




2					
1					
0	28/02/2025	Enser G. Bernagozzi	F. Marchi	P. Malerba	Emissione Progetto Definitivo
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)
FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)					
INGEGNERIA					
PROGETTAZIONE IMPIANTI ACQUA					
DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)					
POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE					
IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER) H199H101			WBS R.2160.11.04.00090 - T.2160.11.04.00025 - T.2160.11.04.00019		CODICE CUP (CUP CODE)
 enser ENSER SRL www.enser.it www.enser.fr			CODICE DOCUMENTO (CODE) H199H101CX00RC0003		N° COMMESSA (JOB N.) 12400705873 - 12000367716
			ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)		NOME FILE (FILE NAME) -
 GRUPPO HERA HERA S.p.A. Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 www.gruppohera.it		 HERatech Società del Gruppo Hera HERatech s.r.l. Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 www.heratech.it		DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION) RELAZIONE TECNICA WELL-POINT	
				SCALA (SCALE) --	N° FOGLIO (SHEET N°) 1

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 2	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	9
3	BIBLIOGRAFIA	10
4	INQUADRAMENTO	11
4.1	LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO.....	11
4.2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO E FINALITÀ DELL'INTERVENTO	15
5	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO WELLPOINT	21
5.1	UTILIZZABILITÀ DEI WELLPOINT NEL CASO IN ESAME	21
5.2	LUNGHEZZA E DIMENSIONAMENTO AREALE DELL'IMPIANTO WELLPOINT	25
5.2.1	IMPIANTO WELLPOINT	25
5.2.2	SBANCAMENTI.....	26
5.2.3	SCAVI IN TRINCEA REALIZZATI SENZA PALANCOLATO DI SUPPORTO	27
5.2.4	SCAVI IN TRINCEA CON PALANCOLATO DI SUPPORTO.....	28
5.2.5	AREA INTERESSATA DAL DRENAGGIO WELLPOINT	30
5.3	PROFONDITÀ DI INFISSIONE E CARATTERISTICHE DELLE PUNTE E DEI RACCORDI	31
5.4	DEFINIZIONE DEL SISTEMA ASPIRANTE	37
6	EFFETTI SULLA PIEZOMETRIA.....	39
7	TEMPI DI EMUNGIMENTO E ALLONTANAMENTO DELL'ACQUA.....	40
7.1	CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ.....	40
7.2	MODALITÀ DI ALLONTANAMENTO DELL'ACQUA	40
8	SINTESI E SUGGERIMENTI OPERATIVI.....	41
	APPENDICE 1 – TABELLE DI CALCOLO	45
	APPENDICE 2 – STIMA DELL'ANDAMENTO NEL TEMPO DEL NUMERO DI IMPIANTI WELLPOINT UTILIZZATI CONTEMPORANEAMENTE E DELLA PORTATA EMUNTA .	50

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 3	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

1 PREMESSA

Questa relazione è redatta nell'ambito della fase di progettazione definitiva relativa ai lavori di potenziamento e revamping del depuratore di Ravenna (RA), sito in via Romea Nord, 156/e, nell'area industriale di Ravenna Bassette.

Il 2° stralcio dei lavori di potenziamento e revamping del depuratore di Ravenna è suddiviso in nr.3 WBS:

- WBS1: Potenziamento depuratore Ravenna 2° stralcio – 1° lotto;
- WBS2: Potenziamento depuratore Ravenna 2° stralcio – 2° lotto;
- WBS3: Nuovo impianto caditoie.

Figura 1 – Inquadramento dell'Area di intervento (da Google Earth Pro, scala grafica)



Le opere in progetto prevedono l'esecuzione di scavi e, vista la presenza di una falda prossima a piano campagna, per poter eseguire gli scavi in condizioni asciutte è necessario prevedere un sistema di dewatering per abbattimento della falda.

Alcuni scavi verranno realizzati all'interno di diaframmi, altri verranno realizzati utilizzando palancole, altri ancora saranno sbancamenti eseguiti senza una protezione laterale, quindi in assenza di contenimenti fisici per la limitazione delle ingressioni d'acqua.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 4	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

L'elenco seguente sintetizza gli scavi previsti, suddivisi per tipologia:

- n° 11 scavi all'interno di diaframmi;
- n° 9 scavi all'interno di palancolati;
- n° 13 scavi di condotte all'interno di palancolati;
- n° 59 scavi in sbancamento;
- n° 34 scavi in trincea.

Per il calcolo delle portate, ciascuna tipologia di scavo è stata affrontata singolarmente, valutando i singoli scavi e sintetizzandoli in modelli tipo rappresentativi.

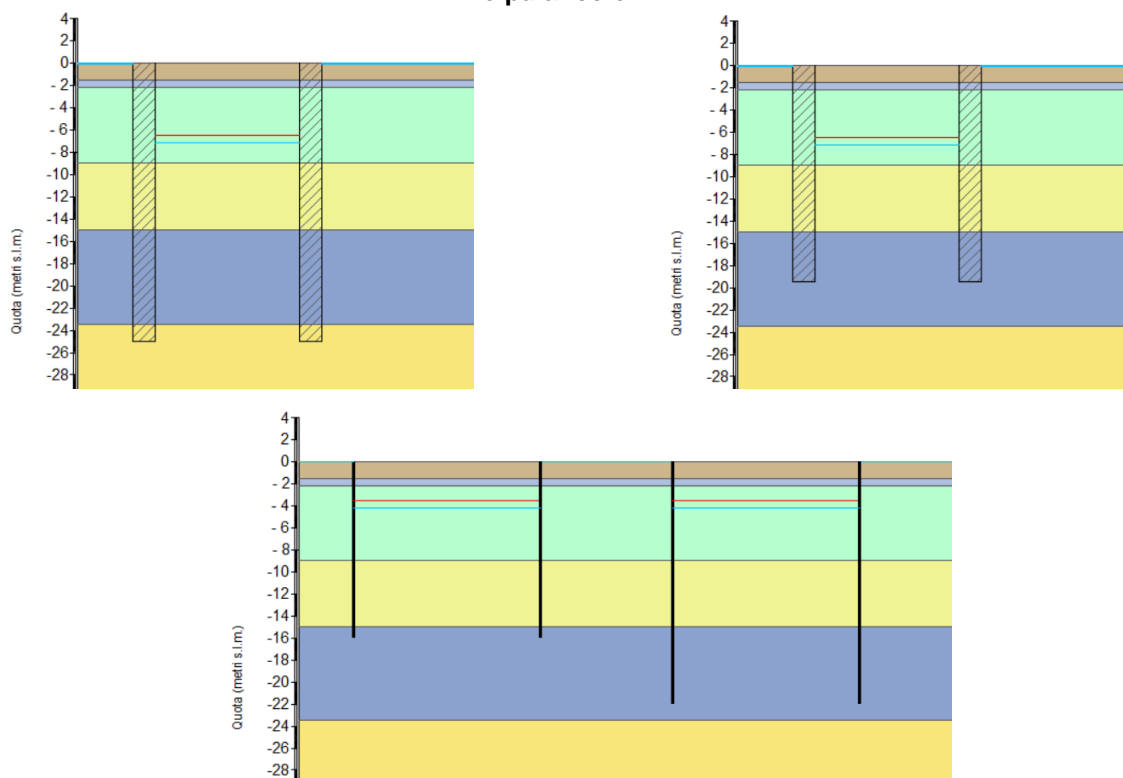
Scavi all'interno di diaframmi e scavi all'interno di palancolato

A livello generale, per gli 11 scavi realizzati con i diaframmi e per i 9 scavi realizzati con l'ausilio di palancole non si prevedono significative ingressioni d'acqua in quanto, sia i diaframmi sia i palancolati, si intestano nell'unità 4, a bassa permeabilità.

La Figura 2 mostra gli schemi tipo di scavo fra diaframmi e palancole, con l'unità 4 riportata in colore viola-blu.

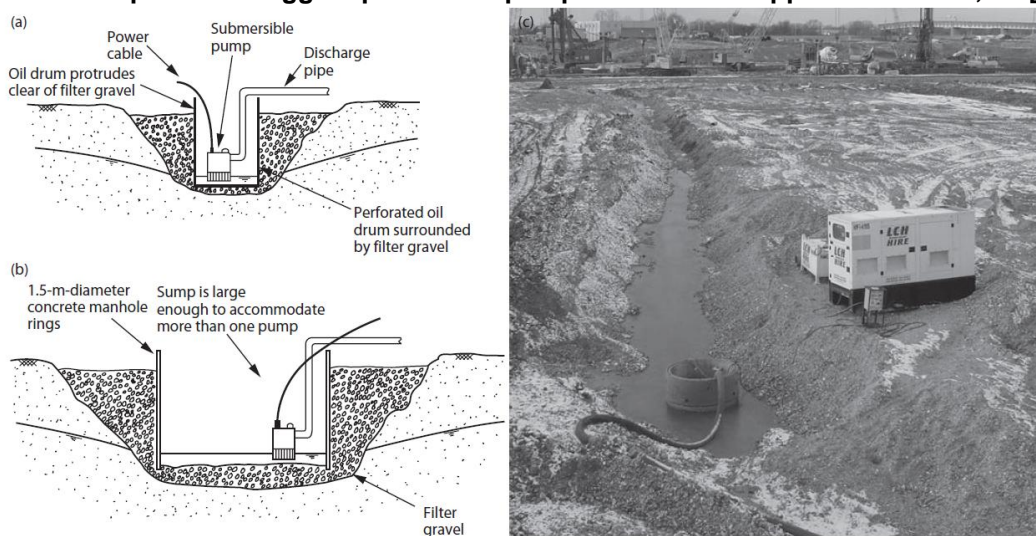
	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 5	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Figura 2 – Schemi tipo di scavi realizzati fra diaframmi (in alto) e con l'ausilio di palancole (in basso). In viola è riportata l'unità geologica 4, a bassa permeabilità, nella quale si intestano sia i diaframmi sia le palancole



In questi contesti le portate attese sono generalmente modeste e la previsione è un drenaggio da fondo scavo, mediante buche di approfondimento o piccoli pozzi.

Figura 3 - Esempio di drenaggio operato con pompe da buche di approfondimento, da [Ref. 6]



	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 6	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Scavi di condotte all'interno di palancolato

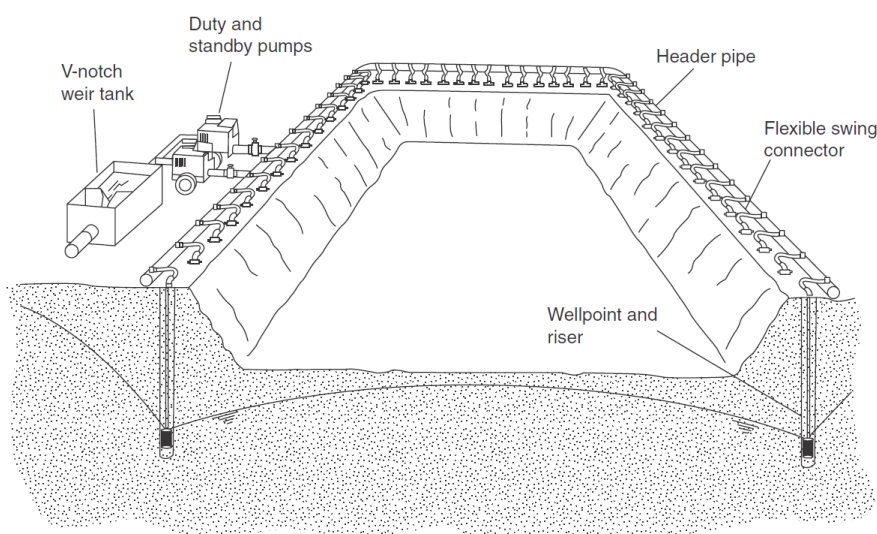
Anche per le condotte scavate con l'ausilio del palancolato, le palancole di infiggeranno fino all'unità impermeabile ma, in questo caso, le due estremità del palancolato saranno aperte. Trattandosi infatti di trincee scavate per posare una tubazione le due estremità devono rimanere aperte per consentire, da un lato di attaccarsi alla tubazione esistente e dall'altro di poter proseguire con la posa del tratto successivo di tubo.

Visto che ci sono le estremità aperte, in questo caso si prevede di eseguire un drenaggio preventivo, mediante l'infissione di wellpoint.

Scavi in sbancamento e in trincea

Nel caso di scavi a sbancamento non si prevede di utilizzare alcun contenimento laterale. In queste condizioni si prevede di realizzare un abbattimento preventivo mediante l'utilizzo di wellpoint, in particolare per gli sbancamenti più profondi. La Figura 4, tratta da [Ref. 6], mostra uno schema esemplificativo di piezometri realizzati tutt'attorno ad uno scavo a sbancamento, senza contenimenti laterali.

Figura 4 - Schema esemplificativo di impianto wellpoint per il controllo della piezometria per uno scavo a sbancamento, tratto da [Ref. 6]

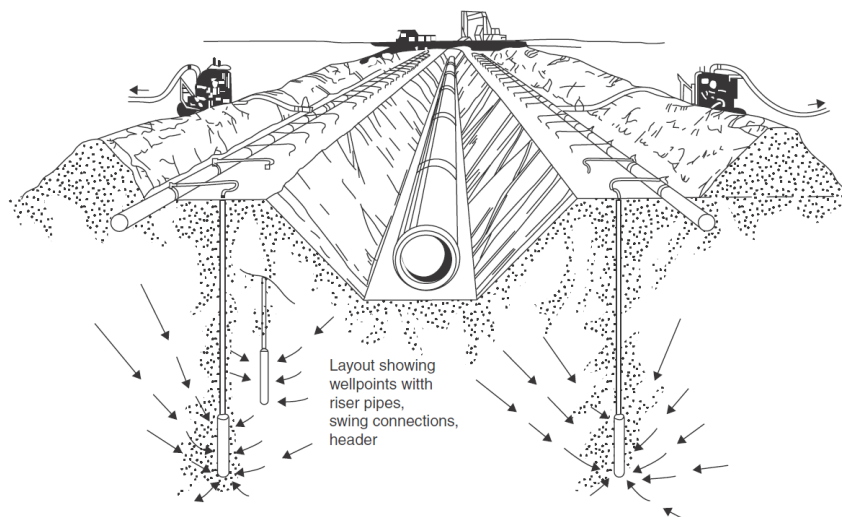


Anche nei casi di trincee scavate senza palancolato laterale occorrerà prevedere un impianto wellpoint per l'abbattimento della falda. Alcuni sbancamenti hanno un rapporto fra larghezza e lunghezza molto ridotto: in questi casi gli scavi vengono assimilati a trincee.

La Figura 5, sempre tratta da [Ref. 6], mostra uno schema applicativo di wellpoint per l'abbattimento piezometrico durante lo scavo di una trincea. Nel caso della figura i wellpoint sono infissi da entrambi i lati della trincea. La scelta fra infissione da un solo lato e infissione da entrambi i lati dipende dalle caratteristiche del terreno e dall'abbattimento piezometrico richiesto, e viene poi operativamente tarata in cantiere osservando come il terreno risponde al drenaggio.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 7	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Figura 5 - Schema esemplificativo di impianto wellpoint per il controllo della piezometria nel caso di una trincea realizzata per la posa di una tubazione



Per poter ottenere l'autorizzazione all'attivazione degli impianti wellpoint da parte di ARPAE è richiesta la redazione di una relazione tecnica che riporti:

- localizzazione del progetto;
- descrizione del progetto e finalità dell'intervento;
- lunghezza lineare e dimensionamento areale dell'impianto di wellpoint nel complesso e per singoli tratti di attivazione;
- profondità di infissione delle punte di aspirazione dell'impianto di wellpoint rispetto al piano campagna, diametro delle punte e dei raccordi e loro interasse;
- profondità della falda da piano campagna ed eventuale escursione e abbassamento relativo della falda all'attivazione del wellpoint;
- definizione del sistema aspirante: descrizione, quantificazione e dimensionamento dei collettori verticali e orizzontali, numero di pompe, potenza massima d'esercizio, portata;
- cronoprogramma con dettaglio delle attività, tempo giornaliero di emungimento e tempo totale di attività dell'impianto in riferimento al progetto;
- modalità di allontanamento dell'acqua proveniente dal sistema di wellpoint, punto di scarico e autorizzazioni necessarie.

