



OGGETTO: Adozione della proposta di individuazione delle aree di salvaguardia del Pozzo Condominiale "Andrea Doria" (Comune di Tarquinia (Viterbo). Attuazione della D.G.R. del 14/12/1999 n°5817

LA GIUNTA REGIONALE  
su proposta dell'Assessore all'Ambiente

VISTA la Legge n. 127 del 15 maggio 1997;

VISTO il D.P.R. n. 236 del 24 maggio 1988, ed in particolare l'articolo 9 che stabilisce le competenze regionali in materia di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano;

CONSIDERATO che, a norma del citato D.P.R. n. 236 del 24 maggio 1988, tra le competenze attribuite alle Regioni rientra la "individuazione delle aree di salvaguardia e disciplina delle attività e destinazioni ammissibili, ...";

VISTO il D.to Lvo n. 152 del 11 maggio 1999 che integra il citato D.P.R. 236/88, confermando le competenze regionali in materia di individuazione delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano;

CONSIDERATO che la L.R. n. 74 del 18 novembre 1991, concernente "Disposizioni in materia di tutela ambientale - Modificazioni ed integrazioni della L. R. n. 36 del 11 aprile 1985", attribuisce all'Assessorato Ambiente la finalità di esercitare "... una incisiva ed organica tutela dell'ambiente nei suoi vari aspetti ...", individuando, tra gli ambiti della tutela ambientale, "... la preservazione dell'aria, dell'acqua e del suolo dall'inquinamento...";

VISTA la L. R. n. 6 del 22 gennaio 1996 "Individuazione degli ambiti territoriali ottimali e organizzazione del servizio idrico integrato in attivazione";

VISTA la D.G.R. del 14/12/1999 n°5817 Approvazione ed emanazione delle direttive per l'attuazione delle competenze regionali. Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano

Considerata la documentazione geologica trasmessa dal Condominio "Andrea Doria" con nota del 14/05/2001 a firma del dott. Geol. Emma Bernardini;

delibera

all'unanimità

- di adottare la delimitazione delle aree di salvaguardia così come sono riportate nella relazione geologica a firma del dott. Geol. Emma Bernardini;
- che la zona di tutela assoluta e di di rispetto è individuata nell'allegato foglio catastale che fa parte integrante della presente deliberazione; *All. A*
- che la zona di tutela assoluta è adibita esclusivamente ad opere di presa ed a costruzioni di servizio; deve essere idoneamente protetta e provvista di opere di regimentazione delle acque dilavanti;
- che la zona rispetto non può essere adibita alle seguenti attività o destinazioni:
  - dispersione di reflui e fanghi, anche se depurati;
  - accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
  - spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle culture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
  - dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
  - aree cimiteriali;
  - apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;

- apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative della risorsa idrica;
  - impianto di raccolta e smaltimento rifiuti;
  - stoccaggio di prodotti chimici pericolosi e sostanze radioattive;
  - centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
  - pozzi perdenti;
  - pascolo di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione;
  - stabulazione di bestiame;
- nell'area di rispetto qualora non sia economicamente e tecnicamente realizzabile una fognatura possono in via eccezionale essere realizzati sistemi di smaltimento che prevedano le fossa settiche tipo Imhoff e conseguente smaltimento dei reflui tramite sistemi di evapotraspirazione vegetale;
  - che sia vietato il passaggio di mezzi con carichi pericolosi presso le opere di captazione;
  - che siano messi in sicurezza gli scarichi delle abitazioni civili poste all'interno dell'area di rispetto;
  - Le competenze in materia di controllo previsti nel citato decreto del Presidente della Repubblica 24/05/1988, n°236 e Decreto Legislativo 11/05/1999, n°152 saranno espletate dall'ASL. competente per territorio.
  - Il perimetro delle aree di salvaguardia, così com'è definito nelle planimetrie allegate, potrà essere modificato in relazione all'acquisizione di dati scientifici che modificano sostanzialmente le conoscenze attuali.
  - Di dare mandato alla Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile di trasmettere al Comune di Tarquinia la presente deliberazione; il suddetto comune la pubblicherà sul proprio albo pretorio mediante l'affissione per quindici giorni.
  - Il Comune di Tarquinia dopo ulteriori quindici giorni trasmetterà alla Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile gli estremi della pubblicazione unitamente alle osservazioni eventualmente presentate dagli aventi diritto a termini di legge.

Analizzate e controdedotte le osservazioni mediante apposito atto deliberativo della Giunta Regionale, sarà approvata l'area di salvaguardia per il Pozzo Condominiale "Andrea Doria".

Il presente provvedimento non è soggetto a controllo ai sensi della L. 15/05/1997 n°127.

IL PRESIDENTE: F.to Francesco STORACE  
 IL SEGRETARIO: F.to Tommaso Nardini

2 - F. MAR. 2003

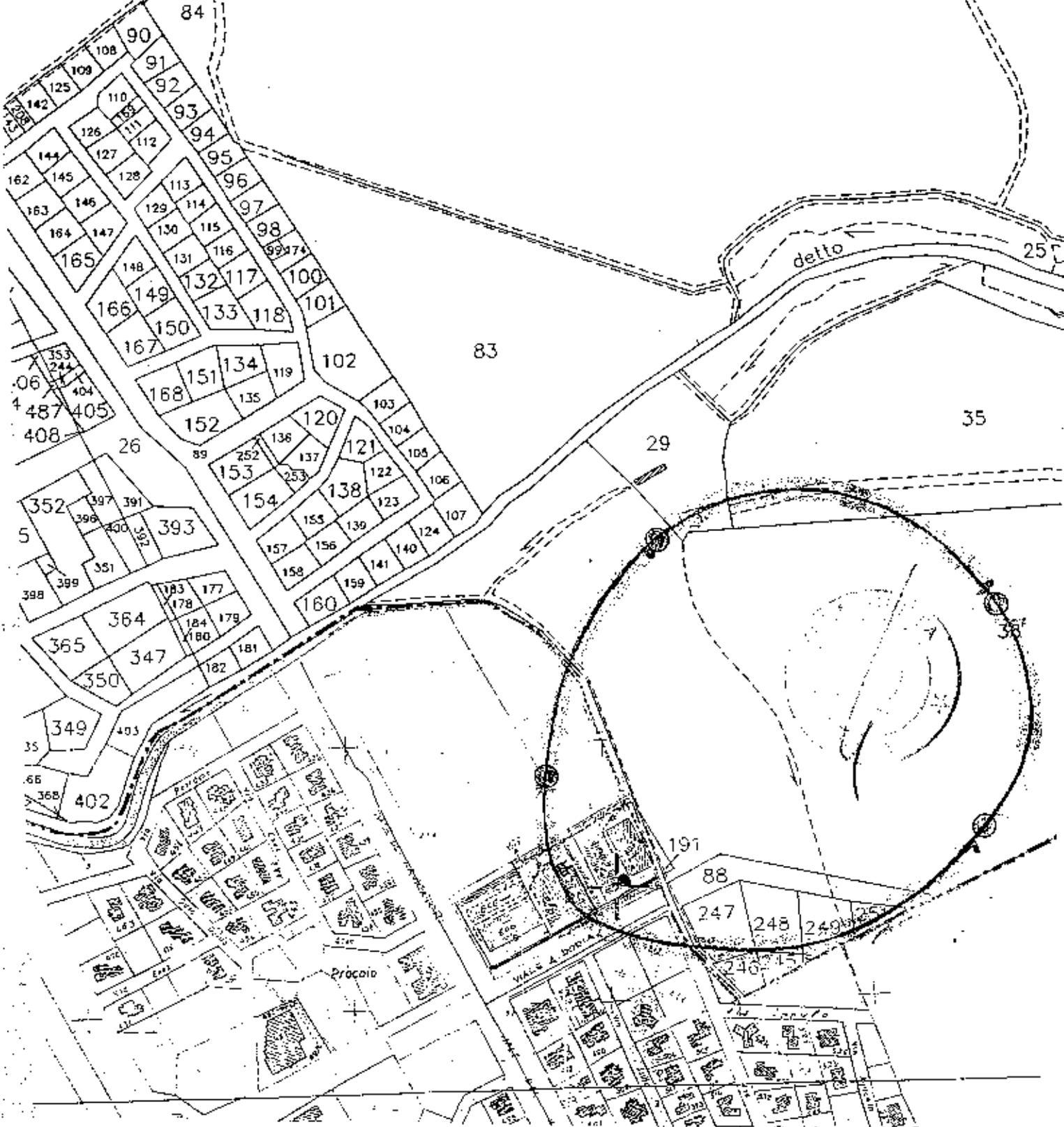
5 - MAR. 2003

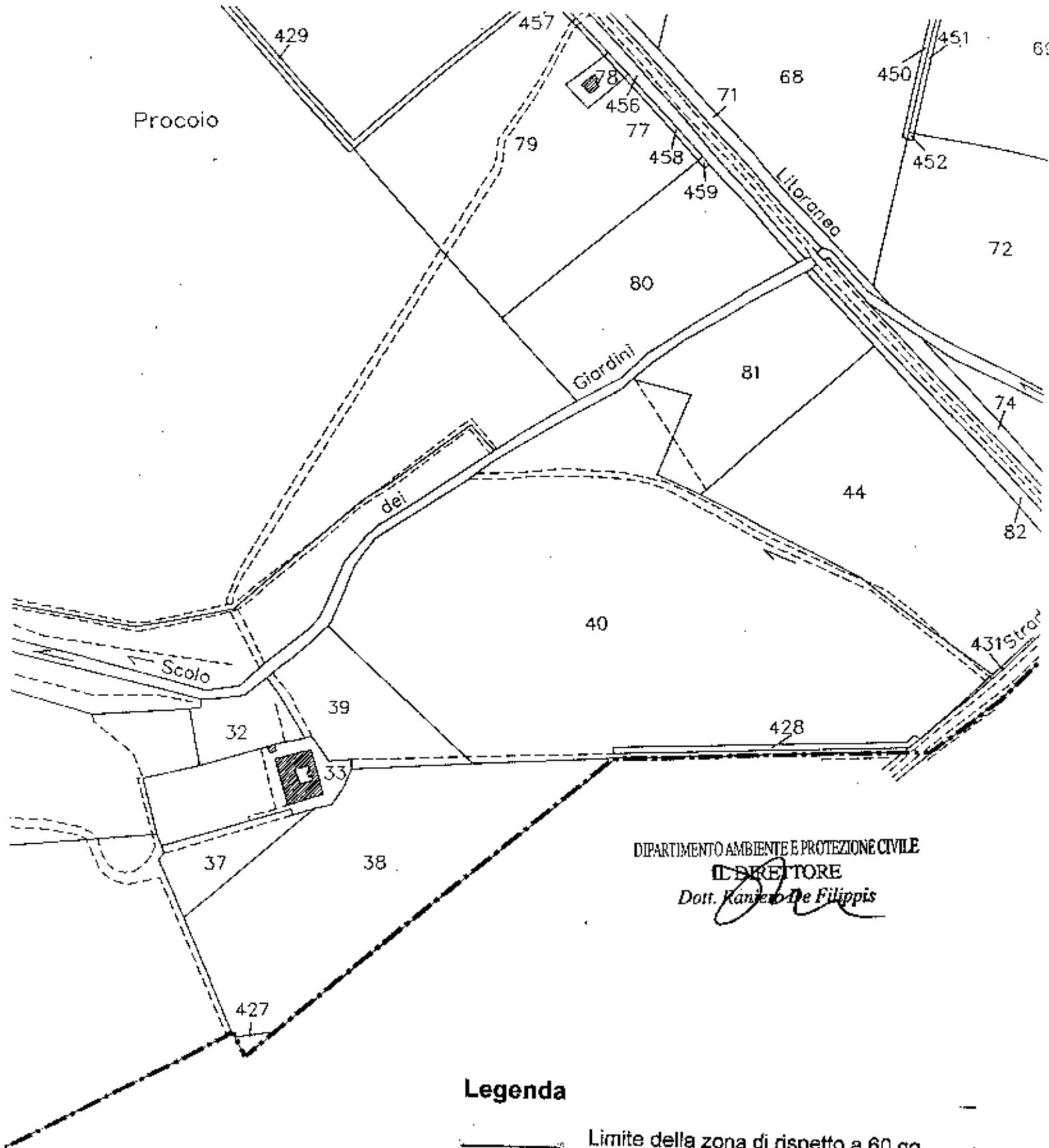
All. A

ALLEG. ... 167  
DEL ...

