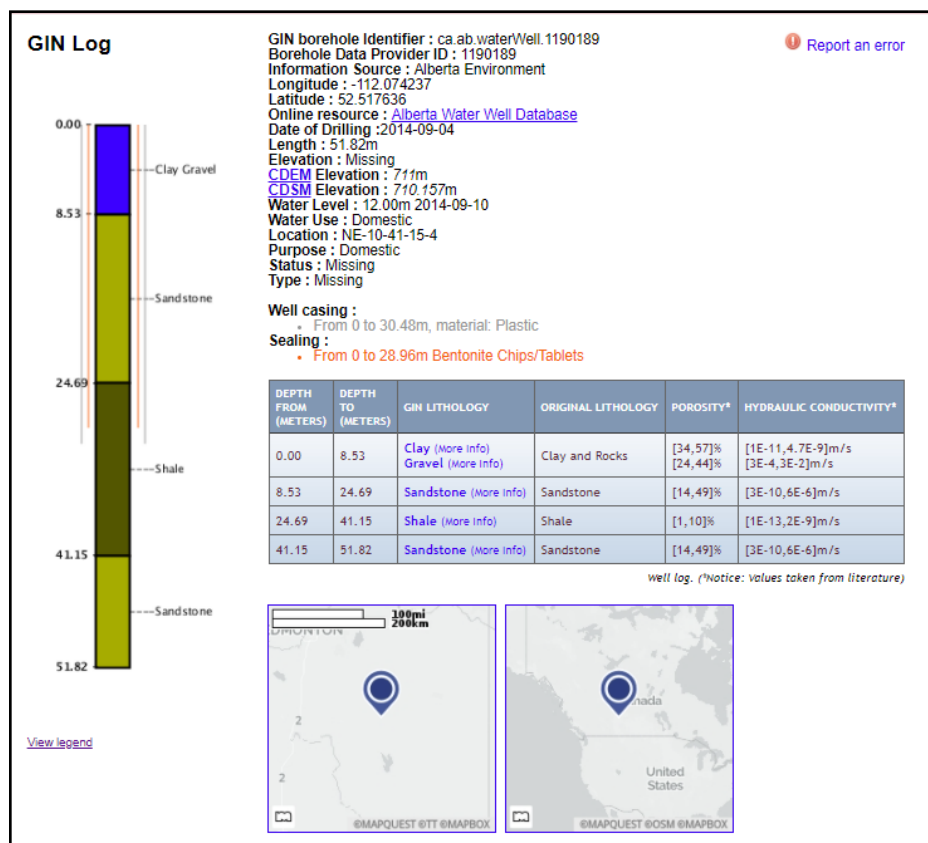


Figura 6 - Stampa da una schermata per la visualizzazione della stratigrafia di pozzo facente parte della rete Canada's Geographic Information Network (GIN, 2020). I dati in figure derivano da Alberta Ministry of Environment and Parks, e forniti da GIN.

5 Utilizzi degli Archivi Pozzi

Gli archivi pozzi sono una fonte importante di informazioni per la gestione efficace delle acque sotterranee, e sono utilizzati da diversi utenti, quali i comitati di quartiere agenti immobiliari, ditte di perforazione, gestori di acque pubbliche e ricercatori. Gli archivi sono importanti per una gestione ottimale delle acque sotterranee e la facilità ad un loro accesso aumenta la fiducia al loro utilizzo.

Le informazioni importanti fornite dagli archivi sono la posizione e caratteristiche costruttive dei pozzi e dell'acquifero che li alimenta. Questa informazione è di solito utilizzata per valutare il grado di pericolosità al quale sono esposti i pozzi circostanti uno sversamento di un contaminante in falda e quante persone possono essere potenzialmente esposte al fenomeno. Altri possibili vantaggi forniti dall'archivio sono:

- Valutare la qualità dell'acqua a favore di compratori ed acquirenti di case durante le trattative di acquisto.
- Valutare le caratteristiche costruttive del pozzo per i proprietari in caso di riparazioni o modifiche, o per interventi sulla qualità dell'acqua fornita.
- Determinare l'attuale produttività e livello statico del pozzo rispetto ai valori originari (p.e., la portata specifica, portata su abbassamento unitario del livello statico).
- Seguire le tendenze del settore perforazione.
- Controllare il rispetto della normative (p.e., assicurarsi che la ditta le stia eseguendo correttamente per quanto riguarda la costruzione, i materiali e le distanze).
- Controllare gli sviluppi futuri nell'uso dell'acqua e l'affidabilità dei pozzi domestici per effettuare proiezioni di consumo della risorsa anche in relazione alle dinamiche demografiche collegate all'acqua potabile.
- Determinare gli impatti ambientali e permettere alcune attività industriali (p.e., definire l'impatto delle diverse attività sui pozzi domestici e dove intensificare le valutazioni di rischio ambientale).
- Cartografare le zone di esposizione e indirizzare gli interventi basati sulla distribuzione dei pozzi domestici rispetto all'ubicazione di acquiferi dove i contaminanti naturali sono già presenti (p.e., programmi di sensibilità, campagne di analisi della qualità dell'acqua dei pozzi).

Gli archivi pozzi sono utilizzati anche per una gran varietà di scopi scientifici da geologi e ricercatori. Questi archivi costituiscono un aiuto importante per gli idrogeologi per migliorare la comprensione tridimensionale del sistema idrogeologico negli studi di vulnerabilità degli acquiferi (p.e., Stempvoort et al., 1992), cartografia idrogeologica (p.e., Reeves et al., 2017) o modellazione del flusso (p.e., Camp e Brown, 1993). Altre applicazioni comuni sono la ricerca delle acque sotterranee, la valutazione a livello regionale della

risorsa, la modellazione del serbatoio per gas e idrocarburi, la calibrazione dei modelli di ricarica e del flusso e le stime sulla conducibilità idraulica, portata ed utilizzo.

Sebbene vi siano problemi di pregiudizio e qualità dei dati associati ai cataloghi di informazione (vedi Sezione 6, *Problematiche connesse agli Archivi Pozzi*), essi possiedono una gran quantità di dati e sono utili (con gli opportuni filtri) per evidenziare tendenze regionali senza errori o preconcetti che influenzino una conclusione. [Box 3](#), [Box 4](#), [Box 5](#), [Box 6](#), and [Box 7](#) forniscono esempi di recenti progetti di ricerca che hanno utilizzato dati degli archivi pozzi. Il vasto e crescente volume di dati contenuti negli archivi (Figura 7) li rende adatti per le analisi dei grandi numeri e l'utilizzo di intelligenza artificiale.

E' fondamentale che l'utilità degli archivi per i diversi utenti sia incentivata con sforzi educativi e di divulgazione per supportarne la manutenzione e l'implementazione od anche l'inizio della loro organizzazione nelle amministrazioni che ne sono prive. Per esempio, i proprietari di pozzi domestici dovrebbero essere preparati sul tipo di informazioni raccolte dai perforatori nei moduli e come potrebbero utilizzare questi dati nelle attività di gestione ordinaria del pozzo.

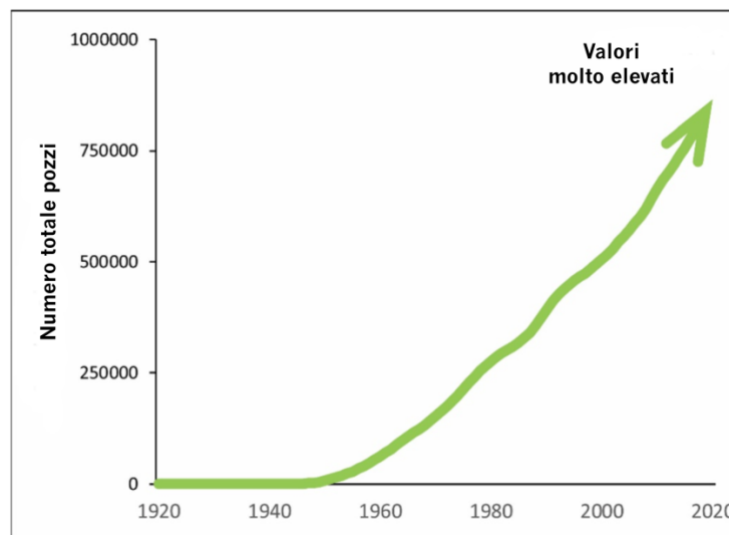


Figura 7 – Curva cumulate delle schede pozzo nel Sistema Informativo Pozzi dell'Ontario, dal 1920 al 2019 (Ontario Ministry of Environment, Conservation and Parks, 2021).

I dati chimici di qualità dell'acqua sono poi quelli più frequenti catalogati per i pozzi domestici dalle organizzazioni governative. In alcune amministrazioni, sono condotti dei censimenti sulla qualità delle acque nei pozzi ad uso domestico o vi sono già delle procedure per la loro raccolta, ma raramente questi dati sono richiesti d'ufficio. La pubblicazione della qualità chimica delle acque da pozzo è più difficile di quella sulle caratteristiche costruttive più generali dato che i proprietari temono che alcune informazioni possano influire negativamente sul valore dell'immobile o sui costi assicurativi (Zipper et al., 2019), oppure visto che la fornitura di tali dati non è obbligatoria,

preferiscono rimanga confidenziale. Ne deriva che gli archivi della qualità chimica delle acque sotterranee sono di uso interno, analogamente alle valutazioni di rischio sanitario e solitamente non sono disponibili pubblicamente in formato digitale. In altri casi i dati qualitativi sono pubblicati in forma complessiva o la posizione è resa anonima ed inserita in una mappa meno accurata e a scala minore (p.e. topografica o regionale).

6 Problematiche connesse agli Archivi Pozzi

Una caratteristica negativa degli archivi pozzi è che normalmente, non registrano i dati geologici dettagliati che sono raccolti dai tecnici durante le indagini idrogeologiche o geotecniche. Considerato che le ditte di perforazione mancano spesso di una preparazione geologica, questo tipo di informazioni è molto scarsa e causa di una classificazione contraddittoria delle unità geologiche tra i diversi perforatori. Tutto questo rende difficile un confronto tra pozzi poco distanti tra loro. A questo si somma il fatto che i pozzi per acqua sono di solito perforati a distruzione col risultato di ottenere una rappresentazione approssimata del sottosuolo dato che non si raccolgono carote di materiale, ma la geologia viene interpretata dai frammenti di roccia che risalgono con il fango e la cui profondità è conosciuta in modo impreciso. Gli archivi pozzi possono fornire più informazioni relative agli acquitardi che agli acquiferi perché di solito la perforazione si ferma in corrispondenza di un acquifero sufficientemente ricco senza necessariamente raggiungere la sua base.

