



Comune di Ponti S.M. (MN)

Centrale Termoelettrica a Ciclo Combinato del Mincio

**Domanda di autorizzazione allo scarico di acque
reflue domestiche separate mediante dispersione nel
terreno con sub-irrigazione semplice**

(D.C.M. 4.2.77, D.lgs. 152/06)

Relazione Geologica finalizzata alla verifica dell'idoneità del terreno alla sub-irrigazione

Committente:



a2a
energie in comune

Il tecnico:

Dott. Geologo Gemio Bissolati
Ordine Geologi della Lombardia
n. 1199



Data:

Febbraio 2008

Indice

INDICE.....	2
PREMESSA.....	3
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE, GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO	4
2. PIEZOMETRIA	7
3. PROVA DI PERMEABILITÀ E PROVA DI PERCOLAZIONE <i>IN SITU</i>	8
3.1 DESCRIZIONE DELLA PROVA E ANALISI DEI RISULTATI	12
4. CONCLUSIONI.....	13

Allegato 1: Tabella 1 “Prova di permeabilità terreno (metodo a carico variabile, A.G.I. giugno 1977) e Prova di percolazione (D.C.M. 4.2.77)” – Dati di campagna

Tabella 2 “Calcolo permeabilità terreno (metodo a carico variabile, A.G.I. giugno 1977) e Prova di percolazione (D.C.M. 4.2.77)”

Premessa

Il presente studio riferisce dei risultati sperimentali condotti mediante prova di permeabilità “a carico variabile” e “di percolazione” *in situ* finalizzate alla valutazione dell'idoneità del terreno posto all'interno della cinta della C.le Termoelettrica a Ciclo Combinato sita nel comune di Ponti Sul Mincio e al conseguente corretto dimensionamento del sistema di scarico delle acque reflue, classificate come “assimilate a domestiche”, prevedendo di realizzare un impianto di sub-irrigazione semplice (non drenata) a servizio della Centrale, come da prescrizioni contenute nelle norme tecniche generali allegate alla Deliberazione 4.2.77 del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento (di seguito abbreviata in D.C.M.).

La scelta del sistema di smaltimento proposto è connesso all'assenza, in un utile raggio, della rete fognaria comunale e alle accertate impossibilità tecniche e gestionali, a fronte dei benefici ambientali conseguibili, di recapitare i reflui nel corso idrico superficiale rappresentato, localmente, dal fiume Mincio.

La normativa di settore, in particolare la D.C.M. già citata e il D.lgs. n. 152/06, prescrive di trasmettere all'ente competente, unitamente alla documentazione tecnica di rito finalizzata al rilascio dell'autorizzazione allo scarico, una relazione geologica contenente elementi utili per valutare la capacità drenante degli strati superficiali del sottosuolo mediante una analisi litologica dei sedimenti e una verifica sperimentale della loro permeabilità.

1. Inquadramento territoriale, geomorfologico e geologico

L'area oggetto di indagine geologica appartiene alla Centrale Termoelettrica del Mincio, (di seguito abbreviata in Centrale) situata in sponda orografica destra del fiume Mincio a circa un centinaio di metri dalla riva (v. Fig. 1). La Centrale sorge su una superficie di circa 173.000 m² ed è ubicata nel territorio comunale di Ponti sul Mincio.