23

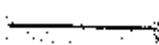
24



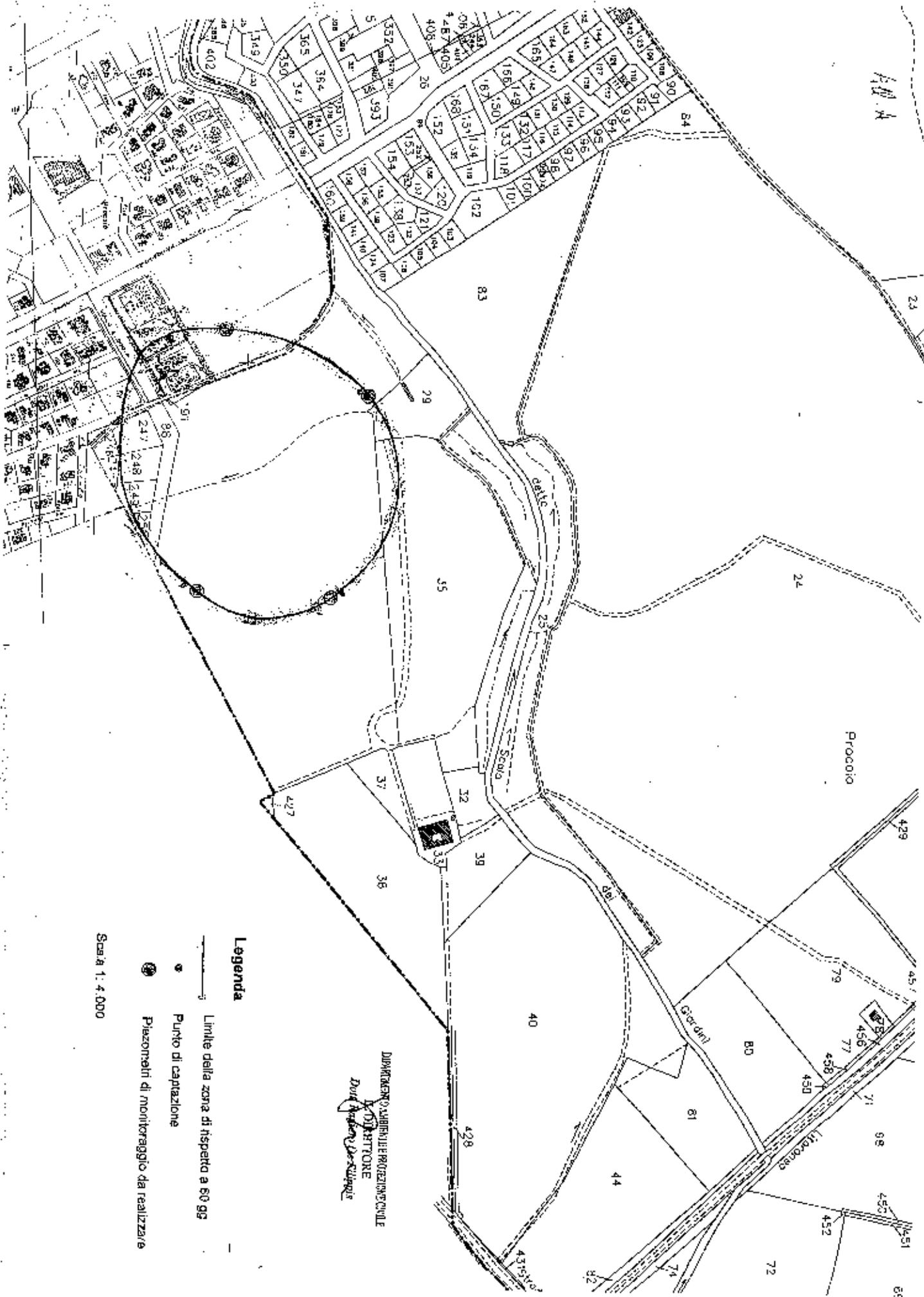


DIPARTIMENTO AMBIENTE E PROTEZIONE CIVILE  
**IL DIRETTORE**  
 Dott. Renato De Filippis

**Legenda**

-  Limite della zona di rispetto a 60 gg
-  Punto di captazione
-  Piezometri di monitoraggio da realizzare

Scala 1: 4.000



DIREZIONE GENERALE REGIONALE  
LAVORI P.B.  
DOTT. PIETRO  
DI GIOIA

**Legenda**

- Limite della zona di rispetto a 60 gg
- Punto di captazione
- ⊙ Piazzerelli di monitoraggio da realizzare

Scala 1:4.000



## **INDICE**

1. PREMESSA	Pag. 1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	Pag. 3
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO	Pag. 4
4. CARATTERISTICHE CLIMATICHE	Pag. 6
5. PERMEABILITA' SUPERFICIALE DEI TERRENI	Pag. 6
6. INQUADRAMENTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO	Pag. 8
7. STATO ATTUALE DELL'OPERA DI CAPTAZIONE	Pag. 10
8. PROVA DI PORTATA E VALUTAZIONE DEI PARAMETRI IDRODINAMICI	Pag. 11
9. CARATTERISTICHE CHIMICHE DELLE ACQUE	Pag.19
10. VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO	Pag. 20
11. DELIMITAZIONE DELLE AREE DI PROTEZIONE	Pag. 29
12. OPERE DI MONITORAGGIO DELL'ACQUIFERO	Pag. 32
13. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	Pag. 34



## 1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Condominiale Viale Andrea Doria 67 (Tarquinia Lido), nella persona del Sig. Tramontano Giovanni, è stato eseguito nel periodo Febbraio – Aprile uno studio idrogeologico finalizzato alla delimitazione dell'area di tutela assoluta e delle zone di rispetto relativamente ad un pozzo, realizzato anteriormente al 1983, che il condominio intende utilizzare a scopo idro – potabile.

Il pozzo approvvigiona nel periodo estivo ben 600 persone e 15/20 durante tutto l'arco dell'anno.

Il presente studio è stato richiesto in base a quanto previsto nel DGR 5817/99 con lettera del 13 Ottobre 2000, prot. N. 1988, dalla ASL VITERBO SEZ. 2 di Tarquinia; precedentemente la stessa ASL aveva provveduto ad emettere ordinanza comunale di blocco del pozzo.

Avendo consultato la Regione Lazio ed avendo constatato che il pozzo in esame può essere considerato un bene pubblico, il Condominio ha deciso di procedere alla realizzazione dello studio per regolarizzare la situazione ai fini della normativa vigente.

Lo studio è stato articolato come nel seguito specificato:

- Sopralluogo preliminare, in collaborazione con l'Amministratore Sig. Tramontano Giovanni e il Dott. Catalano Giacomo e il Dott. Di Loreto Eugenio (Geologi della Regione Lazio) per la verifica

delle caratteristiche costruttive e delle condizioni igienico sanitarie del pozzo;

- Rilevamento geologico e geomorfologico dell'area circostante il pozzo;
- Esecuzione di una prova di portata per la determinazione delle caratteristiche dell'acquifero sfruttato;
- Esecuzione di una prova di permeabilità superficiale;
- Censimento di eventuali presenze di centri di pericolo per l'inquinamento delle acque di falda;
- Stesura di una relazione geologica con produzione delle seguenti carte tematiche: carta geologica;
- Elaborazione di tutti i dati raccolti per la determinazione delle caratteristiche dell'acquifero sfruttato con produzione della carta idrogeologica;
- Analisi della vulnerabilità dell'acquifero captato e della situazione di rischio delle risorse;
- Delimitazione delle aree di salvaguardia secondo un criterio temporale ed idrogeologico;
- Opere da eseguire nel pozzo per ridurre i rischi di inquinamento al minimo.

## **2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

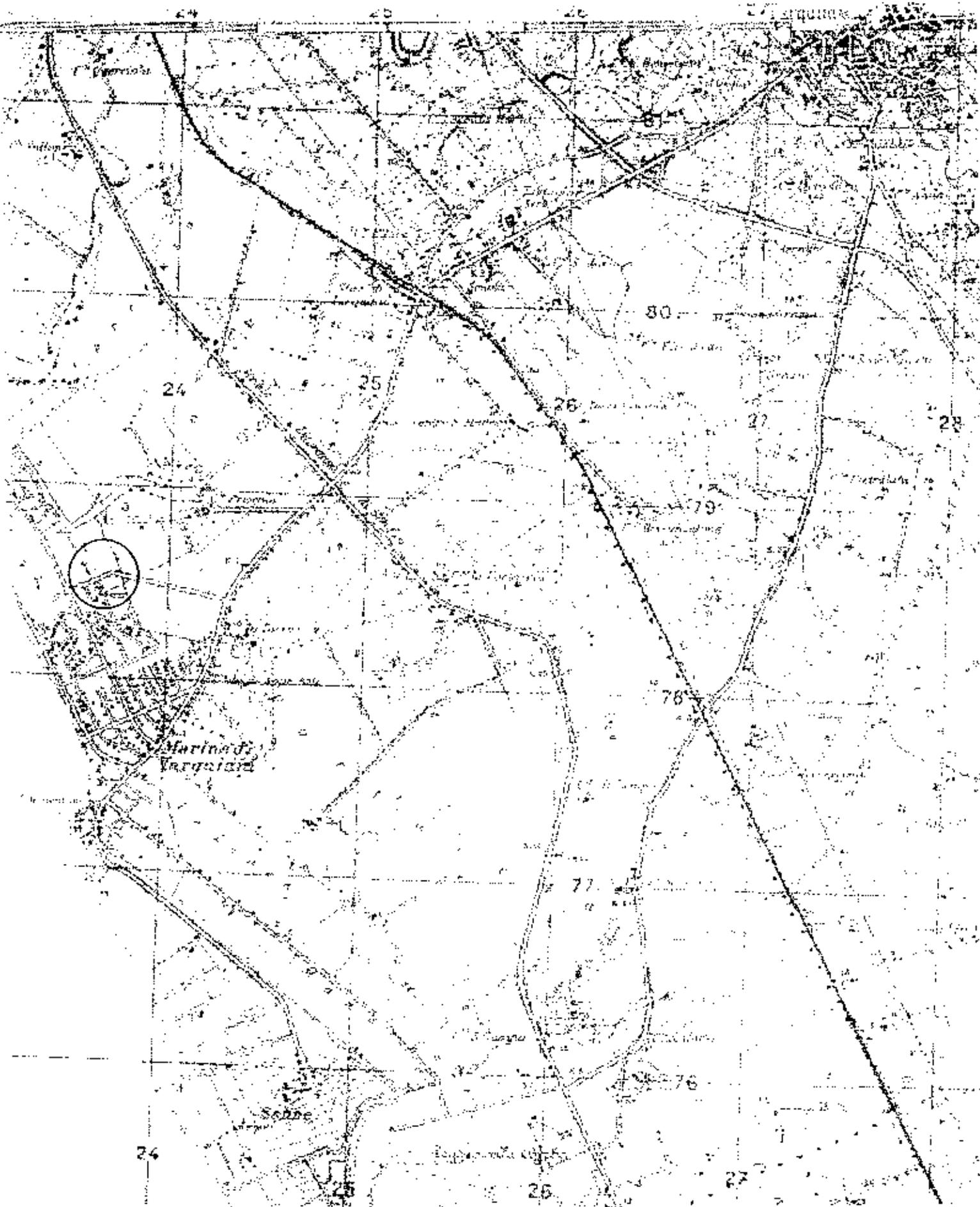
L'area in studio è situata in Loc. "Procoio" , lungo Viale Andrea Doria – Tarquinia Lido e ricade nel territorio comunale di Tarquinia.

Al N.C.T. è identificabile al Foglio n. 85 Particella n. 877.

La quota topografica è di circa 4 metri s.l.m..

Per completezza di documentazione e per una migliore comprensione di quanto nel seguito descritto si allegano:

- Stralcio IGM Foglio 142 I S.O. Tav. "Marina di Tarquinia" in scala 1:25.000
- Stralcio CTR Lazio Sez. 354130 "Lido di Tarquinia" in scala 1:10.000
- Stralcio planimetria catastale in scala 1:2.000

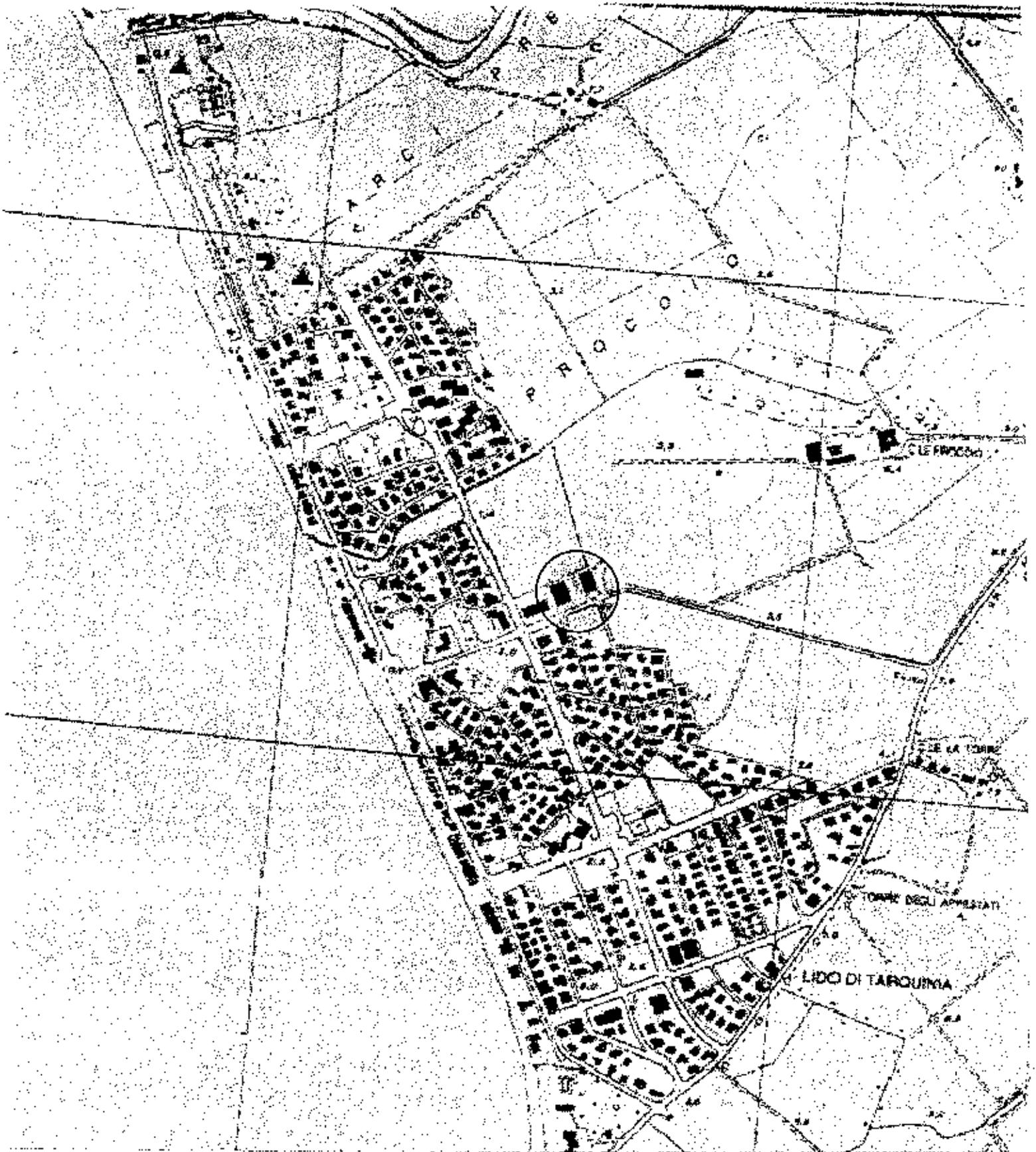


**COROGRAFIA I.G.M.**

Scala 1:25000

Stralcio Foglio 142 I S.O. "Marina di Tarquinia"

