



# **RICHIESTA CONCESSIONE DI DERIVAZIONE ACQUE SOTTERRANEE AD USO GEOTERMICO**

-

**VIA DELLA BEVERARA, 21/23 – BOLOGNA**

-

## **RELAZIONE TECNICA**

**preparato per**

**POLITECNICA INGEGNERIA E ARCHITETTURA SOCIETÀ COOPERATIVA**

Via Galileo Galilei, 220

41126 MODENA

### **Autori principali**

dott. geol. Diego Di Siena

dott. geol. Umberto Puppini

### **Revisione**

dott. Marco Testori

### **Responsabile Progetto**

dott. geol. Umberto Puppini

Codice Rapporto: 3801P\_R2F1 – Maggio 2019

Tipo di rapporto: Finale

---

**dott. geol. Umberto Puppini**

**Via L. Settembrini, 54 - 20124 MILANO**

**Tel +39 02 36590970 Fax +39 02 49539749**

**[direzione@gram.mi.it](mailto:direzione@gram.mi.it)**

**INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>FABBISOGNO, USO E DESTINAZIONE DELL'ACQUA DI FALDA .....</b>	<b>4</b>
2.1	Fabbisogno e uso dell'acqua di falda .....	4
2.2	Riciclo, riuso e risparmio della risorsa idrica.....	5
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI PRESA E RESA.....</b>	<b>6</b>
3.1	Pozzi di presa.....	6
3.2	Locali avampozzo di presa e impianto idraulico .....	7
3.3	Impianto di sollevamento .....	8
3.4	Pozzi di resa.....	9
3.5	Locali avampozzo di resa e impianto idraulico .....	10
<b>4</b>	<b>VERIFICA DIMENSIONAMENTO OPERE .....</b>	<b>11</b>
4.1	Velocità ingresso falda presso pozzi di presa.....	11
4.2	Velocità di flusso e velocità di risalita relativa a elettropompe, colonne e tubazioni montanti ...	11
4.3	Velocità uscita falda presso pozzi di resa.....	11
<b>5</b>	<b>SINTESI E CONCLUSIONE.....</b>	<b>12</b>

**Elaborati grafici fuori testo**

- Corografia – Scala 1:10.000
- Mappa catastale – Scala 1:1.000
- Stratigrafia presunta e schema costruttivo pozzi – Scala grafica
- Schema locale avampozzo pozzi di presa – Scala 1:25
- Schema locale avampozzo pozzi di resa – Scala 1:25
- Planimetria insediamento e Schema rete idrica – Scala 1:200

## **1. INTRODUZIONE**

Questo documento descrive i fabbisogni per l'alimentazione con acqua di falda dell'impianto di riscaldamento e raffrescamento a servizio dell'insediamento in corso di ampliamento ad uso commerciale e uffici situato in Via della Beverara, 21/23 a Bologna (Elaborati grafici fuori testo – Corografia):

All'esterno dell'impronta dell'edificio, nella parte Sud dell'area di progetto saranno realizzati due pozzi di presa, per il prelievo d'acqua di falda dalla porzione sommitale (SUP1) del complesso acquifero A1. L'acqua è destinata ad alimentare l'impianto a pompa di calore con portata media pari a 41,0 m<sup>3</sup>/h (11,4 l/s) e portata di picco pari a 144,7 m<sup>3</sup>/h (40,2 l/s). Pertanto il fabbisogno idrico annuale sarà pari a circa 180.807 m<sup>3</sup>/anno.

La principale caratteristica qualitativa utile dell'acqua di falda per l'uso scambio termico è rappresentata dalla sua temperatura, pressoché costante in situ, misurata in un piezometro esistente a circa 14,1 °C.

Lo scarico dell'acqua utilizzata dalle pompe di calore avverrà nella stessa falda in cui avviene il prelievo mediante tre pozzi di restituzione, di cui uno di back-up, ubicati nella parte Nord dell'insediamento all'esterno dell'impronta dell'edificio.

La presente relazione costituisce un allegato alla domanda di concessione di derivazione di acqua sotterranea e alla domanda di autorizzazione allo scarico in falda ai sensi del R.D. 1775/1933, del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. e del R.R. Emilia Romagna n° 41 del 20 Novembre 2001.