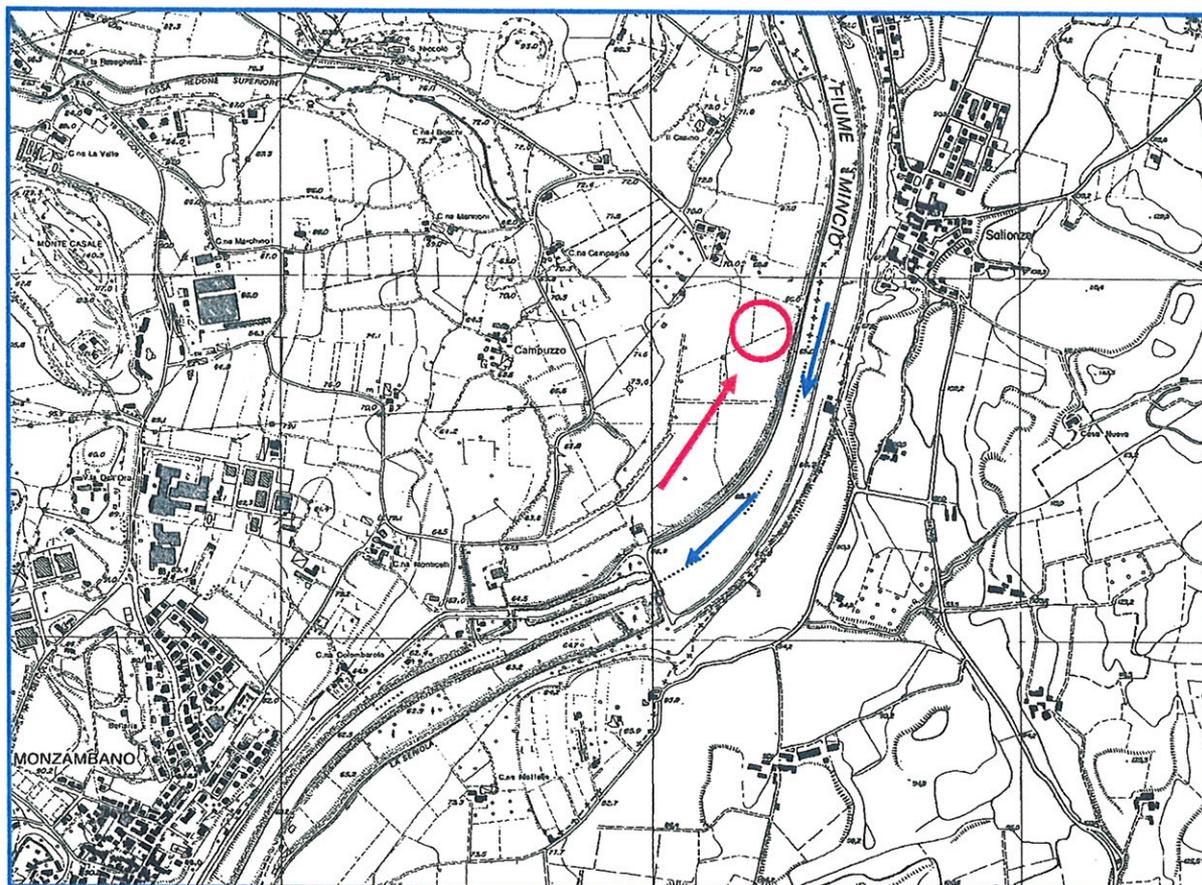
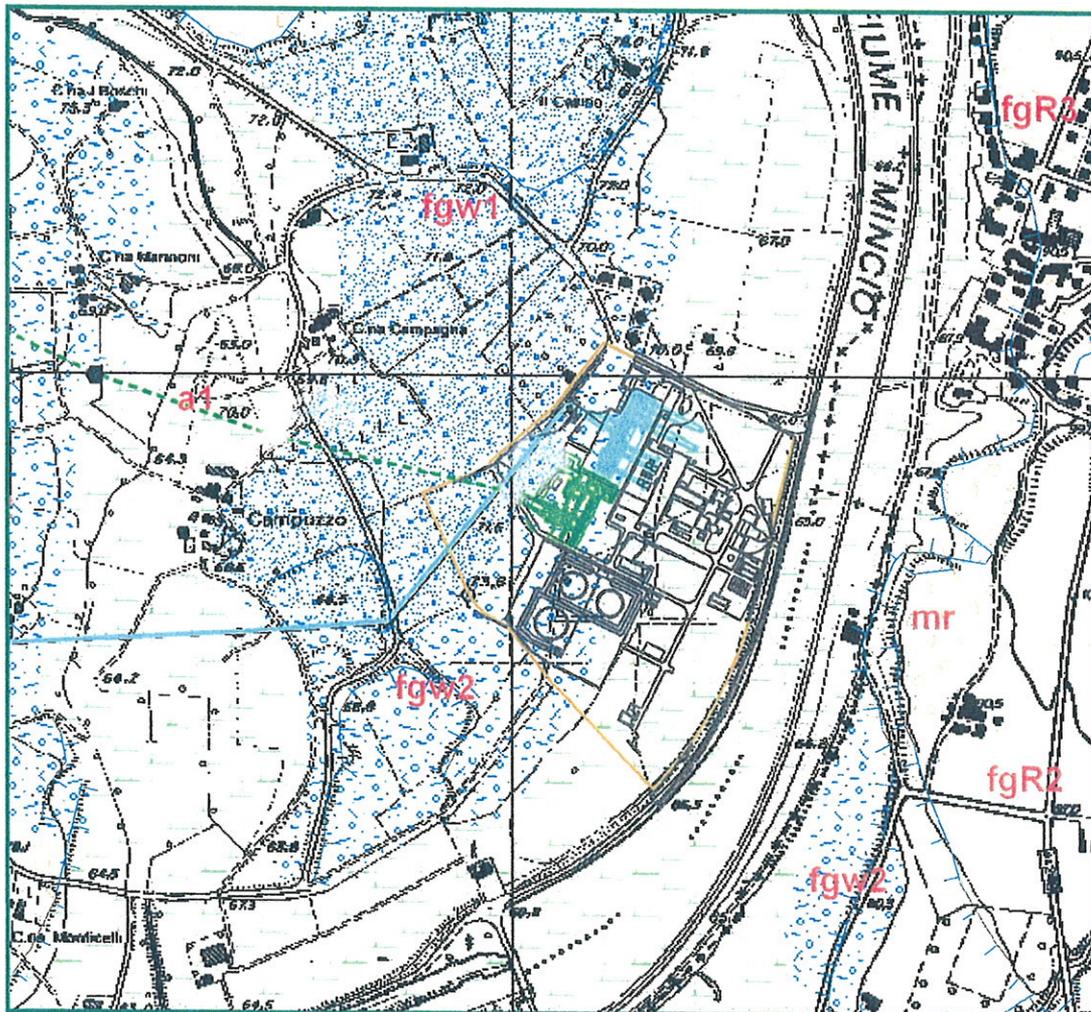