○ Ubicazione area in studio



**COROGRAFIA C.T.R. LAZIO**

**SCALA 1:10.000**

**Sezione n.354130 "Lido di Tarquinia"**

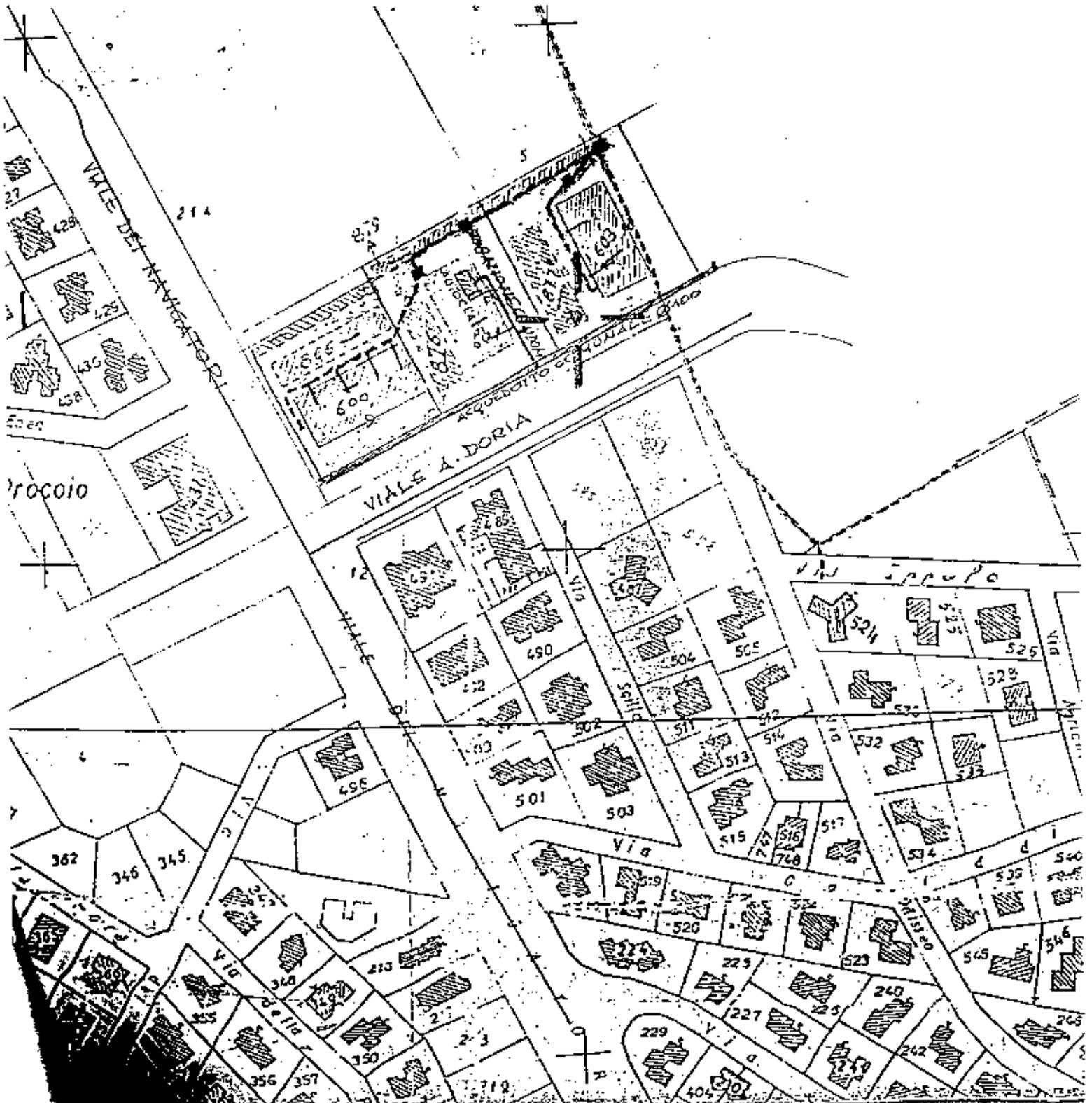
○ Ubicazione area in studio

# PLANIMETRIA CATASTALE

SCALA 1: 2.000

Comune di Tarquinia:

Stralcio del Foglio n. 85 Part.IIa n. 877



### **3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO**

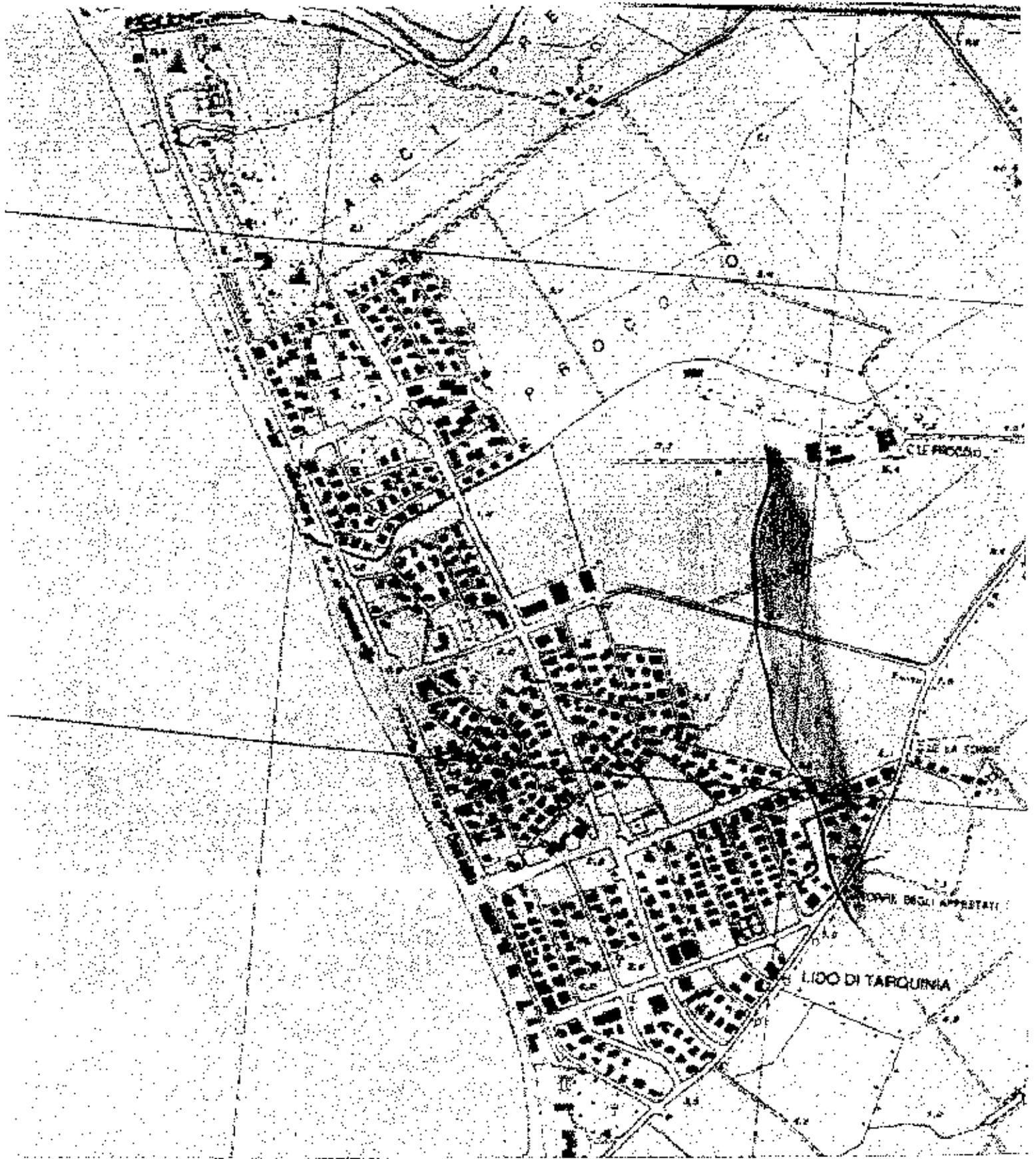
La geologia locale è caratterizzata dalla presenza in superficie dei prodotti appartenenti ai Complessi Plio – Pleistocenici; in particolare ritroviamo la formazione delle “Alluvioni e detriti di falda recenti ed attuali” (Olocene) e la formazione delle “Sabbie, marne e argille con materiale vulcanico” (Pleistocene medio – superiore).

La formazione delle “Alluvioni e detriti di falda recenti ed attuali” è caratterizzata da depositi argillosi, sabbiosi e ghiaiosi, continentali e marini di facies costiera; lo spessore è limitato.

La formazione delle “Sabbie, marne e argille con materiale vulcanico” è costituito da lenti ed orizzonti di litologia diversa: sabbie e conglomerati misti a materiale vulcanico; argille limoso – sabbiose; marne con strati di calcare sabbioso conchigliare (Panchina); sempre riccamente fossilifero.

Da dati relativi ad una perforazione esplorativa (“Studio idrogeologico in Località Lido – Dr. Francesco Delle Monache e Dr. Giuseppe Pagano – 1990) eseguita in prossimità dell’area interessata dal presente studio si evidenzia la seguente sequenza stratigrafica:

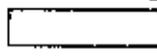
- ◆ da 0.0 mt a 1.0 mt = terreno vegetale
- ◆ da 1.0 mt a 10.0 mt = panchina (conglomerato conchigliare)
- ◆ da 10.0 mt a 25.0 mt = argille sabbiose molli giallo screziato
- ◆ da 25.0 mt a 29.0 mt = argille grigie compatte.