## 1 FABBISOGNO, USO E DESTINAZIONE DELL'ACQUA DI FALDA

### 1.1 Fabbisogno e uso dell'acqua di falda

La valutazione delle portate di acqua di falda sia per i valori di picco che per le medie mensili (Tabelle 1 e 2) è stata eseguita per coprire nella misura del 70% i fabbisogni termici dell'edificio forniti dai progettisti; la portata massima al prelievo risulta pari a circa 40,2 l/s utile per generare una potenza di circa 842 kW termici. Tale limitazione è stata scelta per rimanere sotto il valore di portata di 42,5 l/s che imporrebbe l'attivazione di una procedura di V.I.A.

**Tabella 1 – Dati di ingresso**

Potenza picco istantaneo (kW)	842,3
$\Delta T$ (°C)	5,0
Capacità termica acqua (J/kgK)	4,186
Qmax	
(l/s)	40,2
(m³/h)	144,9
(m³/g)	3.477,0

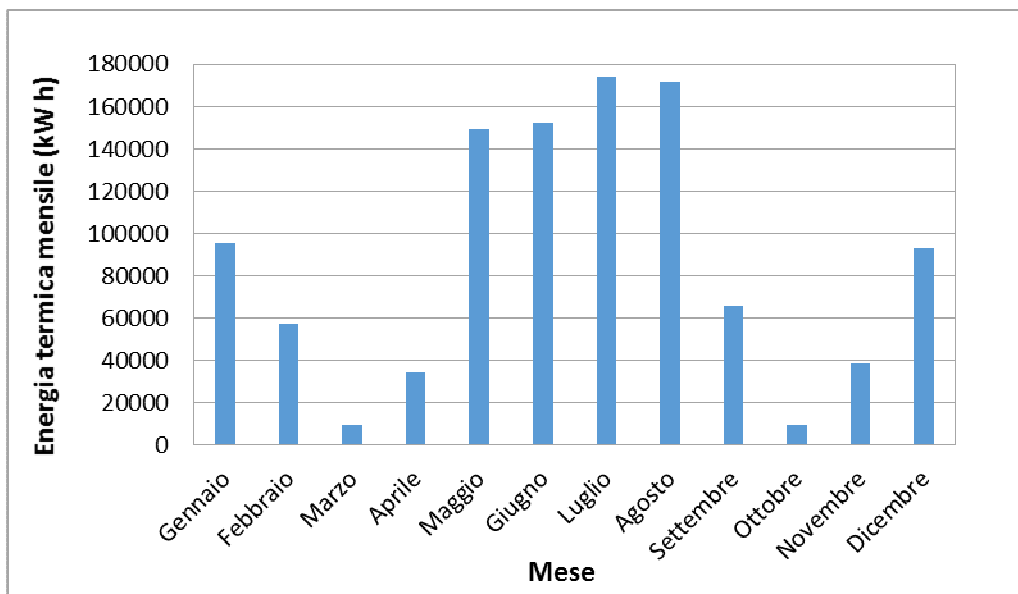
Come detto è stata prevista la copertura del 70% dei fabbisogni invernali e estivi (Tabella 2 e Figura 1).

**Tabella 2 – Stima consumi medi mensili acqua di falda**

Mese	Giorni	Ore	Bilancio Energia Totale (kWh)	Potenza (kW)	Q media mensile istantanea (l/s)	Q media mensile oraria (m³/h)	Q media mensile giornaliera (m³/g)	Volume sollevato (m³/mese)
Gennaio	31	12	95.346,0	256,3	12,2	44,1	529,0	16.399,7
Febbraio	28	12	57.296,0	170,5	8,1	29,3	352,0	9.855,0
Marzo	31	12	9.629,0	25,9	1,2	4,5	53,4	1.656,2
Aprile	30	12	-3.4295,0	95,3	4,6	16,4	196,6	5.898,8
Maggio	31	12	-149.510,5	401,9	19,2	69,1	829,6	25.716,1
Giugno	30	12	-152.197,9	422,8	20,2	72,7	872,6	26.178,3
Luglio	31	12	-173.901,2	467,5	22,3	80,4	964,9	29.911,3
Agosto	31	12	-171.591,7	461,3	22,0	79,3	952,1	29.514,1
Settembre	30	12	-66.059,3	183,5	8,8	31,6	378,7	11.362,3
Ottobre	31	12	-9.373,0	25,2	1,2	4,3	52,0	1.612,2
Novembre	30	12	38.767,0	107,7	5,1	18,5	222,3	6.668,0
Dicembre	31	12	93.223,0	250,6	12,0	43,1	517,2	16.034,5
					<b>11,4</b>	<b>41,1</b>	<b>493,4</b>	<b>180.806,6</b>