Fig. 1 – Ubicazione area di indagine - Stralcio C.T.R Sezione n. E6b4

Il sito è posto su un'area a morfologia sub-pianeggiante propriamente detto "terrazzo alluvionale". In fig. 2 sono riportate le unità formazionali presenti nell'areale di interesse, tratte dalla cartografia geologica (v. bibliografia). Si noti come l'area di Centrale sia interessata da tre unità litostratigrafiche contraddistinte dai simboli a1, fgw1, fgw2 il cui significato è specificato oltre. Le evidenze morfologiche (scarpate) in corrispondenza del passaggio fra le varie unità, a meno di quella presente a est della strada che lambisce il cascinale "Il Casino", non sono visibili sul terreno, molto probabilmente obliterate da

movimenti di terra finalizzati a bonifiche agrarie, cosicché il terreno degrada dolcemente verso il fiume con pendenze relativamente maggiori in corrispondenza dei fluvioglaciali w1 e w2, (media di poco superiore all'1%), più blande se non subpianeggianti nella parte alluvionale ("a1").



Legenda	
unità litostratigrafiche	
tipo	
a1 Alluvioni antiche	mw Wurmiano morenico
fgw2 Fluvioglaciale tardowurmiano	fgR3 Fluvioglaciale tardorissiano
fgw1 Fluvioglaciale del massimo wurmiano	fgR2 Fluvioglaciale principale del Riss
	mr Riss morenico
	scarpata fluviale
	cordoni morenici
	cle mincio

Fig. 2 – Carta geologica di dettaglio

Si descrivono di seguito le formazioni alluvionali immediatamente circoscritte al sito dai terreni più antichi ai più recenti, aggiungendo alcune considerazioni più dettagliate tratte da studi geologici e geotecnici eseguiti preliminarmente alla realizzazione di alcune opere (2° Gruppo, Turboespansore e Vasche di decantazione, rispettivamente negli anni 1980, 1992 e 1997). Per ulteriori approfondimenti si rimanda ai lavori specifici riportati in bibliografia.

Fluvioglaciale w1 (fgw1): alluvioni fluvio-glaciali e pluvio-fluviali, prevalentemente ghiaiose con ciottoli grossolani a litologia porfirica atesina, con strato di alterazione brunastro, di spessore limitato. Costituiscono la media pianura e si raccordano con le cerchie moreniche del massimo würmiano. Età (Venzo): Würm. Nella fattispecie costituisce un basso terrazzo a prevalenti ghiaie e generalmente sospeso di 15 m sul Mincio, la cui deposizione è verosimilmente attribuibile all'azione congiunta dello scaricatore principale (Mincio) e degli scaricatori secondari provenienti dalla massima cerchia del Würm. Questi si sono originati ad una decina di km ad ovest del Mincio (zona di Centenaro-S.Rocco) ed hanno dato origine al sistema idrico dei fossi Redone Superiore, transitante per i comuni di Pozzolengo-Ponti s.M., e Redone Inferiore, transitante per quelli di Solferino-Monzambano. In particolare l'area di centrale ne è interessata per la porzione più occidentale, esterna quindi all'area dell'impianto energetico in s.s.; non si hanno a disposizione ulteriori dati geologico-geotecnici per caratterizzare in dettaglio la litologia del sottosuolo. E' probabile che localmente sia presente un orizzonte argillico (B) a bassa permeabilità per il contenuto di materiale argillo-limoso illuviale in cui si sono accumulate quantità significative di argille silicate trasportate in profondità dalle acque di percolazione; ovviamente tale orizzonte, se presente e sufficientemente potente, conferisce un certo grado di protezione alla falda sottostante.

Fluvioglaciale w2 (fgw2): alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, con scheletro quasi privo di matrice a ghiaie medio-grossolane e sabbie, terrazzate e raccordate con stadi tardo-würmiani; costituiscono un basso terrazzo con suolo di alterazione bruno, incassato di alcuni metri rispetto al fgw1 e sospeso 5-10 m sul Mincio; raccordato con le cerchie stadiali del mw2 (indifferenziato in carta in mw); Età (S. Venzo): Würm recente. In particolare, essendo l'unità geneticamente collegata sia all'originale scaricatore fluvio-glaciale del Redone Sup., sia alla dinamica fluviale del Mincio, essa è presente ai lati del fosso, con apice collocata appena a monte della C.na "I Boschi", e nella fascia a SE della

loc. Campuzzo; evidenze morfologiche del passaggio dall'unità precedente si hanno soprattutto nelle aree esterne al sito (scarpata ad est de "Il Casino"), e lungo la strada che limita a Nord l'area di centrale, che presenta una rottura di pendenza in prossimità della sbarra. La caratterizzazione di dettaglio del sottosuolo è possibile desumerla dai risultati delle indagini geognostiche preliminari (maggio 1980) eseguite dalla A.M.N. S.p.A. di Genova (v. Bibliografia) per la realizzazione del 2° gruppo. I sondaggi e le prove penetrometriche testimoniano sostanzialmente la presenza di due litostrati, quello superficiale e quello più profondo, costituiti rispettivamente da materiale a scheletro grossolano (ghiaia media e grossa arrotondata con ciottoli decimetrici) nella prima litozona con potenza di 5÷7m e di materiale complessivamente più fine con prevalenza di sabbia a diversa granulometria con o senza matrice limosa di cui non è nota la potenza non essendo stata attraversata dai sondaggi; il comportamento geotecnico risulta incostante a causa della variabilità degli strati in funzione del contenuto più o meno alto di limo, ma mediamente con un discreto grado di addensamento. Le perdite di acqua osservate nel corso dell'esecuzione di alcuni sondaggi denotano una certa permeabilità dello strato superficiale e del tetto dello strato più profondo.