### **CARTA GEOLITOLOGICA**

Scala 1:10.000

Legenda

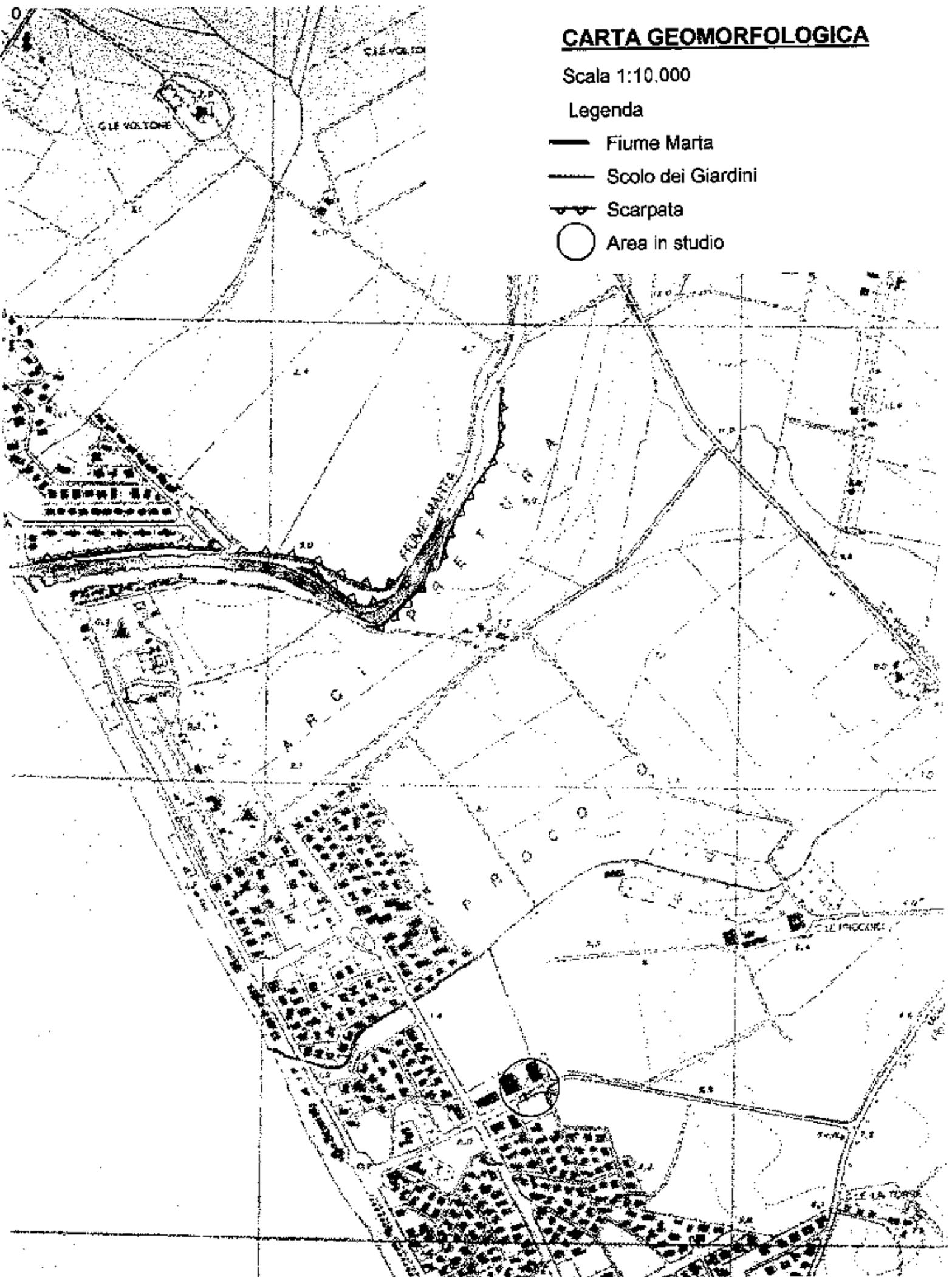
-  Alluvioni recenti ed attuali
-  Sabbie, marne e argille con materiale vulcanico

# CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1:10.000

Legenda

-  Fiume Marta
-  Scolo dei Giardini
-  Scarpata
-  Area in studio



La morfologia locale appare abbastanza piatta e regolare; ciò che contribuisce a movimentare un po' l'aspetto tabulare è la presenza dello Scolo dei Giardini; l'unico corso d'acqua di una certa entità; comunque distante dall'area in studio almeno un chilometro, è costituito dal Fiume Marta.

#### **4. CARATTERISTICHE CLIMATICHE**

Un supporto fondamentale per lo studio idrogeologico è rappresentato dalle condizioni climatiche.

Per la valutazione degli elementi fondamentali sono stati utilizzati dati bibliografici trentennali desunti dagli Annali del Servizio Idrografico dello Stato (1921 – 1950) ed integrati con quelli registrati nelle stazioni pluviometriche di Ladispoli ( 5 metri s.l.m.), Civitavecchia ( 6 metri s.l.m.) e Pantano Tarquinia ( 38 metri s.l.m.) nel periodo Luglio 1981 / Giugno 1982.

**TEMPERATURA** : in relazione alla quota topografica delle stazioni è stato riscontrato un valore di temperatura media annua di 16.4°C.

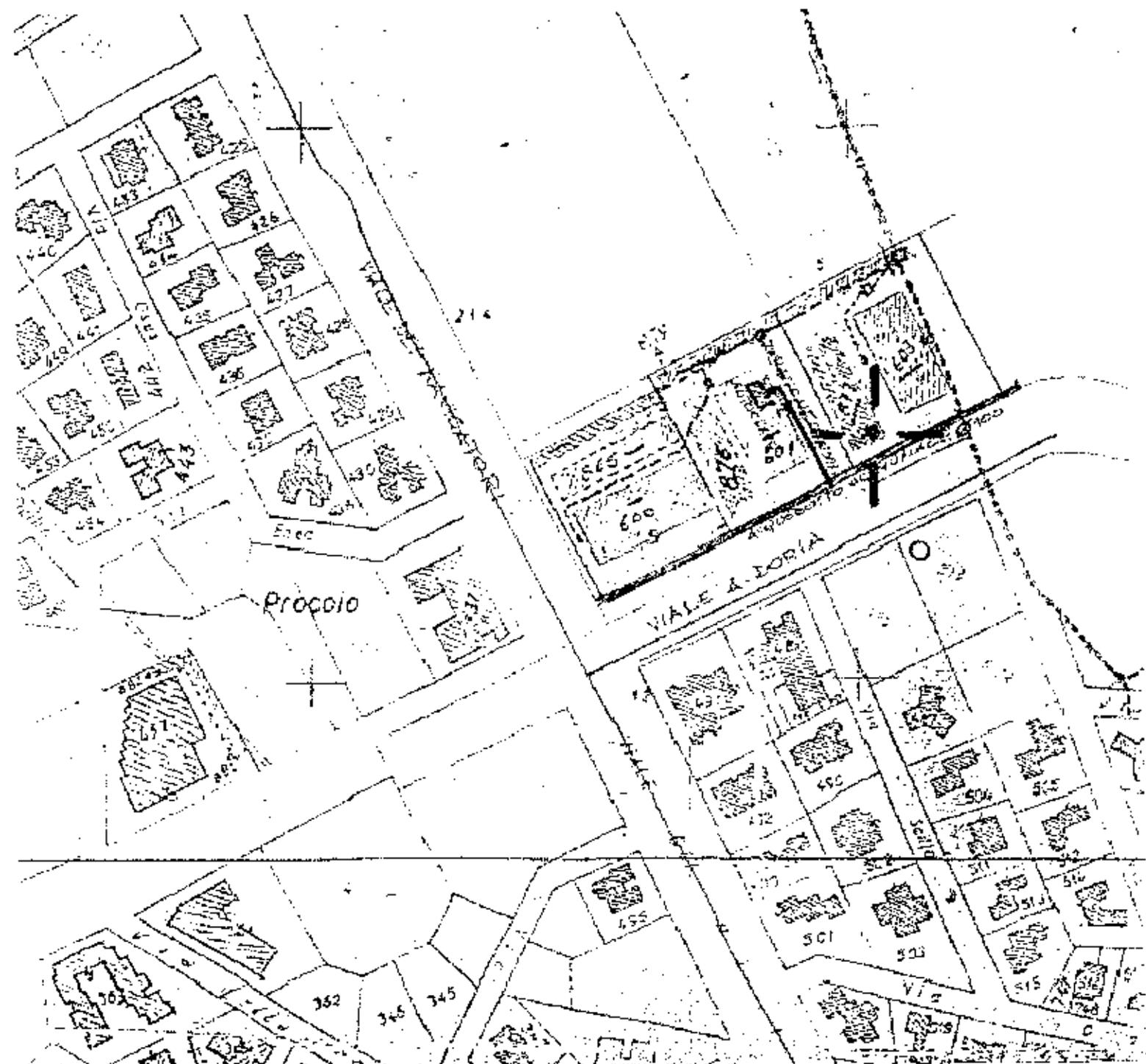
**PRECIPITAZIONI** : gli afflussi meteorici sono valutati in circa 497 mm/anno; la distribuzione massima si ha nei mesi di Ottobre e Dicembre; mentre quella minima nel mese di Giugno.

#### **5. PERMEABILITA' SUPERFICIALE DEI TERRENI**

Il grado di permeabilità dei terreni è variabile e dipende dalla capacità che essi hanno di farsi attraversare dalle acque.

Le formazioni affioranti, descritte nel paragrafo precedente, sono caratterizzati da una permeabilità per porosità da media a medio – alta.

## UBICAZIONE PROVA DI PERMEABILITA'



Scala 1: 2000

○ Ubicazione prova di permeabilità

Per una migliore determinazione del coefficiente di permeabilità (K) è stata eseguita una prova di assorbimento in situ.

Utilizzando la seguente formula:

$$K = (D/32) \times (H_2 - H_1/T_2 - T_1) \times (1/H_m) \quad \text{dove}$$

K = coefficiente di permeabilità espresso in cm/sec

D = diametro del pozzetto

T1 – T2 = intervallo di tempo

H1 – H2 = variazione del livello ai tempi T1 – T2

Hm = altezza media dell'acqua nel pozzetto

dall'elaborazione dei dati raccolti è stato ricavato il seguente valore di K (coefficiente di permeabilità):

$$K = 2.13 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$$

Il valore ottenuto, dell'ordine di  $10^{-5}$  cm/sec, ci sta ad indicare, secondo la gradazione di qualifica elaborata da Casagrande e Fadum, un drenaggio ridotto. Trattasi, infatti, di una sabbia fine limosa.

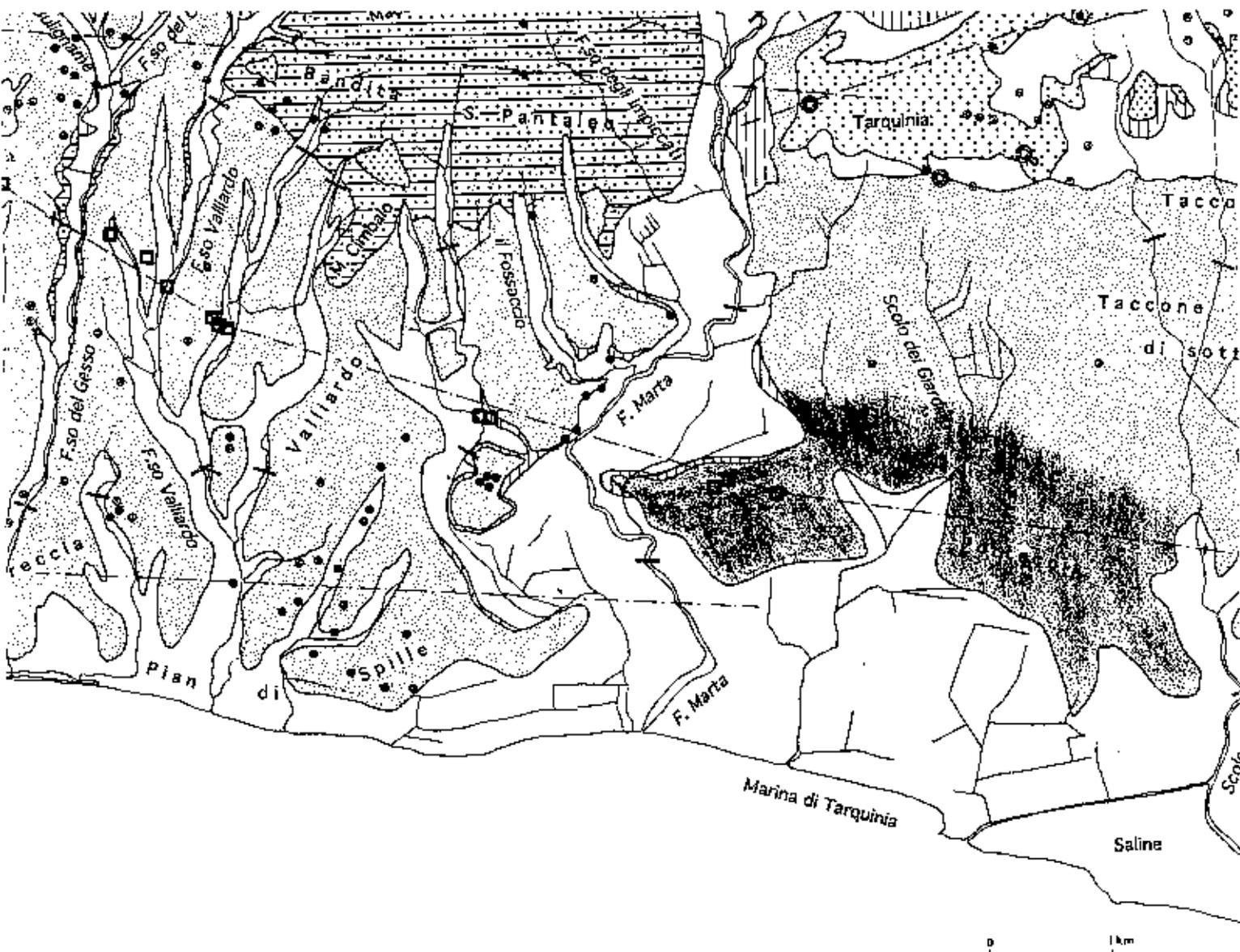
## **6. INQUADRAMENTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO**

L'area in studio rientra nel bacino idrografico del Fiume Marta, che scorre a circa un chilometro a Nord.

Il quadro idrogeologico di una qualsiasi zona dipende dalle caratteristiche idrogeologiche delle formazioni presenti, in particolare dalla loro capacità di immagazzinare acqua; anche se l'area di ricarica di un qualsiasi acquifero non necessariamente è legato esclusivamente ad una infiltrazione verticale ma, come spesso accade, dipende anche da uno scorrimento orizzontale sotterraneo.

