

## PIANO INVESTIMENTI 2019

### MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER IL MIGLIORAMENTO DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

<b>Asset</b>	RETE DI RACCOLTA
<b>Comune</b>	BARLETTA - Prov. di BAT
<b>Ubicazione</b>	Varie vie
<b>Oggetto</b>	INTERVENTI PROPEDEUTICI AL RISANAMENTO DEGLI SCARICHI SUL LUNGOMARE DI PONENTE - BARLETTA

## PROGETTO DEFINITIVO

### RELAZIONE DRENAGGI E AGGOTTAMENTI ACQUE DI FALDA

ELABORATO

ER.07

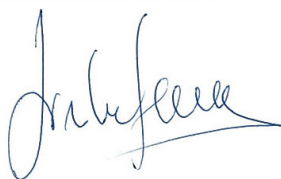
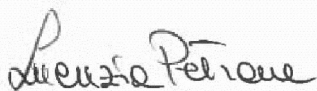
**PROTOCOLLO N.**

**SAP: 21/21117**

**Bari, li**

**Progettisti:**

*Geom. Pasquale Quacquarelli  
Ing. Lucrezia Petrone  
Ing. Marta Cecca  
Geom. Girolamo de Gennaro*



*Il Responsabile della progettazione  
Geom. Pasquale Quacquarelli*



**C.S.P.:**

*Ing. Marta Cecca*



*Visto: Il Responsabile del Procedimento  
Ing. Francesca Fresa*

## INDICE

1	PREMESSA .....	2
2	CARATTERI GEOLOGICI .....	2
3	AGGOTTAMENTI TREMITE IMPIANTO WELL-POINT .....	4
4	SCAVI IN TRINCEA .....	5
5	SCAVI CON TECNOLOGIA TRENCHLESS.....	9

## 1 - PREMESSA

La presente relazione illustra le modalità esecutive ed il relativo dimensionamento delle opere necessarie all'aggottamento delle acque di falda, propedeutico e contestuale alle operazioni di scavo.

I tratti interessati dall'aggottamento sono quelli ricadenti nella zona prospiciente il mare quindi il Lungomare Mennea e Via Di Cuonzo, poiché gli esiti delle indagini attestano la falda mediamente ad una profondità di 1,00 m. e si stima possa raggiungere profondità prossime o raggiungere direttamente il p.c. in periodi molto piovosi dell'anno.

Verranno analizzate altresì i diversi approcci operativi per gli aggottamenti in relazione alle diverse tipologie di scavo presenti nel progetto.

## 2 - CARATTERI GEOLOGICI

Di fondamentale importanza, al fine del dimensionamento delle opere necessarie all'aggottamento delle acque di falda, sono gli esiti delle indagini geologiche in ordine ai dati relativi agli indici di permeabilità del terreno nonché all'altezza della falda stessa.

Considerata la vastità del campo d'azione, sono stati effettuati diversi sondaggi in diverse zone di interesse e, soprattutto, in funzione della tipologia di scavo, così come rappresentato in fig. 2.1.