Alluvioni (a1): alluvioni antiche sabbioso-ghiaiose, terrazzate, talora esondabili. Età (Venzo): Olocene Antico. I depositi alluvionali antichi costituiscono il più basso terrazzo del Mincio che, all'inizio dell'Olocene (l'Alluvium antico dei vecchi AA), formava un ampio meandro incassato tra il morenico würmiano ad est di Peschiera. L'unità è molto estesa all'interno delle cerchie del Würm, debolmente incisa dai torrentelli originatisi dagli scaricatori fluvio-glaciali; in genere a ghiaie e sabbie, può tuttavia contenere lenti argillose per rimaneggiamento del morenico di fondo tardo-würmiano. In particolare l'unità alluvionale in questione è arealmente ben rappresentata nell'ambito territoriale del sito della Centrale; costituisce la fascia, della larghezza media di 200 m circa, adiacente alla sponda fluviale del Mincio, separata da esso dalla strada demaniale che corre parallela al fiume ad una quota prossima al terreno di Centrale.

2. Piezometria

Il sottosuolo presenta una falda di subalveo drenata dal Mincio; la tavola d'acqua è prossima al piano di campagna, la relativa superficie freatica posta a profondità variabile, in funzione della morfologia del terreno, crescente man mano che ci si allontana dalla

sponda del Mincio; la soggiacenza è quantificabile da 2,5 a 7 m circa dal piano di campagna relativamente all'area interessata dall'impianto T.E. Non si dispone di una carta della superficie piezometrica a causa della scarsità di pozzi insistenti sul territorio adiacente al sito, tuttavia nel 1997 furono svolti degli interventi di potenziamento sull'elettrodotto aereo a 132 kV, L36/37 Brescia – C.te Mincio e furono condotte, allo scopo, delle prove penetrometriche e dei sondaggi geognostici. I risultati di quelle prove confermano valori numerici sopra riportati. Inoltre nell'area di centrale esiste un piezometro le cui misurazioni trimestrali (a partire dal 2000) registrano profondità da 3,45 a 3,18 m dal p.c.

3. Prova di permeabilità e prova di percolazione *in situ*

Come riferito in premessa, in data 6.7.06 è stata effettuata una prova di permeabilità nel terreno oggetto di indagine. Sono state scavate 4 trincee (T1, T2, T3 e T4) a base quadrata di lato pari a cm 120 e profonde cm 100, ubicate nell'area a verde a nord degli impianti di Centrale, zona destinata all'impianto di subirrigazione.

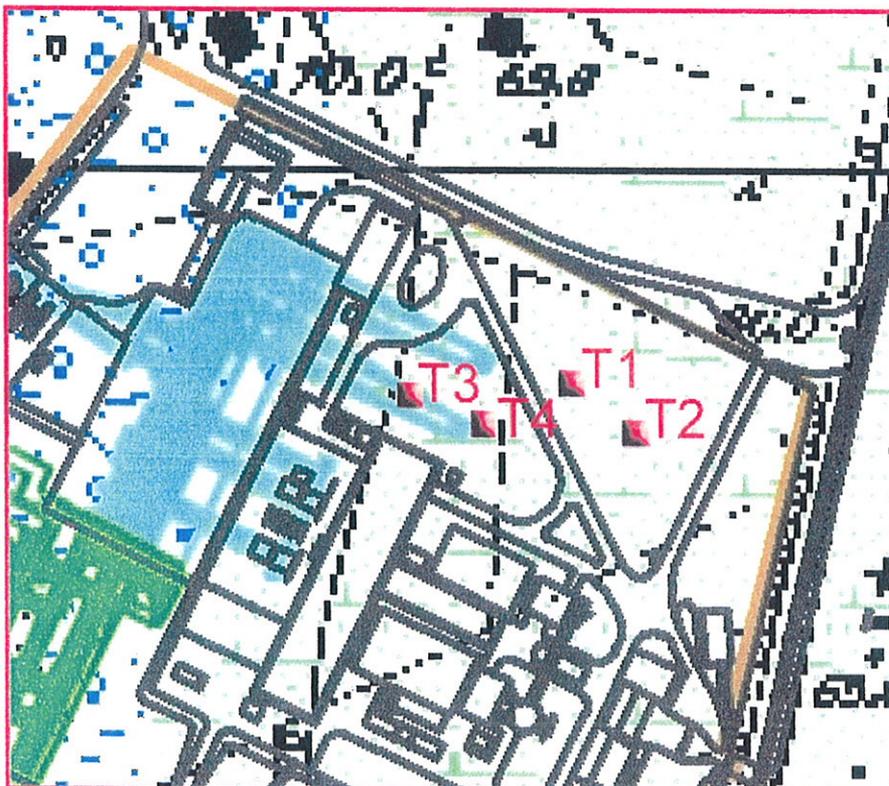


Figura 3 – Ubicazione trincee per esecuzione prova di permeabilità *in situ*

Considerato che inizialmente la realizzazione dell'impianto di subirrigazione delle acque reflue era prevista nell'aiuola triangolare più settentrionale, si sono ivi eseguiti due saggi (rappresentati in carta dai simboli T1 e T2). L'analisi stratigrafica del profilo delle due trincee ha tuttavia sconsigliato tale localizzazione per la presenza di un profondo terreno di riporto (superiore al metro) ad abbondante matrice argillosa, inglobante ciottoli eterogenei, che è risultato praticamente impermeabile nel corso del riempimento della prima trincea con acqua nella fase preliminare di saturazione del terreno. Si riportano di seguito alcune foto a testimonianza di quanto appena descritto.