In questo documento ci si propone di dare una risposta a questo elenco di quesiti.

Alle risposte che seguono occorre premettere che l'abbattimento temporaneo della falda in fase di scavo è una attività che compete dall'impresa che eseguirà i lavori. Sarà quindi l'impresa che valuterà tutti i dettagli tecnici, come ad esempio diametro delle tubazioni di scarico, profondità delle punte, interasse delle punte, potenza delle pompe e in generale che valuterà il dimensionamento dell'impianto di drenaggio in fase di cantiere, basandosi principalmente sulla sua esperienza e sulle attrezzature a disposizione.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 8	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

In questa nota ci si propone quindi di fornire delle indicazioni di massima, basate su informazioni bibliografiche e su esperienze in altri cantieri, che potrebbero non essere esattamente riproducibili sul sito in esame.

Nonostante una necessaria pianificazione iniziale, il drenaggio in corso d'opera è sempre una attività che deve essere adattata in base all'evoluzione del cantiere e della risposta del terreno.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 9	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Gli elaborati progettuali di riferimento sono:

- [Ref. 1] H199H101DG00RG0002 – Relazione geologica;
- [Ref. 2] H199H101CX00RC0001 – Relazione geotecnica;
- [Ref. 3] H199H101DG00RG0005 – Cronoprogramma;
- [Ref. 4] Elaborati grafici del Progetto Definitivo.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 10	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

3 BIBLIOGRAFIA

- [Ref. 5] CIRIA (1986): Control of groundwater for temporary works. ISBN: 0860172619
- [Ref. 6] Preene, M (2012): Groundwater lowering in construction, a practical guide to dewatering, second edition. ISBN: 13: 978-0-203-81657-8, doi:10.1201/b12701
- [Ref. 7] Preene, M (2012): Groundwater control, in ICE Manual of Geotechnical Engineering, Institution of Civil Engineers
- [Ref. 8] Preene, M., Roberts, T. O. L., Powrie, W. and Dyer, M. R (2000): Groundwater Control – Design and Practice. London: Construction Industry Research and Information Association, CIRIA Report C515

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 11	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

4 INQUADRAMENTO

4.1 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

L'impianto di depurazione di Ravenna è ubicato in zona industriale Bassette, a nord del centro abitato; l'ingresso è in via Romea Nord 156/E.

Attivato nel 1983 con potenzialità di 60.000 AE, l'impianto è stato progressivamente ampliato a 180.000 AE fino alla potenzialità nominale attuale di 240.000 AE.

Figura 6 - Localizzazione impianto di depurazione di Ravenna



Gli interventi previsti dal progetto di potenziamento ricadono sia entro i confini attuali dell'impianto, prevedendo per lo più opere di demolizione e ricostruzione in aree di sedime già occupate, sia nella zona antistante l'ingresso, dove è prevista la realizzazione del nuovo impianto di trattamento di rifiuti compatibili con il processo di depurazione ai sensi dell'art. 110 comma 3 del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii..

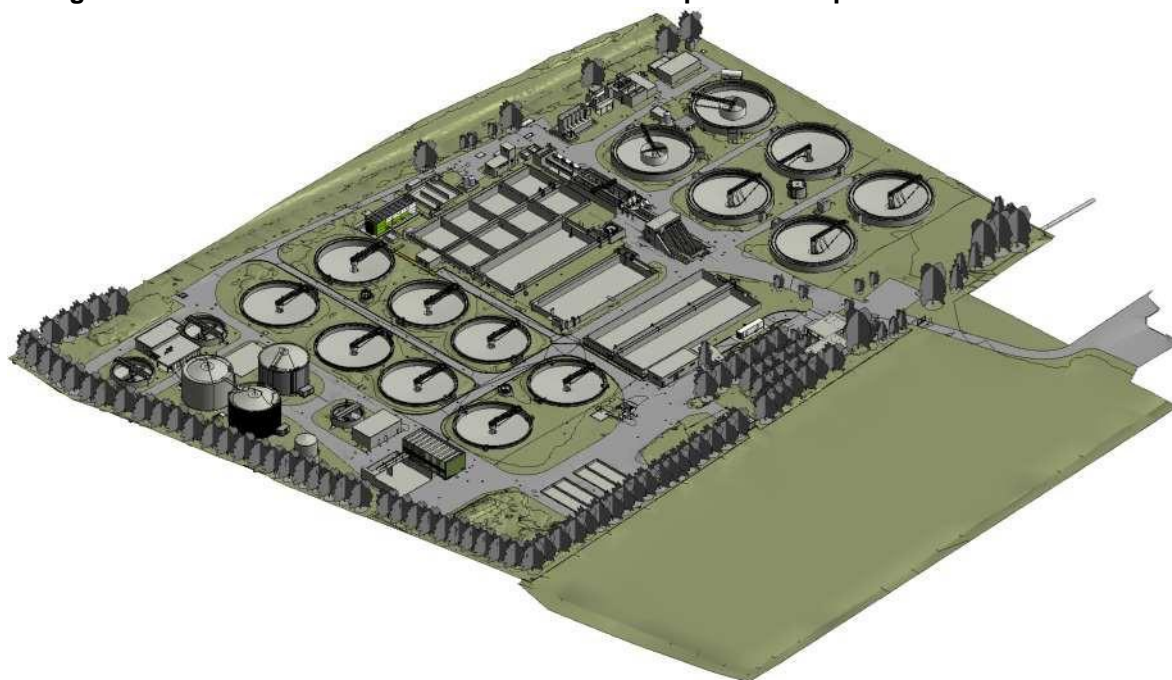
	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	12	52
POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE					

Le seguenti figure mostrano l'attuale configurazione dell'impianto.

Figura 7 - Layout stato di fatto impianto di depurazione di Ravenna



Figura 8 - Modello tridimensionale stato di fatto impianto di depurazione di Ravenna



	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 13	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

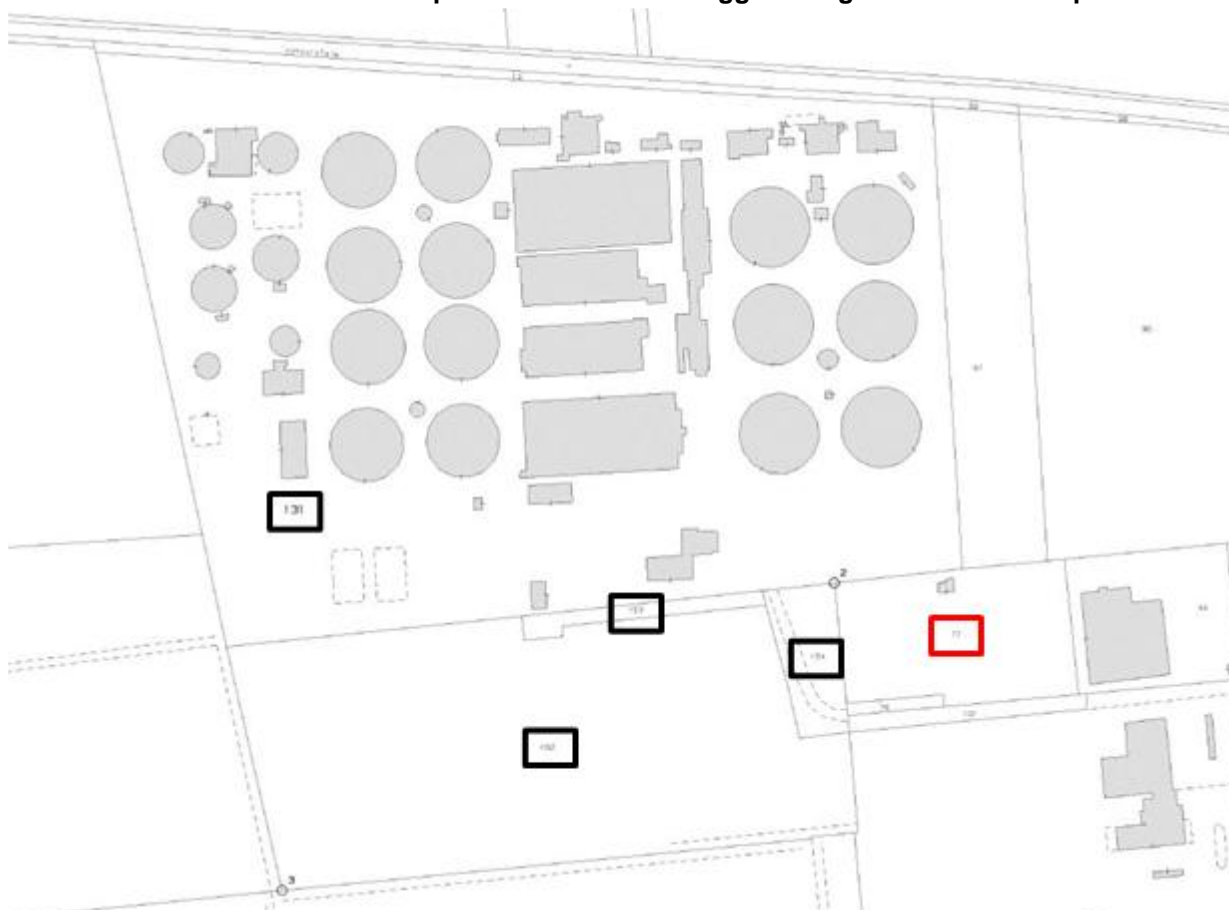
L'impianto di depurazione di Ravenna ricade all'interno della particella 131 del foglio 9 del Comune di Ravenna ed è di proprietà di Ravenna Holding Spa.

Il progetto di potenziamento prevede l'ampliamento degli attuali confini del depuratore con interventi all'interno delle particelle 192, 193 e 194 del foglio 9, di proprietà del Comune di Ravenna.

All'interno della particella 77 si renderà necessario costituire una servitù per le tubazioni di progetto che devieranno il refluo proveniente dal sollevamento Radicchio Rosso, da Sant'Alberto e dal sollevamento Bassette Ovest.

Si riporta di seguito la planimetria catastale con l'indicazione delle particelle di interesse.

Figura 9 - Planimetria catastale del depuratore e delle aree oggetto degli interventi di ampliamento



Di seguito si riporta anche la monografia del caposaldo geografico planoaltimetrico dell'impianto.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 14	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Figura 10 - Monografia caposaldo dell'impianto

		RILIEVI TOPOGRAFICI, BATIMETRICI, LASER SCANNING E GEORADAR DELLO STATO DI FATTO DI AREE IMPIANTISTICHE ED URBANE (BO-RN-RA). VERTICI TOPOGRAFICI DI INQUADRAMENTO	
Comune: Ravenna Provincia: (RA)	Indirizzo: Via Romea Nord n.156/E	Nome: DEP-RAVENNA-3 Punto: A01-CPS-003	
Ubicazione: Depuratore di Ravenna		Materializzazione: Chiodo Survey e Rondella ITA GROUP	
			
COORDINATE		Estratto ORTOFOTO	
ETRF2000	Lat.: 44° 44' 43.6469" Long.: 12° 20' 41.7930"		
UTM ETRF2000 Fuso 33	Nord: 4 925 031.658 m. Est: 277 525.454 m.		
UTM-ED50 Fuso 33	Nord: 4 925 225.606 m. Est: 277 594.509 m.		
ROMA40 Gauss-Boaga Fuso EST	Nord: 4 925 049.500 m. Est: 2 297 530.210 m.		
Quota Ellissoidica: 38.98 m. Rilevo GPS RTK – Rete NETGEO – ETRF2000.			
Quota Ortometrica: -0.16 m. s.l.m. Rilevo GPS RTK – Rete NETGEO – ETRF2000.			
Rilevo Planimetrico Tipo Rilevo: GPS-Statico – ETRF2000 Trasformazioni: Grigliati IGM – Italgeo 2005 – GK2 Strumenti: GPS Leica 1250		Rilevo Altimetrico: Quote Ellissoidiche: Rilevo GPS RTK – Rete NETGEO – ETRF2000. Quote Ortometriche: Grigliati IGM – Italgeo 2005 – GK2	
Data Rilevo: Settembre 2019 - Rilevatori: ITA GROUP® - Prat: ITT-00218			
		ITA GROUP S.r.l. SEDE LEGALE: Via Chioma di Berenice n.13 – 05100 Terni (TR) – ITALY Tel. +39 0564.418440 – Fax +39 0564.418440 Numero REA: TR-97258 – P.IVA 01443330558 www.itagroup.info - info@itagroup.info	

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 15	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

4.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO E FINALITÀ DELL'INTERVENTO

Il progetto è articolato in n. 3 WBS, di seguito definite:

- R.2160.11.04.00090: Potenziamento depuratore Ravenna 2° stralcio – 1° lotto;
- T.2160.11.04.00025: Potenziamento depuratore Ravenna 2° stralcio – 2° lotto;
- T.2160.11.04.00019: Nuovo impianto caditoie.

Gli interventi previsti nel 1° lotto e nel 2° lotto consentiranno di adeguare l'impianto all'incremento di portata che deriverà dal futuro collettamento del depuratore di Marina di Ravenna e dalle espansioni urbanistiche della città di Ravenna. Oltre agli interventi strettamente necessari ad aumentare la potenzialità dell'impianto, sono stati previsti interventi di ammodernamento tecnologico, di demolizione delle sezioni d'impianto non più in uso e di quelle compromesse dal punto di vista strutturale, di efficientamento energetico e di miglioramento gestionale, sia in linea acque che in linea fanghi.

Gli interventi strettamente connessi all'aumento della potenzialità del depuratore prevedono la demolizione degli attuali pretrattamenti, la realizzazione di nuovi pretrattamenti e di nuovi trattamenti terziari (1° lotto), l'installazione di una nuova linea di trattamento biologico da circa 60.000 AE e l'adeguamento della linea fanghi con interventi miranti a ridurre la quantità di fanghi prodotti (2° lotto). È altresì prevista la realizzazione di un impianto di trattamento di rifiuti (compatibili con il processo di depurazione) in regime di comunicazione di cui all'art. 110 comma 3 del D. Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. (codici E.E.R. 20 03 04 e 20 03 06).