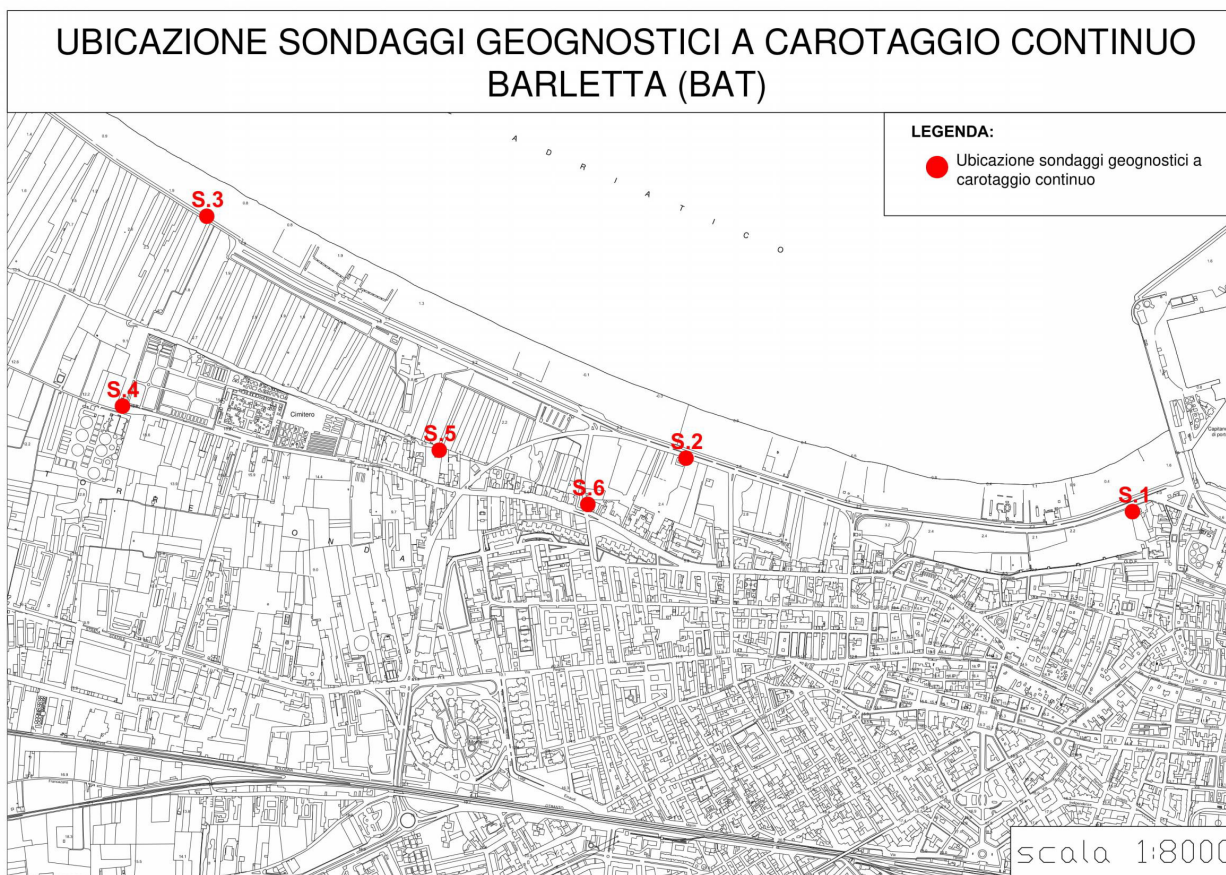


Fig. 2.1 – Ubicazione sondaggi geologici

Si riassumono di seguito le caratteristiche riguardanti i punti di ubicazione dei sondaggi.

SIGLA SONDAGGIO	COORDINATE UTM 33T (WGS84)	QUOTA m s.l.m.	PROFONDITA' RAGGIUNTA (m)
S1	607401.7812 E - 4575469.3222 N	1,799	5.0
S2	606266.2000 E - 4575594.3200 N	2,152	5.0
S3	604996.4562 E - 4576234.4661 N	1,272	5.0
S4	604820.9298 E - 4575723.6954 N	12,659	10.0
S5	605628.6662 E - 4575616.7619 N	8,175	10.0
S6	606010.5508 E - 4575478.4392 N	5,131	5.0

Per la determinazione del coefficiente di permeabilità del sottosuolo sono state effettuate le prove di Lefranc a carico variabile, attraverso fori di sondaggio tali da determinare la permeabilità del terreno al fondo di fori di sondaggio al di sopra (prove in abbassamento) o al di sotto del livello della falda (prove in risalita) eventualmente presente.

Nel caso specifico, sono state eseguite 3 prove di Lefranc a carico variabile all'interno dei fori di sondaggio precedentemente realizzati. Si riportano gli esiti nella tabella in seguito:

SIGLA SONDAGGIO	RIFERIMENTO PROVA	PROFONDITA' TRATTO DI PROVA (m. dal p.c.)	MODALITA' PROVA DI PERMEABILITA'	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (K)
S1	PROVA 1	0.55-1.25	ABBASSAMENTO	$2.53 \cdot 10^{-4}$ cm/sec
S2	PROVA 3	1.60-1.92	RISALITA	$2.47 \cdot 10^{-3}$ cm/sec
S3	PROVA 2	0.60-3.0	RISALITA	$8.99 \cdot 10^{-4}$ cm/sec

Dai sondaggi effettuati lungo il litorale in particolare S1, S2, S3 sono emerse miscele di sabbie fini e limo debolmente argillose, mentre dai sondaggi effettuati lungo la parte alta dell'abitato di Barletta sono emerse alternanze di sabbie limose ed argille, queste ultime si evidenziano maggiormente nei sondaggi approfonditi a 10 m, sondaggi S.4 e S.5.

Quindi, la particolare natura sabbiosa/limosa del terreno da scavare, la presenza di acqua di falda dovuta alla vicinanza al mare, le diverse tipologie di scavo da utilizzare nonché le diverse profondità, suggeriscono l'impiego di tecniche per l'abbassamento del livello di falda tramite impianto well-point per l'apertura dei cavi necessari alla posa delle tubazione o all'alloggio dei macchinari per la posa delle condotte tramite tecnologie no-dig. Le operazioni di emungimento sono subordinate al rilascio delle specifiche autorizzazione da parte delle autorità competenti in materia.