Foto 1 – Profilo Trincea T1

Foto 2 – Particolare di foto 1

La foto 1, e ancora meglio la foto 2, illustrano il profilo del terreno in corrispondenza della prima trincea: è evidente la tessitura caotica dei ciottoli, presenti soprattutto nell'orizzonte superficiale contiguo allo strato di coltivo, immersi in una matrice limoso argillosa priva di particolari strutture, risultato di un riporto artificiale connesso alla sistemazione dell'area nel corso della varie fasi di realizzazione della Centrale. Lo stesso dicasi della Trincea 2 posta a una cinquantina di metri dalla prima (v. foto 3).

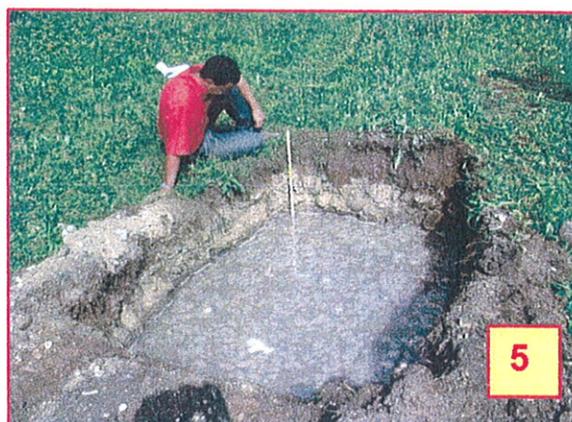
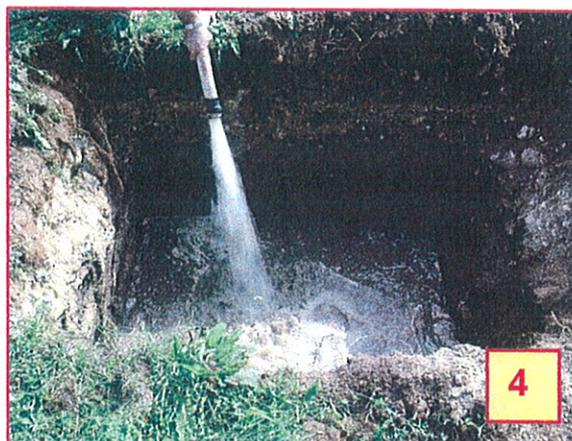


Foto 3 – Profilo Trincea T2

Foto 4 – fase preliminare di saturazione in T1

Foto 5 – livello dell'acqua dopo 30' in T1

Scartando la prima area, l'attenzione è stata rivolta all'aiuola posta più a sud dove sono state aperte altre due trincee denominate **T3** e **T4** (v. fig. 3 per la localizzazione) aventi le medesime caratteristiche geometriche delle prime due, ed in particolare con una profondità dell'ordine del metro considerata la tipologia del sistema di dispersione, così come prescritto nel 3°c.v. del cap. 5 delle norme tecniche contenute nella D.C.M. del 4.2.77.

La prova di permeabilità è stata condotta nella trincea **T3** in quanto in corrispondenza della T4 predominava un riporto in ghiaia pulita (v. foto 9), mentre nella trincea 3 si è rinvenuto appena sotto a 20 cm terreno in posto rappresentato da sabbie debolmente limose con un incipiente grado di sovraconsolidamento.