L'acqua di falda è destinata ad alimentare l'impianto a pompa di calore con portata media pari a 41,0 m³/h (11,4 l/s) e portata di picco pari a 148,0 m³/h (41,1 l/s). Pertanto il fabbisogno idrico annuale sarà pari a circa 180.807 m³/anno.

La portata di picco di 40,2 l/s sarà equamente suddivisa fra i due pozzi di presa che, pertanto, dovranno funzionare ad una portata massima di 20,1 l/s ciascuno; è sconsigliabile attivare un unico pozzo di presa alla portata di picco (40,2 l/s) per evitare il sovrasfruttamento dell'opera e il rischio del suo precoce ammaloramento.



**Figura 1 – Distribuzione energia termica mensile**

## **1.2 Riciclo, riuso e risparmio della risorsa idrica**

L'esercizio dell'impianto, da un punto di vista quantitativo, non determinerà impatti sulla risorsa idrica, infatti, l'intero volume di acqua di falda sollevato, a valle dell'utilizzo, sarà reimpresso nella stessa falda. Pertanto non si rende necessaria la progettazione di sistemi di risparmio idrico.

## **2 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE OPERE DI PRESA E RESA**

Le posizioni dei pozzi sono state preliminarmente definite sia in base a criterio idrogeologico di cautela sia in base a criteri logistici compatibili con le caratteristiche architettoniche dell'edificio esistente sia, infine, in osservanza al Codice Civile tenendo i manufatti ad una distanza di almeno 2 m dal confine della proprietà.

In seguito le posizioni e le profondità dei pozzi sono state oggetto di verifica tramite la costruzione di un modello di flusso e di trasporto capace di simulare una condizione di esercizio prolungata nel tempo (5 anni).

### **2.1 Pozzi di presa**

I pozzi di presa P1 e P2 saranno realizzati nel foglio 110, mappale 109 del Comune di Bologna con metodo a percussione o a rotazione con circolazione inversa, avanzando con diametro di perforazione minimo di 800 mm, fino alla quota di -48 m dal p.c. (Elaborati grafici fuori testo: Corografia, Mappa catastale, Stratigrafia presunta e Schema costruttivo dei pozzi). I materiali di risulta della perforazione verranno gestiti ai sensi delle leggi vigenti.

Sulla base dei dati stratigrafici locali e per le considerazioni espresse nella relazione Idrogeologica, per ciascun pozzo di presa si prevede di perforare fino alla profondità di 48 m dal p.c. e posare una colonna in PVC  $d_{est}=500$  mm,  $d_{int}=480$  mm, cieca nei tratti da 0,0 m a -26,0 m, da -32,0 m a -41,0 m e da -44,0 m a -48,0 m da p.c. e filtrante con microfessure di luce 1,0 mm da -26,0 m a -32,0 m e da -44,0 m a -48,0 m da p.c. (Tabella 3).

Al termine della perforazione l'Impresa esecutrice presenterà alla Direzione Lavori una proposta di schema di composizione della colonna filtrante e degli altri materiali (drenaggio, isolamenti) aggiornato in base ai dati della stratigrafia rilevata, per consentire di apportare eventuali modifiche prima della posa.

Per migliorare la permeabilità nelle immediate vicinanze delle opere e favorire la captazione dell'acqua di falda, al filtro sarà giustapposto un manto drenante artificiale formato da ghiaia silicea a granulometria calibrata su quella dell'acquifero (indicativamente  $d=3-5$  mm). Il dreno sarà posato per gravità nell'intercapedine tra la parete del foro e la colonna tra -24,0 m e -34,0 m e tra -39,0 m e -46,0 m da p.c.

Si prevede inoltre di effettuare l'isolamento dell'orizzonte acquifero sigillando la parte sommitale dell'intercapedine tra le colonne per impedire l'infiltrazione d'acqua dalla superficie e l'isolamento dell'intercapedine stessa in corrispondenza degli orizzonti a permeabilità ridotta. L'operazione prevede la posa per gravità di argilla di cava negli intervalli tra circa -2,8 m e -24,0 m, fra -34,0 m e -39,0 m e fra -44,0 m e -48,0 m da p.c.