### 3 - AGGOTTAMENTI TRAMITE IMPIANTO WELL-POINT

L'impianto well-point provoca l'abbassamento temporaneo della falda freatica per realizzare, nel modo più pratico ed economico, scavi all'asciutto nei terreni acquiferi. Il principio di funzionamento consiste essenzialmente nell'emungere l'acqua dal sottosuolo attraverso un insieme di punte filtranti "well-point" infisse nel terreno ad una profondità superiore a quella di fondo scavo. I pozzi a servizio degli scavi consentiranno di captare le acque di falda attraverso una serie di filtri posti in opportuni pozzetti e collegati tra di loro mediante un collettore di aspirazione, posizionato sul piano campagna, su cui agisce la pompa (Fig. 3.1).

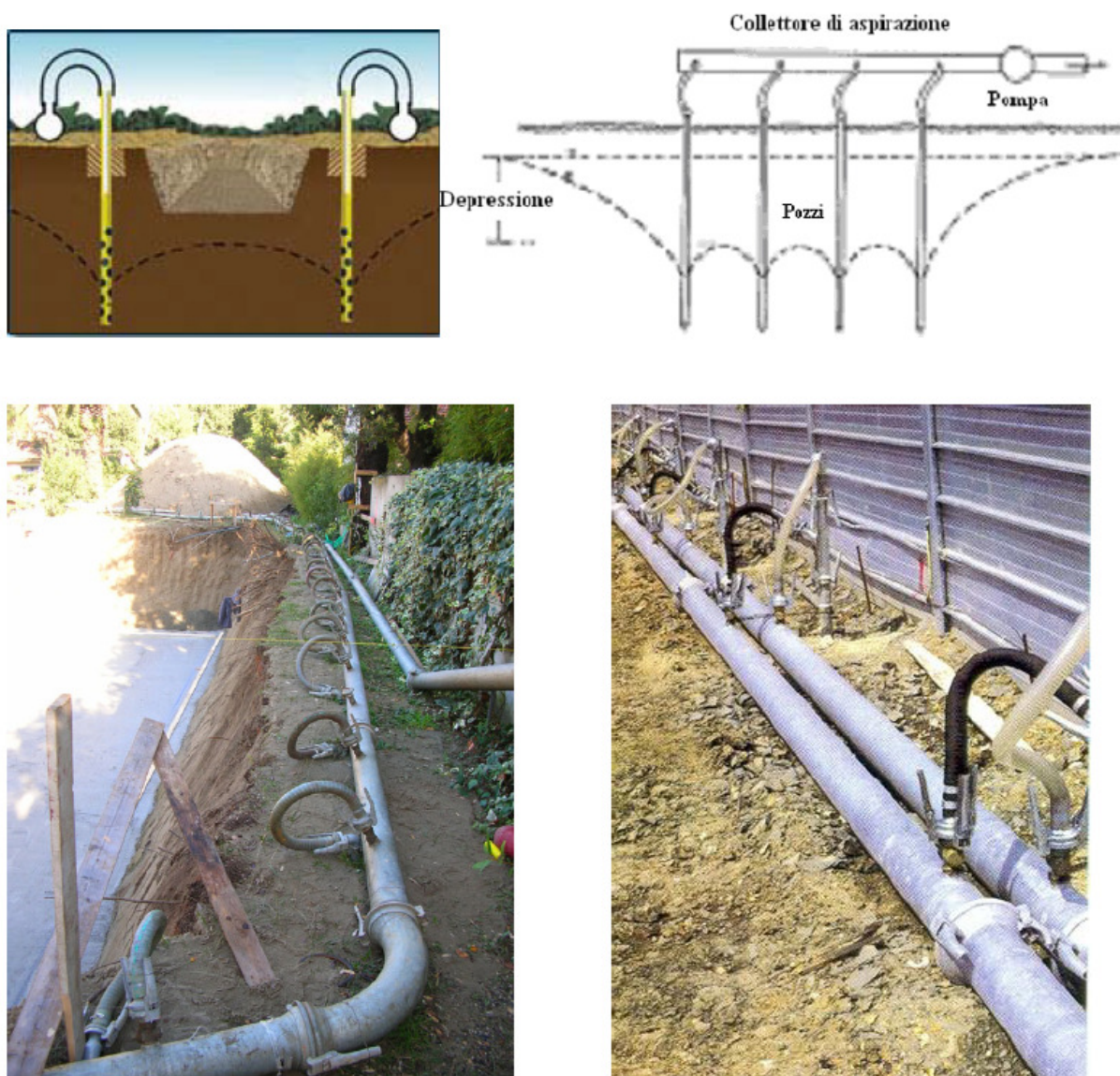


Figura 3.1: Sistema well-point

Nella parte superiore del pozzo, ove si presentino terreni incoerenti non interessati da circolazione idrica sotterranea, si dovrà prevedere un rivestimento dello stesso mediante tubazione cieca. Nel tratto di pozzo penetrante nell'acquifero si dovrà prevedere la messa in opera di opportuno tubo filtro per evitare il trascinamento di materiali fini, ed evitare quindi la mescola acqua terreno. Nei pozzi dovranno quindi essere immesse delle tubazioni flessibili che collegano i vari punti acqua

captati al collettore di aspirazione principale esterno all'area di scavo. Completano l'impianto due pompe di aggottamento, che genereranno una depressione del livello di falda per sovrapposizione dei coni di depressione dei singoli pozzi.

Le indagini geognostiche riportano un livello medio di falda, sul tracciato dell'Intervento n.1, di 1.00 m dal piano campagna. Pertanto le operazioni di scavo dovranno essere precedute dalla realizzazione del sistema di pozzi e quindi dal drenaggio dell'area interessata.