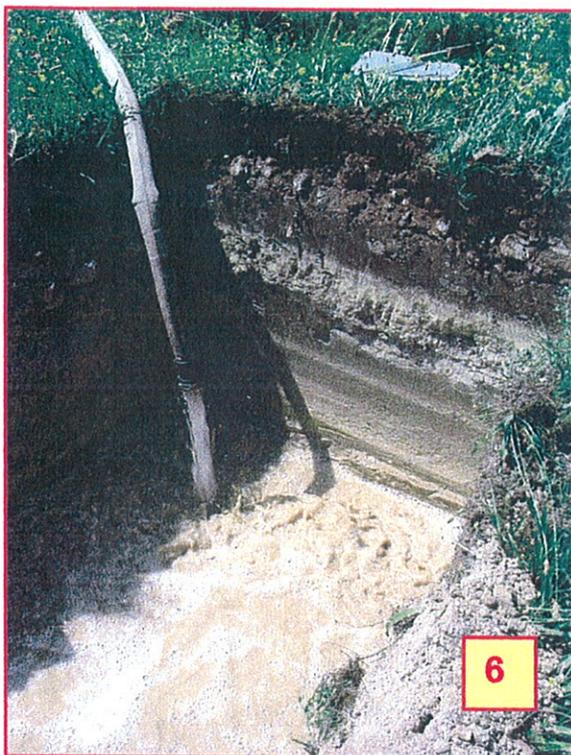


Foto 6 – Trincea T3; fase di saturazione

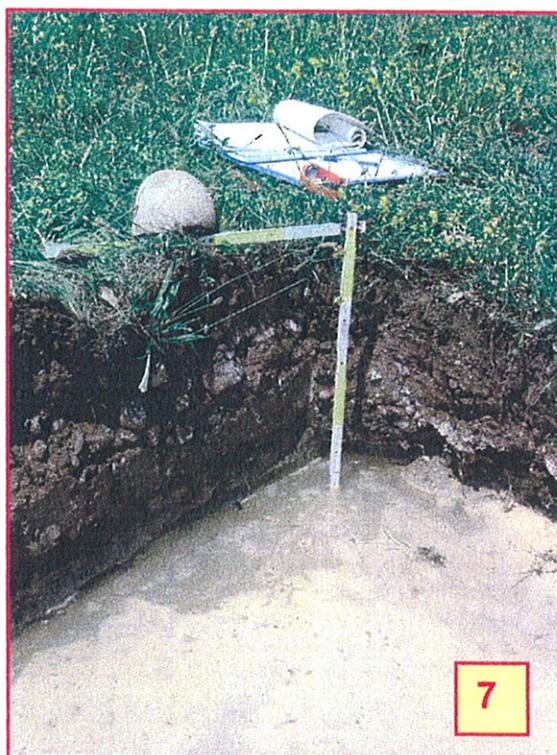


Foto 7 – Inizio prova di permeabilità



Foto 8 – Particolare foto 7



Foto 9 – Profilo trincea T4

3.1 Descrizione della prova e analisi dei risultati

Dopo aver preventivamente saturato il terreno colmando più volte il pozzetto con acqua per stabilire un regime di flusso permanente all'interno del deposito da testare (v. Foto 6), come da raccomandazione A.G.I. del 1977, è iniziata la prova di permeabilità partendo da un battente di 60 cm e misurando dopo ogni 5 minuti il corrispondente abbassamento. I dati di campagna sono contenuti nella Tabella 1 dell'Allegato 1.

La prova si è protratta per 160' con un abbassamento totale di 8 cm (velocità media riscontrata: circa 0,5 mm/minuto). Tutti i dati risultano utili in quanto, come prescritto, la prova assume significato fintanto che il livello medio fra due letture consecutive rimane superiore ad $\frac{1}{4}$ del lato del pozzetto (52,1 cm $> 120:4=30$ cm). Quando il livello è giunto a 55 cm dal fondo della trincea si è contemporaneamente riscontrato il tempo necessario perché il livello scendesse di 2,5 cm, effettuando pertanto la prova di percolazione secondo gli indirizzi contenuti nella D.C.M. 4.2.77.

La tabella 2 dell'Allegato 1 "Calcolo permeabilità terreno (metodo a carico variabile, A.G.I. giugno 1977) e Prova di percolazione (D.C.M. 4.2.77)" riporta, oltre a informazioni di carattere generali, quali data di esecuzione delle prove, ubicazione del sito, condizioni meteo, spaccato stratigrafico e geometria del pozzetto di prova, anche la tabella di calcolo "Dati rilevati e calcolo del coefficiente di permeabilità K" in cui si sono inserite le coppie di valori $\Delta t/\Delta h$, vale a dire tempi e abbassamenti progressivi; l'ultima colonna contiene i valori di K calcolati per ogni step di prova "a carico variabile" utilizzando la formula empirica contenuta nelle Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (A.G.I. giugno 1977):

$$k = \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} * \frac{1 + (2h_m / b)}{(27h_m / b) + 3}$$

dove: K =coefficiente di permeabilità

h_2-h_1 = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo t_2-t_1

t_2-t_1 = intervallo di tempo fra due letture successive

b = lato della base del pozzetto a base quadrata

Il valore medio del coefficiente di permeabilità K è risultato pari a $6,2*10^{-5}$ m/s che attesta una condizione di permeabilità media del sottosuolo testato, tipica di depositi a

sabbie con matrice debolmente limosa, quali quelli rinvenuti nella Trincea T3, da 20 cm a fondo scavo.

4. Conclusioni

L'indagine geologica e idrogeologica effettuata e l'analisi di documentazione riferita ad indagini pregresse hanno confermato l'idoneità del terreno investigato allo scarico delle acque reflue domestiche provenienti dai locali della Centrale Termoelettrica del Mincio, mediante un sistema di sub-irrigazione semplice (non drenata), ai sensi della normativa vigente, in particolare la Deliberazione 4.2.77 del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento.

L'elaborazione dei dati sperimentali riguarda in particolare la prova eseguita nella terza trincea delle quattro aperte, essendo le prime due in corrispondenza di un terreno di riporto (individuato come prima ipotesi per lo smaltimento dei reflui), risultato praticamente impermeabile e quindi non idoneo alla subirrigazione dei reflui urbani (a meno di un sistema di subirrigazione drenato, che prevede tuttavia un recapito in corpo idrico ricettore).

Si è ricavato un K medio del terreno naturale pari a $6,2 \cdot 10^{-5}$ m/s ($6,2 \cdot 10^{-3}$ cm/s); tale valore di permeabilità è ritenuto medio e corrisponde, dal punto di vista sedimentologico-granulometrico, a sabbie con scarsa matrice limosa, come effettivamente riscontrato nella trincea di studio; si è osservato un certo grado di sovraconsolidamento del deposito che abbassa leggermente la permeabilità del materiale che altrimenti avrebbe avuto una permeabilità superiore (medio-buona).