In ciascuno dei pozzi P1 e P2, alle profondità indicative di 33,0 m e 34,0 m dal piano campagna verrà a trovarsi la bocca di aspirazione di due elettropompe sommerse ciascuna collegata alla propria colonna di sollevamento in acciaio zincato  $d=5''$ .

I due pozzi potranno funzionare in serie per garantire la portata di picco di 40,2 l/s.

La testa di ciascun pozzo sarà a tenuta stagna per impedire l'ingresso d'aria e di luce al suo interno.

**Tabella 3 – Caratteristiche pozzi di presa P1 e P2**

Foglio e mappale	110/109
P1 X	1685300,2
Y	4931455,7
P2 X	1685309,9
Y	4931451,9
Profondità (m)	48,0
Portata media annua totale (l/s)	11,4
Metodo perforazione	a percussione o a rotazione con circolazione inversa
Diametro di perforazione (mm)	800
Tubazioni cieche in PVC	
- quota (m dal p.c.)	0,0 – 26,0 32,0 – 41,0 44,0 – 48,0
- diametro (mm) e spessore (mm)	500/19,1
Tubazione filtrante microfessurata in PVC	
- luce fessure (mm)	1,0
- quota (m dal p.c.)	26,0 – 32,0 41,0 – 44,0
- diametro (mm) e spessore (mm)	500/19,1
Rivestimenti della colonna	
- quota (m dal p.c.), tipo materiale e modalità di messa in opera	2,3 – 24,0 Argilla di cava / a gravità 24,0 – 34,0 Ghiaia silicea d= 3-5 mm/a gravità 34,0 – 39,0 Argilla di cava / a gravità 39,0 – 46,0 Ghiaia silicea d= 3-5 mm/a gravità 46,0 – 48,0 Argilla di cava / a gravità

## **2.2 Locali avampozzo di presa e impianto idraulico**

I locali avampozzo dei pozzi di presa P1 e P2 saranno ricavati nel sottosuolo con prescavo a sezione obbligata, sostenuta da ordine di tavolati contrastati per la posa degli elementi prefabbricati. Al loro interno la testa del pozzo sposterà per 0,5 m dalla soletta di fondo del locale a pianta quadrata con dimensioni interne L= 2,00; il pavimento si troverà a 2,3 m dal p.c. con altezza utile minima di 2,0 m. La chiusura della camera sarà garantita da due chiusini in ghisa carrabile (70 x 70 cm) di cui uno servirà per l'accesso e l'altro per la manutenzione del pozzo dall'alto.

La testa stagna sarà a tenuta per impedire il passaggio di luce e aria all'interno del pozzo. La flangia che assicura la chiusura a tenuta di ciascun pozzo sarà provvista di due fori a tenuta per il passaggio delle tubazioni montanti in acciaio zincato d= 5" (DN 125), cui saranno collegate le pompe previste. Con funzione di guida per la sonda freatimetrica sarà posata una tubazione cieca in HDPE d= 1"1/2 fino a 25 m dal p.c. provvista di tappo a vite a tenuta d'aria alla sommità.

Sopra la testa stagna saranno montate le tubazioni per trasportare l'acqua estratta alla rete. Le tubazioni saranno provviste di un tronchetto finale d= 5" (DN 125) posato prima della valvola di ritenuta e della curva a 90° d= 5" (DN 125) sulla quale sarà installato un manometro di controllo della pressione di esercizio.

Di seguito su ciascuna mandata sarà posata una saracinesca  $d=5''$  (DN 125). A seguire, su ciascuna tubazione sarà installato un pezzo speciale a Y  $L=0,5$  m  $d=5''$  (DN 125) seguito da una curva  $d=5''$  (DN 125), un tronchetto  $d=5''$  (DN 125) con rubinetto per il prelievo di campioni di acqua di falda, un contatore magnetico e, immediatamente prima dell'uscita della camera avampozzo, un giunto acciaio/HDPE con variazione di diametro dal quale si staccherà la tubazione in HDPE che convoglierà l'acqua estratta all'utenza (Tabella 4).