## 4 - SCAVI IN TRINCEA

### 4.1 - Calcolo delle portate

Nel generico punto appartenente alla falda, la depressione indotta dal sistema di pozzi in regime di equilibrio, nell'ipotesi di falda freatica, può determinarsi mediante l'utilizzo della nota relazione:

$$H^2 - H_p^2 = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Q_i}{\pi K_s} \ln \left( \frac{R_i}{r_{pi}} \right) \right)$$

dove:

H (m) = altezza falda indisturbata;

H<sub>p</sub> (m) = altezza falda nel punto P posto nel raggio di azione dei pozzi in emungimento; n = pozzi in contemporaneo emungimento;

Q<sub>i</sub> (m<sup>3</sup>/c) = portata d'acqua emunta dall'i-esimo pozzo;

K<sub>s</sub> (m/s) = Coefficiente di permeabilità dell'acquifero;

R<sub>i</sub> (m) = raggio d'azione dell'iesimo pozzo;

r<sub>pi</sub> (m) = distanza tra l'asse dell'iesimo pozzo ed il punto P della falda in corrispondenza del quale interessa determinare l'abbassamento del livello di falda

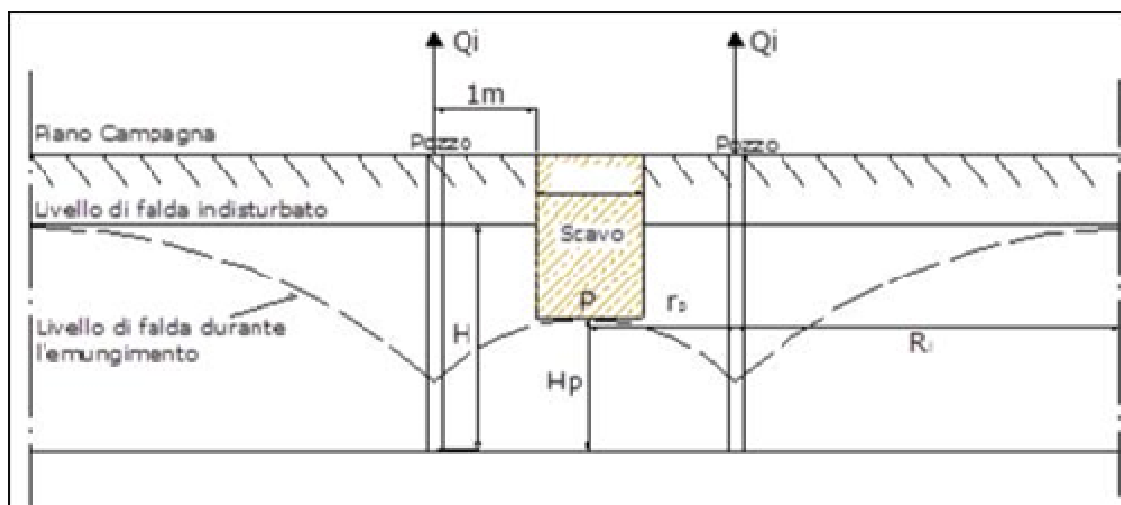


Figura 4.1: Schema geometrico adottato nel calcolo

Per gli scavi in trincea si ipotizza un sistema di drenaggio su un fronte scavo di 10m, costituito da 4 pozzi di profondità circa 3 m (essendo gli scavi in trincea mediamente di 2 m), posti in offset ad una distanza di circa 1 m dallo scavo ed equidistanti 10 m, così come riportato in fig. 4.2. Ipotizzando di prelevare 0,05 l/s per ciascun pozzo, e quindi 0,5 l/s complessivi per ciascun tratto da scavare, si esegue il calcolo della depressione nei tre punti A, B e C.