Circa lo sviluppo metrico della condotta disperdente, prendendo come riferimento i gruppi sedimentologici di cui alla D.C.M. del 4.2.77, Allegato 5 *"Norme tecniche generali sulla natura e consistenza degli impianti di smaltimento sul suolo e in sottosuolo di insediamenti civili di consistenza inferiore a 50 vani o a 5000 m³"* si dovrebbe adottare il parametro di 5 m/ab.eq. Considerando tuttavia la presenza nell'area investigata di materiale di riporto molto permeabile (ghiaia senza matrice fine) che ricopre anche per spessori superiori al metro il terreno naturale che è stato oggetto della prova in situ, così come emerso dalla trincea T4, tale parametro potrebbe essere ridotto a 4 m/ab, se non a 3

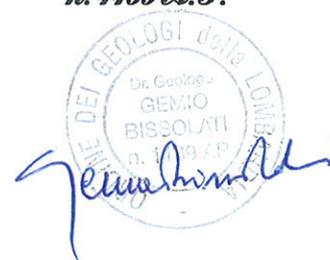
m /ab. Nell'ipotesi di 40 ab.eq. lo sviluppo del drenaggio dovrà essere progettato fra 200 m e 120 m.

Per ottimizzare la dispersione e contenere la dimensione lineare dell'impianto è consigliabile adottare un sistema a doppia antenna con trincee parallele disposte a distanza opportuna (non meno di 6 m) collegate ad un unico pozzetto a sua volta allacciato alla fossa Imhoff. Si rimanda per i dettagli costruttivi, i materiali e per le modalità di posa, alle indicazioni contenute nella delibera di riferimento più volte sopra richiamata, oltre che alla Relazione Tecnica e agli elaborati di progetto allegati alla domanda di autorizzazione.

Riguardo alla prescrizione sulla distanza minima fra il fondo della trincea ed il massimo livello della falda, che non deve essere inferiore al metro come da norma di riferimento, i dati raccolti nel corso dell'indagine hanno garantito tale franco.

Durante il sopralluogo, infine, si è verificata l'inesistenza di punti di captazione di acqua destinata al consumo umano nel raggio di 200 m dal sito d'indagine ai sensi del D.P.R. 236/88 e succ. mod. e int., in particolare art. 94 comma 4 del D.lgs. 152/06. Non risultano altri punti di approvvigionamento idrico sotterraneo (pozzi) nel raggio di almeno 30 m.

Dott. Geologo Gemio Bissolati
Ordine Geologi della Lombardia
n. 1199 A.P.



Brescia, febbraio 2008



Comune di Ponti S.M. (MN)

Centrale Termoelettrica a Ciclo Combinato del Mincio

**Domanda di autorizzazione allo scarico di acque
reflue domestiche separate mediante dispersione nel
terreno con sub-irrigazione semplice**

(D.C.M. 4.2.77, D.lgs. 152/06)

**Relazione Geologica finalizzata alla verifica
dell'idoneità del terreno alla sub-irrigazione**

ALLEGATI

Committente:



aza
energie in comune

Il tecnico:

Dott. Geologo Gemio Bissolati
Ordine Geologi della Lombardia
n. 4499 A.P.



Data:

Febbraio 2008

ALLEGATO 1

**TABELLA 1: Prova di permeabilità terreno (metodo a carico variabile, A.G.I. giugno 1977)
e Prova di percolazione (D.I.C.M. 4.2.77)**

Data di esecuzione delle prove			Ubicazione	
06/07/2006			Terreno c/o C.le T.E. Ponti sul Mincio (A2A SpA)	
Informazioni generali				
Identificativo della prova			P3	
Condizioni meteo			Parzialmente nuvoloso	
Dati di campagna			Note:	
Tempo trascorso dal t_0 [min]	Δt [min]	Altezza H ₂ O [m]	Formula AGI utilizzata per pozzetto a base quadrata	
0	0	0,600	$k = - \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} * \frac{1 + (2h_m / b)}{(27h_m / b) + 3}$	
5	5	0,597		
10	5	0,593	dove:	
15	5	0,590		
20	5	0,586	K = coefficiente di permeabilità	
25	5	0,584		
30	5	0,581	h _m = altezza media acqua nel pozzetto (h _m > 1/4d)	
35	5	0,576		
40	5	0,574	b = lato del pozzetto	
45	5	0,572		
50	5	0,568	t ₂ -t ₁ = intervallo di tempo fra due misure	
55	5	0,565		
60	5	0,563	h ₂ -h ₁ = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo (t ₂ -t ₁)	
65	5	0,561		
70	5	0,558	Condizioni: Profondità pozzetto <= 1/7 soggiacenza falda rispetto alla base del pozzetto; Lato pozzetto (d) 10-15 Dmax granuli terreno	
75	5	0,556		
80	5	0,555		
85	5	0,552		
90	5	0,550		
95	5	0,548		
100	5	0,544	Esecuzione prova di percolazione secondo Norme tecniche DICM 4.2.77 (v. Note)	
105	5	0,542		
110	5	0,537		
115	5	0,535		
120	5	0,534		
125	5	0,533		
130	5	0,530		
135	5	0,529		
140	5	0,528		
145	5	0,526		
150	5	0,525		
155	5	0,522		
160	5	0,520		

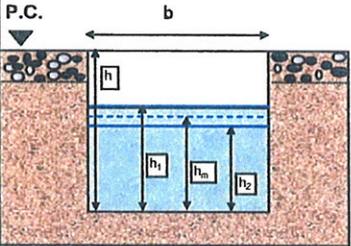
Il tecnico

Dott. Geol. Gemio Bissolati
Ordine Geologi della Lombardia
 n° 1199 A.P.