Vengono inoltre riportati in maniera esauriente tutti gli altri interventi previsti che comporteranno un restyling generale dell'intero impianto e consentiranno di ottenere un considerevole risparmio energetico nella gestione del processo, grazie all'installazione di apparecchiature performanti, all'implementazione del controllore di processo sulle linee di trattamento biologico, all'eliminazione del sollevamento intermedio e all'ottimizzazione energetica del nuovo sollevamento finale.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	16	52
POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE					

Figura 11 - Layout stato di progetto impianto di depurazione di Ravenna

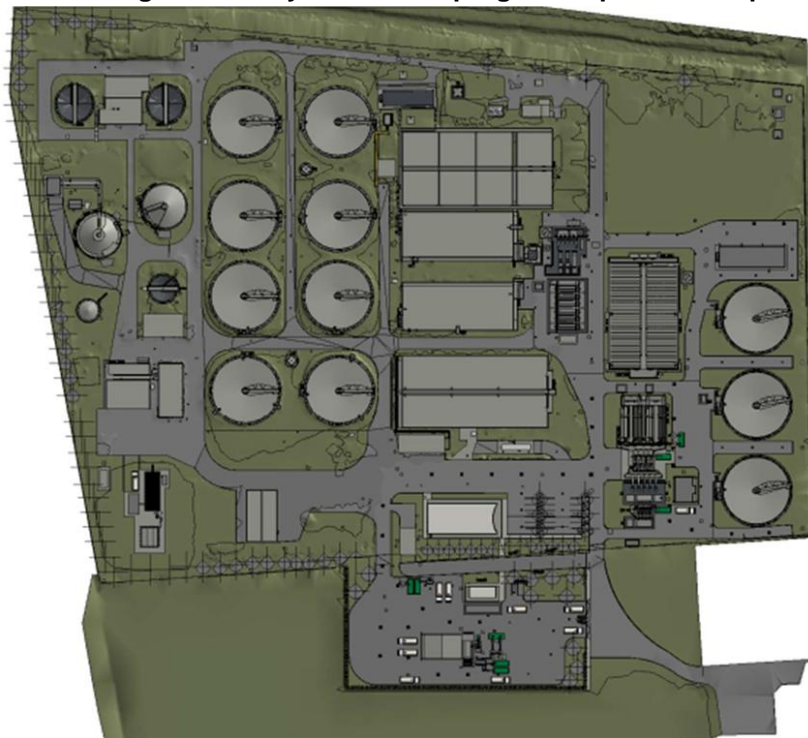
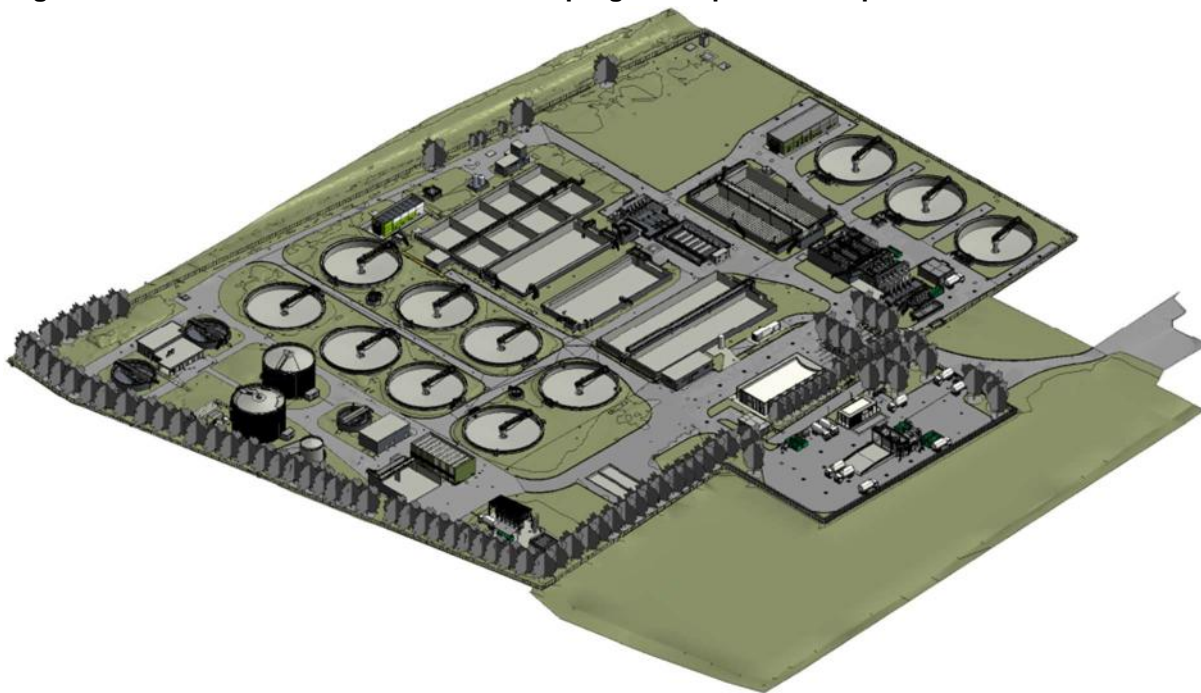


Figura 12 - Modello tridimensionale stato di progetto impianto di depurazione di Ravenna



Gli interventi previsti nel progetto portano ad un incremento della potenzialità di 59.616 AE rispetto alle condizioni attuali rendendo necessaria l'installazione di una nuova linea di trattamento: tale incremento deriva dalle espansioni urbanistiche previste per la città di Ravenna (con un

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 17	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

contributo di 38.880 AE) e dal collettamento del depuratore di Marina di Ravenna (che porterà al depuratore di Ravenna altri 20.736 AE, laminati rispetto ai 34.500 AE effettivi).

Parametro	Valore
Potenzialità nominale	240.000 AE
Potenzialità effettiva stato di fatto	203.040 AE
Potenzialità nuova linea	59.616 AE
Potenzialità effettiva totale stato di progetto	262.656 AE

La potenzialità effettiva dello stato di fatto, pari a 203.040 AE, è calcolata considerando il carico idraulico massimo ammissibile sui sedimentatori secondari in tempo di pioggia.

Gli sviluppi futuri incrementeranno la potenzialità attuale fino a portarla a **262.656 AE**.

Gli interventi previsti sono i seguenti:

- demolizione del manufatto comprendente il sollevamento iniziale, i pretrattamenti e il sollevamento intermedio: i pretrattamenti esistenti risultano insufficienti per il trattamento della nuova portata di progetto, mentre il sollevamento intermedio risulta inutile nella nuova configurazione di progetto;
- demolizione della sezione di sedimentazione primaria, del relativo ripartitore di portata e del manufatto del sollevamento dei fanghi primari. Nella configurazione attuale questa sezione è svincolata dalla linea acque e funge da sezione aggiuntiva di pre- ispessimento dei fanghi secondari;
- demolizione della sezione di sedimentazione terziaria, della sezione di stoccaggio e dosaggio dell'ipoclorito di sodio impiegato per la disinfezione dei reflui, della sezione di pompaggio dell'acqua tecnica prelevata dai terziari e della sezione di stoccaggio, preparazione e dosaggio del polielettrolita;
- demolizione dello stoccaggio di ipoclorito di sodio e dello stoccaggio, inutilizzato,
- di acido peracetico;
- demolizione del manufatto del sollevamento finale;
- demolizione del labirinto di disinfezione, inutilizzato da tempo e tuttora by-passato;
- demolizione del manufatto ospitante il sistema di disinfezione UV in tubo e smaltimento delle lampade;
- realizzazione di un pozzetto di collettamento dei reflui in ingresso al cui interno confluiscono la tubazione DN1200 in calcestruzzo proveniente dal sollevamento Radicchio Rosso, la tubazione DN1000 in fibrocemento proveniente da Chiavica Romea, la tubazione DN200 in acciaio inox proveniente dal sollevamento Bassette Ovest e la tubazione DE600 in vetroresina proveniente da Sant'Alberto;
- realizzazione del manufatto della grigliatura grossolana e del nuovo sollevamento iniziale comprendente:
 - n. 4 griglie grossolane sub-verticali a barre con sistema di pulizia a pettini, posizionate in altrettanti canali rettangolari, in grado di trattare ciascuna una portata di 450 l/s; al

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 18	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

servizio di tali griglie, opera un compattatore/convogliatore a coclea che scarica il grigliato in un cassone scarrabile dedicato;

- sollevamento iniziale ospitante n. 5 pompe sommergibili (n. 4 operative + n. 1 riserva), ciascuna in grado di sollevare una portata di 400,5 l/s. Ogni pompa è dotata di mandata indipendente sulla quale è installato un misuratore di portata. Il manufatto presenta uno scaricatore di emergenza che si attiva in caso di malfunzionamento delle pompe;
- realizzazione del manufatto della grigliatura fine e della dissabbiatura/disoleatura comprendente:
 - n. 4 griglie fini a tamburo rotante, posizionate in altrettanti canali rettangolari, ciascuna in grado di trattare una portata di 450 l/s; un trasportatore a coclea convoglia verso un cassone scarrabile il materiale trattenuto all'interno dei tamburi;
 - n. 4 canali di dissabbiatura/disoleatura paralleli per la separazione delle sabbie e di oli e grassi dal refluo; le sabbie recuperate all'interno dei canali vengono inviate tramite air-lift a n. 2 classificatori per il lavaggio delle stesse prima dello scarico in cassone in attesa dello smaltimento;
 - n. 1 ripartitore alla sezione biologica, suddiviso in n. 2 settori, che ha lo scopo di ripartire la portata tra la sezione biologica esistente e quella di nuova realizzazione in funzione della potenzialità idraulica di ciascuna;
- realizzazione di un locale tecnico al servizio della sezione di dissabbiatura/disoleatura per l'installazione di n. 5 soffianti (n. 4 operative + n. 1 riserva) per l'insufflazione di aria all'interno dei n. 4 canali di dissabbiatura/disoleatura a mezzo di diffusori a bolle grosse e di n. 2 soffianti (n. 1 operativa + n. 1 riserva) per il funzionamento dei n. 4 air-lift;
- realizzazione di una nuova linea di trattamento biologico (denominata linea 3) costituita da n. 2 vasche parallele gestite ad aerazione intermittente (volume complessivo 5.544 m³) per il trattamento dei circa 60.000 AE derivanti dagli sviluppi futuri;
- realizzazione di una nuova sezione di sedimentazione secondaria al servizio della nuova linea di trattamento biologico, costituita da n. 3 vasche di diametro utile 28 m con annessi pozzetti per il sollevamento dei fanghi di ricircolo e di supero e per l'allontanamento delle schiume;
- realizzazione di un pozzetto di raccolta chiarificati al servizio della linea 3;
- realizzazione di un pozzetto di raccolta chiarificati al servizio delle linee 1 e 2;
- implementazione di un controllore di processo al servizio sia delle linee biologiche esistenti che di quella di nuova realizzazione, finalizzato all'ottimizzazione dei consumi energetici delle soffianti;
- realizzazione di un manufatto per l'installazione dei filtri su tela da impiegare per l'affinamento dell'intera portata proveniente dai sedimentatori secondari. L'installazione consentirà di ottenere un refluo con un contenuto di solidi sospesi inferiore a 5-10 mg/l;
- realizzazione di un locale tecnico al servizio della sezione di filtrazione su tela;
- realizzazione di un manufatto comprendente la nuova disinfezione e il nuovo
- sollevamento finale:
 - la disinfezione verrà realizzata mediante lampade UV a bassa pressione di vapore di mercurio installate in n. 2 canali paralleli; è previsto un canale di by-pass da utilizzare per il convogliamento del refluo al sollevamento finale in caso di indisponibilità delle lampade. Come sistema alternativo alle lampade UV da utilizzare in caso di indisponibilità di queste ultime, è previsto un sistema di stoccaggio e di dosaggio di

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 19	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

emergenza di ipoclorito di sodio. Nel canale di raccolta del refluo a valle dei canali di disinfezione, verranno installate n. 2 pompe per il prelievo dell'acqua di alimentazione della sezione di ultrafiltrazione;

- la sezione del manufatto destinata al sollevamento finale ospiterà n. 5 pompe sommergibili (n. 4 operative + n. 1 riserva), ciascuna in grado di sollevare una portata di 400,5 l/s. Ogni pompa è dotata di mandata indipendente sulla quale è installato un misuratore di portata. Il manufatto presenta uno scaricatore di emergenza che si attiva in caso di malfunzionamento delle pompe;
- installazione di n. 2 sistemi di pompaggio di acqua tecnica da prelevare nel canale di raccolta del refluo disinfettato da impiegare per i lavaggi delle macchine di processo e per altri servizi d'impianto;
- ricollocazione delle tubazioni degli scarichi dell'impianto (sia quello di emergenza verso lo scolo Fagiolo sia quello di processo verso il torrino esterno); nel caso dello scarico di emergenza è prevista anche la ricollocazione del punto di scarico nel Fagiolo;
- realizzazione dei collegamenti idraulici del modulo di ultrafiltrazione:
 - dal canale di uscita e raccolta del refluo disinfettato all'ingresso del modulo per l'alimentazione dell'acqua da trattare;
 - dall'uscita del modulo al polipreparatore della sezione di ispessimento dinamico;
- installazione del sistema di stoccaggio e dosaggio di alluminato di sodio da dosare nel refluo in uscita dalla sezione di trattamento biologico della linea 3 per favorire la rimozione del fosforo;
- realizzazione della sala quadri e soffianti linea 3; il locale sarà suddiviso in n. 2 sezioni:
 - un locale soffianti con all'interno n. 3 soffianti a vite (n. 2 operative + n. 1 riserva) per l'insufflazione di aria all'interno delle n. 2 nuove vasche biologiche della linea 3;
 - una cabina elettrica di trasformazione e distribuzione per l'alimentazione delle utenze della linea 3;
- realizzazione di una sala quadri BT per l'alimentazione delle utenze installate nelle nuove sezioni di pretrattamento e sollevamento iniziale; il locale sarà realizzato tra i nuovi pretrattamenti e la sedimentazione secondaria della linea 3;
- interventi di ripristino e di finitura sulle vasche di denitrificazione e di ossidazione della linea biologica 1 e sulle vasche di denitrificazione e di ossidazione della linea biologica 2;
- interventi di revamping sul ripartitore alle linee biologiche esistenti;
- interventi di ripristino e di finitura sulle vasche di pre-ispessimento statico e di post-ispessimento statico, compresa la sostituzione dei ponti;
- riconversione del locale cogenerazione: è prevista la rimozione dei cogeneratori e l'installazione di n. 2 ispessitori dinamici per migliorare l'addensamento del fango da inviare alla digestione anaerobica;
- demolizione del digestore anaerobico 1, inutilizzato da tempo, a causa delle condizioni di instabilità strutturale e di ammaloramento del calcestruzzo;
- installazione di un nuovo sistema di miscelazione fanghi sul digestore 2 (che diventa digestore 1 nella configurazione di progetto) in sostituzione di quello attuale che miscela i fanghi mediante il ricircolo del biogas;

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 20	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

- realizzazione di un locale tecnico al servizio del digestore anaerobico oggetto di revamping, ospitante le pompe di ricircolo e gli scambiatori di calore per il riscaldamento del fango;
- installazione di un nuovo sistema di trattamento del biogas per la rimozione, mediante assorbimento in soluzione acquosa, dell'idrogeno solforato e dell'anidride carbonica in esso presenti prima dell'impiego nella centrale termica;
- installazione di nuove pompe per l'invio del fango disidratato in centrifuga verso la nuova sezione di bioessiccamento o verso la zona di stoccaggio;
- installazione di un bioessiccatore in grado di trattare una frazione del fango in uscita dall'unità di disidratazione con centrifughe (1.000 ton/anno) portando il contenuto di secco all'80% mediante l'azione di reazioni batteriche esotermiche e di un opportuno flusso d'aria; il bioessiccatore sarà installato in prossimità dell'unità di disidratazione e sarà dotato di una unità di filtrazione per il trattamento dell'aria esausta prima della sua emissione in atmosfera;
- realizzazione di una sala quadri al servizio della sezione di bioessiccamento;
- interventi di ripristino e di finitura sulla parete in calcestruzzo del gasometro;
- demolizione del fabbricato servizi e della sala controllo;
- demolizione di n. 1 letto di essiccamento;
- realizzazione della nuova palazzina uffici e sala controllo e di una nuova area parcheggio per dipendenti e visitatori;
- rimozione della pesa per il controllo in ingresso e uscita delle autobotti e smantellamento dell'impianto di trattamento dei bottini;
- realizzazione di un impianto di trattamento rifiuti (compatibili con il processo di depurazione) in regime di comunicazione ai sensi dell'art. 110, comma 3 del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. L'impianto sarà dotato di n. 2 linee separate, una per il trattamento di dissabbiatura/grigliatura per i rifiuti con codici E.E.R. 20 03 04 e 20 03 06 e una per il trattamento di dissabbiatura/grigliatura dei rifiuti con codici E.E.R. 20 03 04, 20 03 06 e 19 08 02;
- demolizione di tutti i manufatti non più funzionali nella configurazione di progetto;
- adeguamento del sistema antincendio d'impianto;
- adeguamento della viabilità dell'impianto in relazione al posizionamento dei nuovi manufatti e sistemazione dell'asfalto nelle zone non impattate dalle demolizioni/ricostruzioni;
- modifica migliorativa delle mitigazioni a verde.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 21	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

5 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO WELLPOINT

5.1 UTILIZZABILITÀ DEI WELLPOINT NEL CASO IN ESAME

Il wellpoint rappresenta uno dei più comuni metodi per il controllo della falda in fase di scavo. Per via della sua flessibilità e relativa economicità si presta bene sia al drenaggio di scavi di forma approssimativamente rettangolare, con infissione delle punte aspiranti tutto intorno allo scavo, sia al drenaggio di trincee in avanzamento, caso nel quale i wellpoint vengono costantemente sfilati e nuovamente infissi in avanzamento rispetto al fronte di scavo, in modo da dare al terreno il tempo di asciugarsi.