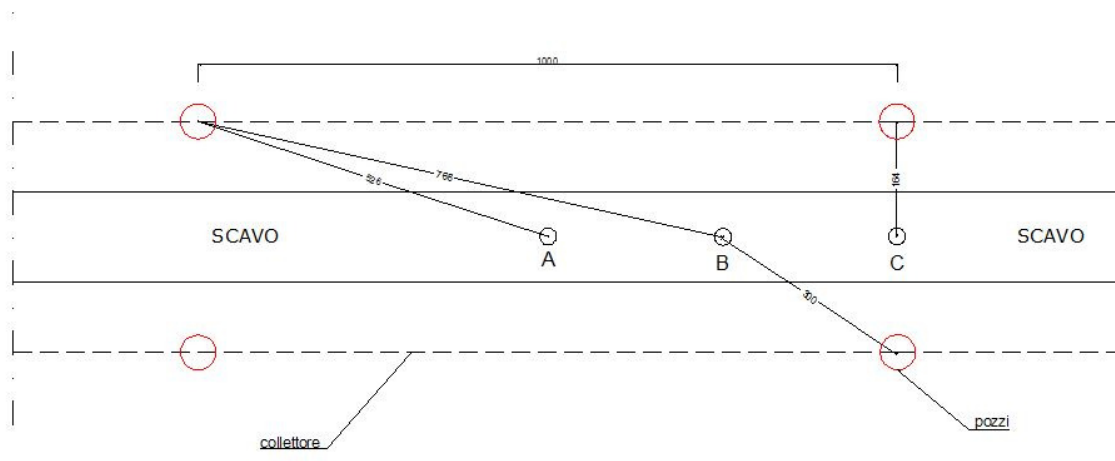


Figura 5.1: Schema impianto wellpoint per scavi in trincea

Il valore di  $R_i$  lo si è calcolato con la formula:

$$R = C(H - h_0)\sqrt{K} = CS_0\sqrt{K}$$

e può assumersi uguale per tutti i pozzi. Nel caso di specie verrà assunto un valore di C pari a 2000.

Con riferimento al punto A, si ha:

$$Q_i = 0,5 \text{ l/s}$$

$$r_{a1} = r_{a2} = r_{a3} = r_{a4} = 5.26 \text{ m}$$

$$\text{da cui } H_a = 0.52 \text{ m, con depressione } \delta = H - H_a = 2.00 - 0.52 = 1.48 \text{ m}$$

per cui nello scavo, la profondità della falda sarà di  $(1.00 + 1.48) \text{ m} > 2.00 \text{ m}$  (profondità di scavo)

Con riferimento al punto B, si ha:

$$Q_i = 0,5 \text{ l/s}$$

$$r_{b1} = r_{b2} = 7.66 \text{ m}$$

$$r_{b3} = r_{b4} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{da cui } H_b = 0.17 \text{ m, con depressione } \delta = H - H_b = 2.00 - 0.17 = 1.83 \text{ m}$$

per cui nello scavo, la profondità della falda sarà (profondità falda indisturbata + depressione)  
 $1.00 \text{ m} + 1.83 \text{ m} = 2.83 \text{ m} > 2.00 \text{ m}$  (profondità di scavo)

Con riferimento al punto C, si ha:

$$Q_i = 0,5 \text{ l/s}$$

$$r_{c3} = r_{c4} = 1.64 \text{ m}$$

$$\text{da cui } H_c = 0.79 \text{ m, con depressione } \delta = H - H_c = 2.00 - 0.79 = 1.21 \text{ m}$$

per cui nello scavo, la profondità della falda sarà (profondità falda indisturbata + depressione)  
 $(1.00 + 1.21) = 2.21 \text{ m} > 2.00 \text{ m}$  (profondità di scavo)

In conclusione, col sistema di drenaggio appena descritto, si può prevedere un abbassamento della falda  $\delta_{\min}$  almeno compreso tra 1,20 m e 1,80 m sufficiente lavorare in condizione ottimali.

## 5.2 - Fasi di cantierizzazione

Le fasi di cantierizzazione delle opere sono strettamente legate alla circostanza che le operazioni di scavo devono eseguirsi "all'asciutto" con drenaggi di acqua di falda non superiori a 25 l/s.