Nel caso specifico la formazione delle "Alluvioni e detriti di falda recenti ed attuali" contiene generalmente falde a superficie libera di estensione e potenza variabile; mentre il complesso sabbioso ghiaioso con piroclastiti essendo caratterizzato da orizzonti con valori di permeabilità differenti determina l'esistenza di acquiferi semiconfinati. E' quest'ultimo complesso che per la sua continuità, potenza e caratteristiche idrogeologiche generali costituisce il principale acquifero della zona.

Nelle pagine seguenti sono state allegate gli stralci della Carta dei Complessi Idrogeologici e della Carta Idrogeologica (Da Geologica Romana Vol. xxx – 1994); dall'osservazione della Carta Idrogeologica e dalle isopieze riportate si evince che le linee di flusso delle acque sotterranee sono circa perpendicolari alla linea di costa.



**CARTA DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI**

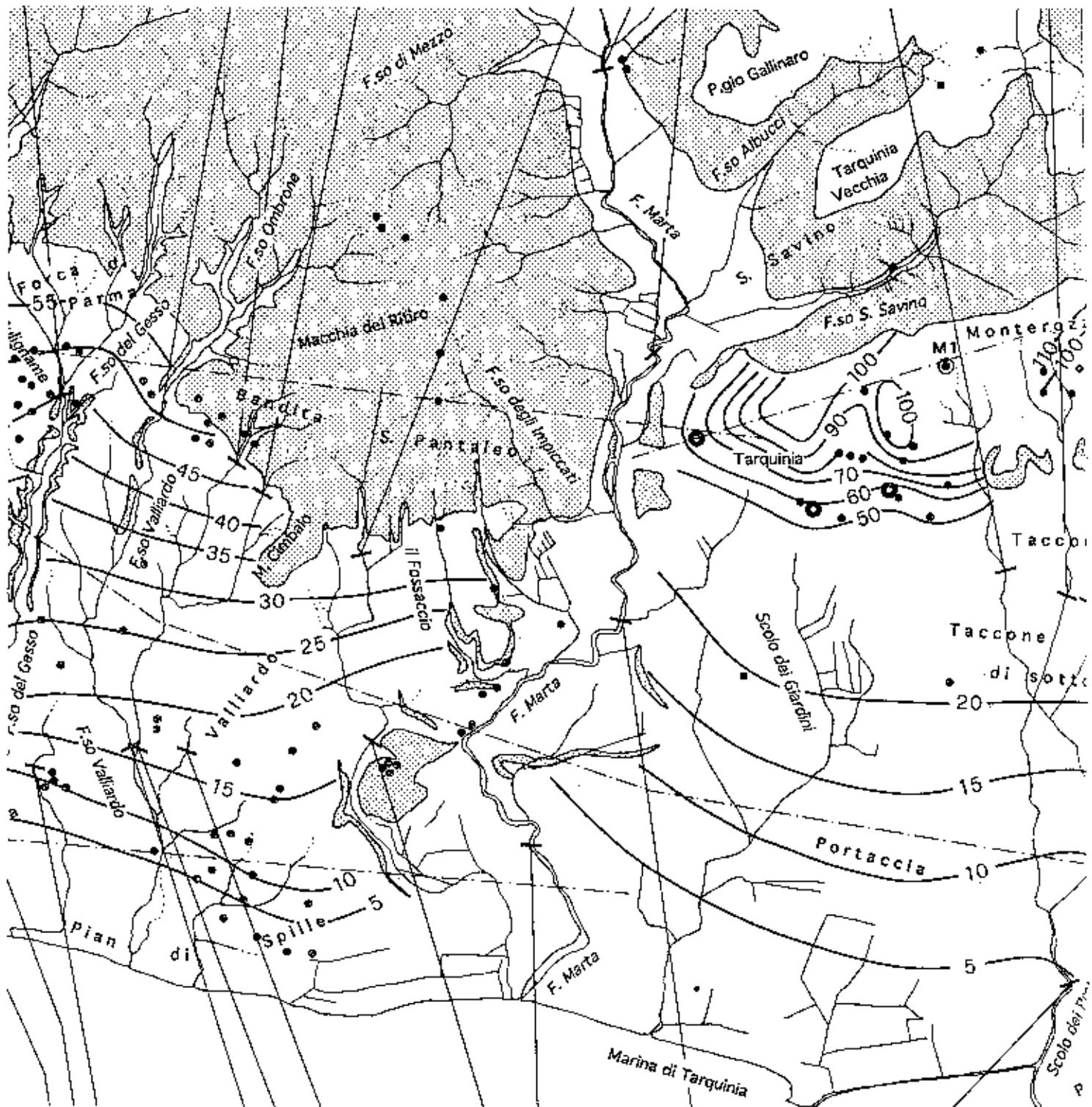
(Da GEOLOGICA ROMANA Vol. XXX - 1994)

Scala 1:50.000

Legenda

- Alluvioni e detriti di falda recenti ed attuali
- Complesso ghiaioso - sabbioso con piroclastiti

— — — — — Traccia del profilo



## **CARTA IDROGEOLOGICA**

(Da GEOLOGICA ROMANA Vol. XXX - 1994)

Scala 1:50.000

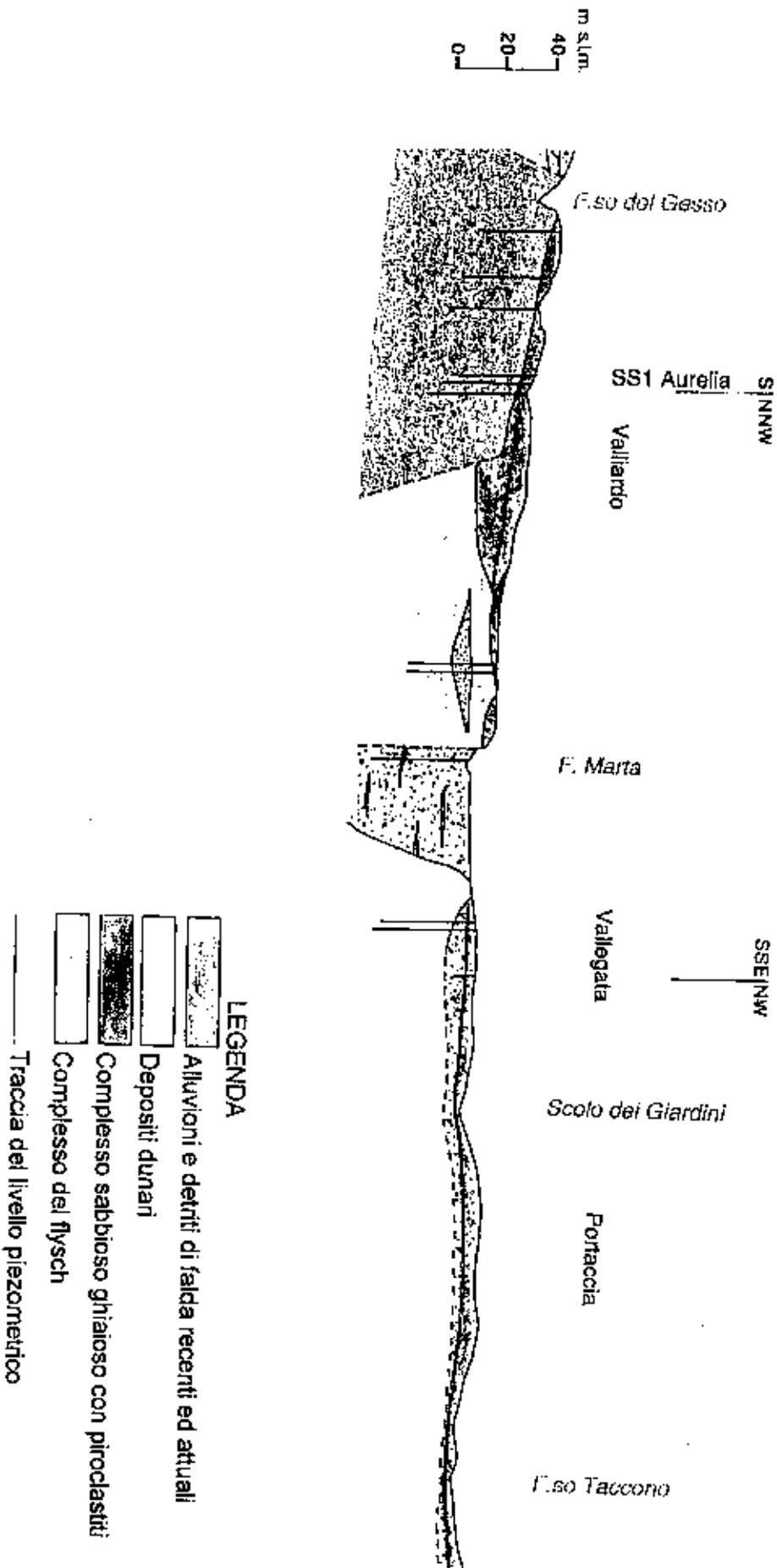
Legenda

————— Isopezze relative agli acquiferi Plio - Pleistocenici

Per avere un quadro della situazione idrogeologica e stratigrafica del sottosuolo viene di seguito allegato un profilo idrogeologico.

# PROFILO IDROGEOLOGICO

( DA GEOLOGICA ROMANA Vol. XXX -- 1994 )



Scala orizzontale 1 : 50.000

## **7. STATO ATTUALE DELL'OPERA DI CAPTAZIONE**

Secondo i dati forniti dal committente e da una relazione già esistente l'opera di presa è stata realizzata anteriormente al 1983 e denunciata per uso idro – potabile alla regione Lazio.

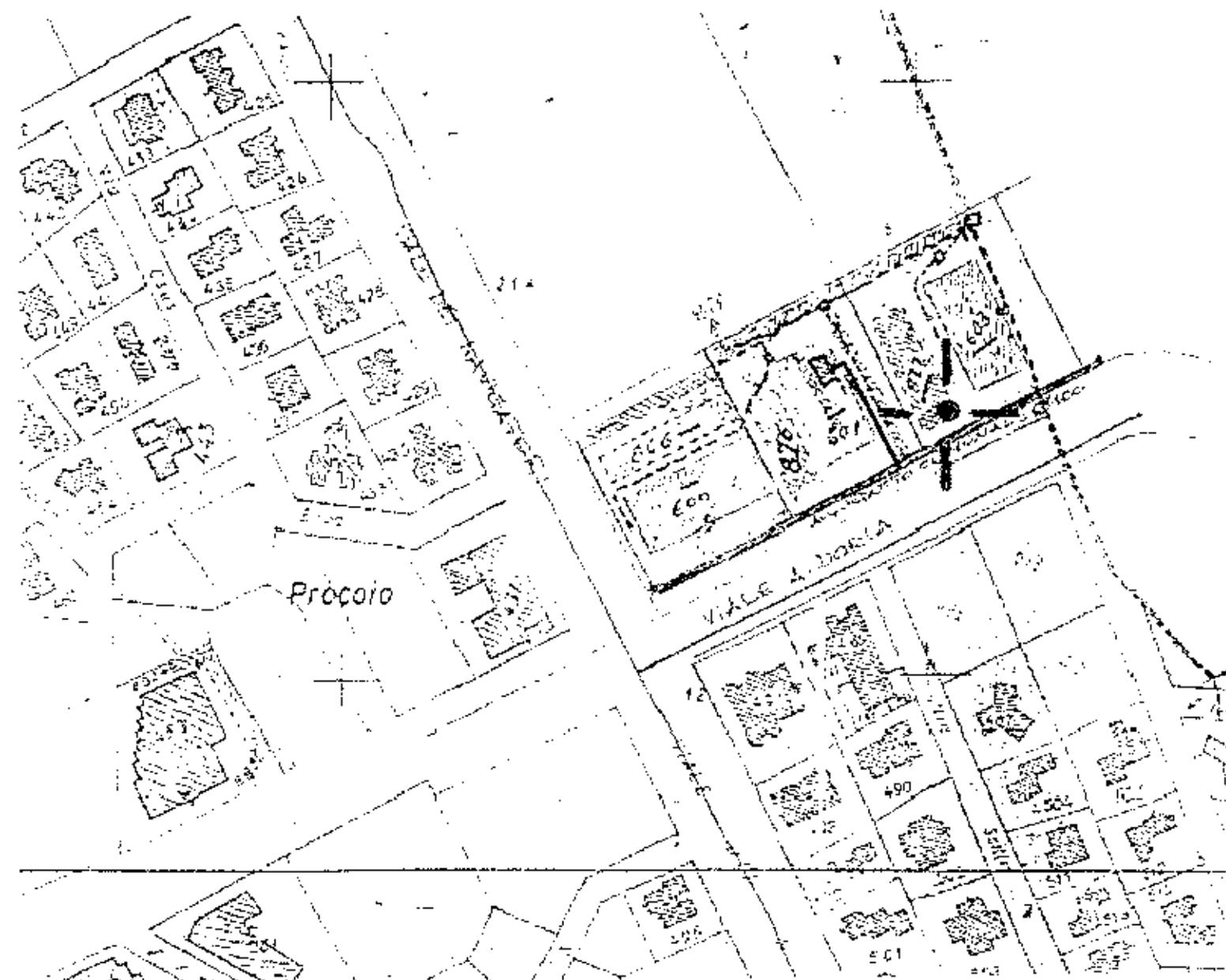
Il pozzo è stato realizzato con metodo a roto – percussione e presenta le seguenti caratteristiche:

- profondità di 40 metri dal piano di campagna
- rivestimento in PVC
- cementazione dello spazio anulare tra la parete del foro ed il rivestimento per uno spessore di 15 metri dal piano di campagna
- masso drenante nello spazio anulare tra la parete del foro ed il rivestimento da – 15 metri a –40 metri dal piano di campagna
- installazione di una pompa elettrosommersa di 6.0 CV
- chiusino superficiale interrato e cementato alla base
- livello statico a –1.92 metri dal piano di campagna.