Un altro errore comune negli archivi pozzi è l'imprecisione del loro posizionamento, soprattutto per i pozzi domestici. Prima della diffusione dei GPS portatili, le coordinate dei vecchi pozzi erano ricavate da una carta (p.e. posizione approssimata su di una carta topografica od un mappale) con un dettaglio dell'ordine di qualche centinaio di metri al massimo. Nelle amministrazioni dove non viene utilizzata l'etichettatura con un sistema unificato è difficile per i proprietari ritrovare la scheda del proprio pozzo specialmente quando le coordinate sono imprecise ed il proprietario è cambiato più volte dalla costruzione del pozzo. La quota del terreno o della testa pozzo è utile per interpretare i livelli di falda e le direzioni di flusso sotterraneo; purtroppo questi dati sono raramente raccolti dai perforatori durante i lavori per la difficoltà di misurarli in modo accurato con strumenti semplici ed economici.

Gli archivi pozzi possono avere grosse lacune quando i lavori di perforazione sono stati eseguiti prima della loro entrata in uso. Un programma di inserimento volontario dei dati per i vecchi pozzi può aiutare a colmare alcune di queste mancanze. Per esempio nella Provincia del [British Columbia](#), la registrazione volontaria prima dell'entrata in vigore della pratica obbligatoria nel 2016 ed il seguente programma di registrazione dei vecchi punti di prelievo, ha contribuito molto a creare un vasto archivio di pozzi storici. Negli altri casi le schede pozzi mancano, sono incomplete o contengono errori notevoli dovuti alla mancanza di conformità od obbligo di consegna delle informazioni. Le informazioni fondamentali relative ai filtri sono di solito mancanti (p.e. presenza e profondità del filtro), rendendo impossibile associare agli acquiferi il disegno del pozzo, specialmente in quelli glaciali stratificati (Holysh e Gerber, 2014). Tutto questo rende poco significativa l'interpretazione delle quote di falda e delle portate.

Alcuni pozzi, come quelli a mano, possono essere scarsamente rappresentati negli archivi a causa di preconcetti riguardo le tariffe per la comunicazione richieste dai

perforatori. Per esempio, la distribuzione della tipologia di pozzi nell'Archivio Pozzi della Nuova Scozia (Nova Scotia Environment, 2020) indica che solo il 10 per cento dei pozzi sono a scavati a mano mentre invece il censimento regionale nelle aree rurali della provincia suggerisce che la loro presenza può arrivare al 30 per cento (Kennedy e Drage, 2020). Anche i pozzi asciutti possono essere poco documentati (Misstear et al., 2017) dato che pozzi improduttivi o non completati non sono registrati dai perforatori. Questa informazione è comunque importante per delimitare le zone meno produttive di acquifero o per ricostruire la distribuzione delle portate come nel Box 5 (Misstear et al., 2017).

Gli archivi in genere sono considerati statici poiché riportano le informazioni esistenti nel momento della costruzione del pozzo e questo riduce in un certo modo la loro utilità nel determinare i pozzi attivi ed il loro utilizzo attuale. Un problema frequente è che i livelli di falda non si sono ancora stabilizzati nel pozzo, quando la ditta di perforazione ha terminato i lavori e sta lasciando il cantiere, ne segue che il livello statico riportato nella scheda può essere più basso di quello nell'acquifero. Misstear ed altri (2017) sottolineano l'importanza di più misure differenziate affinché gli archivi pozzi possano servire ad un utilizzo più gestionale, registrando la qualità dell'acqua, i livelli di falda e le portate nel tempo, oltre ad ogni attività di manutenzione od intervento sul pozzo.

I metodi più comuni per stimare la portata dei pozzi domestici come quello di calare la batteria di aste al fondo, iniettare aria e misurare con un contenitore ed un orologio la quantità d'acqua riportata in superficie in un'ora, spesso produce una sovrastima della portata. Questo risultato è dovuto in genere alla breve durata del test, dato che le portate misurate a breve termine sono regolate dalla trasmissività del terreno vicino al foro e possono essere non rappresentative della portata dell'acquifero a lungo termine. Negli acquiferi fratturati le portate a lungo termine sono regolate dalle proprietà di connessione, immagazzinamento e ricarica del sistema di fratture nell'acquifero (Misstear et al., 2017). D'altra parte se il pozzo non è stato sufficientemente sviluppato, la sua portata stimata dal perforatore dopo il completamento può essere sottostimata.

Nella amministrazioni che ricevono copie cartacee delle schede pozzo e poi manualmente le digitalizzano, tenere l'archivio aggiornato costituisce uno sforzo continuo. Alla fine la maggior parte delle amministrazioni preferisce ricevere le schede come sono, facendo solo piccole correzioni invece che effettuare una revisione completa sull'accuratezza delle informazioni ricevute.

La mancanza di una politica efficace per controllare i dati idrogeologici a livello nazionale e subnazionale può produrre dati con reperibilità e fruibilità non confrontabili. Anche dove i dati idrogeologici sono accessibili, la mancanza di una terminologia uniforme od uno standard nel registrare le informazioni sui pozzi, specialmente la litologia, è un ostacolo notevole per i ricercatori che devono geolocalizzare i dati attraverso confini politici. Vi possono essere notevoli differenze in come i dati sono raccolti ed amministrati anche a piccola scala (p.e. a livello di contea o subregionale). Una terminologia

contraddittoria può essere migliorata con una revisione ed interpretazione esperta, ma il processo è lungo e costoso.

7 Buone Pratiche per la Gestione dell'Archivio Pozzi

Osservare le pratiche di buona gestione degli archivi contribuisce direttamente a migliorare alla qualità dell'acqua potabile ed alla protezione delle risorse idriche sotterranee. L'affidabilità delle schede pozzi può avere inoltre altri effetti secondari, come strumento di ricerca per comprendere pericoli e minacce per gli acquiferi. Se ancora non esiste uno standard universale, il capitolo precedente sulle problematiche collegate agli archivi è utilizzabile per formulare delle ipotesi sulla loro migliore gestione. Quattro obiettivi generali con le procedure raccomandate per raggiungerli sono evidenziati nella Tavola 3.

Tavola 3 – Obiettivi principali per la compilazione delle schede pozzi a supporto dei programmi di gestione delle acque potabili e sotterranee ed i vari step necessari per raggiungerli. .

Obiettivo	Fase suggerita del programma
La scheda pozzo è compilata sinteticamente	<ul style="list-style-type: none"> • Invio obbligatorio della scheda pozzo ad un ente centrale da parte della ditta di perforazione come richiesto dalla normativa • La registrazione dei dati pozzo va richiesta per tutte le tipologie (p.e. pozzi pubblici, domestici, agricoli, industriali) • Promuovere iniziative e risorse per regolamentare e facilitare l'osservanza delle norme di invio dati, comprese attività di sensibilizzazione, controllo e applicazione
Nella scheda pozzo e negli archivi sono registrate informazioni precise ed utili	<ul style="list-style-type: none"> • I moduli di registrazione sono predisposti per ottenere un compromesso tra i dati raccolti dalla ditta di perforazione e l'utilità o l'importanza di questi (p.e. un'attenzione va data ai particolari costruttivi dell'opera e specialmente alle misure di falda e portata) • Tutti i dati inviati sono completi (p.e. tutte le caselle sono compilate) • Le posizioni dei pozzi sono prese in campagna con un GPS o simile strumento • Una targa con sigla univoca viene applicata alla testa pozzo e riportata nella scheda corrispondente • Alcune conoscenze geologiche di base vanno fornite ai sondatori così che siano in grado di raccogliere informazioni affidabili sui livelli idrici, le portate e la litologia, necessarie ad un'interpretazione geologica di massima • Ogni volta che sia possibile vanno riportate le caratteristiche dei filtri (p.e. la loro profondità). In questo modo possono essere identificati e collegati agli altri dati l'acquifero o gli acquiferi che riforniscono il pozzo • Vanno effettuate semplici misure di campagna sulla qualità dell'acqua come la conducibilità idraulica • Vanno raccolte le informazioni sulla pompa, anche su di una scheda differente, che sono poi riferite agli altri dati • Per le ditte di perforazione vanno stabiliti dei metodi uniformi per la classificazione geologica a scala regionale o meglio va utilizzata una nomenclatura ufficiale a scala nazionale od anche internazionale • Applicare una procedura di garanzia della qualità e controllo dati per migliorare l'affidabilità delle schede negli archivi • A seguito di modifiche intervenute in un pozzo (p.e. chiusura, approfondimento) la nuova situazione va riferita a quella originaria così da richiamare la situazione attuale

La pubblicazione delle schede è continua	<ul style="list-style-type: none"> • Il sistema di gestione permette l'invio online delle schede, comprese alcune semplici applicazioni per cellulare, per ridurre il lavoro dell'inserimento manuale e per facilitare l'invio rapido dei dati da parte delle ditte di perforazione • Il sistema permette una revisione ed una pubblicazione veloce di una scheda dopo la costruzione del pozzo e l'invio dei dati (p.e. giorni o mesi)
I dati pozzo sono accessibili in diversi formati	<ul style="list-style-type: none"> • Le schede pozzo si recuperano facilmente su internet e sono pubbliche • Le schede pozzo sono distribuite in formato libero compreso relazioni stampabili per i proprietari del pozzo • Sono disponibili varie possibilità per ricercare una data scheda, compresa un'interfaccia geografica • Sono disponibili visualizzatori grafici o widget per migliorare lo scambio delle informazioni sui pozzi

Un regolamento a supporto dell'invio obbligato delle schede è una componente importante per una gestione vincente del sistema di gestione pozzi. Quando tale regolamento è mancante o inadeguato, viene richiesto uno sforzo notevole per la costituzione di nuove norme. Per ogni amministrazione che vuole rafforzare un sistema normativo, o apportare migliorie alla gestione del sistema di archiviazione è fondamentale fornire riferimenti reali tra le buone pratiche e gli scopi dei programmi di gestione per acqua potabile e per acque sotterranee, come conservazione della qualità delle acque potabili e protezione delle falde idriche.