Dopo aver eseguito le operazioni di perforazione e realizzazione dei pozzi verrà messo in opera il collettore, con relativa pompa auto-adescente, collegato ai pozzi mediante un sistema di tubi flessibili. Il collettore, posizionato sul piano campagna, correrà quindi parallelamente ai fronti di scavo, sino a portare le acque aggottate ai punti di recapito scelti.

Dopo aver realizzato il sistema di pozzi sarà necessario eseguire, nel tratto di competenza da scavare, un piezometro. Dopo aver attivato la pompa e messo in funzione i pozzi, si dovranno misurare i livelli di falda sia nei pozzi che nel suddetto piezometro. Le operazioni di scavo avranno inizio solo quando il livello di falda nel piezometro si stabilizza sotto la quota di fondo scavo. La lunghezza del tratto da scavare, fermo restando quanto determinato nel paragrafo precedente, potrà subire delle variazioni, nello spirito del "metodo osservazionale", in relazione alle condizioni locali circa le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero, in modo tale che la portata complessivamente emunta dal sistema di pozzi contemporaneamente in esercizio sia sempre inferiore a 25 l/s.

## 5.3 – Dettagli di calcolo

<b>PUNTO A</b>			
Profondità scavo di progetto	$h_{sc}$	2	
Profondità falda dal piano campagna	$H_f$	1	m
profondità pozzo	H	3	m
livello di falda atteso nel pozzo		0,5	
altezza falda indisturbata dalla base del pozzo	H	2	m
	$Q_i$	0,00005	mc/s
	K	0,0000247	m/s
	n	4	
	$R_i$	22,36459255	
	R1	5,26	m
	R2		
	$\delta$	3,732298	
	$H_a$	0,52	m
depressione falda (H-Hp)	m	1,48	m
<i>profondità falda dopo emungimento</i>	VERIFICA	2,48	



<b>PUNTO B</b>			
H scavo	h	2	
Profondità falda dal piano campagna	H <sub>f</sub>	1	m
profondità pozzo	H	3	m
livello di falda atteso nel pozzo		0,5	
altezza falda indisturbata dalla base del pozzo	H	2	m
	Q <sub>i</sub>	0,00005	mc/s
	K	0,0000247	m/s
	n	4	
	R <sub>i</sub>	22,36459255	m
	R1	7,66	m
	R2	3	m
	δ	3,971652	
	H <sub>p</sub>	0,17	m
depressione	m	1,83	m
<i>profondità falda dopo emungimento</i>	VERIFICA	2,83	

<b>PUNTO C</b>			
Profondità scavo di progetto	h <sub>sc</sub>	2	
Profondità falda dal piano campagna	H <sub>f</sub>	1	m
profondità pozzo	H	3	m
livello di falda atteso nel pozzo		0,5	
altezza falda indisturbata dalla base del pozzo	H	2	m
	Q <sub>i</sub>	0,00005	mc/s
	K	0,0000247	m/s
	n	2	
	R <sub>i</sub>	22,3645926	
	R1	1,64	m
	R2		
	δ	3,368811	
	H <sub>a</sub>	0,79	m
depressione falda (H-H <sub>p</sub> )	m	1,21	m
<i>profondità falda dopo emungimento</i>	VERIFICA	2,21	

## 6 - SCAVI CON TECNOLOGIA TRENCHLESS

### 6.1 - Calcolo delle portate

Come già detto, la presenza di canali e di fognatura di acqua bianca provoca inevitabilmente delle interferenze tra sottoservizi. Per il superamento degli stessi, in alcuni casi, si è reso necessario ricorrere a scavi in modalità no-dig, in particolare nell'attraversamento trasversale del Canale H, della fognatura di acqua bianca e della vecchia premente "Porto" (v. tav. EG.08 – Planimetria interferenze) in prossimità dell'ISF Ex Macello.

Tra le varie possibilità, si è optato per la tecnica spingitubo, che prevede la posa della nuova tubazione premente all'interno di un tubo camicia. Questa tecnologia prevede, a valle e a monte dell'attraversamento, uno scavo per l'alloggiamento e piazzamento dei macchinari, dei mezzi di perforazione, per saldature testa-testa o per installazione di tronchetti flangiati.