L'impianto elettrico sarà munito di inverter da collocare nella sala tecnica per la regolazione automatica della quantità d'acqua necessaria ad alimentare il sistema di condensazione secondo le esigenze di scambio termico. Il locale avampozzo stesso sarà provvisto di un sezionatore per togliere la corrente elettrica in fase di manutenzione.

**Tabella 4 – Caratteristiche locali avampozzo di presa e impianto idraulico**

Tipo	interrata in cls. prefabbricato
Forma pianta	rettangolare
Larghezza/ Lunghezza/ Altezza utile/ Area	2,0 m / 2,0 m / 2,0 m / 4,0 m <sup>2</sup>
Quota testa pozzo sulla soletta	+ 0,5 m
Impianto idraulico	Pompa sommersa
	Tubazione verticale montante in acciaio zincato $d=5''$ DN 125 con giunti flangiati
	Tronchetto di raccordo $L=1$ m in acciaio zincato $d=5''$ DN 125
	Testa a tenuta stagna di aria e luce con via per tubazione $d=1''^{1/2}$ e per
	Valvola di ritenuta DN 125
	Curva con manometro $d=5''$ DN 125
	Saracinesca DN 125
	Pezzo speciale a Y $L=0,5$ m $d=5''$ DN 125
	Curva $d=5''$ DN 125
	Tronchetto $d=5''$ DN 125 con rubinetto di prelievo
	Contatore magnetico
	Giunto acciaio/HDPE
	Tubazione di mandata orizzontale in HDPE

### **2.3 Impianto di sollevamento**

In ciascun pozzo di presa saranno installate due elettropompe sommerse con aspirazione alle profondità di 33,0 m e 34,0 m da p.c. (Tabella 5). Le elettropompe saranno di tipo LOWARA Z875 03 o equivalente, con potenza nominale pari a 18,5 kW e prevalenza pari a circa 62,0 m alla portata massima di esercizio di 20,1 l/s.

Per proteggere il motore sommerso da rischi di surriscaldamento le pompe dovranno essere munite di camicia di raffreddamento. Le elettropompe inoltre dovranno essere adatte a regolazione sotto inverter.

I pozzi di presa e dunque le elettropompe sommerse potranno funzionare in parallelo alla portata di 20,1 l/s ciascuno per coprire la portata di picco di 40,2 l/s. Il back-up sarà garantito dalle altre due elettropompe installate. È sconsigliabile attivare contemporaneamente due elettropompe sommerse in un singolo pozzo di presa.



**Tabella 5 – Caratteristiche elettropompe sommerse pozzi P1 e P2 ( $Q_{\max} = 20,1$  l/s)**

Elettropompa sommersa tipo LOWARA Z875 03 o equivalente	
Potenza massima (kW)	18,5
Portata massima (l/s)	20,1
Prevalenza alla portata massima (m)	62,0
Diametro bocca di mandata (mm)	127 (5")
Diametro ingombro (mm)	200
Diametro ingombro con camicia raffreddamento (mm)	225
Lunghezza ingombro (mm)	1.784

## 2.4 Pozzi di resa

Si prevede la realizzazione di tre pozzi di resa (R1, R2 e R3) con metodo a percussione o a rotazione con circolazione inversa, avanzando con diametro di perforazione minimo di 800 mm, fino alla quota di -44 m dal p.c. (Elaborati grafici fuori testo - Stratigrafia presunta e schema costruttivo pozzi – Scala grafica).

Si prevede di posare una colonna in PVC  $d_{\text{est}} = 400$  mm  $d_{\text{int}} = 369,4$  mm, cieca tra 0,0 m e -26,0 m e tra -32,0 m e -41,0 m da p.c. e tratto filtrante con microfessure di luce 2/3 mm tra -26,0 m e -32,0 m e tra -41,0 m e -44,0 m da p.c. (Tabella 6).

Per migliorare la permeabilità nelle immediate vicinanze dell'opera e favorire la restituzione dell'acqua di falda, al filtro sarà giustapposto un manto drenante artificiale formato da ghiaia silicea a granulometria calibrata (indicativamente  $d = 4-8$  mm). Il dreno sarà posato per gravità nell'intercapedine tra la parete del foro e la colonna tra circa -24,0 m e -34,0 m e tra -39,0 m e -44,0 m da p.c.