Gli ostacoli principali per portare a termine i quattro obiettivi elencati nella Tavola 3 sono spesso collegati a risorse economiche. Per esempio, la revisione ed il rispetto delle attività di costruzione del pozzo legata alla buona compilazione delle schede può essere dispendiosa, specialmente se il sistema di conformità non è facile da applicare. L'inserimento dati ed il processo di revisione può anch'esso richiedere sforzi economici a seconda dello schema di raccolta delle informazioni. Il progetto ed il miglioramento di un efficiente sistema di raccolta, revisione, e pubblicazione dei dati di perforazione, richiede di solito l'adozione di metodi di gestione all'avanguardia, con un'adeguata infrastruttura informativa. Questi interventi possono essere costosi da acquisire, migliorare e mantenere, anche se si ripagano ampiamente sul lungo termine e migliorano la qualità dei dati forniti. Essi inoltre danno molteplici possibilità per una validazione e standardizzazione (p.e. una lista online per vincolare le descrizioni geologiche ad una classificazione ufficiale), con un'analisi statistica. Una procedura tipo di registrazione dei dati pozzo è presentata in Figura 8.



Figura 8 – Proposta per una procedura di raccolta dati pozzo, dalla fase di campagna alla pubblicazione su internet.

Un altro ostacolo al raggiungimento degli obiettivi in Tavola 3 comprende i requisiti per lo sviluppo delle caratteristiche e dell'addestramento necessari ai perforatori e gestori dati. I programmi di aggiornamento contribuiscono a raggiungere un minimo di preparazione per identificare le litologie e migliorare la qualità dei dati inseriti negli archivi. Considerato che i perforatori non sono geologi, è necessario un compromesso per ottenere dati di buona qualità e collaborare agli obiettivi dei programmi di gestione dell'acqua potabile e degli acquiferi, senza ulteriori oneri sulle ditte di perforazione. Non esiste ancora una procedura comune e condivisa, i programmi di aggiornamento e gli standard riferentesi alla gestione delle schede pozzi devono essere sviluppati dagli enti locali preposti dove le disponibilità economiche sono limitate. Le associazioni legate alle Acque Sotterranee (p.e. la National Groundwater Association negli Stati Uniti) possono avere un ruolo importante nel lavorare con i governi nel ruolo di sviluppatori e distributori di un sistema di aggiornamento omogeneo.

Un rapporto di collaborazione produttiva tra governo, enti regolatori e ditte di perforazione (spesso rappresentati da un'associazione di industriali) è un aspetto importante per la buona riuscita di ogni sistema di gestione dei pozzi, dato che richiede collaborazione ed investimenti da entrambe le parti. Quando la qualità dei dati è limitata a causa della possibilità da parte delle ditte di perforazione di acquisire le attrezzature necessarie, come freatimetri, misuratori di portata o conducibilità elettrica, il supporto statale (p.e. finanziamenti) può essere risolutivo. Per esempio la Provincia della Nuova Scozia ha fornito dei ricevitori GPS a tutte le ditte di perforazione nel 2004 per migliorare la georeferenziazione dei pozzi e dei dati in genere. L'Archivio Pozzi della Nuova Scozia contiene ora posizioni georeferenziate di circa il 20 per cento di tutti i pozzi dell'archivio.

Nonostante le buone pratiche suggerite siano difficili da applicare per molte amministrazioni, esse sono necessarie per fornire un progressivo miglioramento. Per le amministrazioni che desiderino avviare la procedura ma hanno risorse limitate la parte più importante del programma di gestione dell'archivio pozzi è la raccolta e digitalizzazione della scheda pozzo (meglio se legata ad un processo di invio obbligatorio). La scheda va completata in cantiere dal perforatore e riporta le informazioni di base sull'opera compresa la sigla univoca, la posizione, il nome del perforatore, il proprietario, la profondità del pozzo ed il livello statico. Per un aggiornamento continuo ed a lungo termine è importante che l'archivio sia pubblico e consultabile in formato digitale (p.e. una banca dati od un foglio elettronico meglio se riferiti ad una cartografia), di modo che l'uso sia possibile ad una vasta platea di clienti.

8 Conclusioni

Gli archivi pozzi, che registrano informazioni sulle caratteristiche costruttive delle perforazioni per acqua, costituiscono una caratteristica importante dei programmi di gestione delle acque potabili e sotterranee. I dati costruttivi sono elaborati in una banca dati centralizzata e resi disponibili a vari utenti quali proprietari di abitazioni, ditte di perforazione, consulenti in idrogeologia, gestori e ricercatori. Questi archivi sono sicuramente la risorsa informativa sugli acquiferi, più completa ed importante a livello globale e si stima che potrebbero esserci fino a 100 milioni di schede archiviate in tutto il mondo nelle varie agenzie nazionali. I dati più frequenti riportati si riferiscono alla posizione del pozzo, alle sue caratteristiche costruttive ed alla situazione idrogeologica locale.

La quantità dei dati in un archivio territoriale è funzione di diversi fattori quali il numero di abitanti che utilizza pozzi domestici, il sistema normativo per gestire e comunicare le attività di cantiere (p.e. invio volontario od obbligatorio) e l'applicazione delle norme di compilazione quando l'invio della scheda pozzo è richiesto dalla legge.

Negli ultimi 50 anni gli archivi pozzi si sono evoluti dalle schede in formato cartaceo compilate in un ufficio centrale ad una fruizione totale tramite internet. La digitalizzazione delle schede in queste amministrazioni ha prodotto una maggiore facilità di accesso ed utilizzo dei dati e permesso lo sviluppo di nuovi strumenti di visualizzazione ed analisi. Nonostante questi progressi, l'accessibilità degli archivi pozzi è molto variabile comprendendo sia documenti cartacei che digitali.

Sistemi affidabili di raccolta, gestione e pubblicizzazione dei dati di perforazione accoppiati a procedure adeguate di formazione e controllo qualità costituiscono importanti elementi per i programmi di gestione delle acque potabili e protezione di quelle sotterranee. Le informazioni fondamentali per la gestione degli archivi comprendono l'esatta localizzazione dell'opera e del cantiere, la raccolta di informazioni utili ed importanti, l'immediata possibilità di pubblicizzazione e la consultazione libera sotto vari formati che possono essere facilmente scaricati da internet.

L'adozione delle buone pratiche nella gestione degli archivi pozzi porta ad ottenere dati idrogeologici di qualità utili per molte applicazioni legate all'amministrazione delle attività di perforazione, protezione delle acque sotterranee, salute umana, studio degli acquiferi e ricerca. Come metodo di indagine gli archivi hanno molto contribuito alla comprensione degli acquiferi a scala locale e regionale. Un miglioramento continuo per garantire una pubblica accessibilità delle schede pozzo tramite internet ne rafforzerà l'utilizzo nel campo della gestione e ricerca idrogeologica.

9 Esercizi

Esercizio 1

Esiste un'archivio pozzi nella vostra regione ? se affermativo, quanti pozzi sono contenuti della banca dati ? Vi sono anche pozzi domestici ?

[Click per la soluzione all'Esercizio 1](#) ↴

Esercizio 2

Consultate l'archivio della vostra regione (o riferitevi alla Tavola 2 per alcuni esempi di banche dati pozzi online) e valutate se le schede pozzo sono state fornite in forma obbligatoria o volontaria.

[Click per la soluzione all'Esercizio 2](#) ↴

Esercizio 3

Consultate l'archivio della vostra regione (o riferitevi alla Tavola 2 per alcuni esempi di banche dati pozzi online) e trovate un pozzo di tipo domestico. Riportate eventuali informazioni di tipo idrogeologico che sono contenute nella scheda.

[Click per la soluzione all'Esercizio 3](#) ↴

Esercizio 4

Consultate l'archivio della vostra regione (o riferitevi alla Tavola 2 per alcuni esempi di banche dati pozzi online) e ritrovate almeno 100 punti di una certa zona geografica. Raccogliete i dati e ricavate la profondità e la portata media dei pozzi.

[Click per la soluzione all'Esercizio 4](#) ↴

Esercizio 5

Come potrebbe utilizzare le informazioni contenute in un archivio pozzi, un acquirente di casa?

[Click per la soluzione all'Esercizio 5](#) ↴

Esercizio 6

Come potrebbe utilizzare le informazioni contenute in un archivio pozzi, il proprietario di un pozzo domestico?

[Click per la soluzione all'Esercizio 6](#) ↴

Esercizio 7

Quali potrebbero essere i motivi per cui una descrizione litologica è assente in una scheda pozzo?

[Click per la soluzione all'Esercizio 7](#) ↴

Esercizio 8

Fornire almeno due esempi di dati che di solito non sono riportati nelle schede dal perforatore ma potrebbero essere utili e facilmente ottenibili in fase di lavori.