Il sistema well-point che interesserà questi scavi sarà eseguito così come rappresentato in figura:

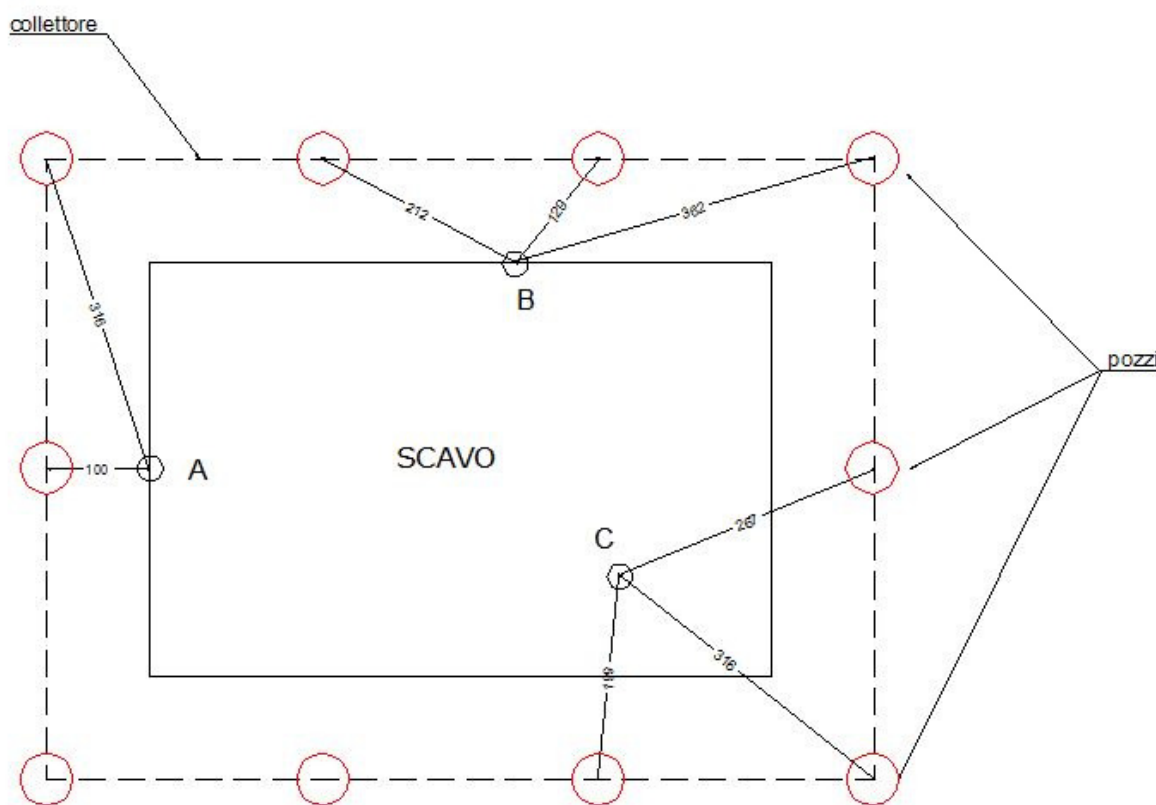


Figura 6.1: Schema impianto wellpoint per scavi no-dig

Con riferimento allo schema di Fig. 6.1, si ipotizza di eseguire uno scavo di m(10x4), con 10 pozzi a servizio dello stesso ipotizzando di prelevare 0,195 l/s per ciascun pozzo, e quindi 1,95 l/s complessivi per ciascun tratto da scavare, si esegue il calcolo della depressione nei tre punti A, B e C.

Nel caso di specie, nella formula

$$R = C(H - h_0)\sqrt{K} = CS_0\sqrt{K}$$

verrà assunto un valore di C pari a 3.000 e può assumersi uguale per tutti i pozzi.

Con riferimento al punto A, si ha:

$$Q_i = 0,195 \text{ l/s}$$

$$r_{a1} = 1.00 \text{ m}$$

$$r_{a2} = r_{a3} = 3.16 \text{ m}$$

da cui  $H_a = 0.31 \text{ m}$ , con depressione  $\delta = H - H_a = 4.70 \text{ m} - 0.31 \text{ m} = 4.39 \text{ m}$

per cui nello scavo, la profondità della falda sarà di  $(1.00 + 4.39) \text{ m} > 4.50 \text{ m}$  (profondità di scavo)

Con riferimento al punto B, si ha:

$$Q_i = 0,195 \text{ l/s}$$

$$r_{b1} = 2.12 \text{ m}$$

$$r_{b2} = 1.28 \text{ m}$$

$$r_{b3} = 3.61$$

da cui  $H_b = 0.22 \text{ m}$ , con depressione  $\delta = H - H_b = 4.70 - 0.22 = 4.48 \text{ m}$

per cui nello scavo, la profondità della falda sarà (profondità falda indisturbata + depressione)

$$1.00 \text{ m} + 4.48 \text{ m} = 5.48 \text{ m} > 4.50 \text{ m} \text{ (profondità di scavo)}$$