In termini di abbattimento della falda il wellpoint, funzionando con una pompa che crea una depressione, può aspirare acqua fino ad una profondità di circa 6 m dalla quota pompa, per via dei limiti intrinseci del metodo di aspirazione e per via delle perdite di carico che si hanno globalmente nell'impianto. Nel caso in cui occorra deprimere a profondità superiori occorre ingegnerizzare più ordini sovrapposti di wellpoint.

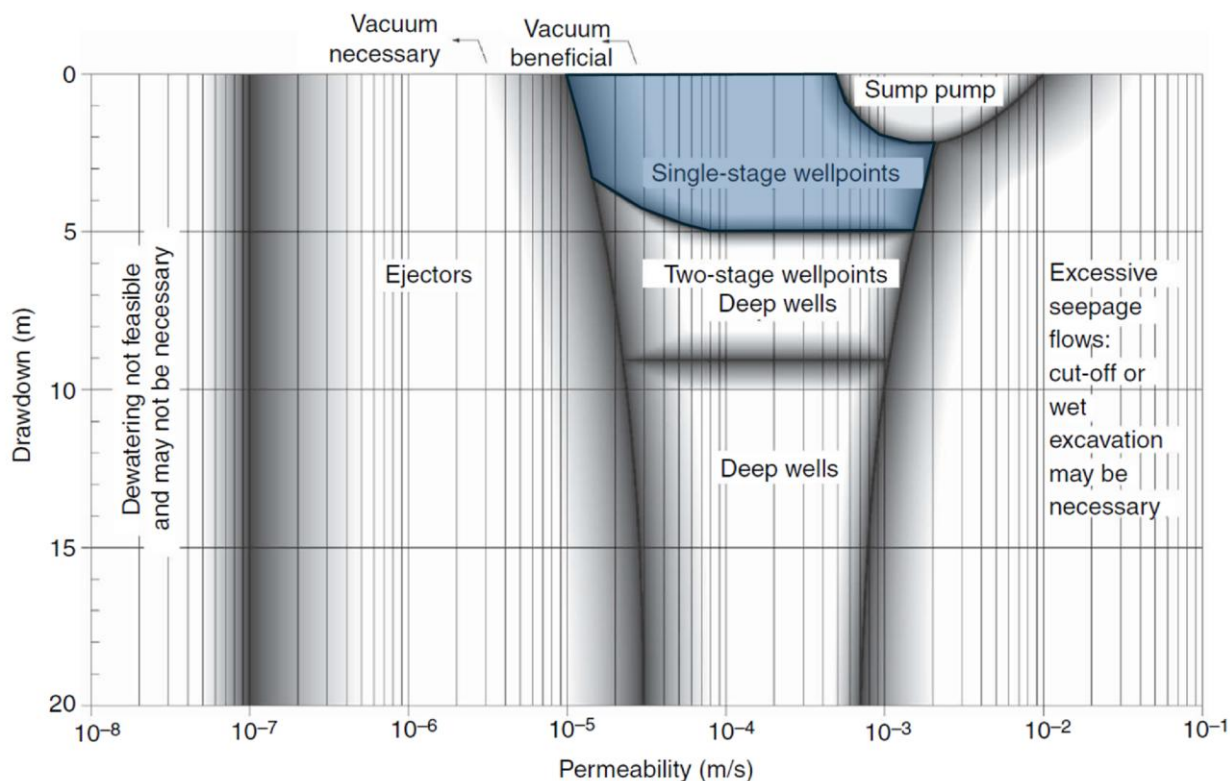
La Figura 13 riporta una indicazione di massima del metodo di abbattimento della falda ottimale, in funzione della depressione piezometrica richiesta e della conducibilità idraulica del terreno. Per i wellpoint la figura identifica due areali, uno idoneo per essere gestito con wellpoint installati tutti ad una medesima quota (single stage wellpoints) e uno caratterizzato dalla necessità di un maggiore abbattimento piezometrico, per il quale occorre installare una prima fila di wellpoint poi, arrivati ad una certa quota di scavo, installare una seconda fila di wellpoint per approfondirsi ulteriormente (two stage wellpoints).

Il primo caso, che è quello operativamente più comune, è stato evidenziato con un retino azzurro.

Dalla figura si può quindi dedurre che un solo ordine di wellpoint possa essere usato nel caso in cui sia richiesto un abbattimento piezometrico fino a 5 m di profondità e in presenza di terreni con conducibilità idraulica indicativamente variabile da $1 \cdot 10^{-5}$ m/s a $2 \cdot 10^{-3}$ m/s.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	22	52
POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE					

Figura 13 - Indicazioni di massima del metodo di abbattimento della falda più idoneo in funzione della depressione piezometrica richiesta e della conducibilità idraulica del terreno. Tratta da [Ref. 7], modificata



Nel caso specifico i terreni in cui verranno infisse le punte dei wellpoint sono quelli dell'Unità 1b, caratterizzata da una conducibilità idraulica di riferimento di $1 \cdot 10^{-5}$ m/s, al di sotto dei quali si trovano i terreni dell'Unità 2, con conducibilità idraulica di $1 \cdot 10^{-4}$ m/s. I terreni dell'Unità 1b ricadono nel limite inferiore di applicabilità del metodo, ma comunque possono essere ritenuti idonei per essere trattati con wellpoint.

La Figura 14 riporta uno schema riassuntivo del sito con l'indicazione della conducibilità idraulica di riferimento per le varie unità geologiche. Per maggiori informazioni a riguardo si può consultare [Ref. 1].

A livello sintetico:

- Unità TV: terreno vegetale costituito da limo e limo sabbioso deb. ghiaioso, di colore marrone-beige, da scarsamente a mediamente addensato.
- Unità 1a: argilla e limo argilloso, di colore da grigio-beige a nera, con resti vegetali e materiale organico, poco consistente.
- Unità 1b: limo sabbioso, di colore da grigio a nero, localmente con resti vegetali e materiale organico, da sciolto a scarsamente addensato.
- Unità 2: limo sabbioso, con livelli di sabbia limosa, di colore grigio, con frammenti di gusci di bivalvi, mediamente addensato.
- Unità 4: limo argilloso di colore grigio, alternato a livelli decimetrici di limo sabbioso, con locali livelli centimetrici ricchi in sostanza organica, poco consistente.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 23	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

In considerazione dell'elevato contrasto di conducibilità idraulica fra l'unità 2 e l'unità 4, la base dell'unità 2, a -15.00 m s.l.m., è stata considerata la base del livello permeabile.

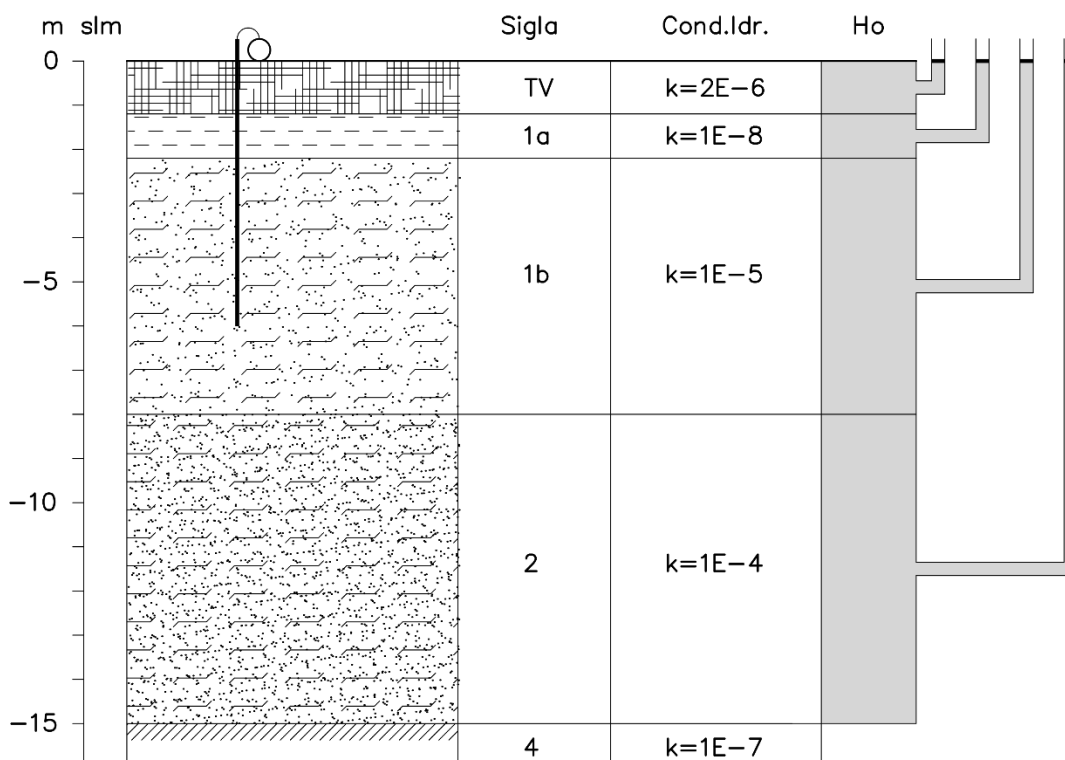
La falda è stata assunta alla quota pari al piano campagna; tale assunzione è senza dubbio cautelativa per la gran parte della durata delle operazioni di cantiere, benché non si possa escludere dalle informazioni disponibili la presenza di falda a profondità molto ridotte, a maggior ragione considerando che la quota media del piano campagna in cantiere è approssimativamente pari al livello del mare (0.00 m s.l.m.). In sintesi, per le valutazioni è stato assunto: quota di falda indisturbata = quota piano campagna = 0.00 m s.l.m.

In assenza di dati è stato assunto che il carico idraulico in condizioni indisturbate fosse uguale lungo tutta la verticale, da 0.00 a -15.00 m s.l.m.

In tutte le considerazioni successive i due livelli superficiali TV e 1a non sono stati considerati, assumendo che l'unità 1b raggiunga la superficie. Questo è a favore di sicurezza in quanto, dalle assunzioni fatte, l'unità 1b ha una conducibilità idraulica superiore rispetto alla TV e 1a.

Sui valori di conducibilità idraulica attribuiti alle varie unità geologiche c'è una considerevole incertezza; per maggiori informazioni sul metodo seguito per ricavare questi valori si possono sempre consultare [Ref. 1].

Figura 14 - Schema riassuntivo della stratigrafia del sito con indicazione delle sigle delle unità geologiche e i relativi valori di conducibilità idraulica, espressi in m/s, estratti dalla relazione geologica



Sempre per quello che riguarda le condizioni di utilizzo e le depressioni attese, [Ref. 8] citato in [Ref. 7] riporta che la tipica applicazione dei wellpoint è in scavi aperti, generalmente di piccola profondità in terreni da ghiaia sabbiosa a sabbia fine - sabbia limosa.

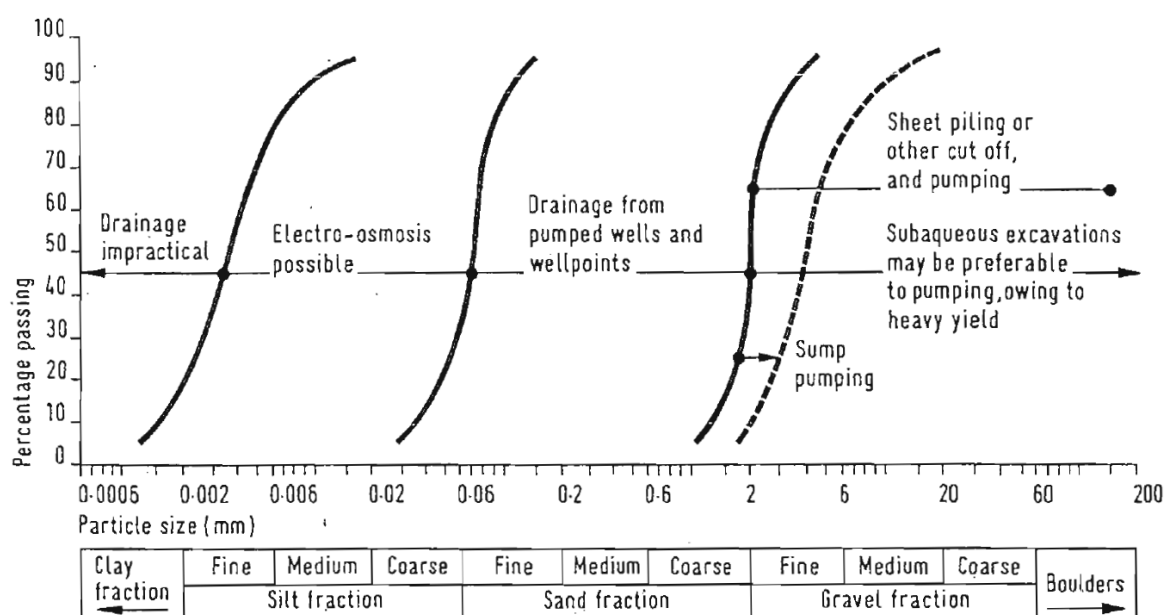
	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 24	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Per wellpoint installati in un solo ordine, il massimo abbattimento piezometrico è di circa 6.00 m in ghiaie e sabbie fini, ma può ridursi a soli 4.00 m in sabbie limose.

In [Ref. 5] vengono fornite alcune indicazioni di massima per le possibilità di dewatering mediante wellpoint.

Il grafico di Figura 15, tratto da [Ref. 5] mostra le condizioni di utilizzo dei wellpoint in funzione del fuso granulometrico del terreno.

Figura 15 - Limiti di utilizzo del drenaggio con pozzi o wellpoint in funzione della composizione granulometrica del terreno.



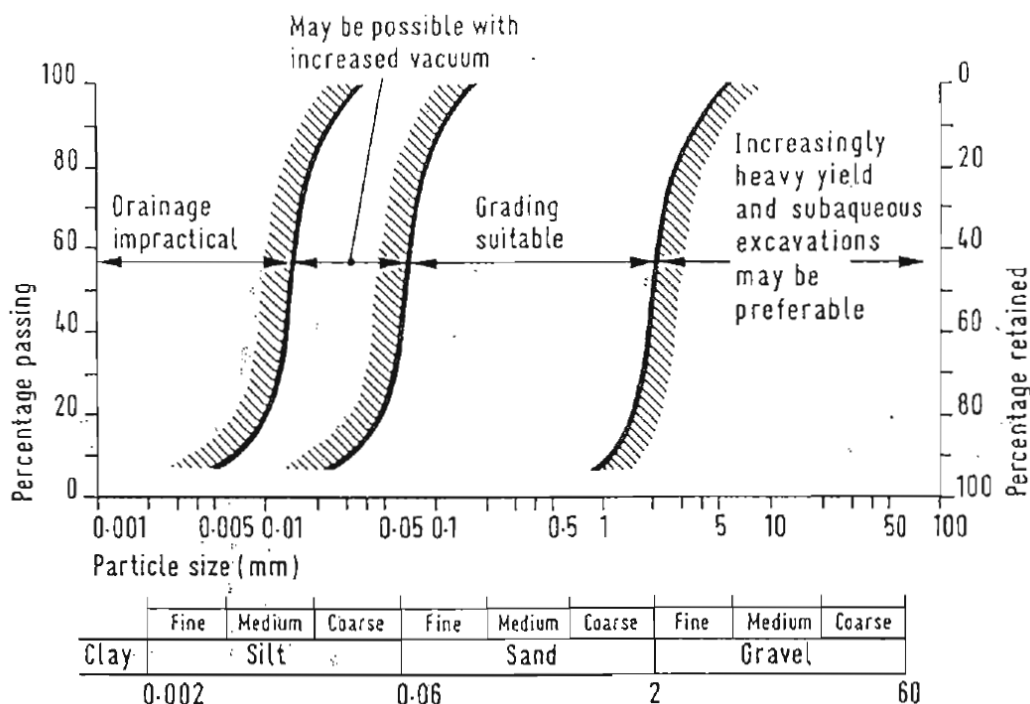
I terreni del litotipo 1b sono stati classificati come limo sabbioso, localmente con resti vegetali e materiale organico, da sciolto a scarsamente addensato.