[Click per la soluzione dell'Esercizio 8](#) ↴

10 Bibliografia

- Banks, D., P. Gundersen, G. Gustafson, J. Mäkelä, G. Morland, 2010, Regional similarities in the distributions of well yield from crystalline rocks in Fennoscandia. *Norges geologiske underøkelse Bulletin*, volume 450, pagine 33-37, https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Bulletin/Bulletin450_33-47.pdf.
- Boisvert, E., B. Brodaric, H. Julien, A. Smirnoff, and F. Létourneau, 2011, The GIN Mediator: a software tool for enabling interoperability in groundwater data networks. *Proceedings of GeoHydro 2011, Quebec City, August 28-31, 2011*, 4 pagine, https://www.academia.edu/26252708/The_GIN_Mediator_a_software_tool_for_enabling_interoperability_in_groundwater_data_networks.
- Brodaric, B., E. Boisvert, L. Chery, P. Dahlhaus, S. Grellet, A. Knoch, F. Létourneau, J. Lucido, B. Simons, and B. Wagner, 2018, Enabling global exchange of groundwater data: GroundWaterML2 (GWML2). *Hydrogeology Journal*, volume 26, pagine 733-741, [doi: 10.1007/s10040-018-1747-9](https://doi.org/10.1007/s10040-018-1747-9).
- Brodaric, B., N.L. Booth, E. Boisvert, J. Lucido, 2016, Groundwater Data Interoperability. *Journal of Hydroinformatics*, volume 18, pagine 198-225, [doi: 10.2166/hydro.2015.242](https://doi.org/10.2166/hydro.2015.242).
- Camp, C.V. and M.C. Brown, 1993, GIS procedure for development three-dimensional subsurface profile. *Journal of Computing in Civil Engineering*, volume 7, pagine 296-309, [doi: 10.1061/\(ASCE\)0887-3801\(1993\)7:3\(296\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0887-3801(1993)7:3(296)).
- Central Finland Regional Environment Centre, 2007. Well Database, Accessed November, 2007.
- Ganley, M.C., 1989, Availability and content of domestic well records in the United States. *Groundwater Monitoring and Remediation*, volume 9, pagine 149-158, [doi: 10.1111/j.1745-6592.1989.tb01024.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-6592.1989.tb01024.x).
- Geological Survey of Norway, 2008, Well Database, Accessed March, 2008.
- GIN, 2020, Groundwater Information Network, <http://gw-info.net>. Accessed November 19, 2020.
- Government of Yukon, 2021, Yukon Water Well Registry, <https://yukon.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=51322dfb133d42c4ad184fee9986048b>, Accessed March 1, 2021.
- Gustafson, G., 2002, Strategies for groundwater prospecting in hard rocks: a probabilistic approach. *Norges geologiske undersøkelse, Bulletin*, volume 439, pagine 21-25, https://www.ngu.no/filearchive/102/Abstract3_439.pdf.
- GW Solutions Incorporated, 2013, State of private drinking water wells in Canada: A human health risk perspective, 85 pagine.

- Holysh, S. and R. Gerber, 2014, Groundwater knowledge management for southern Ontario: An example from the Oak Ridges Moraine. *Canadian Water Resources Journal*, volume 39, pagine 240-253, [doi: 10.1080/07011784.2014.914788](https://doi.org/10.1080/07011784.2014.914788).
- Horne, R.J., R.J. Ryan, M.C. Corey, D.L. Fox, 2009, Bedrock geology map of the Waverley area, Part of NTS Sheet 11d/13 (Sheet 1 of 4), Halifax County, Nova Scotia. Open File Map ME 2009-002, Scala 1:25,000, https://novascotia.ca/natr/meb/download/mg/ofm/htm/ofm_2009-002.asp.
- Jasechko, S. and D. Perrone, 2021, Global groundwater wells at risk of running dry. *Science*, volume 372, pagine 418-421, [doi: 10.1126/science.abc2755](https://doi.org/10.1126/science.abc2755).
- Jasechko, S., D. Perrone, H. Seybold, Y. Fan, and J.W. Kirchner, 2020, Groundwater level observations in 250,000 coastal US wells reveal scope of potential seawater intrusion. *Nature Communications*, volume 11, pagine 1-9, [doi: 10.1038/s41467-020-17038-2](https://doi.org/10.1038/s41467-020-17038-2).
- Kennedy, G.W., 2012, Development of a GIS-based approach for the assessment of relative seawater intrusion vulnerability in Nova Scotia, Canada. International Association of Hydrogeologists 2012 Congress, Niagara Falls, Canada, https://novascotia.ca/natr/meb/data/pubs/cs/cs_me_2012-005.pdf.
- Kennedy, G.W., 2014, Identification and preliminary mapping of surficial aquifers in Nova Scotia, in Mineral Resources Branch, Report of Activities 2013. Nova Scotia Department of Natural Resources, Report ME 2014-001, pagine 33-43. https://novascotia.ca/natr/meb/data/pubs/14re01/14re01_Kennedy.pdf.
- Kennedy, G.W. and J. Drage, 2009, Hydrogeologic characterization of Nova Scotia's groundwater regions. *GeoHalifax2009*, https://novascotia.ca/natr/meb/data/pubs/cs/cs_me_2009-004.pdf.
- Kennedy, G.W. and J. Drage, 2020, A review of private well contaminants, testing, and mitigation behaviours in Nova Scotia. Nova Scotia Department of Energy and Mines, Open File Report ME 2020-004, 23 pagine, https://novascotia.ca/natr/meb/data/pubs/20ofr04/ofr_me_2020-004.pdf.
- Kennedy, G.W., J. Drage, and G. Check, 2017, Development of indices to assess the potential impact of drought to private wells in Nova Scotia. *Geo Ottawa 2017*, https://novascotia.ca/natr/meb/data/pubs/cs/cs_me_2017-005.pdf.
- Kennedy, G. and A. Polegato, 2017, Where does our tap water come from? An analysis of domestic water source and supply demographics in Nova Scotia. Nova Scotia Department of Natural Resources, Open File Report ME 2016-006, 18 pagine, https://novascotia.ca/natr/meb/data/pubs/17ofr04/ofr_me_2017-004.pdf.
- Kennedy, G.W. and D.J. Utting, 2011, LiDAR, surficial geology mapping, and water wells: uncovering potential surficial aquifers in Halifax, NS, in *Proceedings, GeoHydro*

- 2011, Quebec City, August 28-31, 2011,
http://novascotia.ca/natr/meb/data/pubs/cs/cs_me_2011-002.pdf.
- Margat, J. and J. van der Gun, 2013, Groundwater around the World, A Geographic Synopsis. CRC Press/Taylor & Francis Group, 341 pagine,
https://www.un-igrac.org/sites/default/files/resources/files/Groundwater_around_world.pdf.
- Misstear, B.M., D. Banks, and L. Clark, 2017, Water Wells and Boreholes, 2nd Edition. John Wiley and Sons, 536 pagine.
<https://www.wiley.com/en-ar/Water+Wells+and+Boreholes%2C+2nd+Edition-p-9781118951705>.
- Morland, G., 1997, Petrology, lithology, bedrock structures, glaciation and sea level: Important factors for groundwater yield and composition of bedrock boreholes? NGU rapport 1997.122, 401 pagine,
<https://www.ngu.no/en/publikasjon/petrology-lithology-bedrock-structures-glaciation-and-sea-level-important-factors>.
- Nova Scotia Department of Energy and Mines, 1968, Water-Well Records, Nova Scotia, 1966 and 1967. Government of Nova Scotia, Halifax, 149 pagine.
- Nova Scotia Environment, 2020, Nova Scotia Well Logs Database. Nova Scotia Environment, <http://www.novascotia.ca/nse/groundwater/welldatabase.asp>.
- Nova Scotia Environment and Labour, 2004, Before you construct a water well. Government of Nova Scotia, Halifax, Nova Scotia, 36 pagine,
<https://novascotia.ca/nse/water/docs/ConstructWell.pdf>.
- Ontario Ministry of Environment, Conservation and Parks, 2021, Water Well Information System, <https://data.ontario.ca/dataset/well-records>.
- Perrone, D. and S. Jasechko, 2017, Dry groundwater wells in the western United States. Environmental Research Letters, volume 12, pagine 1-10,
[doi: 10.1088/1748-9326/aa8ac0](https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa8ac0).
- Perrone, D. and S. Jasechko, 2019, Deeper well drilling an unsustainable stopgap to groundwater depletion. Nature Sustainability, volume 2, pagine 773-782,
[doi: 10.1038/s41893-019-0325-z](https://doi.org/10.1038/s41893-019-0325-z).
- Priebe, E.H., C.J. Neville, and D.L. Rudolph, 2017, Enhancing the spatial coverage of a regional high-quality hydraulic conductivity dataset with estimates made from domestic water-well specific-capacity tests. Hydrogeology Journal, volume 26, pagine 395-405, [doi: 10.1007/s10040-017-1681-2](https://doi.org/10.1007/s10040-017-1681-2).
- Province of British Columbia, 2016, Water Sustainability Act. Groundwater Protection Regulation, Queen's Printer, Victoria, British Columbia, Canada,
https://www.bclaws.gov.bc.ca/civix/document/id/complete/statreg/39_2016.

- Province of Prince Edward Island, 2021, <https://data.princeedwardisland.ca/Environment-and-Food/OD0040-Water-Well-Records/4zg3-he2k>, accessed March, 2021.
- Reeves, H.W., E.R. Bayless, R.W. Dudley, D.T. Feinstein, M.N. Fienen, C.J. Hoard, G.A. Hodgkins, S.L. Qi, J.L. Roth, and J.J. Trost, 2017, Generalized hydrogeologic framework and groundwater budget for a groundwater availability study for the glacial aquifer system of the United States: United States Geological Survey, Scientific Investigations Report 2017-5015, 49 pagine, [doi: 10.3133/sir20175015](https://doi.org/10.3133/sir20175015).
- Stempvoort, D.V., L. Ewert, and L. Wassenaar, 2013, Aquifer vulnerability index: A GIS-compatible method for groundwater vulnerability mapping. *Canadian Water Resources Journal*, volume 18, pagine 25-37, [doi: 10.4296/cwrj1801025](https://doi.org/10.4296/cwrj1801025).
- United Nations, 2019, World Urbanization Prospects, the 2018 Revision. United Nations, New York, USA, 103 pagine, <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>.
- Zipper, S. C., K. Stack Whitney, J.M. Deines, K.M. Befus, U. Bhatia, S.J. Albers, J. Beecher, C. Brelsford, M. Garcia, T. Gleeson, F. O'Donnell, D. Resnik, and E. Schlager, 2019, Balancing Open Science and Data Privacy in the Water Sciences. *Water Resources Research*, volume 55, pag 5202–5211. <https://doi.org/10.1029/2019WR025080>.