Viene di seguito uno schema di quanto descritto e la sua ubicazione su planimetria in scala 1:2.000.

Per la determinazione delle caratteristiche dell'acquifero sfruttato è stata eseguita una prova di portata che verrà dettagliatamente illustrata nel paragrafo seguente.

## UBICAZIONE DEL POZZO

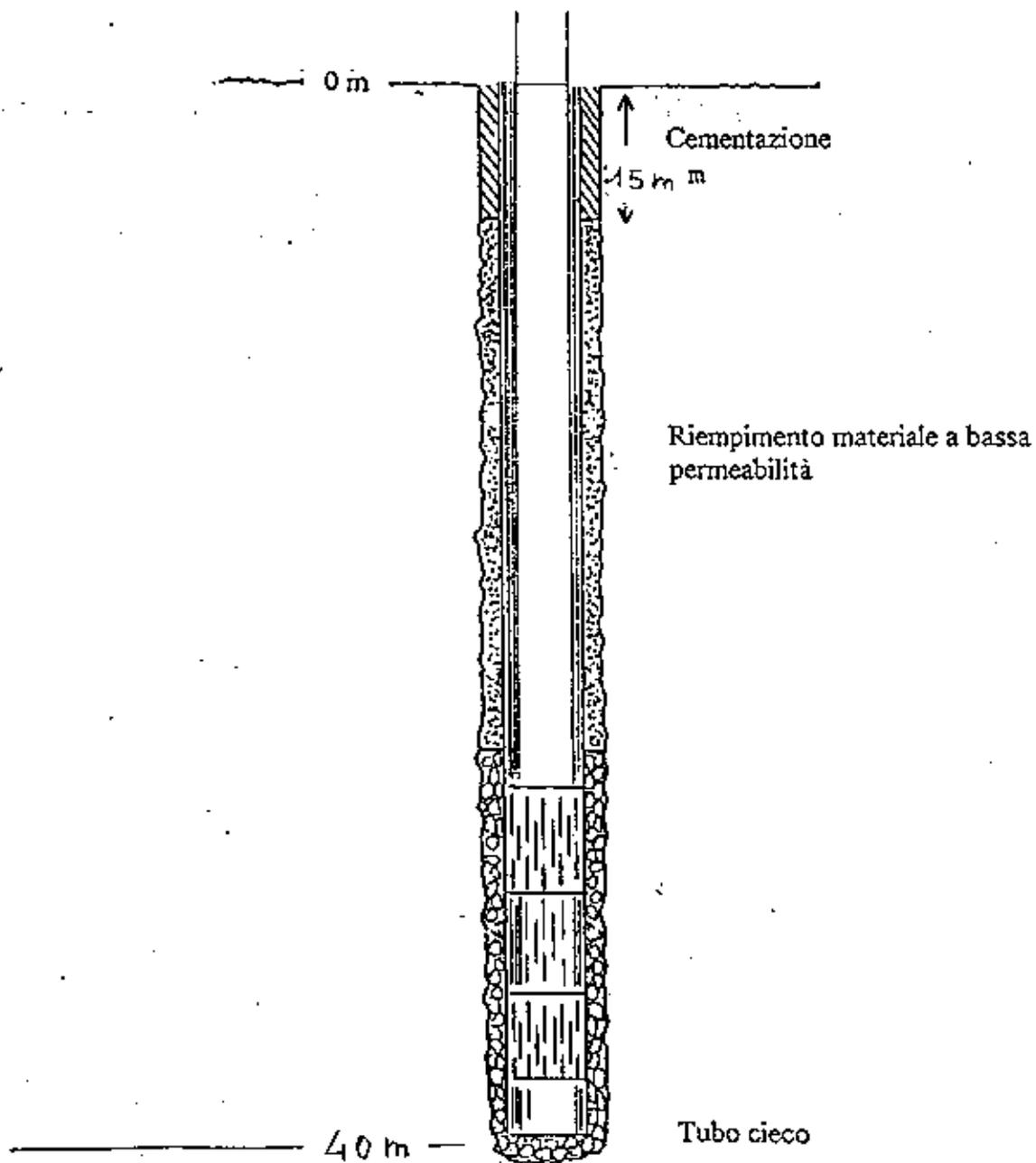


Scala 1: 2.000

⊙ Ubicazione pozzo

## STATO ATTUALE DEL POZZO

Tubo di rivestimento in PVC



## **8. PROVA DI PORTATA E VALUTAZIONE DEI PARAMETRI IDRODINAMICI**

Per determinare con maggiore accuratezza le caratteristiche dell'acquifero sfruttato è stata eseguita, il giorno 22 Febbraio 2001, una prova di portata che ha avuto inizio alle ore 9 e 20 minuti.

La prova è stata eseguita a portata costante pari a 0.6 l/sec.

Non è stato possibile eseguirne una a gradini perché la portata massima emungibile dalla pompa installata è risultata pari a 0.6l/sec ed è stato ritenuto di scarso significato procedere con portate inferiori a quella su indicata.

Non sono stati rilevati variazioni del livello dell'acqua a distanza dal punto di pompaggio per la mancanza di punti di osservazione (pozzi da utilizzare come piezometri in un raggio utile).

Prima di iniziare la prova di portata il livello statico del pozzo aveva una profondità di - 1.92 metri dal piano di campagna; come riportato nelle tabelle di seguito allegate la fase di pompaggio ha avuto una durata di 365 minuti e quella di recupero una durata di 32 minuti.

Tutti i dati raccolti in fase esecutiva sono stati elaborati per la verifica delle caratteristiche idrodinamiche del pozzo e sono di seguito riportate:

- **DIAGRAMMA ABBASSAMENTI – TEMPO**

Nella Tabella n. 1 sono riportati i valori della variazione del livello dell'acqua nel pozzo in fase di pompaggio; il tempo è espresso in minuti e l'abbassamento in metri.

**Tabella n. 1**

Tempo dall'inizio del pompaggio in minuti	Abbassamento in metri
0.05	0.15
0.13	0.86
0.20	0.88
0.30	0.98
0.50	1.07
0.70	1.08
1.60	1.12
4.00	1.18
6.00	1.21
8.00	1.21
11.00	1.30
16.00	1.40
30.00	1.56
50.00	1.58
60.00	1.61
70.00	1.73
95.00	1.75
125.00	1.78
185.00	1.90
245.00	2.08
300.00	2.08
365.00	2.08

Portata (Q) = 0.6 l/sec

Livello Statico (L.S.) = -1.92 metri

Il diagramma, riportato nella pagina seguente, con in ascissa il tempo dall'inizio del pompaggio espresso in minuti e in ordinata i relativi abbassamenti del livello dell'acqua espressi in metri con portata costante pari a 0.6 l/sec, mostra l'andamento della prova eseguita.

Osservando il grafico si può notare che la curva subisce dapprima un abbassamento repentino poi dopo 3 ore dall'inizio tende ad appiattirsi.

- CURVA CARATTERISTICA

L'analisi comparata dei dati rilevati e della curva precedentemente descritta mostra che la ricarica del pozzo è pari a 0.6 l/sec dopo circa quattro ore di pompaggio e che tale portata abbassa di soli 2.08 metri il livello statico originario del pozzo.

Ciò sta ad indicare che essendo questa la portata utilizzata essa può essere considerata compatibile con l'acquifero intercettato.

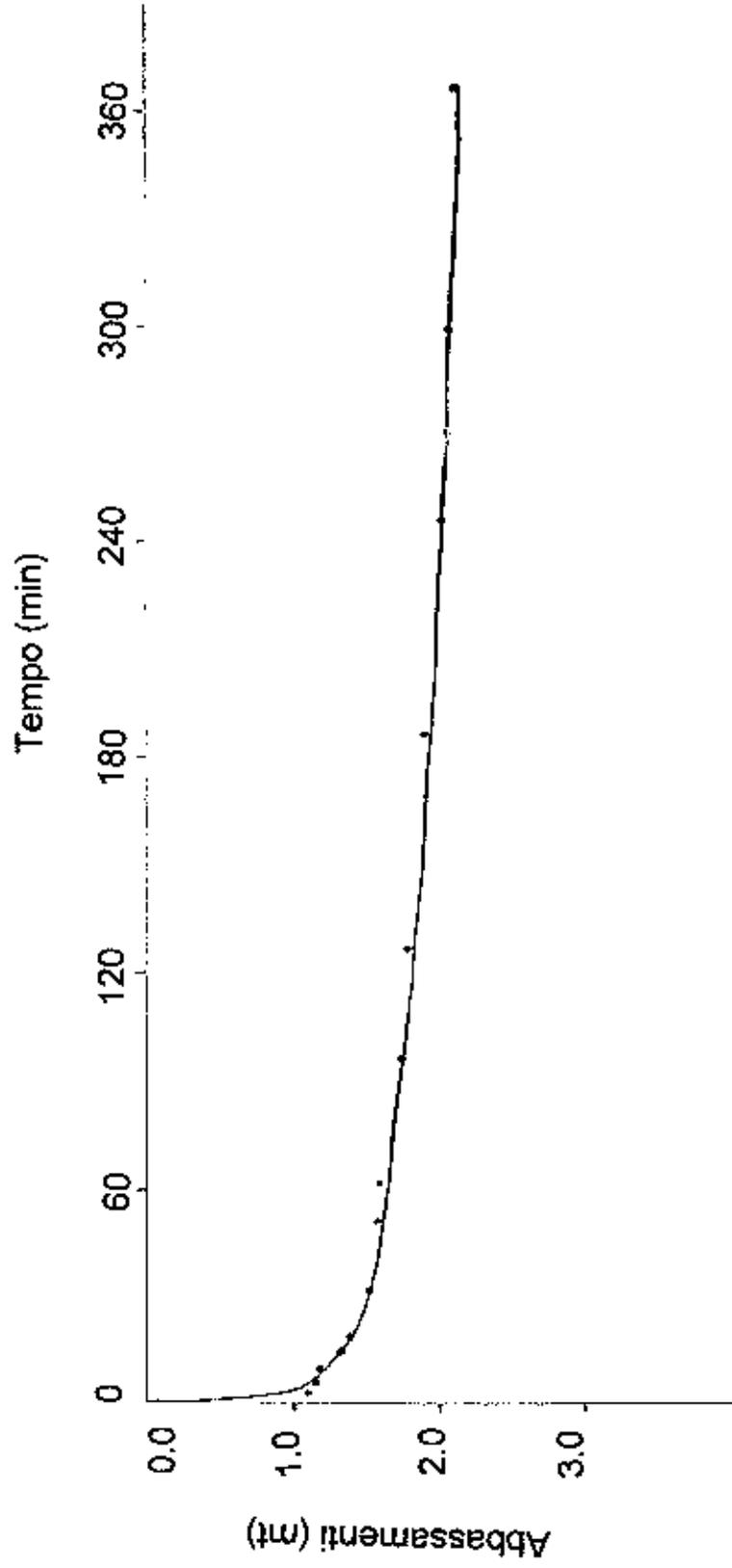
- VALUTAZIONE DELLA TRASMISSIVITA'

Per la valutazione della trasmissività sono stati elaborati due grafici:

- ◆ Il primo utilizzando i dati ricavati durante la fase di pompaggio della prova di portata eseguita, dati della Tabella n. 1;
- ◆ Il secondo utilizzando i dati ricavati durante la fase di risalita del livello dell'acqua, dati della Tabella n. 2 della pagina seguente.