Da un punto di vista della granulometria, quindi, ci si colloca in prossimità del limite inferiore di utilizzo di questa tecnologia.

Da ultimo il grafico di Figura 16 entra un po' più nel dettaglio sui limiti di utilizzo del wellpoint, evidenziando che questa tecnologia si può estendere anche ai terreni limosi, a condizione che il sistema aspirante sia efficiente da un punto di vista idraulico e pneumatico, cioè che sia possibile creare una significativa depressione.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 25	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Figura 16 - Condizioni e limiti di utilizzo indicativi dei wellpoint in funzione della granulometria del terreno. Il grafico è disegnato nell'assunzione che il sistema wellpoint sia efficiente da un punto di vista idraulico e pneumatico. Tratto da pag. 31 di [Ref. 5].



In sintesi, quindi, i wellpoint sono utilizzabili, ma le portate attese non sono elevate, le pompe aspiranti e il sistema di tubazioni di collegamento devono garantire un buon livello di depressione e gli abbattimenti piezometrici potrebbero essere inferiori rispetto ai 6 m teorici previsti per terreni grossolani. In funzione della risposta del terreno è possibile che occorra mettere in atto delle cautele per evitare l'asportazione eccessiva di materiale fine in fase di pompaggio.

5.2 LUNGHEZZA E DIMENSIONAMENTO AREALE DELL'IMPIANTO WELLPOINT

Relativamente a questo aspetto ARPAE chiede di approfondire il tema della *lunghezza lineare e dimensionamento areale dell'impianto di wellpoint nel complesso e per singoli tratti di attivazione*.

5.2.1 IMPIANTO WELLPOINT

A livello generale si è preliminarmente assunto che un singolo impianto wellpoint, inteso come il complesso di pompa di aspirazione, tubi collettori, wellpoint e raccordi, sia costituito come segue:

- una pompa aspirante da 150 mm di diametro (potenza massima richiesta 10 kW);
- 30 - 45 punte drenanti;
- 60 m di tubo collettore da 150 mm;
- altri accessori minori necessari per il corretto funzionamento del sistema di emungimento;
- lunghezza del tratto drenato: 45 m.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 27	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

5.2.3 SCAVI IN TRINCEA REALIZZATI SENZA PALANCOLATO DI SUPPORTO

Gli scavi in trincea per la posa di tubazioni sono generalmente considerati un cantiere in avanzamento, nel quale la lunghezza del tratto wellpoint dipende dalla lunghezza complessiva del tratto aperto e dal tempo necessario per ottenere la depressione piezometrica richiesta.

Immaginando che la lunghezza del tratto in lavorazione sia L_{Lav} e che occorranza 5 giorni dall'accensione dei wellpoint per riuscire ad ottenere la depressione piezometrica necessaria per scavare in condizioni asciutte, la lunghezza L_{WP} del tratto da sottoporre a drenaggio con wellpoint potrà essere approssimativamente calcolata nel modo seguente:

$$L_{WP} = L_{Lav} + 5 \cdot L_{Lav}$$

La lunghezza del tratto in lavorazione dipenderà dalle scelte operative dell'impresa e il tempo necessario per riuscire ad ottenere un drenaggio soddisfacente si potrà valutare solamente nel momento in cui verranno resi operati i primi wellpoint.

Per avere una idea di massima dei tempi necessari si può fare riferimento alla Tabella 1, tratta da [Ref. 5].

In questa fase, ipotizzando una produzione giornaliera di 50 m e ipotizzando un tempo di drenaggio preventivo di 5 giorni¹, la lunghezza del tratto da sottoporre a drenaggio con wellpoint risulta

$$L_{WP} = 50 + 5 \cdot 50 = 300 \text{ m}$$

Da un punto di vista del predimensionamento, quindi:

- tutte le trincee con lunghezza inferiore ai 300 m sono state considerate al pari di scavi di sbancamento, quindi sottoposti a drenaggio con un anello wellpoint realizzato intorno allo scavo;
- per le trincee con lunghezza superiore ai 300 m è stato considerato un tratto di wellpoint di 300 m, immaginato come cantiere in avanzamento e con doppia fila di wellpoint, a destra e a sinistra dello scavo (Figura 18).

¹ Il tempo di 5 giorni è stato valutato considerando che le linee wellpoint poste ai lati della trincea siano abbastanza vicine fra di loro, così da aggrovigliare la depressione della falda.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 28	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Figura 18 – Esempio di drenaggio di trincea con doppia fila di wellpoint



Dalla

Tabella 4, riportata nell'Appendice 1, risulta che le trincee con lunghezza superiore a 300 m sono solamente 3, per le quali è stato considerato un drenaggio progressivo in avanzamento con il cantiere di scavo e una lunghezza dell'impianto wellpoint di 600 m (300 m per lato).

Nei restanti casi, invece, è stata supposta l'infissione dell'anello wellpoint tutt'attorno all'area da scavare, quindi operando un drenaggio simultaneo su tutta la zona della trincea.

Dalla

Tabella 4, per le trincee realizzate in assenza di sostegno con palancole risulta quindi una lunghezza complessiva dei tratti di wellpoint di 5302 m.

Nel dettaglio la lunghezza, suddivisa per WBS è la seguente:

WBS	1	2	3	TOT (1+2+3)
Lunghezza (m)	3243	847	1212	5302

5.2.4 SCAVI IN TRINCEA CON PALANCOLATO DI SUPPORTO

Nel caso di scavi in trincea realizzati con il supporto delle palancole, i wellpoint saranno infissi a ridosso delle palancole, sul lato interno dello scavo. La Figura 19 mostra un esempio applicativo di questa tecnologia, tratto dal web.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 29	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Figura 19 - Esempio di utilizzo di wellpoint in una trincea scavata fra due palancole. Immagine tratta da Web²



Nel caso specifico, le palancole saranno infisse fino ad intestarsi nel livello impermeabile, quindi il drenaggio con wellpoint ha primariamente la funzione di evitare l'ingressione dell'acqua dalle due estremità dello scavo.

Gli scavi di trincee fra palancole sono abbastanza profondi, con un fondo scavo fra 3.50 e 6.00 m da p.c.

Il drenaggio, quindi dovrà essere attentamente studiato, prevedendo forse anche un doppio ordine di wellpoint, in particolare per gli scavi più profondi.

In questa fase, si è assunto, in via preliminare, che per lo scavo di trincee fino a 4.00 m di profondità fosse necessario un impianto wellpoint mentre per trincee con profondità oltre i 4.00 m fossero necessari 2 impianti wellpoint.

Questa considerazione vale per un lato della trincea, quindi andrebbe raddoppiata, per considerare entrambe le estremità. Tuttavia, soprattutto per le trincee più lunghe, è ragionevole pensare che lo scavo avvenga in una sola direzione di avanzamento, con i tratti retrostanti via via reinterati.

Quindi, in prima approssimazione, è stato considerato l'utilizzo di:

- 2 impianti wellpoint per le trincee con profondità fino a 4.00 m, cioè $45 \cdot 2 = 90$ m di linea di drenaggio;
- 3 impianti wellpoint per trincee con profondità oltre i 4.00 m, cioè $45 \cdot 3 = 135$ m di linea di drenaggio.

² https://crewell.it/wp-content/uploads/2020/09/Palancole_3-1024x1024.jpg

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 30	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

In sintesi, quindi, per le trincee scavate con l'ausilio di palancolati si prevede l'utilizzo di 34 impianti wellpoint, per un totale di 1530 m di linea drenante.

Nel dettaglio, la lunghezza suddivisa per WBS è la seguente:

WBS	1	2	3	TOT (1+2+3)
Lunghezza (m)	1440	90	0	1530

5.2.5 AREA INTERESSATA DAL DRENAGGIO WELLPOINT

Nel dettaglio, le Tabelle riportate nell'Appendice 1 riportano l'area interessata dal drenaggio wellpoint per i singoli scavi.

In sintesi, per gli sbancamenti:

WBS	1	2	3	TOT (1+2+3)
Area (m ²)	7568	3969	9954	21491

Per le trincee realizzate senza l'ausilio di palancole:

WBS	1	2	3	TOT (1+2+3)
Area (m ²)	11731	3073	3245	18048

Per le trincee realizzate all'interno dei palancolati, l'area interessata dal drenaggio wellpoint può essere considerata uguale alla lunghezza delle linee wellpoint moltiplicata la distanza fra le palancole, assunta uguale alla larghezza dello scavo, pertanto:

WBS	1	2	3	TOT (1+2+3)
Area (m ²)	5994	270	0	6264

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 31	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

5.3 PROFONDITÀ DI INFSSIONE E CARATTERISTICHE DELLE PUNTE E DEI RACCORDI

Relativamente a questo aspetto ARPAE chiede di approfondire il tema della *profondità di infissione delle punte di aspirazione dell'impianto di wellpoint rispetto al piano campagna, diametro delle punte e dei raccordi e loro interasse*.

La profondità di infissione delle punte dei wellpoint è condizionata dalle necessità di depressione piezometrica e dal materiale disponibile in cantiere.

Nel sito sono previsti numerosi scavi che dovranno essere sottoposti a drenaggio. Gli scavi verranno realizzati in modo scaglionato nel tempo e quindi un medesimo impianto wellpoint verrà riutilizzato più volte.

Per questo motivo, in questa fase è stato l'utilizzo di wellpoint tutti di lunghezza pari a 6 m; successivamente si è esaminato se tali wellpoint fossero idonei per gestire il drenaggio nella maggior parte delle situazioni.

Per lo schema di calcolo e i nomi delle variabili si fa riferimento alla Figura 17.

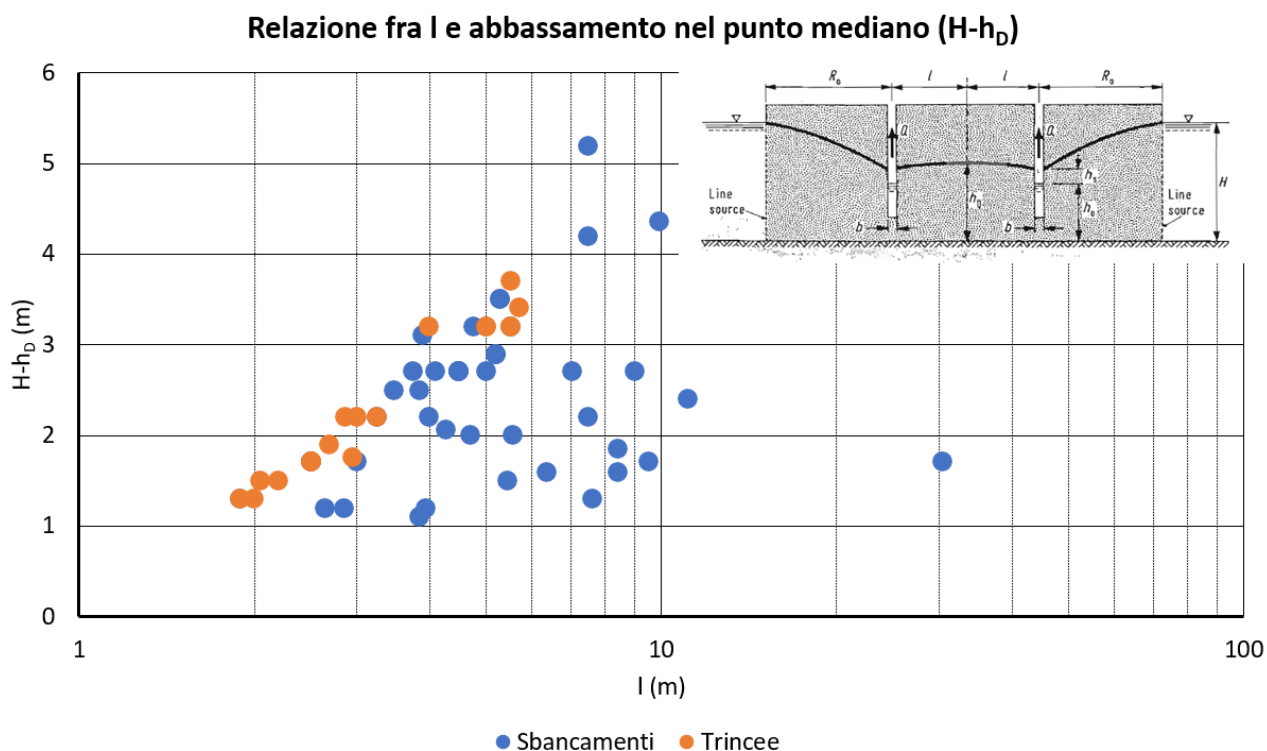
Il grafico di Figura 20 riporta, per gli sbancamenti e le trincee senza palancolato, la relazione fra la semidistanza l^3 del lato minore del palancolato (per gli sbancamenti) o la semidistanza fra le linee wellpoint (nel caso di una trincea) e la depressione piezometrica richiesta, Δh , calcolata come la quota del fondo scavo aumentata di un franco di sicurezza pari a 0.70 m. Dall'esame del grafico si può dedurre che una semidistanza $l=10$ m e una depressione Δh di 4 m può essere considerato un caso tipo cautelativo, che copre la maggior parte degli scenari, ad eccezione di alcuni che dovranno essere trattati puntualmente.

Si ha inoltre che se $\Delta h = 4$ m e $H = 15$ m, allora $h_d = 15 - 4 = 11$ m.

³ Leggasi "elle" minuscola.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			0	32	52
POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE					

Figura 20 - Relazione fra semiampiezza del sistema di drenaggio (l) e depressione piezometrica al centro delle due linee di wellpoint



L'approccio analitico per il calcolo della depressione piezometrica e della portata estratta da un sistema wellpoint prevede la presenza di un terreno isotropo e omogeneo di permeabilità k che, ad una certa profondità, appoggia su un substrato impermeabile.

Per questo motivo le simulazioni sono state eseguite due volte, assumendo $k=1 \cdot 10^{-4}$ m/s e $k=1 \cdot 10^{-5}$ m/s, in modo da considerare le caratteristiche dello strato 1b e le caratteristiche dello strato 2.

Stimando R_0 con la relazione:

$$R_0 = 1500 \cdot \Delta h \cdot \sqrt{k}$$

si ricava:

per $k=1 \cdot 10^{-4}$ m/s, $R_0= 60$ m; $R_0/H=60/15=4 > 3$

per $k=1 \cdot 10^{-5}$ m/s, $R_0= 19$ m; $R_0/H=19/15=1.3 < 3$

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 33	DI (LAST) 52
POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE					

Livello raggiunto dall'acqua nei wellpoint

Per eseguire questo calcolo si possono usare alcuni nomogrammi, [Ref. 5], riprodotti in Figura 21.

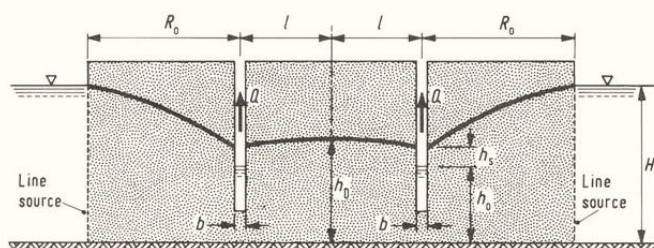
Figura 21 - Nomogrammi per il calcolo della quota operativa dei wellpoint

Dewatering for wide trench or narrow rectangular excavation

Case 5 Partial penetration by a double row of wellpoints of an unconfined aquifer (gravity flow) midway between two parallel and equidistant line sources (Figure 21).

$$Q = \left[\left(0.73 + 0.27 \frac{(H - h_0)}{H} \right) \frac{kx}{R_0} (H^2 - h_0^2) \right]$$

$$h_D = h_0 \left[\frac{C_1 C_2}{R_0} (H - h_0) + 1 \right]$$



Note

- Q is total combined flow from *both* slots and twice that for single line source (see Case 1).
- For large rectangular or square excavations, wellpoints will be needed all around the perimeters. The pumping requirements can be estimated conservatively by calculating separately the drawdown/pumping relationship for each pair of opposite sides of the excavation.

The relationship between h_D and h_0 can be obtained from Figure 22.