11 Riquadri (Box)

Box 1 Storia dell'Archivio Pozzi della Nuova Scozia

La Figura nel Box 1-1 riporta un periodo di tempo che copre i risultati maggiori degli ultimi 100 anni nello sviluppo dell'Archivio Pozzi della Nuova Scozia (Canada). Sebbene i dati costruttivi del pozzo più vecchio registrato nell'[Archivio Pozzi della Nuova Scozia](#) risalga al 1920, l'invio dei dati fu richiesto nel 1965 con l'entrata in vigore dei primi regolamenti provinciali sulla costruzione dei pozzi (1965 Well Drilling Act). La norma rendeva obbligatorio per una ditta di perforazione la fornitura dei dati del pozzo su di un modulo ufficiale ed entro 30 giorni dal completamento dei lavori di perforazione. Come parte del nuovo sistema di registrazione dei dati provinciali, fu effettuata un'iniziativa per invitare le ditte di perforazione a fornire volontariamente dati su vecchi pozzi. Questi risultati furono pubblicati su appositi registri annualmente (Figura nel Box 1-2). La provincia adottò una banca dati elettronica per compilare le schede negli anni 80, con la digitalizzazione di quelle vecchie. Lo sviluppo della moderna banca dati avvenne all'inizio degli anni 2000. Nel 2009 fu pubblicata per la prima volta una versione dell'archivio in formato spaziale con un'applicazione di visualizzazione (Figura nel Box 1-3).

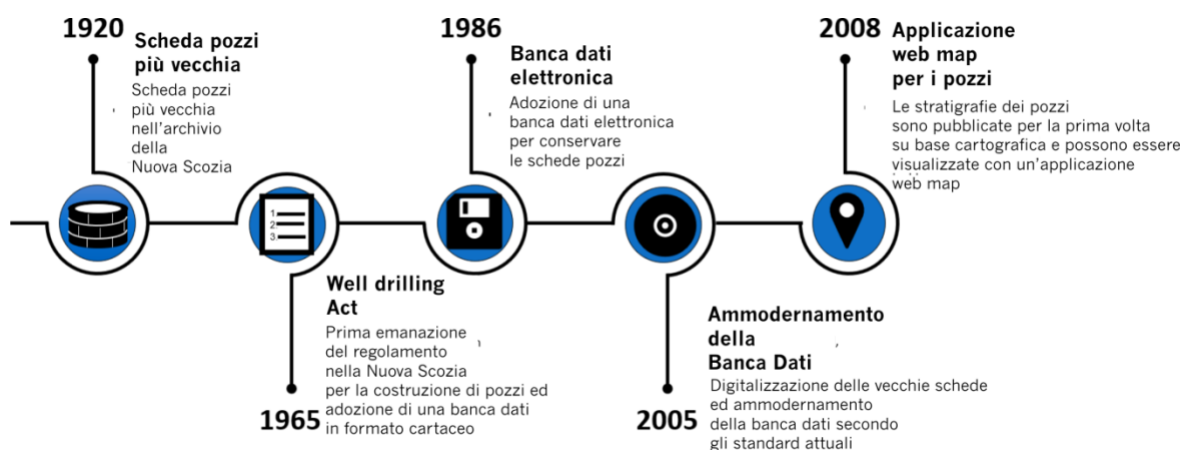


Figura Box 1-1 – Sviluppo storico della Banca Dati Pozzi della Nuova Scozia.

Water Well Records 11D															
M.T.	Ref. Map	S.T. Map	Year Drilled	Owner	Driller Lic. No.	Well Depth (ft.)	Water Depth (ft.)	Hole Diam. (in.)	Csg. Lgth. (ft.)	Use	Qual.	Sur. Elev. (ft.)	Aquifer	Pump or Bail Test	Lithologic Log and Remarks
64	D	2	1966	Hollirgum, R.B.	3	270	35	6	36	D				1.5 gpm	0-29 gr & bldrs; 29-270 quartzite
64	D	2	1966	MacInnes, I.C.	3	340	60	6	29	D				3 gpm	0-24 cl & bldrs; 24-340 quartzite
83	A	5	1966	Shornys, David	22	165	18	6	21	D				1 gpm-1 hr.	0-11 cl; 11-165 granite
83	A	5	1966	Burns, B.	22	75		5	16	D				10 gpm-1 hr.	0-3 sd; 3-75 granite
95	C	5	1966	Cormier, W.J.	22	110	95	6	18	D					0-10 cl; 10-110 granite
98	C	5	1966	LeBlanc, M	30	24	13		8	D					0-2 dr; 2-24 granite
98	C	6	1966	MacMillan, R.	5	33	8	6	12	D				3.5 gpm DD-16'2 hrs. REC-8'12 min.	0-33 granite
98	C	5	1966	Vaughan, P.	5	53		6	18	D				3 gpm-2.5 hrs. DD-53' REC-ground level 60 min.	0-12 sd; 12-53 granite
101	C	5	1966	Corney, A.	5	46	9	6	16	D				3 gpm DD-46'3 hrs. REC-9'30 min.	0-46 granite
101	C	5	1966	Duggan, J.	5	80	10	6	18	D				2.5 gpm DD-80'3.5 hrs. REC-10'30 min.	0-8 sd; 8-80 granite
85	D	5	1966	Drage, Mr.	30	50	50	6	20	D				3 gpm	0-15 hard rock; 15-20 hard rock; 20-50 granite
56	D	8	1966	Graham, Lonis	3	150	70	6	150	D					0-150 sd & gr
82	B	11	1966	D.N.D. (Navy)	3	212	40	6	136	I				8 gpm	0-136 gr, cl, bldrs; 136-212 black sl
85	B	11	1966	Pothier, Mr.	30	125	125	1.5	14	D				1.5 gpm	0-14 sd to br
88	B	11	1966	D.N.D. (Navy)	3	212	68	6	136					8 gpm	0-110 cl, gr, bldr; 110-212 sl & quartzite
108	B	11	1966	Mont, Bill	22	75		5	27					overflow	0-2 mud; 2-75 quartzite
108	B	11	1966	Haulihan, F.	30	113	30	2.25		D					0-2 dr; 2-60 whinrock; 60-113 quartzite
108	B	11	1966	Mont, W.	22	145	145	6		D				1.5 gpm	0-3 mud; 3-150 quartzite
108	B	11	1966	Mont, W.	22	75	5	6	21	D				1 gpm	0-2 mud; 2-75 quartzite
108	B	11	1966	Mont, W.	22	120	120	6	18	D				.5 gpm	0-3 cl; 3-120 quartzite
16	C	11	1966	Marrine, Gerald Bates, Earl	8	70	10	6	20	D				4 gpm REC-10'	0-2 topsoil; 2-70 sl
16	C	11	1966	Humphreys, B.	13	73	23	6.25	54	D				3 gpm	0-57 cl; 52-73 quartzite
19	C	11	1966	DeYoung, Mrs.	22	195	195	6	30	D				1.5 gpm-1 hr.	0-25 cl; 25-195 quartzite
26	C	11	1966	Hirtle, L.H.	22	150	130	6	18	D				1 gpm	0-3 mud; 3-150 quartzite
42	C	11	1966	Cormier	30	117	117	6		D				1.25 gpm	
42	C	11	1966	Hartley, R.	30	39.5	39	6	12	D				5 gpm REC-8'20 min.	0-12 bldrs & br; 12-39 hard rock
78	C	11	1966	Jackson, G.	13	100	50	6.25	9	D				3 gpm REC-50'	0-9 ground and stones; 9-100 sl, rock

Figura Box 1-2 – Esempio originale di una scheda cartacea per la pubblicazione delle informazioni sui pozzi della Nuova Scozia (Canada) (Nova Scotia Department of Energy and Mines, 1968).

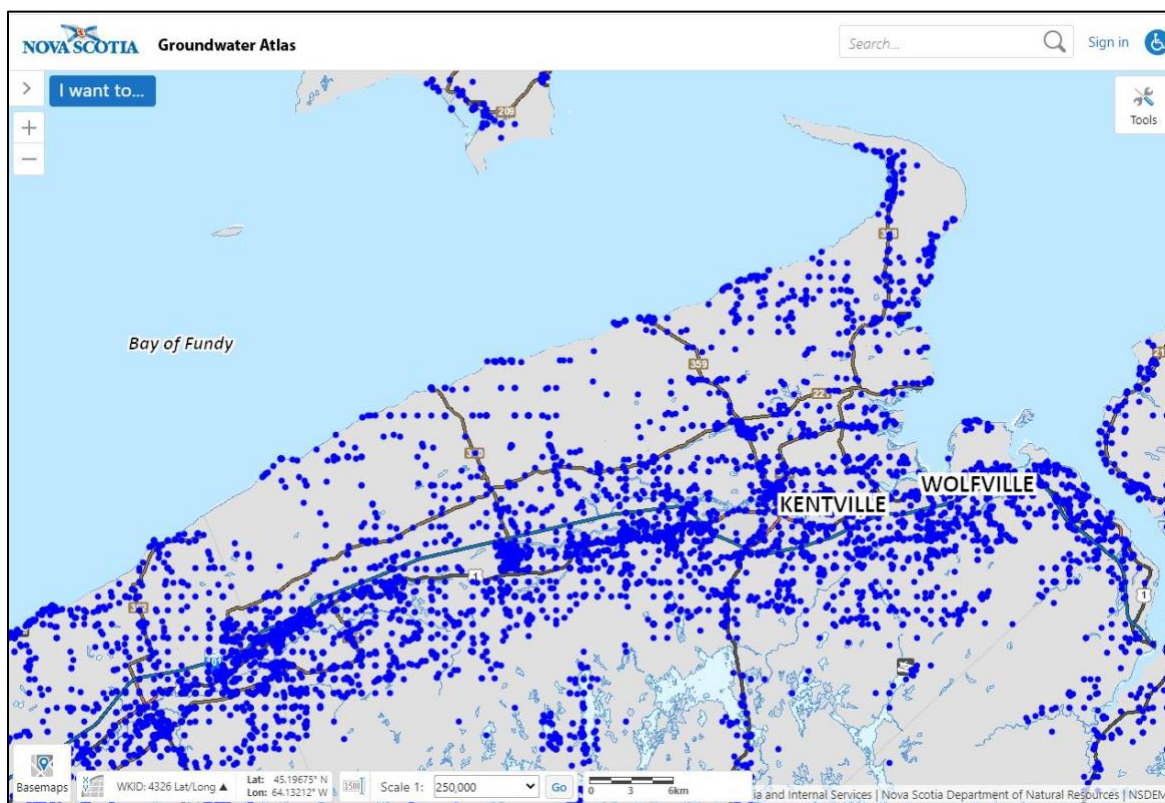


Figura Box 1-3 – Stampa da video dell'Atlante degli Acquiferi della Nuova Scozia che riporta le posizioni dei pozzi su cartografia in formato utilizzabile online, Nuova Scozia, Canada.