ALLEGATO 1

**TABELLA 2: Calcolo permeabilità terreno (metodo a carico variabile, A.G.I. giugno 1977)
e Prova di percolazione (D.I.C.M. 4.2.77)**

Data di esecuzione delle prove		Ubicazione											
06/07/2006		Terreno c/o C.le T.E. Ponti sul Mincio (A2A SpA)											
Informazioni generali													
Identificativo della prova		P3											
Condizioni meteo		Parzialmente nuvoloso											
Dati iniziali e geometria del pozzetto		Stratigrafia del sottosuolo (non in scala)											
Ora di inizio della prova (t ₀) = Ora di fine della prova (t) = Lato pozzetto (b) = Profondità pozzetto (h) = Altezza iniziale acqua (h ₀) =	<table border="1"> <tr><td>12.00</td><td>[h m]</td></tr> <tr><td>14.40</td><td>[h m]</td></tr> <tr><td>1,20</td><td>[m]</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>[m]</td></tr> <tr><td>0,60</td><td>[m]</td></tr> </table>	12.00	[h m]	14.40	[h m]	1,20	[m]	1,00	[m]	0,60	[m]		0 - 0,20 Coltre vegetale con ciottoli 0,2-1,00 sabbia leggermente sovraconsolidata con matrice limosa gialla
12.00	[h m]												
14.40	[h m]												
1,20	[m]												
1,00	[m]												
0,60	[m]												
Dati rilevati e calcolo del coefficiente di permeabilità K		Note:											
Tempo trascorso dal t ₀ [min]	Δt [min]	Altezza H ₂ O [m]	Δh progressivi [m]	h _m [m]	K [m/s]	Formula AGI utilizzata per pozzetto a base quadrata	Nel corso della prova di permeabilità è stata effettuata anche una prova di percolazione secondo le indicazioni contenute al punto 5 delle Norme tecniche generali di cui alla DICM 4.2.77. Partendo da un battente d'acqua di 20 cm si è misurato il <u>tempo necessario per un abbassamento di 2,5 cm; il risultato è stato pari a 65'</u>						
0	0	0,600	-	-	-	$k = - \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1 + (2h_m/b)}{(27h_m/b) + 3}$ dove: K = coefficiente di permeabilità h _m = altezza media acqua nel pozzetto (h _m > 1/4b) b = lato del pozzetto t ₂ -t ₁ = intervallo di tempo fra due misure h ₂ -h ₁ = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo t ₂ -t ₁							
5	5	0,597	0,003	0,599	7,3E-05		Esecuzione prova di percolazione secondo Norme tecniche DICM 4.2.77 (v. Note)						
10	5	0,593	0,004	0,595	9,7E-05								
15	5	0,590	0,003	0,592	7,3E-05								
20	5	0,586	0,004	0,588	9,8E-05								
25	5	0,584	0,002	0,585	4,9E-05								
30	5	0,581	0,003	0,583	7,3E-05								
35	5	0,576	0,005	0,579	1,2E-04								
40	5	0,574	0,002	0,575	4,9E-05								
45	5	0,572	0,002	0,573	4,9E-05								
50	5	0,568	0,004	0,570	9,9E-05								
55	5	0,565	0,003	0,567	7,4E-05								
60	5	0,563	0,002	0,564	4,9E-05								
65	5	0,561	0,002	0,562	5,0E-05								
70	5	0,558	0,003	0,560	7,4E-05								
75	5	0,556	0,002	0,557	5,0E-05								
80	5	0,555	0,001	0,556	2,5E-05								
85	5	0,552	0,003	0,554	7,5E-05								
90	5	0,550	0,002	0,551	5,0E-05								
95	5	0,548	0,002	0,549	5,0E-05								
100	5	0,544	0,004	0,546	1,0E-04								
105	5	0,542	0,002	0,543	5,0E-05								
110	5	0,537	0,005	0,540	1,3E-04								
115	5	0,535	0,002	0,536	5,0E-05								
120	5	0,534	0,001	0,535	2,5E-05								
125	5	0,533	0,001	0,534	2,5E-05								
130	5	0,530	0,003	0,532	7,6E-05								
135	5	0,529	0,001	0,530	2,5E-05								
140	5	0,528	0,001	0,529	2,5E-05								
145	5	0,526	0,002	0,527	5,1E-05								
150	5	0,525	0,001	0,526	2,5E-05								
155	5	0,522	0,003	0,524	7,6E-05								
160	5	0,520	0,002	0,521	5,1E-05								
Valore medio di K =					5,20E-05								

Il tecnico

Dott. Geol. Geminio Bissolati
Ordine Geologi della Lombardia
n. 1199 A.P.