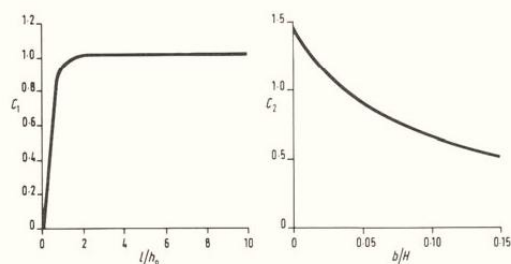


Figure 21

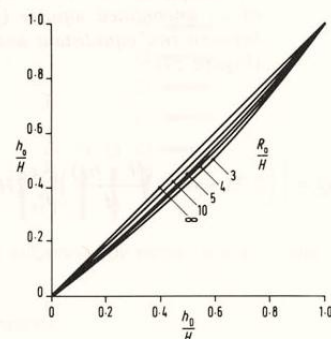


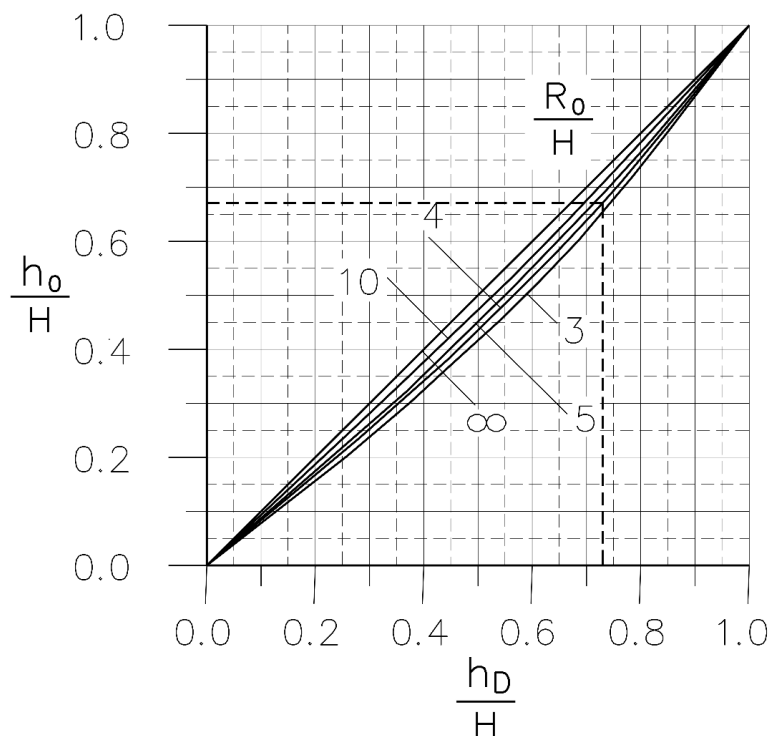
Figure 22

Nel caso di $k=1 \cdot 10^{-4}$, con $R_0=60$ m, è possibile calcolare h_0 dal nomogramma riportato in [Ref. 5] e ridisegnato in Figura 22.

Considerando $h_D/H=11/15=0.73$ e $R_0/H=4$, dal nomogramma risulta $h_0/H=0.67$, da cui $h_0=10.05$ m.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873 - 12000367716		0	34	52
POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE					

Figura 22 - Nomogramma per individuare la relazione fra h_0 e h_d , da [Ref. 5], ridisegnato



Come controllo incrociato si può utilizzare la formula sempre riportata in Figura 21. Introducendo nella formula il valore di h_0 è possibile calcolare h_d . In particolare risulta:

$$h_D = h_0 \left[\frac{C_1 C_2}{R_0} (H - h_0) + 1 \right] = 10.05 \left[\frac{0.94 \cdot 1.3}{60} (15 - 10.05) + 1 \right] = 11.06 \text{ m}$$

La controprova fornisce un esito positivo, con una differenza inferiore all'1%, quindi è soddisfacente.


Pertanto, ipotizzando un mezzo omogeneo con $k=1 \cdot 10^{-4}$ m/s, se nei wellpoint si riesce ad ottenere una depressione di 5.00 m, questa dovrebbe essere sufficiente per garantire un drenaggio soddisfacente nella maggior parte delle condizioni.

Se si esegue la verifica con $k=1 \cdot 10^{-5}$ m/s e $R_0 = 19$ m, il nomogramma di Figura 22 non è più applicabile in quanto le curve sono tracciate solamente fino ad un rapporto $R_0/H > 3$.

Applicando l'equazione sopra riportata ed assumendo $h_0 = 15 - 6 = 9$ m, cioè assumendo che nei wellpoint la depressione piezometrica fosse la massima ipotizzabile, risulterebbe:

$$h_D = h_0 \left[\frac{C_1 C_2}{R_0} (H - h_0) + 1 \right] = 9.0 \left[\frac{0.97 \cdot 1.3}{19} (15 - 9) + 1 \right] = 12.6 \text{ m}$$

In questo caso, quindi, la depressione piezometrica nel punto centrale potrebbe risultare insufficiente per riuscire a lavorare in condizioni di scavo asciutto, con necessità di integrazioni al sistema di drenaggio.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 35	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Il motivo risiede nel fatto che, diminuendo k, la curva di risalita diviene più ripida e di conseguenza l'ampiezza della fascia drenabile diminuisce.

Per contro, però, diminuiscono anche le portate da drenare quindi gli eventuali interventi integrativi per estrarre l'acqua dalle porzioni centrali dello scavo dovrebbero risultare relativamente agevoli.

Qualora si verificassero condizioni di questo tipo, occorrerà predisporre qualche linea di wellpoint supplementare oppure affiancare ai wellpoint qualche altro sistema di drenaggio, per gestire innalzamenti localizzati della falda.

Il diametro delle punte dovrà essere stabilito dall'impresa che curerà il drenaggio, in funzione della sua esperienza e del materiale a disposizione. A livello puramente indicativo, il diametro di una punta da wellpoint può essere da 1'1/2 – 1'1/4.

Figura 23 - Esempio di punte da wellpoint, tratto da web



Con riferimento all'interasse fra le punte dei wellpoint, secondo quanto riportato in [Ref. 5], il numero dei wellpoint e la loro spaziatura dipendono dalla conducibilità idraulica dei terreni e dal tempo a disposizione per riuscire ad ottenere la depressione richiesta.

La Tabella 1 fornisce una spaziatura tipica delle punte dei singoli wellpoint in funzione delle caratteristiche granulometriche del terreno.

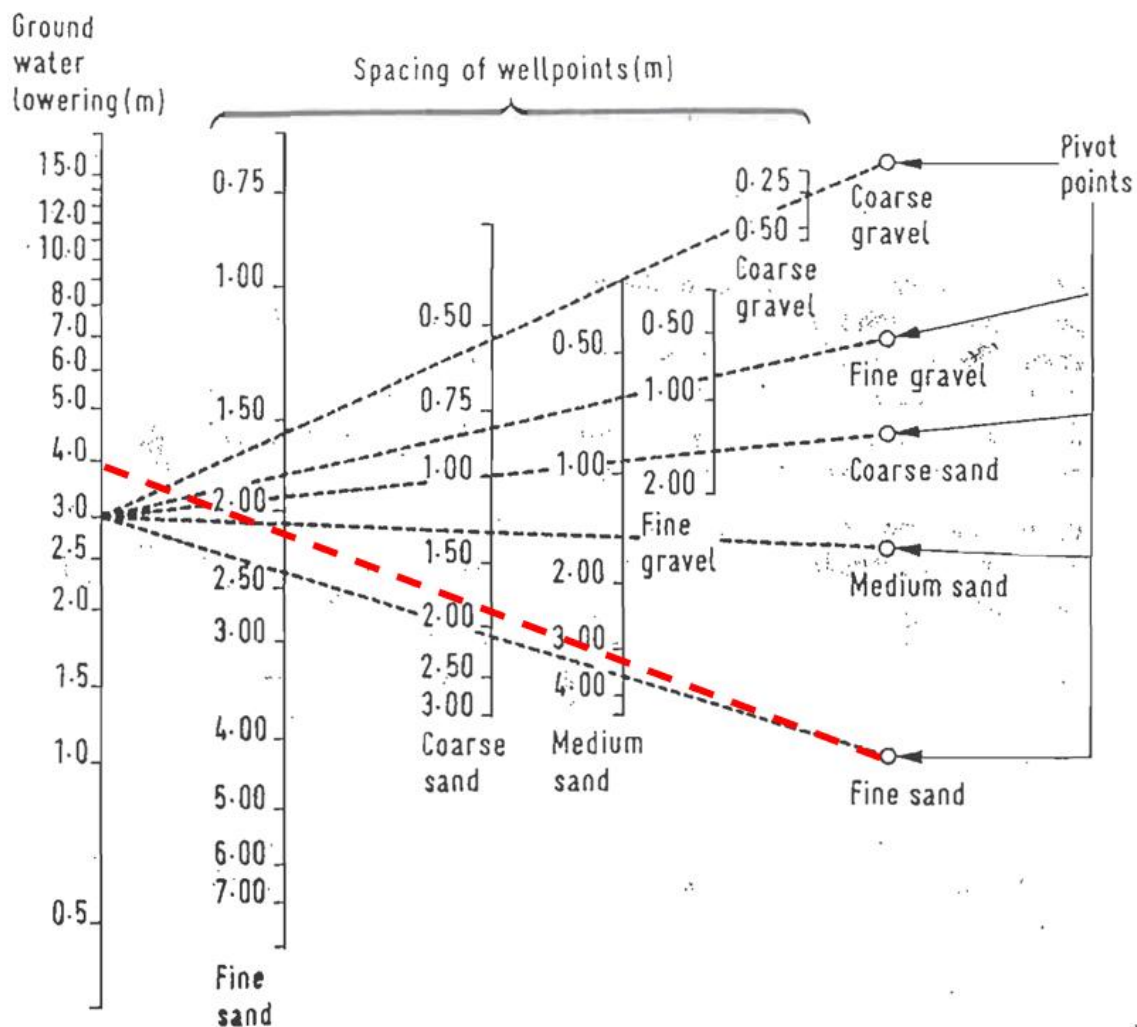
Tabella 1 - Spaziatura tipica delle punte in funzione della granulometria del terreno

Tipo di terreno	Spaziatura tipica delle punte	Tempo necessario per drenare il terreno (giorni)
Sabbie limose	1.5 – 2.0 m	7-21, ma anche tempi più lunghi
Sabbie pulite da fini a grossolane e ghiaie sabbiose	1.0 – 1.5 m	3-10
Ghiaie da fini a grossolane	0.5 – 1.0 m	1-2

Per avere una stima più precisa si può usare il nomogramma riportato nella Figura 24, tratto sempre da [Ref. 5].

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 36	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Figura 24 - Nomogramma per valutare la spaziatura degli aghi dei wellpoint (in m) in sabbie e ghiaie pulite e omogenee, tratta da [Ref. 5]



Nel caso in esame, quindi, una spaziatura delle punte di 2.00 m dovrebbe essere sufficiente.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 37	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

5.4 DEFINIZIONE DEL SISTEMA ASPIRANTE

ARPAE chiede di *definire il sistema aspirante: descrizione, quantificazione e dimensionamento dei collettori verticali e orizzontali, numero di pompe, potenza massima d'esercizio, portata.*

Come già riportato, per quello che riguarda la definizione del sistema aspirante si è considerato che un impianto wellpoint fosse ipoteticamente composto dal necessario per attrezzare 45 m lineari di drenaggio e, più in dettaglio da:

- una pompa aspirante da 150 mm di diametro (potenza massima richiesta 10 kW);
- 30 - 45 punte drenanti;
- 60 m di tubo collettore da 150 mm;
- altri accessori minori necessari per il corretto funzionamento del sistema di emungimento;
- lunghezza del tratto drenato: 45 m.

Per definire il numero di impianti necessari si è proceduto, scavo per scavo, a dividere la lunghezza complessiva della linea di wellpoint (espressa in metri) per 45, arrotondando all'estremo superiore.

Così, ad esempio, se per realizzare uno sbancamento era necessario un drenaggio su un perimetro totale di 105 m, per questo scavo è stato considerato un numero di impianti wellpoint di $105/45 = 2.3$, quindi 3 impianti wellpoint, quindi anche 3 pompe di aspirazione.

Il numero degli impianti wellpoint è riportato, scavo per scavo, nelle tabelle riassuntive dell'Appendice 1 e, dal numero di impianti wellpoint si ricava anche il numero di pompe di aspirazione, posto che ad ogni impianto corrisponde una pompa.

Il numero di impianti wellpoint da installare è riassunto nella Tabella 2 e corrisponde ad un totale di 259. Questo non significa che in cantiere ci sarà la necessità di disporre di 259 pompe, in quanto gli scavi sono diluiti su un periodo di circa 4 anni e mezzo e quindi ogni impianto wellpoint verrà riutilizzato molte volte (si veda la stima del numero massimo di impianti utilizzati contemporaneamente riportata nell'Appendice 2).

Tabella 2 – Stima teorica degli impianti wellpoint impiegati nel cantiere

Tipologia scavo	WBS1	WBS2	WBS3	Totale
Sbancamento	45	35	18	98
Trincee senza protezione	78	20	29	127
Trincee con palancole	32	2	0	34
TOTALE				259

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 38	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Per eseguire il calcolo della portata di un impianto wellpoint, è stata calcolata la portata di un tratto di 45 m nelle condizioni di $k=1 \cdot 10^{-4}$ m/s e $k=1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Per $k=1 \cdot 10^{-4}$ m/s la portata risulta:

$$Q = \left[0.73 + 0.27 \left(\frac{H-h_0}{H} \right) \right] \frac{kx}{R_0} (H^2 - h_0^2) = \left[0.73 + 0.27 \left(\frac{15-10}{15} \right) \right] \frac{45 \cdot 1 \cdot 10^{-4}}{60} (15^2 - 10^2) = 7.7 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Questa portata è calcolata per la coppia di linee di wellpoint (linea destra + linea sinistra nel caso del drenaggio di una trincea), quindi la portata di una singola linea wellpoint è la metà, cioè $3.8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 13.8 \text{ m}^3/\text{ora}$

Se si considerasse una conducibilità idraulica di $1 \cdot 10^{-5}$ m/s, un raggio di influenza $R_0=19$ m e $h_0=9$ m risulterebbe una portata di $5.1 \text{ m}^3/\text{ora}$.

La portata complessiva necessaria per un singolo scavo può essere calcolata moltiplicando il numero degli impianti wellpoint per la portata di un impianto tipo, variabile da 5 a $14 \text{ m}^3/\text{ora}$ in funzione delle ipotesi di calcolo.

Il calcolo è riportato, scavo per scavo, nelle tabelle nell'Appendice 1. Nelle tabelle è stato usato un valore di portata per singolo impianto di $5 \text{ m}^3/\text{ora}$, in quanto più aderente con le caratteristiche di conducibilità idraulica del litotipo 1b, dove sono infissi i wellpoint.

Nel caso di trincee fra palancolati, posto che il drenaggio sarà eseguito da una fila di wellpoint infissa fra le due palancole, la portata è stata empiricamente moltiplicata per 0.5, per tenere in considerazione il forte ostacolo alla filtrazione determinato dalle palancole.

Nelle tabelle non è stata calcolata la portata complessiva in quanto le singole aree di drenaggio vengono attivate in momenti differenti e quindi una somma delle portate non avrebbe senso.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 39	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

6 EFFETTI SULLA PIEZOMETRIA

ARPAE chiede di approfondire il tema della *profondità della falda da piano campagna ed eventuale escursione e abbassamento relativo della falda all'attivazione del wellpoint*.

Per quello che riguarda gli abbassamenti piezometrici dovuti al pompaggio, per una stima di massima si può far riferimento alla formula di Sichard, già illustrata in precedenza, che mostra un raggio di influenza del drenaggio variabile da 19 a 60 m in funzione della conducibilità idraulica assunta come rappresentativa.