[Ritorno al collegamento precedente del Box 1](#) ↑

Box 2 Il Sistema Informativo sulle Acque Sotterranee

Il Sistema Informativo sulle Acque Sotterranee (GIN),⁷ riportato in Figura Box 2-1, è costituito da un gruppo di fornitori di informazioni che collaborano per rendere questo processo più sinergico utilizzando protocolli e standard comuni in Canada (Figura Box 2-2). GIN è iniziato nel 2012 e ad oggi comprende archivi di otto province ed un territorio nel Canada. Come parte del suo compito di interoperabilità, GIN ha collaborato allo sviluppo di una procedura comune online, per facilitare lo scambio dei dati sulle perforazioni e sulle acque sotterranee in genere (Brodaric et al., 2016, 2018).

GIN Basic Map Viewer

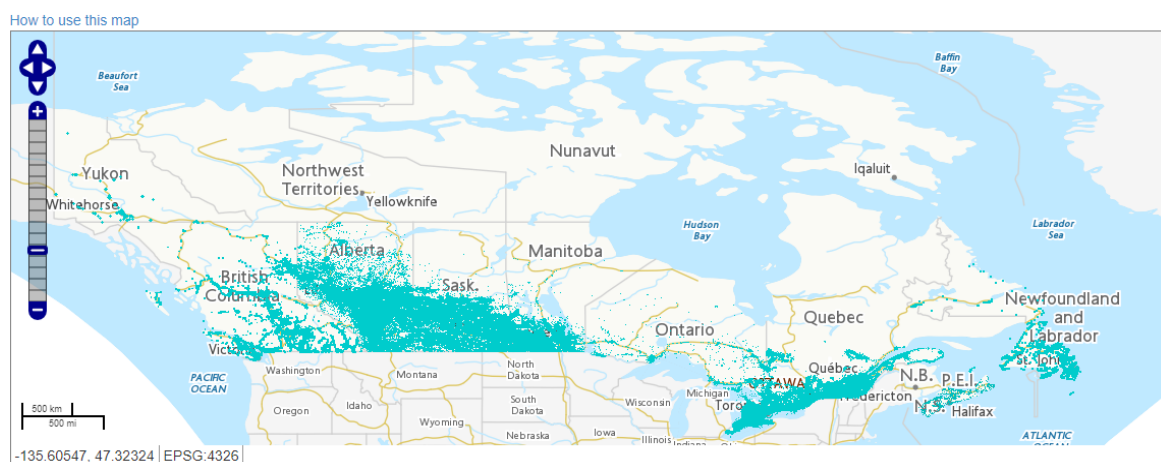


Figura Box 2-1 – Stampa da video del visualizzatore GIN con la posizione dei pozzi idrici (punti verdi) nelle province e territori del Canada che partecipano al progetto GIN (GIN, 2020).

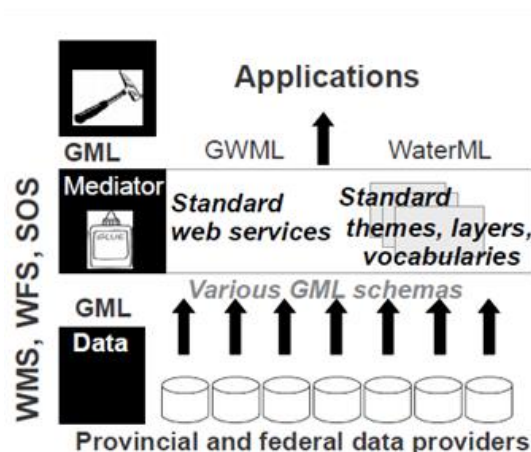


Figura Box 2-2 – Schema di funzionamento del GIN, dove le richieste e le risposte da varie fonti (servizi cartografici, servizi applicativi e servizi di monitoraggio (web map services, web feature services, and sensor observation services) sono tradotti tramite l'interfaccia GIN e convertiti in un codice geografico (Geography Markup Language, GWML, WaterML). Da Boisvert et al. (2011).

[Ritorno al collegamento precedente del Box 2](#) ↑

Box 3 Utilizzo della Banca Dati Pozzi per Definire le Zone Vulnerabili all’Intrusione Salina negli Stati Uniti

Uno studio (Jasechko et al., 2020) per identificare le zone costiere dei vicini Stati Uniti con pozzi a quota inferiore al livello del mare e potenzialmente soggetti ad invasione salina ha fatto un largo utilizzo di banche dati pozzi presenti in alcuni stati rivieraschi. La ricerca ha utilizzato le misure di livello statico prese dopo il completamento del pozzo ma prima dell’installazione della pompa, in oltre 50000 sondaggi misurati dal 2000 in poi e registrati nelle apposite schede. Le misure erano in accordo con quelle dei vicini punti di monitoraggio confermando che le schede fornivano dati affidabili per quanto riguarda la quota dei punti. Il ricorso agli archivi pozzi ha fornito agli autori dello studio una capillare serie di osservazioni e una lunga lista di misure sulle profondità degli acquiferi.



Figura Box 3-1 – Quote pozzo nei vicini Stati Uniti. La mappa al centro mostra la posizione dei pozzi fino a 50 km dalla costa, la scala colorimetrica indica il livello statico sopra o sotto (rosso) il livello mare e misurato dopo il primo gennaio 2000. Le misure interpolate sono riportate nelle 6 piccole carte ai lati.

[Ritorno al collegamento precedente del Box 3](#) ↑

Box 4 Utilizzo della Banca Dati Pozzi per Caratterizzare la Conducibilità Idraulica Regionale dell'Acquifero

Un lavoro di Priebe et al. (2017) ha utilizzato il Sistema Informativo Pozzi Idrici dell'Ontario (banca dati pozzi) per studiare la distribuzione spaziale della conducibilità idraulica. La conoscenza della distribuzione spaziale della conducibilità idraulica (K) negli studi sugli acquiferi a larga scala, è spesso limitata a causa dei costi delle prove e dell'estensione della zona di studio. Le schede pozzi forniscono una gran quantità di informazioni utilizzabili per la stima di K partendo dalle misure di portata specifica ottenute durante i lavori di perforazione. Il confronto dimostra che le stime di K dalla portata specifica si avvicinano agli intervalli e distribuzioni di valori di K ottenuti da prove più precise (Figura Box 4-1). I risultati del lavoro dimostrano che le misure di portata specifica ricavate dalle banche dati pozzi possono essere tranquillamente utilizzati dagli operatori che necessitano di migliorare la copertura dei valori di K in una data regione.

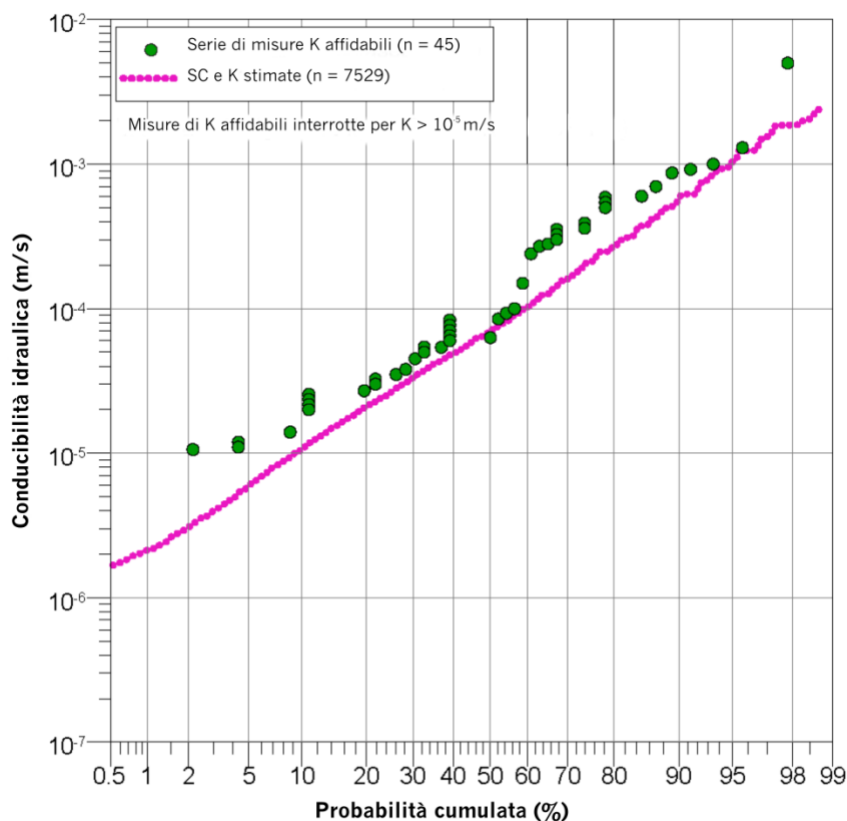


Figura Box 4-1 - La distribuzione cumulata delle probabilità per la stima della conducibilità idraulica dalla portata specifica ottenuta per il pozzo (simboli rosa) a confronto con una serie di valori di conducibilità idraulica ottenuti da prove più precise (pallini verdi). Il grafico non riporta i valori di $k < 10^{-5}$ m/s ottenuti da prove precise.

[Ritorno al collegamento precedente del Box 4](#) ↑

Box 5 Utilizzo della Banca Dati Pozzi per Confrontare la Distribuzione delle Portate

Banks e colleghi (2010) hanno studiato la distribuzione di prove di portata effettuate per brevi periodi in acquiferi di rocce cristalline ed utilizzando le banche dati pozzi di Finlandia (Central Finland Regional Environment Centre, 2007), Norvegia (Morland, 1997; Geological Survey of Norway, 2008) e Svezia (Gustafson, 2002). Nonostante le differenze di litologia, clima ed evoluzione tettonica delle tre regioni, le portate analizzate hanno mostrato una distribuzione notevolmente simile (Figura Box 5-1). Inoltre, sebbene i pozzi perforati in rocce cristalline mostrino una discreta variabilità di portata, la mediana di tutte e tre le serie rimaneva tra 600 e 700 l/h. Sulla base di questi risultati la trasmissività media generale ricavata da una relazione empirica tra questa e la portata specifica a breve termine per i primi 70 – 80 m di acquifero in rocce cristalline è stata stimata a circa $0.56 \pm 0.3 \text{ m}^2/\text{d}$. La comprensione della distribuzione statistica delle proprietà idrauliche in acquiferi di rocce cristalline è ritenuta necessaria per pianificare operazioni di perforazione economicamente vantaggiose in questo tipo di acquiferi.