# DIAGRAMMA ABBASSAMENTI/TEMPO

PORTATA COSTANTE Q = 0.6 l/sec



**Tabella n. 2**

Tempo dall'inizio del pompaggio (t = minuti)	Tempo dalla fine del pompaggio (t' = minuti)	t/t'	Prof. liv. Din. (L.D. =m)	Abbassamento residuo (S' = metri)
365	0	.....		
366	1	366	2.58	0.66
368	3	123	2.52	0.60
370	5	74	2.49	0.57
372	7	53	2.45	0.53
374	9	42	2.40	0.48
376	11	34	2.38	0.46
378	13	29	2.36	0.44
380	15	25	2.34	0.42
382	17	22	2.32	0.40
387	22	18	2.30	0.38
397	32	12	2.29	0.37

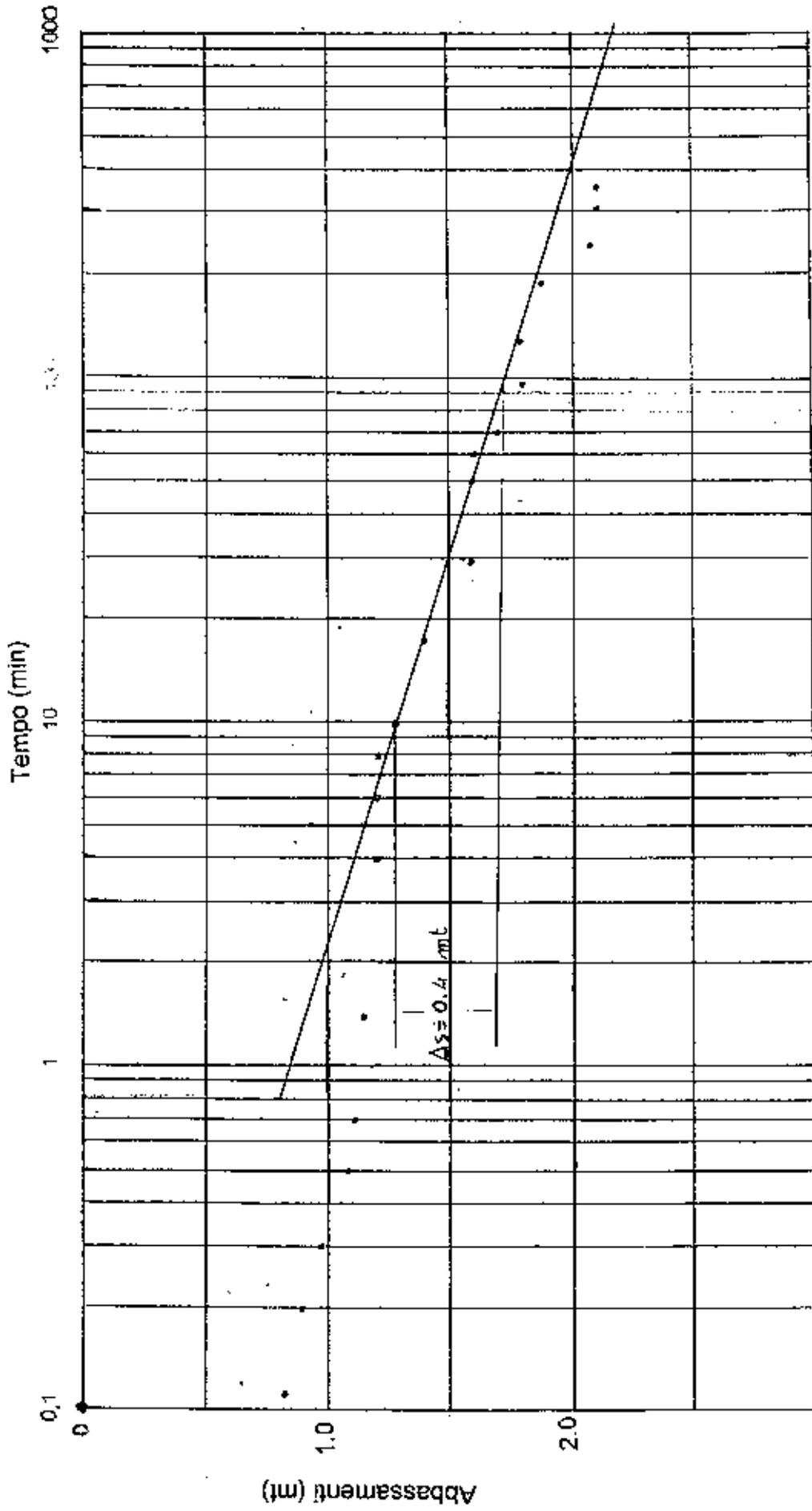
Livello statico = - 1.92 metri

- a) Diagramma abbassamenti / tempo: in ascissa (scala logaritmica) è riportato il tempo t espresso in minuti dall'inizio del pompaggio ed in ordinate gli abbassamenti del livello dell'acqua espressi in metri. Il valore di  $\Delta s$ , preso tra un intervallo logaritmico, risulta pari a 0.4 metri. Il valore della trasmissività è dato da:  $T = 0.183 \times (Q/\Delta s)$  dove Q è la portata costante emunta ( Q = 51.84 mc/die); pertanto la trasmissività calcolata in abbassamento risulta pari a:

$$T = 0.183 \times (51.84/0.4) = 23.71 \text{ mq/die} = 2.74 \times 10^{-4} \text{ mq/sec}$$

DIAGRAMMA ABBASSAMENTI/TEMPO PORTATA COSTANTE

$Q = 0.6 \text{ l/sec}$



b) Diagramma risalita / tempo: in ascissa (scala logaritmica) sono riportati i valori del tempo espresso in minuti dal momento in cui termina la fase di pompaggio ed in ordinate il valore del corrispondente abbassamento residuo espresso in metri. Come si può osservare nel diagramma di seguito allegato il valore di  $\Delta s'$  risulta pari a 0.34 ed utilizzando la seguente formula:  $T = 0.183 \times (Q/\Delta s')$ , dove  $s'$  rappresenta l'abbassamento residuo al tempo  $t'$ , si ottiene un valore di trasmissività pari a:

$$T = 0.183 \times (51.84/0.34) = 27.90 \text{ mq/die} = 3.23 \times 10^{-4} \text{ mq/sec}$$

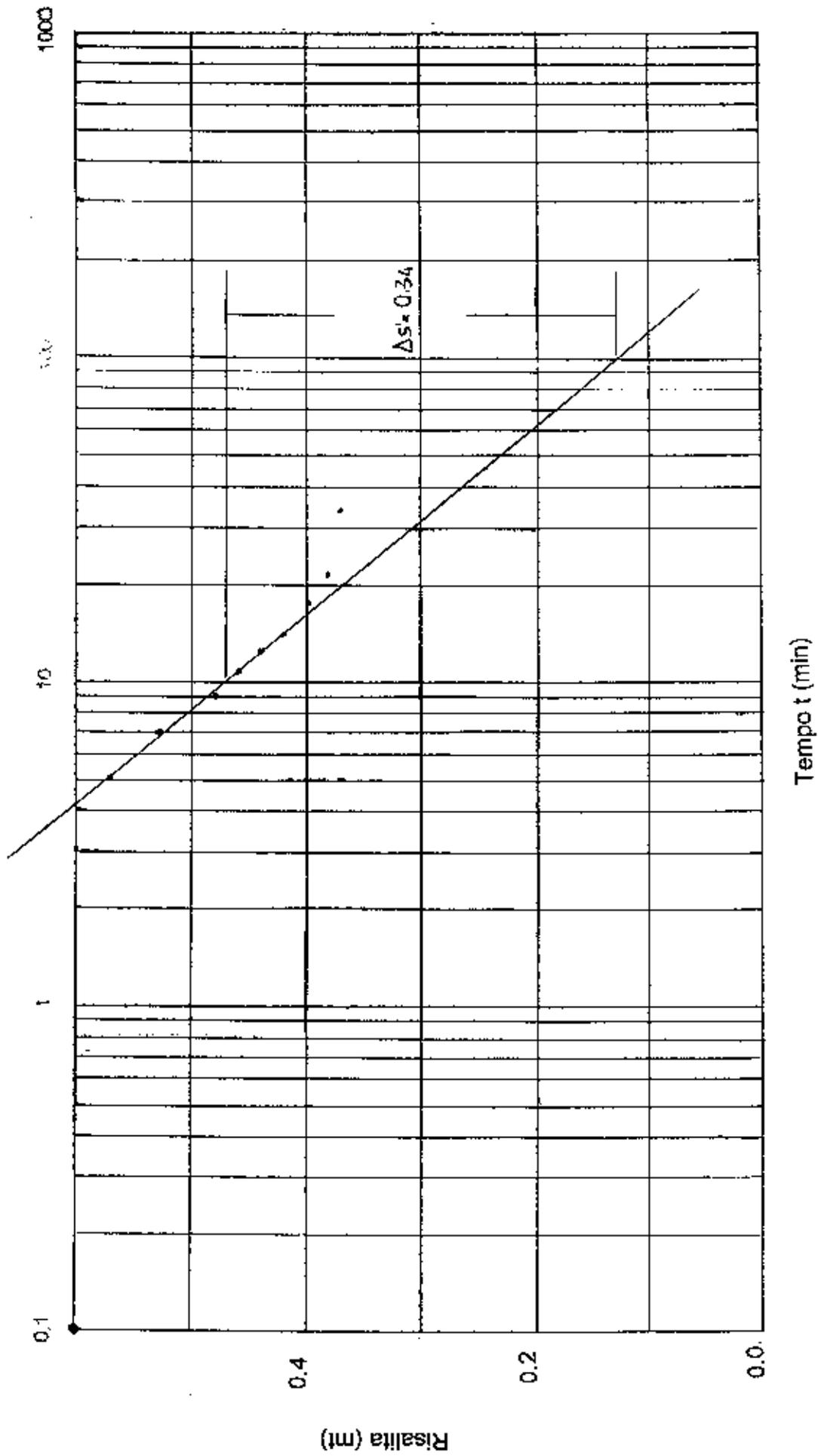
Il valore ricavato con entrambe i metodi sono molto simili e quindi paragonabili.

- COEFFICIENTE DI IMMAGAZZINAMENTO

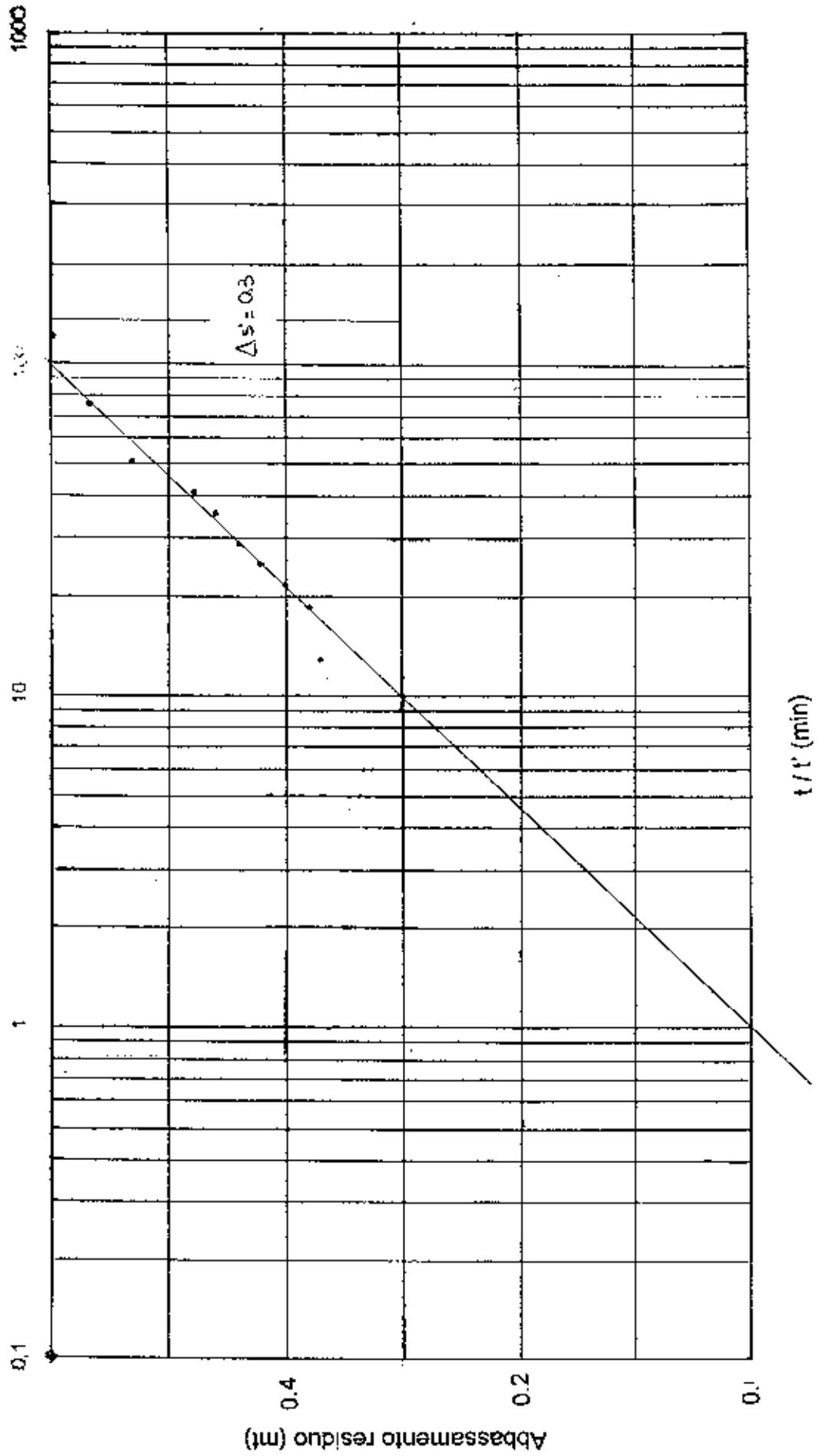
Il coefficiente di immagazzinamento può essere calcolato solamente se durante la prova di portata in pozzo si può usufruire di un altro punto di osservazione (pozzo o piezometro) posti ad adeguata distanza e che ci consentono di osservare l'eventuale variazione del livello dell'acqua.

Nel caso in esame ciò non è stato possibile perché non si avevano a disposizione altri punti di osservazione, ma sapendo che il valore del coefficiente di immagazzinamento è più basso durante la fase di recupero che durante la fase di pompaggio è possibile ricavare il valore di  $S / S'$  ( Potenzialità idrica delle falde – Guido

# DIAGRAMMA RISALITA / TEMPO



# DIAGRAMMA ABBASSAMENTO RESIDUO / (t t')



Chiesa) cioè il rapporto tra il coefficiente che si ha durante la fase di pompaggio ed il coefficiente che si ha durante la fase di risalita.