In considerazione del fatto che il drenaggio sarà protratto per diversi anni con attivazione simultanea di diverse aree di drenaggio, si può cautelativamente ipotizzare una distanza di interferenza di circa 100 - 150 m dal sito, oltre la quale gli effetti di disturbo sulla falda dovrebbero ragionevolmente essere contenuti entro i limiti di naturale oscillazione stagionale.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 40	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

7 TEMPI DI EMUNGIMENTO E ALLONTANAMENTO DELL'ACQUA

7.1 CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ

Relativamente a questo aspetto ARPAE chiede *un cronoprogramma con dettaglio delle attività, tempo giornaliero di emungimento e tempo totale di attività dell'impianto in riferimento al progetto.*

Il crono programma di dettaglio delle attività che prevedono l'emungimento tramite wellpoint è riportato nelle Tabelle presenti nell'Appendice 1. Si tenga presente che le attività di cantiere, sulla base del cronoprogramma di progetto [Ref. 3], si estenderanno dal 05/01/2026 al 29/01/2031; al netto delle iniziali attività propedeutiche e di allestimento cantiere, la durata delle lavorazioni è prevista essere di circa 4 anni e mezzo.

Si ipotizza che il sistema di emungimento venga tenuto in funzione per 24 ore al giorno.

7.2 MODALITÀ DI ALLONTANAMENTO DELL'ACQUA

Su questo aspetto ARPAE chiede informazioni riguardo alle *modalità di allontanamento dell'acqua proveniente dal sistema di wellpoint, punto di scarico e autorizzazioni necessarie.*

È previsto l'allontanamento delle acque emunte tramite conferimento nello Scolo Fagiolo nel tratto che scorre adiacente all'impianto di depurazione, sul lato Nord.

Figura 25 - Tratto dello Scolo Fagiolo dove si prevede di conferire le acque emunte con sistemi wellpoint



	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 41	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

8 SINTESI E SUGGERIMENTI OPERATIVI

Questa relazione si propone di rispondere ai quesiti posti da ARPAE ai fini del rilascio dell'autorizzazione all'utilizzo dei wellpoint.

In questo capitolo si riporta l'elenco dei quesiti, con le risposte sintetiche o i rimandi al testo.

- *Localizzazione del progetto*
- *Descrizione del progetto e finalità dell'intervento*

La localizzazione del progetto, comprensiva di inquadramento catastale e monografia del caposaldo planoaltimetrico dell'impianto, e la descrizione delle finalità dell'intervento sono illustrate al capitolo 4 di questa relazione.

- *Lunghezza lineare e dimensionamento areale dell'impianto di wellpoint nel complesso e per singoli tratti di attivazione*

Gli scavi per i quali è previsto l'utilizzo di wellpoint sono gli sbancamenti e le trincee, eseguite senza e con palancole di supporto laterale. Le tabelle seguenti riportano la somma delle lunghezze e delle aree di tutti gli impianti wellpoint, suddivisi per tipologia di scavo e per WBS:

- WBS1: Potenziamento depuratore Ravenna 2° stralcio – 1° lotto;
- WBS2: Potenziamento depuratore Ravenna 2° stralcio – 2° lotto;
- WBS3: Nuovo impianto caditoie.

Scavi a sbancamento, lunghezze e aree degli impianti wellpoint

WBS	1	2	3	TOT (1+2+3)
Lunghezza (m)	1584	1115	664	3363
Area (m ²)	7568	3969	9954	21491

Trincee realizzate senza l'uso del palancolato, lunghezze degli impianti wellpoint

WBS	1	2	3	TOT (1+2+3)
Lunghezza (m)	3243	847	1212	5302
Area (m ²)	11731	3073	3245	18048

Trincee realizzate con l'uso del palancolato, lunghezze degli impianti wellpoint

WBS	1	2	3	TOT (1+2+3)
Lunghezza (m)	1440	90	0	1530
Area (m ²)	5994	270	0	6264

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 42	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Nell'Appendice 1 sono riportate le tabelle con l'indicazione del perimetro dell'anello wellpoint e dell'area dell'anello wellpoint per tutte le porzioni di scavo.

A parità di depressione piezometrica lungo la linea wellpoint, l'ampiezza della zona di drenaggio varia in funzione della conducibilità idraulica del mezzo e delle condizioni al contorno del sito.

Su questi due parametri esistono al momento delle incertezze e quindi è possibile che, per gli scavi di dimensioni maggiori, occorra prevedere dei drenaggi integrativi, per consentire di deprimere la falda nelle porzioni centrali. Se si decidesse di integrare sempre usando wellpoint, la lunghezza delle linee di drenaggio potrebbe quindi aumentare leggermente rispetto a quanto calcolato.

- *Profondità di infissione delle punte di aspirazione dell'impianto di wellpoint rispetto al piano campagna, diametro delle punte e dei raccordi e loro interasse*

I singoli wellpoint, una volta in cantiere, dovranno essere riutilizzati svariate volte su scavi diversi, per superficie e profondità. Per questo motivo si prevede, in via preliminare, l'uso di wellpoint tutti da 6 m di lunghezza. Il range dei diametri di comune utilizzo per le punte è 1'1/2 – 1'1/4; una determinazione più precisa potrà essere fatta solo dall'installatore sulla base della propria esperienza, delle punte a propria disposizione e delle risultanze in situ. Dai dati disponibili si può prevedere preliminarmente un interasse fra i singoli wellpoint di 2.00 m.

- *Profondità della falda da piano campagna ed eventuale escursione e abbassamento relativo della falda all'attivazione del wellpoint*

La falda è stata assunta alla quota pari al piano campagna; tale assunzione è senza dubbio cautelativa per la gran parte della durata delle operazioni di cantiere, benché non si possa escludere dalle informazioni disponibili la presenza di falda a profondità molto ridotte, a maggior ragione considerando che la quota media del piano campagna in cantiere è approssimativamente pari al livello del mare (0.00 m s.l.m.). In sintesi, per le valutazioni è stato assunto: quota di falda indisturbata = quota piano campagna = 0.00 m s.l.m.

All'attivazione dei wellpoint, in corrispondenza delle punte dei wellpoint la falda si deprimerà a circa 5-6 m da p.c., per poi risalire nella zona centrale fra due linee wellpoint a circa 4 m da p.c. Il sito sarà interessato da drenaggi che dureranno anni. Si può stimare che la massima estensione della zona di influenza sia 100 - 150 m dai confini dell'area interessata dai lavori.

- *Definizione del sistema aspirante: descrizione, quantificazione e dimensionamento dei collettori verticali e orizzontali, numero di pompe, potenza massima d'esercizio, portata*

In questa fase si è ipotizzato l'utilizzo di un impianto wellpoint da 45 m lineari di drenaggio e composto da:

- una pompa aspirante da 150 mm di diametro (potenza massima richiesta 10 kW);
- 30 - 45 punte drenanti;
- 60 m di tubo collettore da 150 mm;
- altri accessori minori necessari per il corretto funzionamento del sistema di emungimento;

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 43	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

- lunghezza del tratto drenato: 45 m.

La portata drenata da un impianto wellpoint è stata calcolata di 5 – 14 m³/ora, in funzione delle ipotesi di calcolo.

Il numero totale di impianti da installare è riportato nella seguente tabella.

Tipologia scavo	WBS1	WBS2	WBS3	Totale
Sbancamento	45	35	18	98
Trincee senza protezione	78	20	29	127
Trincee con palancole	32	2	0	34
TOTALE				259

Questo non significa che in cantiere ci sarà la necessità di disporre di 259 pompe, in quanto gli scavi sono diluiti su un periodo di circa 4 anni e mezzo e quindi ogni impianto wellpoint verrà riutilizzato molte volte (si veda la stima del numero massimo di impianti utilizzati contemporaneamente riportata nell'Appendice 2).

A livello generale, le portate che si prevede di drenare da ogni linea wellpoint sono modeste, in quanto i terreni hanno una conducibilità idraulica abbastanza ridotta. Per questo motivo, più che impianti wellpoint in grado di smaltire una elevata portata potrebbero essere utili impianti wellpoint in grado di generare un buon livello di vuoto, utile per riuscire ad aspirare l'acqua da mezzi poco permeabili.

Le portate previste per i singoli scavi sono riportate nelle Tabelle nell'Appendice1.

- *Cronoprogramma con dettaglio delle attività, tempo giornaliero di emungimento e tempo totale di attività dell'impianto in riferimento al progetto*

Il crono programma di dettaglio delle attività che prevedono l'emungimento tramite wellpoint è riportato nelle Tabelle presenti nell'Appendice 1. Si tenga presente che le attività di cantiere, sulla base del cronoprogramma di progetto [Ref. 3], si estenderanno dal 05/01/2026 al 29/01/2031; al netto delle iniziali attività propedeutiche e di allestimento cantiere, la durata delle lavorazioni è prevista essere di circa 4 anni e mezzo.

Si ipotizza che il sistema di emungimento venga tenuto in funzione per 24 ore al giorno.

- *Modalità di allontanamento dell'acqua proveniente dal sistema di wellpoint, punto di scarico e autorizzazioni necessarie*

È previsto l'allontanamento delle acque emunte tramite conferimento nello Scolo Fagiolo nel tratto che scorre adiacente all'impianto di depurazione, sul lato Nord.

In conclusione, occorre rimarcare che l'abbattimento temporaneo della falda in fase di scavo è una attività che compete dall'impresa che eseguirà i lavori. Sarà quindi l'impresa che valuterà tutti i dettagli tecnici, come ad esempio diametro delle tubazioni di scarico, profondità delle punte, interasse delle punte, potenza delle pompe e in generale che valuterà il dimensionamento

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 44	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

dell'impianto di drenaggio in fase di cantiere, basandosi principalmente sulla sua esperienza e sulle attrezzature a disposizione.

In questa nota ci si è proposti quindi di fornire delle indicazioni di massima, basate su informazioni bibliografiche e su esperienze in altri cantieri, che potrebbero non essere esattamente riproducibili sul sito in esame.

Nonostante una necessaria pianificazione iniziale, il drenaggio in corso d'opera è sempre una attività che deve essere adattata in base all'evoluzione del cantiere e della risposta del terreno.

In considerazione delle caratteristiche del sito, nel quale sono previsti molti scavi tutti con necessità di drenaggio preventivo, prima dell'inizio dei lavori si suggerisce di eseguire un campo prova, nel quale installare uno o più impianti wellpoint di test, monitorandone gli effetti.

Un test di questo tipo, condotto correttamente, può rappresentare un valido aiuto per limitare inconvenienti e imprevisti in corso d'opera.

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 45	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

APPENDICE 1 – TABELLE DI CALCOLO

Nella presente appendice vengono riportate le tabelle con il dettaglio dei calcoli per ogni scavo analizzato.

Sono riportate nr. 3 tabelle, corrispondenti alle 3 tipologie di scavi analizzati:

1. sbancamenti;
2. scavi in trincea senza palancolati di supporto;
3. scavi in trincea con palancolati di supporto.

Nelle diverse colonne delle tabelle sono indicati:

- la finalità dello scavo
(OO.CC. = scavo per la costruzione di un'opera civile [struttura, edificio]; IMP. = scavo per la posa di condotte necessarie per il funzionamento dell'impianto);
- l'elemento e la WBS di riferimento dello scavo
(WBS1: Potenziamento depuratore Ravenna 2° stralcio – 1° lotto; WBS2: Potenziamento depuratore Ravenna 2° stralcio – 2° lotto; WBS3: Nuovo impianto caditoie);
- la fase di cronoprogramma [Ref. 3] a cui corrisponde lo scavo, con le date di inizio e fine lavorazioni;
- le dimensioni geometriche dello scavo e del sistema di wellpoint;
- la profondità di emungimento ΔH_w ;
- il numero di impianti wellpoint necessari per il drenaggio dello scavo (caratteristiche dell'impianto wellpoint di riferimento riportate al par. 5.4);
- stima della portata emunta Q in m^3/h .

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 46	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Tabella 3 – Dettaglio scavi di sbancamento

Finalità	Elemento	WBS	Fase cronoprogramma	Data prevista inizio	Data prevista fine	Dimensioni lato L degli scavi [m]	Dimensioni lato B degli scavi [m]	Altezza di scavo H [m]	ΔHw [m]	Perimetro anello WP [m]	Area perimetrata dai WP [m²]	Num impianti WP	Q [m³/h]
IMP.	Pozzetto collettamento reflui ingresso	1	A.06.22-23	24/09/2027	27/09/2027	1.0	0.6	0.6	1.30	16	16	1	5.0
IMP.	Ripartitore al biologico esistente	1	A.09.14	16/02/2029	08/03/2029	4.0	2.5	2.5	3.20	41	105	1	5.0
IMP.	Pozzetto raccolta chiarificati linea 1 e linea 2	1	A.13.05	19/06/2028	19/06/2028	10.5	4.0	2.2	2.90	55	176	2	10.0
IMP.	Scarichi di emergenza	1	A.16.07	29/03/2030	30/03/2030	4.5	4.0	4.5	5.20	61	233	2	10.0
IMP.	Denitrificazione linea 1	1	A.16.24	05/04/2030	06/04/2030	19.0	4.0	2.5	3.20	74	286	2	10.0
IMP.	Trattamenti terziari esistenti	1	A.17.08	17/04/2030	02/05/2030	90.0	6.0	3.5	4.20	228	1485	6	30.0
IMP.	Trattamenti terziari esistenti	1	A.17.08	17/04/2030	02/05/2030	40.0	10.0	1.5	2.20	120	675	3	15.0
IMP.	Trattamenti terziari esistenti	1	A.17.08	17/04/2030	02/05/2030	22.0	3.0	2.8	3.50	80	314	2	10.0
IMP.	Pozzetto raccolta chiarificati linea 1 e linea 2	1	A.18.02 / A.18.07	17/07/2030	21/07/2030	14.6	4.0	2.2	2.90	63	218	2	10.0
IMP.	Pozzetto raccolta chiarificati linea 1 e linea 2	1	A.18.09	23/07/2030	05/08/2030	42.0	4.0	2.2	2.90	118	503	3	15.0
IMP.	Sollevamento finale esistente	1	A.18.21	11/11/2030	15/11/2030	13.0	3.0	2.8	3.50	62	218	2	10.0
OO.CC.	Nuova palazzina uffici	1	A.04.03	30/10/2026	01/07/2027	35.0	16.9	1.7	2.40	125	901	3	15.0
OO.CC.	Grigliatura fine e dissabbiatura-disoleatura	1	A.07.03-04-05-06-07-08	29/10/2027	13/02/2028	48.0	15.0	1.0	1.70	142	988	4	20.0
OO.CC.	Scarichi di emergenza – Pozzetto collettamento scarichi	1	A.07.21	19/09/2028	04/11/2028	12.0	10.6	3.7	4.36	82	424	2	10.0
OO.CC.	Sala quadri pretrattamenti	1	A.07.27-28	28/02/2028	05/04/2028	14.7	12.6	1.2	1.85	72	320	2	10.0
OO.CC.	Locale tecnico filtrazione a tela	1	A.16.02.01	15/05/2029	14/06/2029	11.6	8.1	2.0	2.70	63	248	2	10.0
OO.CC.	Ultrafiltrazione	1	A.16.04.08-09	03/02/2030	28/03/2030	2.6	2.1	1.8	2.50	32	63	1	5.0
OO.CC.	Ultrafiltrazione	1	A.16.04.08-09	03/02/2030	28/03/2030	20.6	1.4	1.8	2.50	66	182	2	10.0
OO.CC.	Gruppi di pressurizzazione	1	A.16.05	29/03/2030	07/04/2030	10.7	3.0	2.0	2.70	51	150	2	10.0
OO.CC.	Disinfezione di emergenza	1	A.16.08.01	03/02/2030	12/02/2030	4.9	4.9	0.5	1.20	32	62	1	5.0
IMP.	Sedimentatore secondario 1 linea 3	2	A.15.12	29/05/2030	04/06/2030	9.0	3.0	2.0	2.70	48	135	2	10.0
IMP.	Sedimentatore secondario 2 linea 3	2	A.15.12	29/05/2030	04/06/2030	11.0	3.0	2.0	2.70	52	153	2	10.0
IMP.	Sedimentatore secondario 3 linea 3	2	A.15.12	29/05/2030	04/06/2030	16.0	3.0	2.0	2.70	62	198	2	10.0
IMP.	Digestore anaerobico da demolire	2	A.22.01	17/10/2026	23/10/2026	15.5	3.0	1.5	2.20	57	164	2	10.0