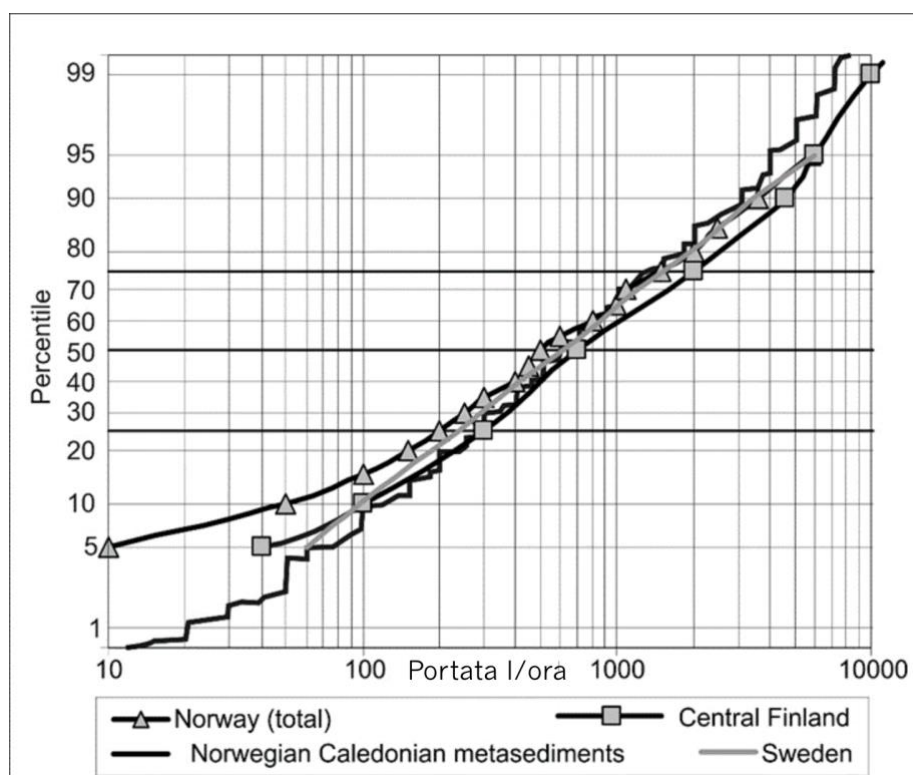


Figura Box 5-1 – Confronto tra la distribuzione delle portate ricavate da prove di breve durata su acquiferi in rocce cristalline della Finlandia centrale (n=1297), Norvegia (metasedimenti Caledoniani, n=2098; tutte le rocce cristalline, n=26,811) e Svezia (n=59,000). In verticale la scala delle probabilità, in orizzontale quella delle portate (da Banks et al., 2010).

[Ritorno al collegamento precedente del Box 5](#) ↑

Box 6 Utilizzo della Banca Dati Pozzi per Identificare quelli non Produttivi nella parte Ovest degli Stati Uniti

Una ricerca di Perrone e Jasechko (2017) ha utilizzato oltre due milioni di schede pozzi tra il 1950 e 2015 negli Stati Uniti occidentali, per stimare la percentuale di pozzi rimasti improduttivi dal 2013 al 2015. L'analisi dei livelli piezometrici dal 2013 al 2015 confrontata con le profondità dei singoli pozzi è stata utilizzata per evidenziare possibili problemi di gestione degli acquiferi nell'ovest degli Stati Uniti. Lo studio ha mostrato che circa il 3,3 percento delle perforazioni eseguite tra il 1950 e 2015 era a rischio di rimanere asciutto avendo quote di fondo pozzo al di sopra di quelle di falda, derivate dall'interpolazione, 6,3 percento indicava un livello falda situato tra 0 e 5 m sopra quota fondo pozzo e 17,5 percento un livello statico tra 0 e 10 m sopra il fondo. L'analisi ha mostrato che molti pozzi domestici sono sensibili agli abbassamenti piezometrici, compresa la valle centrale della California, con il pericolo di scenari problematici o difficili fasi di adattamento (Figura Box 6-1). I pozzi domestici hanno la tendenza ad essere meno profondi e quindi più sensibili agli abbassamenti della falda, rispetto a quelli agricoli.

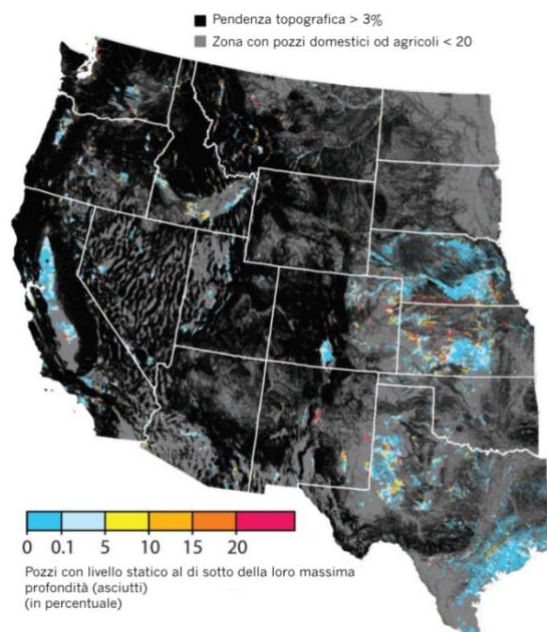


Figura Box 6-1 – La figura mostra la percentuale di pozzi che presentano un livello statico stimato al di sotto della loro base, in pratica pozzi asciutti nell'ovest degli Stati Uniti, tra il 2013 e 2015. Le zone scure hanno pendenza topografica elevata (> 3%) e non sono state studiate. Le zone in grigio scuro hanno pendenza inferiore al 3%, ma con un numero di pozzi insufficiente per un'analisi (p.e. meno di 20 pozzi analizzati per lo studio). I livelli di falda più recenti (2013-2015) sono stati elaborati con i dati di pozzi con profondità inferiore ai 100 m.

[Ritorno al collegamento precedente del Box 6 ↑](#)

Box 7 Utilizzo della Banca Dati Pozzi per L'identificazione degli Acquiferi Superficiali della Nuova Scozia, Canada

Nella Nuova Scozia, l'archivio provinciale dei pozzi (Nova Scotia Environment, 2020) è stato molto utilizzato a scopi di ricerca ed interpretazione, in parte a causa delle limitate risorse economiche per la raccolta dei dati del sottosuolo nelle province più piccole. Alcuni esempi comprendono la caratterizzazione idrogeologica a scala provinciale (Kennedy and Drage, 2009), l'uso dei livelli statici ricavati dalle schede per valutare la vulnerabilità all'invasione di acqua salata (Kennedy, 2012), l'analisi della distribuzione spaziale della tipologia di pozzi (p.e. superficiali, scavati a mano, profondi) per identificare la loro tendenza a rimanere asciutti (Kennedy et al., 2017), e l'analisi spaziale dell'andamento dei livelli statici e potenzialità delle acque sotterranee per identificare le zone di probabile sovrasfruttamento (Kennedy and Utting, 2011).

L'Archivio Pozzi della Nuova Scozia è stato anche utilizzato per mappare e caratterizzare gli acquiferi superficiali. Per esempio, le schede pozzo si possono utilizzare per profili stratigrafici come in Figura Box 7-1a (Kennedy e Utting, 2011) o mappare l'estensione potenziale degli acquiferi superficiali (Kennedy, 2014) idonei ad una fornitura idrica e basati sull'analisi spaziale delle colonne stratigrafiche (Figura Box 7-1b).

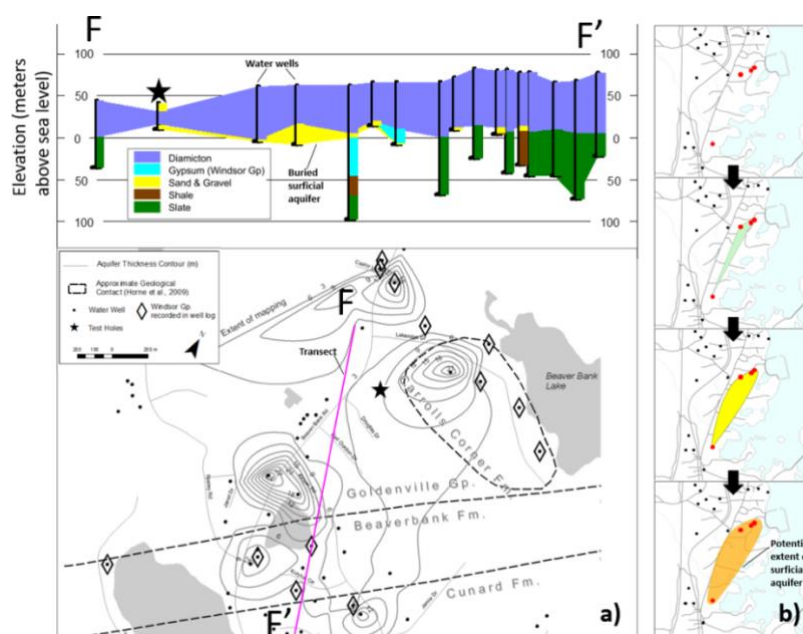


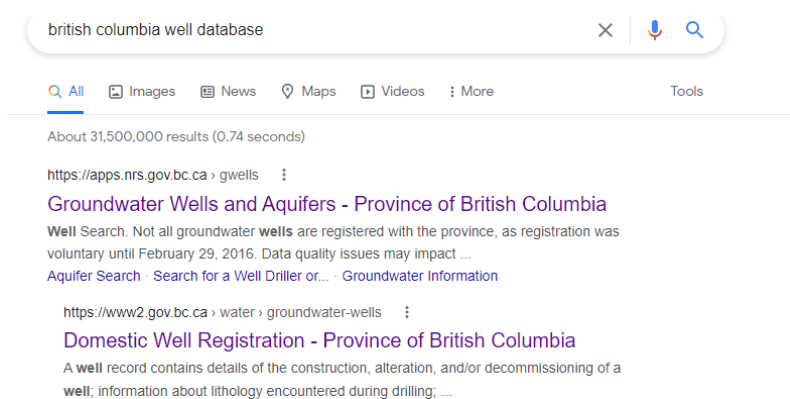
Figura Box 7-1 - a) Uso della Colonna litologica per interpretare una sezione stratigrafica e lo spessore di un livello sepolto di sabbia e ghiaia (da Kennedy e Utting, 2011); e b) sequenza GIS per automatizzare il disegno del perimetro di estensione di un acquifero superficiale dalla scheda pozzo. I pozzi che interessano l'acquifero superficiale sono raggruppati e racchiusi in un poligono dai contorni arrotondati. I punti rossi più grandi indicano la presenza di un acquifero superficiale con spessore maggiore di 3 m, mentre i punti neri più piccoli l'assenza di un acquifero superficiale (Kennedy, 2014).