Si prevede inoltre di effettuare l'isolamento dell'orizzonte acquifero sigillando la parte sommitale dell'intercapedine tra le colonne per impedire l'infiltrazione d'acqua dalla superficie e l'isolamento dell'intercapedine stessa in corrispondenza degli orizzonti a permeabilità ridotta. L'operazione prevede la posa per gravità di argilla di cava negli intervalli tra circa -2,8 m e -24,0 m, fra -34,0 m e -39,0 m da p.c.

**Tabella 6 – Caratteristiche pozzi di resa R1, R2 e R3**

Foglio e mappale	110/110
R1 X	1685350,9
Y	4931527,8
R2 X	1685356,9
Y	4931527,2
R3 X	1685362,9
Y	4931526,6
Profondità prevista (m)	44
Metodo perforazione	a percussione o a rotazione con circolazione inversa
Diametro di perforazione (mm)	800
Tubazioni cieche in PVC	
- quota (m dal p.c.)	0,0 – 26,0
	32,0 – 41,0
- diametro (mm) e spessore (mm)	400/15,3

Tubazione filtrante microfessurata in PVC	
- luce microfessure o filtro aperto (mm)	2/3
- quota (m dal p.c.)	26,0 - 32,0 41,0 – 44,0
- diametro (mm) e spessore (mm)	400/15,3
Rivestimenti della colonna	
- quota (m dal p.c.), tipo materiale e modalità di messa in opera	2,3 – 24,0 Argilla di cava / a gravità 24,0 – 34,0 Ghiaia silicea d= 4 - 8 mm/a gravità 34,0 – 39,0 Argilla di cava / a gravità 39,0 – 44,0 Ghiaia silicea d= 4 - 8 mm/a gravità

## 2.5 Locali avampoio di resa e impianto idraulico

I locali avampoio dei pozzi di resa R1, R2 e R3 saranno ricavati nel sottosuolo con prescavo a sezione obbligatoria, se necessario sostenuto da ordine di tavolati contrastati per la posa degli elementi prefabbricati. Al loro interno la testa del pozzo sposterà per 0,5 m dalla soletta di fondo del locale a pianta quadrata con dimensioni interne L= 2,00; il pavimento si troverà a 2,3 m dal p.c. con altezza utile minima di 2,0 m. La chiusura della camera sarà garantita da due chiusini in ghisa carrabile (70 x 70 cm) di cui uno servirà per l'accesso e l'altro per la manutenzione del pozzo dall'alto.

La flangia che assicura la chiusura della testa del pozzo di resa sarà messa a tenuta di luce e d'aria tramite guarnizioni adeguate ed avrà un foro per il passaggio della tubazione di scarico in HDPE DN 150 PN 16, che raggiungerà la profondità di 25 m dal p.c. rimanendo immersa sotto il livello di equilibrio della falda.

Con funzione di guida per la sonda freaticometrica sarà posata anche una tubazione cieca in HDPE d= 1"1/2 fino a 25 m dal p.c. provvista di tappo a vite a tenuta d'aria alla sommità.

Le tre tubazioni di restituzione in HDPE, provenienti dell'edificio, subito dopo l'ingresso nella camera avampoio, saranno munite di un rubinetto di prelievo, una curva a 90°, una saracinesca, una curva a 90° con manometro (DN 150 PN 16) e di una tubazione di scarico (DN 150 PN 16) immersa in falda fino alla profondità di -25 m da p.c. (Tabella 7).

**Tabella 7 – Caratteristiche locali avampoio di resa e impianto idraulico**

Tipo	interrata in cls. prefabbricato
Forma pianta	rettangolare
Larghezza/ Lunghezza/ Altezza utile/ Area	2,0 m / 2,0 m / 2,0 m / 4,0 m <sup>2</sup>
Quota testa pozzo sulla soletta	+ 0,5 m
Impianto idraulico	Scambiatori Tubazione di arrivo dalla centrale termica in HDPE DN150 PN10 Tronchetto DN150 PN10 con rubinetto di prelievo Curva a 90° Saracinesca Curva a 90° con manometro Testa in acciaio zincato a tenuta stagna di aria e luce con via per tubazione d= 1"1/2 e per tubazione di restituzione DN90 Tubazione di restituzione in HDPE DN150 PN 10 L= 25 m immersa in falda

### **3 VERIFICA DIMENSIONAMENTO OPERE**

Di seguito si espongono alcune analisi previsionali sulle condizioni di esercizio dei pozzi di presa. Le verifiche sono state eseguite per la condizione di esercizio più gravosa corrispondente al fabbisogno di picco di 40,2 l/s suddiviso equamente fra i due pozzi di presa (20,10 l/s per pozzo).