Con riferimento al punto C, si ha:

$$Q_i = 0,195 \text{ l/s}$$

$$r_{c1} = 2.67 \text{ m}$$

$$r_{c2} = 3.15 \text{ m}$$

$$r_{c3} = 1.98 \text{ m}$$

da cui  $H_c = 1.18 \text{ m}$ , con depressione  $\delta = H - H_c = 4.70 - 1.18 = 3.52$

per cui nello scavo, la profondità della falda sarà (profondità falda indisturbata + depressione)

$$1.00 \text{ m} + 3.52 \text{ m} = 4.52 \text{ m} > 4.50 \text{ m} \text{ (profondità di scavo)}$$

In conclusione, col sistema di drenaggio appena descritto, si può prevedere un abbassamento della falda  $\delta_{\min} > 4.50 \text{ m}$  sufficiente per lavorare in condizione ottimali.

### 6.3 - Fasi di cantierizzazione

Ottenuto l'abbassamento del livello di falda, sotto il piano di fondo scavo, potranno iniziarsi le operazioni di scavo. Le acque emunte dai pozzi di servizio allo scavo verranno condotte verso i punti di recapito finale attraverso il collettore di aspirazione, quest'ultimo posizionato sul piano campagna parallelamente all'asse di scavo. Sarà necessario espletare tutte le attività tecniche relative alle analisi per verificare la qualità delle acque emunte prima di effettuare lo scarico finale.

Gli scavi a servizio della perforazione orizzontale prevedono la seguente cronologia di lavorazioni:

1. Preparazione dell'area di intervento con rimozione della pavimentazione esistente;
2. Scavo di sbancamento di circa 50 cm per rimozioni di strati superficiali e massicciate stradali;
3. Esecuzione di berlinesi in pali tangenti (o infissione di palancole tipo Larssen da eseguirsi con macchine vibranti);
4. Esecuzione di iniezioni di boiaccia fino al piano di scavo a costituire un "tappo" di fondo;
5. Realizzazione di piano di lavoro in c.a. per alloggio macchinari;

6. Scavo del terreno all'interno della zona confinata dalle berlinesi o palancole;
7. Alloggio dei mezzi meccanici per trivellazione e delle unità meccaniche atte alla saldature dei tubi.

### 6.3 – Dettagli di calcolo

<b>PUNTO A</b>			
H scavo	h	4,5	
Profondità falda dal piano campagna	H <sub>f</sub>	1	m
profondità pozzo	H	5,7	m
livello di falda atteso nel pozzo		0,7	
altezza falda indisturbata dalla base del pozzo	H	4,7	m
	Q <sub>i</sub>	0,000195	mc/s
	K	0,0000247	m/s
	n1	1	
	n2	2	
	R <sub>i</sub>	39,76	m
	R <sub>p1</sub>	1	m
	R <sub>p2</sub>	3,16	
	δ	21,9930911	
	H <sub>p</sub>	0,31130194	
depressione	m	4,38869806	
<i>profondita falda dal pc dopo emungimento</i>	VERIFICA	5,39	

<b>PUNTO B</b>			
H scavo	h	4,5	
Profondità falda dal piano campagna	H <sub>f</sub>	1	m
profondità pozzo	H	5,7	m
livello di falda atteso nel pozzo		0,7	
altezza falda indisturbata dalla base del pozzo	H	4,7	m
	Q <sub>i</sub>	0,000195	mc/s
	K	0,0000247	m/s
	n1	1	
	n2	1	
	R <sub>i</sub>	39,76	m
	R <sub>p1</sub>	2,12	m
	R <sub>p2</sub>	1,28	m
	R <sub>p3</sub>	3,61	m
	δ	22,04126438	
	H <sub>p</sub>	0,220761462	
depressione	m	4,479238538	
<i>profondita falda dal pc dopo emungimento</i>	VERIFICA	5,48	

<b>PUNTO C</b>			
H scavo	h	4,5	
Profondità falda dal piano campagna	H <sub>f</sub>	1	m
profondità pozzo	H	5,7	m
livello di falda atteso nel pozzo		0,7	
altezza falda indisturbata dalla base del pozzo	H	4,7	m
	Q <sub>i</sub>	0,000195	mc/s
	K	0,0000247	m/s
	n1	1	
	n2	1	
	R <sub>i</sub>	39,76	m
	R <sub>p1</sub>	2,67	m
	R <sub>p2</sub>	3,15	
	R <sub>p3</sub>	1,98	
	δ	20,70722022	
	H <sub>p</sub>	1,175916572	
depressione	m	3,524083428	
<i>profondita falda dal pc dopo emungimento</i>	VERIFICA	4,52	