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 47	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Finalità	Elemento	WBS	Fase cronoprogramma	Data prevista inizio	Data prevista fine	Dimensioni lato L degli scavi [m]	Dimensioni lato B degli scavi [m]	Altezza di scavo H [m]	ΔHw [m]	Perimetro anello WP [m]	Area perimetrata dai WP [m²]	Num impianti WP	Q [m³/h]
IMP.	Digestore anaerobico 1	2	A.23.17	09/01/2027	10/01/2027	11.0	1.5	1.5	2.20	45	104	1	5.0
IMP.	Digestore anaerobico 1	2	A.23.17	09/01/2027	10/01/2027	1.5	1.0	1.0	1.70	21	28	1	5.0
IMP.	Disidratazione	2	A.28.06	06/12/2027	07/12/2027	40.0	2.0	1.0	1.70	100	264	3	15.0
IMP.	Disidratazione	2	A.28.07	08/12/2027	12/12/2027	7.0	1.0	1.0	1.70	32	55	1	5.0
OO.CC.	Defosfatazione chimica linea 3	2	A.10.08	29/09/2028	17/10/2028	4.9	4.9	0.4	1.10	31	59	1	5.0
OO.CC.	Sala quadri e soffianti linea 3	2	A.15.02	09/02/2030	23/02/2030	32.1	13.1	0.9	1.60	106	607	3	15.0
OO.CC.	Digestore anaerobico 1	2	A.23.04	12/12/2026	12/12/2026	9.8	4.0	2.0	2.70	52	158	2	10.0
OO.CC.	Centrale termica	2	A.23.05-06	12/12/2026	25/12/2026	34.8	3.9	1.4	2.05	96	338	3	15.0
OO.CC.	Locale tecnico digestore 1	2	A.23.07	05/12/2026	18/12/2026	13.6	12.1	2.0	2.70	75	355	2	10.0
OO.CC.	Ispessimento dinamico	2	A.24.02	04/05/2027	02/07/2027	14.3	7.3	0.8	1.50	58	195	2	10.0
OO.CC.	Bioessiccamento	2	A.27.03	16/09/2027	15/10/2027	35.1	10.6	1.3	1.30	110	603	3	15.0
OO.CC.	Sala quadri bioessiccamento	2	A.27.04	16/10/2027	25/10/2027	23.3	5.1	2.0	2.00	81	326	2	10.0
OO.CC.	Disidratazione	2	A.28.02	02/12/2027	03/12/2027	4.4	2.2	2.0	2.70	37	85	1	5.0
OO.CC.	Disidratazione	2	A.28.02	02/12/2027	03/12/2027	13.0	1.5	2.0	2.70	53	143	2	10.0
IMP.	Impianto trattamento bottini e caditoie	3	A.30.09	02/11/2026	01/12/2026	10.0	1.0	2.4	3.10	49	131	2	10.0
OO.CC.	Impianto trattamento bottini e caditoie	3	A.30.03	13/10/2026	19/02/2027	6.7	4.8	1.3	2.00	41	106	1	5.0
OO.CC.	Locale uffici e pesa impianto bottini e caditoie	3	A.30.03	13/10/2026	19/02/2027	12.2	8.9	0.9	1.59	57	203	2	10.0
OO.CC.	Locale uffici e pesa impianto bottini e caditoie	3	A.30.03	13/10/2026	19/02/2027	12.7	2.7	0.5	1.20	43	89	1	5.0
OO.CC.	Locale uffici e pesa impianto bottini e caditoie	3	A.30.03	13/10/2026	19/02/2027	14.3	2.3	0.5	1.20	45	92	2	10.0
OO.CC.	Viabilità bottini e caditoie	3	A.30.09	02/11/2026	01/12/2026	149.0	57.0	1.0	1.70	428	9333	10	50.0

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 48	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Tabella 4 - Dettaglio scavi in trincea eseguiti senza palancolato di supporto

Finalità	Elemento	WBS	Fase cronoprogramma	Data prevista inizio	Data prevista fine	Dimensioni lato L degli scavi [m]	Dimensioni lato B degli scavi [m]	Altezza di scavo H [m]	ΔHw [m]	Dimensioni L anello wellpoint [m]	Dimensione B anello wellpoint [m]	Perimetro anello WP [m]	Area perimetrata dai WP [m²]	Num impianti WP	Q [m³/h]
IMP.	Trattamenti terziari esistenti	1	A.02.06	30/06/2026	29/07/2026	435.0	1.0	1.0	3.00		5	600	1500	14	70.0
IMP.	Pozzetto collettamento reflui ingresso	1	A.03.25	24/04/2027	08/05/2027	109.0	3.0	2.5	4.50	116	10	252	1160	6	30.0
IMP.	Pozzetto collettamento reflui ingresso	1	A.03.26	27/10/2026	25/11/2026	92.0	0.5	0.8	2.80	95.6	4.1	199	392	5	25.0
IMP.	Scarichi di emergenza	1	A.07.22	05/11/2028	20/11/2028	128.0	4.0	2.5	4.50	135	11	292	1485	7	35.0
IMP.	Pretrattamenti esistenti	1	A.09.14	16/02/2029	08/03/2029	65.0	3.0	3.0	5.00	73	11	168	803	4	20.0
IMP.	Pretrattamenti esistenti	1	A.09.15	16/02/2029	19/03/2029	109.0	3.0	2.5	4.50	116	10	252	1160	6	30.0
IMP.	Scarichi di emergenza	1	A.12.02	08/08/2028	20/08/2028	132.0	4.0	2.5	4.50	139	11	300	1529	7	35.0
OO.CC.	Filtrazione a tela	1	A.16.01.02	15/05/2029	10/07/2029	99.4	1.8	1.1	3.05	103.5	5.9	219	611	5	25.0
OO.CC.	Disinfezione UV e sollevamento finale	1	A.16.04.05	06/09/2029	19/11/2029	40.9	0.6	0.6	2.60	44.1	3.8	96	168	3	15.0
OO.CC.	Disinfezione UV e sollevamento finale	1	A.16.04.05	06/09/2029	19/11/2029	44.4	0.8	0.6	2.60	47.6	4	103	190	3	15.0
IMP.	Ultrafiltrazione	1	A.16.22	29/03/2030	03/04/2030	256.0	1.0	1.5	3.50	261	6	534	1566	12	60.0
IMP.	Disinfezione UV e sollevamento finale	1	A.18.19	30/10/2030	10/11/2030	95.0	4.0	2.7	4.70	102.4	11.4	228	1167	6	30.0
IMP.	Sedimentatore secondario 1 linea 3	2	A.15.11	16/05/2030	28/05/2030	488.0	1.0	2.5	4.50		8	600	2400	14	70.0
IMP.	Digestore anaerobico da demolire	2	A.22.01	17/10/2026	23/10/2026	33.0	1.0	1.0	3.00	37	5	84	185	2	10.0
IMP.	Ispessimento dinamico	2	A.23.20	16/01/2027	20/01/2027	70.0	1.5	1.5	3.50	75	6.5	163	488	4	20.0
OO.CC.	Impianto trattamento bottini e caditoie (trincee)	3	A.30.01-02	20/06/2026	12/10/2026	1491.0	0.8	1.5	3.50		5.75	600	1725	14	70.0
IMP.	Impianto trattamento bottini e caditoie	3	A.30.07	13/10/2026	21/11/2026	200.0	1.0	1.2	3.20	204.4	5.4	420	1104	10	50.0
IMP.	Impianto trattamento bottini e caditoie	3	A.30.07	13/10/2026	21/11/2026	54.0	1.0	1.0	3.00	58	5	126	290	3	15.0
IMP.	Impianto trattamento bottini e caditoie	3	A.30.07	13/10/2026	21/11/2026	25.0	0.8	0.8	2.80	28.6	4.4	66	126	2	10.0

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 49	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

Tabella 5 - Dettaglio scavi in trincea eseguiti con palancolato di supporto

Finalità	Elemento	WBS	Fase cronoprogramma	Data prevista inizio	Data prevista fine	Dimensioni lato L degli scavi [m]	Dimensioni lato B degli scavi [m]	Altezza di scavo H [m]	ΔHw [m]	Num impianti WP	Lunghezza WP [m]	Area perimetrata dai WP [m²]	Q [m³/h]
IMP.	Ripartitore al biologico esistente	1	A.05.10	27/05/2027	05/06/2027	6.0	3.0	4.5	5.20	3	135	405	7.5
IMP.		1	A.05.11	06/06/2027	17/07/2027	70.0	4.0	4.5	5.20	3	135	540	7.5
IMP.	Sedimentazione primaria esistente	1	A.06.20-21	10/06/2027	23/09/2027	234.0	6.0	4.5	5.20	3	135	810	7.5
IMP.	Grigliatura fine e dissabbiatura-disoleatura	1	A.07.20	19/11/2027	17/12/2027	70.0	6.0	4.5	5.20	3	135	810	7.5
IMP.	Pozzetto raccolta chiarificati linea 1 e linea 2	1	A.18.10	06/08/2030	24/09/2030	143.4	4.0	4.5	5.20	3	135	540	7.5
IMP.	Pozzetto collettamento reflui ingresso	1	A.03.01 / A.03.16	28/09/2026	02/11/2026	94.0	3.2	4.0	4.70	2	90	288	5.0
IMP.		1	A.03.02	25/10/2026	31/10/2026	6.0	4.0	6.0	6.70	3	135	540	7.5
IMP.		1	A.03.26	27/10/2026	25/11/2026	250.0	3.0	3.5	4.20	2	90	270	5.0
IMP.		1	A.03.16	27/10/2026	02/11/2026	7.0	3.2	4.0	4.70	2	90	288	5.0
IMP.		1	A.03.22	16/11/2026	09/12/2026	85.0	3.2	4.0	4.70	2	90	288	5.0
IMP.		1	A.03.23	10/12/2026	01/01/2027	25.0	4.0	6.0	6.70	3	135	540	7.5
IMP.		1	A.03.24	02/01/2027	23/04/2027	70.0	5.0	6.0	6.70	3	135	675	7.5
IMP.		1	A.03.24	02/01/2027	23/04/2027	70.0	5.0	6.0	6.70	3	135	675	7.5
IMP.	Pozzetto raccolta chiarificati linea 3	2	A.15.10	02/05/2030	15/05/2030	35.0	3.0	4.0	4.70	2	90	270	5.0

	RELAZIONE TECNICA WELL-POINT				
	N° COMMESSA (JOB N°) 12400705873 - 12000367716	ID DOC. (DOC. ID)	REV. 0	N° FG. (SH. N.) 50	DI (LAST) 52
	POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE				

APPENDICE 2 – STIMA DELL'ANDAMENTO NEL TEMPO DEL NUMERO DI IMPIANTI WELLPOINT UTILIZZATI CONTEMPORANEAMENTE E DELLA PORTATA EMUNTA

Nella presente appendice sono riportati i grafici che rappresentano la stima del numero di impianti wellpoint utilizzati contemporaneamente e della portata emunta durante tutte le operazioni di cantiere.

Tali grafici sono stati ricavati dalle tabelle riportate nell'Appendice 1.

Dai grafici seguenti si nota che:

- il numero massimo di impianti wellpoint di riferimento, definiti come al par. 5.4, utilizzati simultaneamente è sempre inferiore a 50 (il massimo raggiunto è 47);
- il numero di impianti wellpoint utilizzati supera il valore di 15 solo per periodi limitati di tempo (per meno di 6 mesi durante tutto lo sviluppo del cantiere);
- la massima portata emunta con wellpoint è pari a 220 m³/h;
- in generale la portata emunta tramite wellpoint si mantiene inferiore ai 100 m³/h (tale soglia viene superata per circa 6 mesi durante tutto lo sviluppo del cantiere).

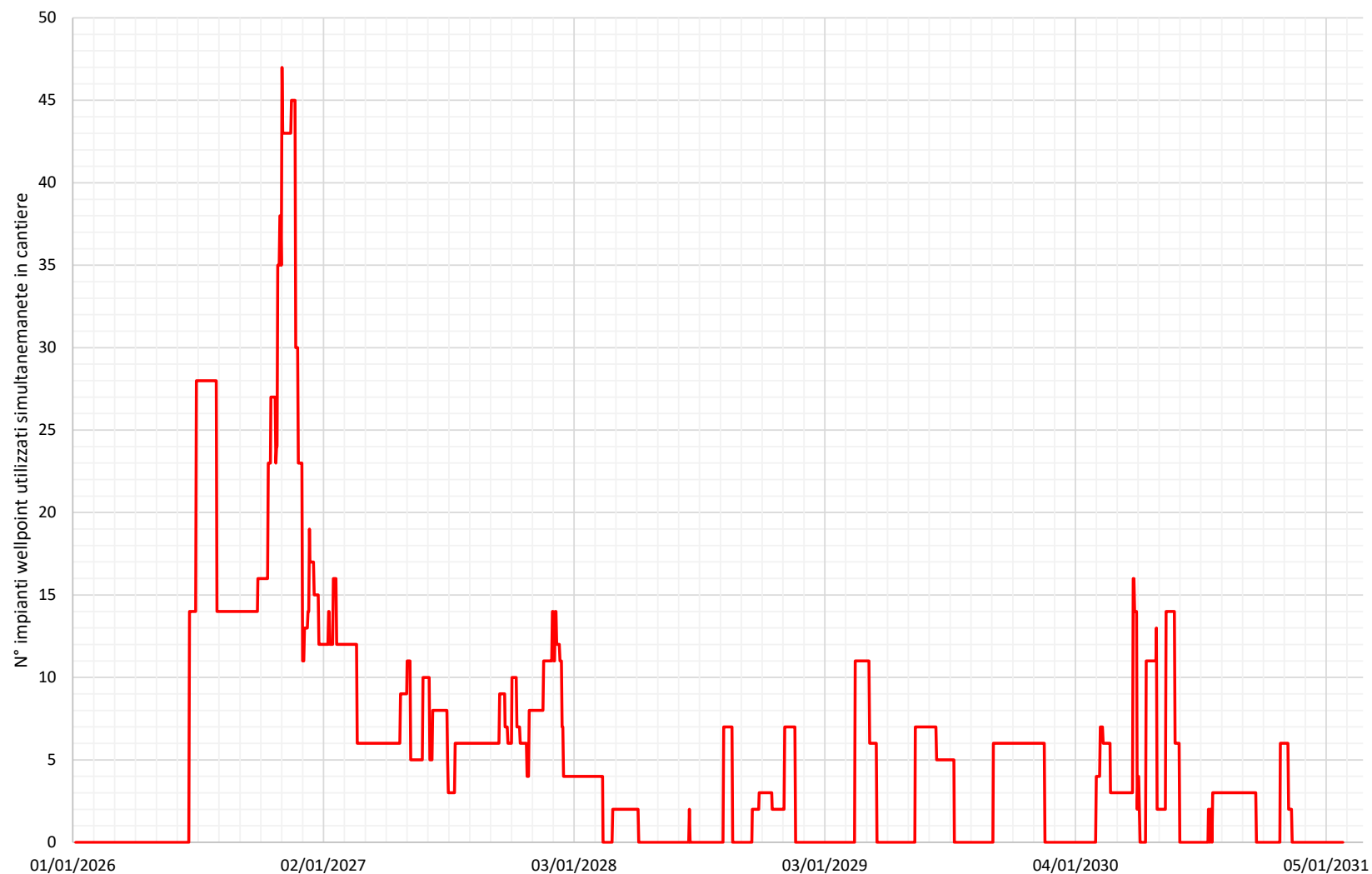


RELAZIONE TECNICA WELL-POINT

N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
12400705873 - 12000367716		0	51	52

POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO:
1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE

Potenziamento Depuratore di Ravenna 2° stralcio - Stima del numero degli impianti wellpoint utilizzati





RELAZIONE TECNICA WELL-POINT

N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
12400705873 - 12000367716		0	52	52

**POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO:
1° LOTTO – 2° LOTTO – NUOVO IMPIANTO CADITOIE**

Potenziamento Depuratore di Ravenna 2° stralcio - Stima delle portate emunte in cantiere