#### **3.1 Velocità ingresso falda presso pozzi di presa**

Si è proceduto a calcolare la velocità di ingresso dell'acqua di falda ( $V_{fi}$ ) presso le luci filtranti della colonna del pozzo per verificare l'assenza di condizioni di moto turbolento che, secondo la Norma UNI 11590:2015 [8], si hanno per  $V_{fi} > 0,03$  m/s. Il valore calcolato è  $V_{fi} = 0,0291$  m/s e dunque è conforme alla norma.

Si è proceduto inoltre a verificare che, all'ingresso dell'acqua di falda nella colonna del pozzo, non fosse superata la velocità limite di trascinamento dei materiali fini ( $V_{tr}$ ) onde evitare:

- l'asportazione di materiale fine dal terreno drenato, con rischio di subsidenza localizzata;
- eventuali danni alle fondazioni esistenti;
- malfunzionamento delle elettropompe e intasamento degli scambiatori.

Tale valutazione è stata eseguita secondo quanto indicato all'Allegato tecnico della D.G.R. Lombardia 24 Marzo 1998 - n. 6/35228 [11] che, riprendendo la tabella delle velocità limite dell'USGS Survey, indica il valore di 0,0305 m/s come velocità limite per acquiferi la cui conducibilità idraulica maggiore di  $1,41 \times 10^{-3}$  m/s. Anche in questo caso il valore di velocità ottenuto ( $V_{tr} = 0,0219$  m/s) è conforme alla norma.

#### **3.2 Velocità di flusso e velocità di risalita relativa a elettropompe, colonne e tubazioni montanti**

In riferimento alle elettropompe sommerse, dotate di camicia di raffreddamento, è stata valutata la velocità di flusso ( $V$ ) necessaria per evitare il surriscaldamento del motore sommerso ed evitare cavitazioni e vibrazioni eccessive.

Secondo quanto indicato nella Norma UNI [8] e da dati di bibliografia tale velocità deve essere maggiore di 0,2 o 0,4 m/s (a seconda di quanto richiesto dal costruttore) e inferiore a 3,0 m/s [8, 9]. La velocità di flusso ( $V$ ) calcolata è risultata pari a 2,409 m/s, dunque, entrambe le condizioni richieste risultano soddisfatte.

Si è valutata inoltre la velocità di risalita ( $V_r$ ) dell'acqua di falda all'interno della colonna di rivestimento del pozzo sotto l'azione di aspirazione dell'elettropompa sommersa. Secondo la Norma UNI [8] tale velocità deve essere minore di 1,0 m/s. La velocità calcolata ( $V_r$ ) è risultata pari a 0,120 m/s, e dunque è conforme alla norma [8].

Infine è stata calcolata anche la velocità di flusso ( $V_f$ ) all'interno della tubazione montante. Secondo quanto indicato dalle norme tecniche [8] tale velocità deve essere inferiore a 2,5 m/s. La velocità calcolata ( $V_f$ ) è risultata pari a 1,498 m/s; dunque anche in questo caso i valori sono conformi alla norma [8].

#### **3.3 Velocità uscita falda presso pozzi di presa**

Per quanto riguarda il pozzo di presa è stata valutata la velocità dell'acqua di falda ( $V_{resa}$ ) in uscita dal pozzo in corrispondenza delle luci filtranti delle colonne. In tal caso è stato ritenuto accettabile un valore minore o uguale della velocità di ingresso ( $V_{fi}$ ) dell'acqua di falda in corrispondenza dei filtri della colonna del pozzo di presa (0,0231 m/s). La velocità calcolata ( $V_{resa}$ ) è pari a 0,0230 m/s.

#### **4 SINTESI E CONCLUSIONE**

L'acqua di falda estratta dai pozzi di presa verrà impiegata per alimentare le pompe di calore dell'impianto di riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria a servizio dell'insediamento in corso di ampliamento ad uso commerciale e uffici situato in Via della Beverara, 21/23 a Bologna.