[Ritorno al collegamento precedente del Box 7 ↑](#)

12 Soluzioni

Soluzione dell'Esercizio 1

Dovete cercare su internet un archivio pozzi consultabile online per la vostra zona, ove possibile, controllare la banca dati per precisarne le caratteristiche (p.e. sono raccolti anche i pozzi domestici ?) ed il numero totale delle schede contenute. Iniziate la ricerca fornendo il tipo della vostra amministrazione (p.e. paese, provincia, stato, comune, distretto o simile) seguito da “banca dati pozzi” fino a trovare un collegamento idoneo e quindi continuare nella pagina. Ad esempio una ricerca del tipo “Archivio Pozzi della Columbia Britannica nel dicembre 2021, ha fornito il risultato seguente.



Cliccare sul collegamento della pagina web “Groundwater Wells and Aquifers” e quindi su quello per scaricare tutti i pozzi (Well extract, estrai i pozzi). Dopo avere aperto il file scaricato potete determinare quanti record sono nella tabella e la tipologia di pozzi.

[Ritorna all'Esercizio 1](#) ↑

Soluzione dell'Esercizio 2

Dovete cercare su internet se l'amministrazione che vi interessa ha promulgato una normativa sulla fornitura dei dati di perforazione. Per esempio, una ricerca su internet del tipo “ norme sulla costruzione di pozzi nella Columbia Britannica” (well construction regulations British Columbia) nel dicembre 2021 ha fornito il seguente indirizzo.

<https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/air-land-water/water/laws-rules/groundwater-protection-regulation> ↗.

In questo caso, cliccando sul collegamento “Read the Regulation in full” (leggi tutto il regolamento) e scorrendo fino alla Parte 10, si possono ritrovare i requisiti costruttivi del pozzo.

[Ritorna all'Esercizio 2](#) ↑

Soluzione dell'Esercizio 3

Il tipo di informazioni idrogeologiche ricavabili da una scheda pozzo può essere la stratigrafia e la litologia, la profondità del substrato roccioso o degli acquiferi, il livello statico, la portata e le informazioni sulla prova di pompaggio ed alcune informazioni generali sulla qualità dell'acqua (p.e. temperatura, salinità, torbidità, colore, odore). Navigando sulla pagina web dell'Archivio Pozzi della Columbia Britannica (Esercizio 1) nel dicembre 2021, si può ingrandire la zona di interesse e poi cliccare sulla sigla del pozzo che è collegata ad una pagina contenente una sintesi di tutte le informazioni relative a quel pozzo. La pagina del Sommario Pozzo fornisce varie informazioni di tipo idrogeologico come la litologia, la portata, la profondità totale e quella del livello statico.

[Ritorna all'Esercizio 3](#) ↑

Soluzione dell'Esercizio 4

Scaricare i dati da un archivio pozzi on line, aprirli in un foglio di calcolo, ricontrollarli e sistemarli per eliminare eventuali incongruenze, quindi effettuare valutazioni statistiche sui dati 'puliti' e per i parametri disponibili come profondità e portata. Per esempio, la seguente tabella riporta la profondità media e la portata dei pozzi nella città di "Big Creek" ottenuta scaricando la Banca Dati Pozzi della Columbia Britannica (Esercizio 1) e filtrando il campo 'Città' con "Big Creek", generando quindi le medie nei campi delle 'profondità finale' e 'portata'. Questo esempio utilizza una città con solo 6 pozzi. Cercate di trovare una città con almeno 100 pozzi.

Sigla del pozzo	città	Profondità finale m sotto p.c.	Portata l/s
3	BIG CREEK	36	0.3
53046	BIG CREEK	13.7	0.12
55962	BIG CREEK	14.3	3.15
111154	BIG CREEK	18.2	1.5
115888	Big Creek	24	3.15
115889	Big Creek	8.5	0.6
117943	Big Creek	17.6	2.5
AVERAGE:		18.9	1.61

[Ritorna all'Esercizio 4](#) ↑

Soluzione dell'Esercizio 5

Un acquirente sta considerando l'acquisto di un'abitazione dotata di un pozzo ed è interessato a conoscere i seguenti aspetti:

- La portata del pozzo (p.e. in litri al minuto) per determinare se il pozzo è adeguato ai suoi fabbisogni idrici;
- La qualità dell'acqua ritrovata durante la perforazione (p.e. solforosa, salata, limpida);
- Dove è posizionato il pozzo, se esso è costruito secondo gli standard in vigore e rispetta la normativa sulle zone di protezione da fonti di inquinamento come fosse settiche, strade; e,
- Il tipo di acquifero, la profondità dell'opera e lo spessore del materiale superficiale per valutare eventuali problemi qualitativi e di vulnerabilità della fornitura idrica.

Un acquirente sta considerando l'acquisto di un'abitazione sprovvista di pozzo idrico e potrebbe essere interessato a consultare una raccolta di stratigrafie locali per informarsi su: tipologia di pozzi, profondità, acquiferi e loro portate.

[Ritorna all'Esercizio 5](#) ↗

Soluzione dell'Esercizio 6

Il proprietario di un pozzo domestico potrebbe utilizzare la relazione costruttiva della perforazione per capire eventuali problemi nella fornitura idrica. Il rapporto tecnico potrebbe essere anche fornito dai proprietari alle ditte di perforazione per progettare un migliore intervento od una modifica al pozzo.

[Ritorna all'Esercizio 6](#) ↗

Soluzione dell'Esercizio 7

I motivi per cui alcune informazioni non sono riportate negli archivi sono molteplici ma di solito riassumibili nei seguenti:

- scarsa applicazione della normativa;
- le ditte di perforazione non sono obbligate dalla normative vigente;
- la procedura di invio dati da parte dei perforatori è laboriosa; e,
- il pozzo per cui mancano i dati costruttivi è stato perforato prima dell'entrata in vigore della normativa sull'invio delle informazioni.

[Ritorna all'Esercizio 7](#) ↑

Soluzione dell'Esercizio 8

La risposta rappresenta una vostra opinione ma potrebbe comprendere i seguenti dati:

- salinità;
- quota rilevata della testa pozzo;
- resistenza del rivestimento;
- nel caso di materiale sciolto la sua granulometria approssimata;
- misura del livello statico;
- misura del livello dinamico;
- profondità della pompa se installata;
- portata specifica; e,
- prova di portata della durata di un'ora con misure di abbassamento.

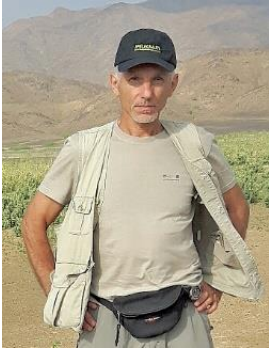
[Ritorna all'Esercizio 8](#) ↑

13 Breve Profilo dell'Autore



Gavin Kennedy è un ricercatore in idrogeologia per il Geological Survey Division del Nova Scotia Department of Natural Resources and Renewables. La Nuova Scozia è una Provincia del Canada. Gavin è un laureato del programma di Scienze della Terra all'Università di Waterloo del 2002. Per conseguire il suo Master of Science ha sviluppato un modello numerico per il recupero di aree paludose che sono state prosciugate ed isolate per la produzione di torba. Dopo vari anni in attività di consulenza in idrogeologia, Gavin è entrato nel 2007, nel Geological Survey Division, alla guida dello sviluppo di un nuovo Programma di Idrogeologia. Il lavoro di Gavin presso la Geological Survey Division si è concentrato sui rischi per la salute umana dovuti ad inquinanti naturali e per migliorare le conoscenze sulle acque sotterranee divulgandole agli abitanti della Nuova Scozia. Questo lavoro si è attuato con l'applicazione a scala regionale delle banche dati pozzi di programmi per Sistemi Informativi Geografici (GIS) e tecniche geostatistiche. Negli ultimi 15 anni, Gavin si è occupato del miglioramento, gestione e pubblicazione della banca dati pozzi. Gavin è Fellow of Geoscientists Canada, vincitore del W.E. Buster Brown Founders Award per la bravura e l'impegno dimostrati nello studio delle acque sotterranee della Nuova Scozia, ed è attualmente direttore per la regione Atlantica della sezione canadese dell'IAH (International Association of Hydrogeologists - Canadian National Chapter).

14 Breve Profilo del Traduttore



Alessio Fileccia si occupa di idrogeologia in terreni porosi e fratturati, con una lunga esperienza maturata in vari paesi in via di sviluppo e per conto di Organismi Internazionali (EEC, WB, ADB, UNESCO). Durante la sua carriera ha potuto mettere in pratica diverse tecniche idrogeologiche: dalle valutazioni preliminari, alla programmazione ed esecuzione delle indagini, progettazione pozzi, prove su acquifero, monitoraggi. Gran parte dell'attività più recente si è svolta in Italia per Società Acquedottistiche (ATS) ed all'estero per HydroNova Llc. La sua esperienza è rivolta a conciliare teoria e pratica ed alla divulgazione dell'idrogeologia in ambito professionale.

Vi invitiamo ad iscrivervi alla lista di the Groundwater Project per essere informati sull'uscita di nuovi testi, eventi e modalità di partecipazione. Iscrivendovi alla nostra lista ci aiutate a costruire una comunità mondiale sulle acque sotterranee . [Sign-up](#)[↗].