Il fabbisogno termico di picco è stato stimato dai progettisti dell'impianto di nella misura di 842 kW, pari ad una portata di picco istantanea di acqua di falda di 144,7 m<sup>3</sup>/h (40,2 l/s) con  $\Delta T$  di progetto di 5,0 °C.

L'impianto sarà attivo 12 mesi all'anno e sarà alimentato con portata media pari a 41,0 m<sup>3</sup>/h (11,4 l/s) e portata di picco pari a 144,7 m<sup>3</sup>/h (40,2 l/s). Pertanto il fabbisogno idrico annuale sarà pari a circa 180.807 m<sup>3</sup>/anno. La stessa portata prelevata sarà scaricata in falda ai pozzi di resa.

L'acqua di falda, caratterizzata da una temperatura prevista di circa 14,1 °C, non subirà trattamenti prima dell'uso e verrà sottoposta solamente a un processo termico che porterà alla restituzione in falda con  $\Delta T = \pm 5,0^\circ\text{C}$ .

Il prelievo dell'acqua utilizzata dalle pompe di calore avverrà mediante due pozzi di presa ubicati nel settore Sud dell'area di progetto all'esterno dell'impronta dell'edificio. I pozzi di presa e dunque le elettropompe sommerse potranno funzionare in parallelo alla portata di 20,1 l/s ciascuno per coprire la portata di picco di 40,2 l/s. Il back-up sarà garantito dalle altre due elettropompe installate.

Lo scarico dell'acqua utilizzata dalle pompe di calore avverrà nella stessa falda in cui avviene il prelievo mediante tre pozzi di resa ubicati nella parte Nord dell'area all'esterno dell'impronta dell'edificio. I pozzi di resa funzioneranno due alla volta e il terzo sarà utilizzato come back-up.

Si fa presente che le acque di falda prelevate non subiranno variazioni chimico-fisiche. Pertanto, visti i valori tipici di concentrazione di contaminanti delle acque della prima falda, si può presumere che le acque di scarico saranno conformi ai limiti di legge fissati da Tabella 3 dell'Allegato 5, Parte III, del D. Lgs. 152/2006 e smi.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1 ISTAT. Report. 2002-2016- Temperatura e precipitazioni nelle principali città. 20 giugno 2018. Roma 2018.
- 2 ARPA Emilia Romagna. Le Caratteristiche degli acquiferi della Regione Emilia Romagna. Reggio Emilia 2005.
- 3 Regione Emilia Romagna. Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli. Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna. [http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/acque/rel\\_scientif/riserve\\_idriche\\_sotterr\\_01.htm#2197432](http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/acque/rel_scientif/riserve_idriche_sotterr_01.htm#2197432).
- 4 ARPA Emilia Romagna. Servizio Tutela e Risanamento acque. Studio sulla Ricarica artificiale delle Falde in Emilia Romagna. Bologna 2006. [http://www.arpa.emr.it/ingamb/download/falde/RelF\\_ARCH\\_REV1\\_indice.pdf](http://www.arpa.emr.it/ingamb/download/falde/RelF_ARCH_REV1_indice.pdf)
- 5 Comune di Bologna. PAE 2007. Piano della Attività Estrattive. Bologna 2010.
- 6 Comune di Bologna. Piano Strutturale Comunale. Bologna 2008.
- 7 STS Servizi Tecnologie e sistemi e AIRIS Ingegneria per l'Ambiente. *Programma per la riqualificazione urbana preordinato a variante Piano Operativo Comunale. Relazione Idrogeologica sulle potenzialità degli acquiferi sfruttabili ai fini della geotermia*. Bologna 2015.
- 8 Norma UNI 11590:2015. Pozzi per acqua – Progettazione. Milano. Settembre 2015.
- 9 M. Gorla. Pozzi per acqua – Manuale tecnico di progettazione. Milano. Ottobre 2010.
- 10 G. Cerbini, M. Gorla. Idrogeologia Applicata - Principi, Metodi e Misure. Milano. Gennaio 2009.
- 11 D.G.R. 24 Marzo 1998 N. 6/35228. BURL. 3° Supplemento Straordinario al N. 16. Aprile 1998.

**ELABORATI GRAFICI FUORI TESTO**