Tale rapporto è dato da  $S/S' = (t/t')_0$ , dove  $(t/t')_0$  si ricava dall'intersezione del prolungamento della suddetta retta con l'asse delle ascisse ( $s' = 0$ ); si possono avere tre possibilità:

- $S/S' = 1$  la falda è normale
- $S/S' < 1$  la falda è limitata
- $S/S' > 1$  la falda ha una ricarica.

Nel caso in studio, avendo ricavato dal diagramma abbassamento residuo /  $(t/t')$ , di seguito allegato, il valore di  $(t/t')_0 = 1 = S/S'$  possiamo dire di essere in presenza di una falda normale; del resto dalla curva tempo/abbassamento era già stato osservato che dopo tre ore di pompaggio la curva stessa tendeva ad appiattirsi indicando che la ricarica dell'acquifero è pari allo sfruttamento.

Lo stesso grafico è stato utilizzato anche per calcolare un ulteriore valore della trasmissività ed ha fornito un dato in accordo con quelli precedentemente ricavati:

$$T = 0.183 \times ( 51.84 / 0.3 ) = 31.62 \text{ mq/die} = 3.66 \times 10^{-4} \text{ mq/sec}$$

Facendo una media dei tre valori di Trasmissività ottenuti si ha:

$$T = 3.21 \times 10^{-4} \text{ mq/sec.}$$

- RAGGIO D'AZIONE DEL POZZO

In prossimità di un pozzo in profondità si possono distinguere due aree :

- area di richiamo entro la quale le linee di flusso convergono verso il pozzo e quindi concorrono alla sua alimentazione;
- area di diversione entro la quale le linee di flusso vengono deviate e subiscono una deformazione, ma non concorrono all'alimentazione del pozzo ( Inquinamento delle acque sotterranee – Guido Chiesa).

La linea di flusso che delimita queste due zone prende il nome di spartiacque sotterraneo; essa interseca l'asse delle X in un punto detto "punto di stagnazione" in corrispondenza del quale la velocità del flusso è nulla, la tangente alla superficie freatica è orizzontale e il gradiente idraulico è nullo.

L'equazione della linea di spartiacque si ricava da:

$$V_0 = T \times i \quad \text{e} \quad T = KH \quad \text{cioè:}$$

$$-(y/x) = \operatorname{tg} (2\pi T_i / Q) y$$

ponendo  $x \rightarrow \infty$  si ha :  $\operatorname{tg} (2\pi T_i y / Q) = 0$ ; perché ciò si verifichi deve essere  $y = + Q / 2T_i$  e la linea di flusso di che separa le due parti della superficie freatica corrisponde a due rette parallele all'asse delle x e distanti  $\mp Y_r$  da esso e pertanto il fronte di

richiamo ha una lunghezza pari a :  $2Yr = Q / Ti$  e il raggio di azione del pozzo è:

$$R = Q / 4Ti$$

Nel caso specifico considerando:

- una portata di esercizio = 0.6 l/sec
- una Trasmissività media calcolata = 3.21 mq/sec
- un gradiente di 0.45%

$$R = 0.0006 / 4 \times 0.000321 \times 0.45 = 1.03 \text{ mt}$$

Il valore ottenuto sta a confermare che la portata emunta dal pozzo in esame è senza dubbio inferiore alle potenzialità idriche della falda captata.

## **9. CARATTERISTICHE CHIMICHE DELLE ACQUE**

Da un'attenta analisi dei risultati delle analisi chimiche e batteriologiche eseguite su campioni di acqua all'uscita del potabilizzatore e al pozzo si può dedurre quanto segue:

- Per quanto riguarda i caratteri fisici e organolettici relativi ai campioni prelevati all'uscita del potabilizzatore evidenziano dei valori consoni alle caratteristiche richieste dalla normativa vigente. Anche l'analisi microbiologica evidenzia assenza di Coliformi totali e fecali e Streptococchi fecali; la Carica batterica a  $36^{\circ}\pm 1^{\circ}$  e a  $22^{\circ}$  è inferiore ai valori di riferimento.
- Per quanto riguarda i caratteri fisici e organolettici relativi ai campioni prelevati in pozzo non si evidenziano situazioni anomale dal punto di vista microbiologico; solamente il valore relativo all'azoto nitrico ( $\text{NO}_3$ ) risulta leggermente superiore ai valori di riferimento.

## 10. VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO

Le falde idriche sotterranee possono essere soggette ad inquinamento attraverso la comunicazione tra la roccia serbatoio e la superficie.

Viene definita vulnerabilità la predisposizione delle falde idriche sotterranee a subire aggressioni da parte di agenti chimici e fisici che possono mutare le notevoli caratteristiche delle acque di falda.

La protezione delle acque di falda è data dalla presenza in superficie di strati impermeabili e dall'azione filtrante (meccanica e biologica) degli strati di terreno poroso. Tuttavia quando la carica inquinante supera la capacità depurante del terreno si ha l'immissione in falda di agenti inquinanti che, una volta creata una via di comunicazione, rappresenta un fenomeno di estrema gravità per la comunità umana. Il risanamento di una falda acquifera inquinata presenta difficoltà non sempre valutabili e talora diventa impossibile perfino il risanamento. I maggiori fattori inquinanti sono:

- sostanze organiche
- sostanze inorganiche (composti minerali)
- sostanze tensioattive (grassi, olii, schiume)
- sostanze radioattive.

Essi possono essere originati da cause naturali (esondazioni, attività vulcanica, ecc.) o dall'attività umana (scarichi fognanti, rifiuti), agricola (diserbanti, concimi), industriale (effluenti di lavorazione).

Occorre pertanto adottare tutti gli accorgimenti atti ad impedire l'infiltrazione di inquinanti nel sottosuolo per evitare che perforazioni, pozzi od opere ad essi assimilabili per drenaggi ed emungimenti di volumi di acqua, non diventino possibili vie di infiltrazione.

In maniera sintetica sono due i fattori che devono essere considerati nella valutazione del grado di vulnerabilità:

- a) la penetrazione dell'inquinante legata alla litologia, allo spessore e alla permeabilità dei terreni non saturi;
- b) la propagazione dell'inquinante legata alle caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero.

L'analisi della vulnerabilità del sistema idrogeologico oggetto in studio viene effettuata applicando la metodologia DRASTIC (Aller et alii, 1986) messa a punto dall'Agenzia di Protezione Ambientale (EPA), utilizzando i parametri idrogeologici ricavati dall'elaborazione della prova di portata eseguita. Con questo metodo è possibile valutare il rischio di una probabile diffusione in falda dei nitrati che rappresentano l'indice di possibile inquinamento delle acque freatiche.

Si prendono in esame sette componenti:

- Profondità dell'acquifero (D)
- Ricarica dell'acquifero (R)
- Caratteristiche dell'acquifero (A)
- Caratteristiche del suolo (S)

- Topografia (T)
- Caratteristiche del substrato areato (I)
- Conducibilità idraulica (C).

Le intensità delle sette componenti devono essere moltiplicate per un corrispondente valore di peso che varia in funzione dell'importanza quali - quantitativa attribuita ad ogni componente. Tale prodotto rappresenta l'intensità pesata di ogni singolo componente relativo all'acquifero studiato: la somma delle loro diverse intensità pesate permette di ottenere l'indice DRASTIC da paragonare ai corrispondenti gradi di rischio:

<b>Indice DRASTIC</b>	<b>Rischio di inquinamento</b>
26 – 71	Molto basso
72 – 117	Basso
118 – 163	Moderato
164 – 209	Elevato
210 - 256	Molto elevato

#### VALORI DI INTENSITA' PESATA E DELL'INDICE DRASTIC

1) Profondità dell'acquifero: 2 m

Intensità pesata fattore D..... 45

2) Ricarica netta della falda: 497 mm

Intensità pesata fattore R..... 36

3) Mezzo acquifero: complesso sedimentario	
Intensità pesata fattore A.....	15
4) Tipo di suolo: sabbio - limoso	
Intensità pesata fattore S.....	20
5) Inclinaz. Superficie topografica: pianeggiante	
Intensità pesata fattore T.....	27
6) Mezzo zona aerata: complesso sedimentario	
Intensità pesata fattore I.....	20
7) Conducibilità idraulica: $2.13 \times 10^{-5}$ cm/sec	
Intensità pesata fattore C.....	2
<b>INDICE DRASTIC.....</b>	<b>165</b>

La vulnerabilità del sistema geopedologico in esame nei confronti della percolazione dei nitrati risulta del grado di rischio di inquinamento elevato (range: 164 – 209) .

Emerge, però, l'utilità di distinguere nel grado di vulnerabilità di un acquifero la facilità con cui esso può essere raggiunto da un inquinante a partire dalla superficie del suolo e la facilità con cui esso può veicolare l'inquinante stesso una volta che l'abbia raggiunto.

A questo riguardo viene proposta la metodologia secondo la quale si distinguono tre differenti tipi di vulnerabilità degli acquiferi:

1. vulnerabilità verticale
2. vulnerabilità orizzontale

### 3. vulnerabilità complessiva.

#### 1. Vulnerabilità verticale

La vulnerabilità di un acquifero rappresenta la facilità con cui può essere raggiunto da un inquinante immesso dalla superficie del suolo; in questo caso la penetrazione avviene prevalentemente secondo un percorso verticale attraverso la zona non satura.

Così definita la vulnerabilità verticale è legata essenzialmente alla litologia, allo spessore e alla permeabilità della zona non satura; il parametro più adatto a quantificarne il grado è dato dal tempo (teorico) di arrivo di un eventuale inquinante dalla superficie del suolo all'acquifero:

$$t_a = S / V_i$$

dove:  $t_a$  = tempo di arrivo

$S$  = soggiacenza

$V_i$  = velocità di infiltrazione.

Il valore della velocità di infiltrazione media viene valutato in base alla diversa granulometria (da Castany 1968) e ponendo il valore del gradiente idraulico = 1, ipotizzando così delle condizioni estremamente negative.

Vengono così distinte sei classi a vulnerabilità verticale crescente:

Tempo di arrivo	Vulnerabilità verticale
> 20 anni	Molto bassa
20 – 10 anni	Bassa
10 – 1 anno	Media
1 anno – 1 settimana	Alta
1 settimana – 24 ore	Elevata
< 24 ore	Molto elevata

Nel caso in esame avremo:

$$t_a = S / V_i = 2\text{m} / 5 \times 10^{-6} \text{ m/sec} = 400000 \text{ sec} = 4.6 \text{ giorni} = 0.01 \text{ anni}$$

Come era prevedibile, data la superficialità della falda il grado di Vulnerabilità Verticale risulta essere Elevato.

## 2. Vulnerabilità orizzontale

La vulnerabilità orizzontale rappresenta la facilità con cui l'acquifero può diffondere un inquinante che l'abbia raggiunto; in questa fase la propagazione avviene prevalentemente attraverso un percorso orizzontale lungo la direzione di deflusso della falda acquifera.

Uno dei parametri che meglio può quantificarla è data dalla velocità di deflusso delle acque sotterranee, al suo aumentare, infatti, aumenta la velocità di propagazione e diminuisce la capacità di auto depurazione dell'acquifero stesso.

$$V = Ki / me \times 3.15 \times 10^4$$

Dove: V = velocità (Km/anno)

K = conducibilità idraulica (m/sec)

i = gradiente idraulico

me = porosità efficace

Sono state distinte sei classi in base alla velocità di deflusso sotterraneo:

Velocità (Km/anno)	Vulnerabilità orizzontale
< 10 <sup>-3</sup>	Molto bassa
10 <sup>-3</sup> – 10 <sup>-1</sup>	Bassa
10 <sup>-1</sup> – 1	Media
1 – 10	Alta
10 – 10 <sup>2</sup>	Elevata
> 10 <sup>2</sup>	Molto elevata

Nel caso in esame avremo:

$$V = (2.13 \times 10^{-7} \text{ m/sec}) \times (0.45) / 0.2 \times (3.15 \times 10^4) = 1.49 \times 10^{-2} \text{ km/anno}$$

Il grado di vulnerabilità orizzontale risulta essere Basso.

### 3. Vulnerabilità complessiva

Tale vulnerabilità terrà conto sia della eventuale protezione offerta dalla zona non satura sia della facilità con cui l'inquinante può trasmettersi nell'acquifero; sarà direttamente proporzionale alla velocità di deflusso ed inversamente proporzionale al tempo di arrivo di un eventuale inquinante:

$$V_c = V / t_a$$

Dove:  $V_c$  = vulnerabilità complessiva

$V$  = velocità di deflusso delle acque sotterranee (Km/anno)

$t_a$  = tempo di arrivo di un inquinante (anni).

Sono state distinte sei classi:

Velocità di deflusso/tempo di arrivo	Vulnerabilità complessiva
< 10 <sup>-3</sup>	Molto bassa
10 <sup>-3</sup> – 10 <sup>-2</sup>	Bassa
10 <sup>-2</sup> – 10 <sup>-1</sup>	Media
10 <sup>-1</sup> – 10	Alta
10 – 10	Elevata
> 10	Molto elevata

Nel caso in esame avremo:

$$V_c = V / t_a = 1.49 \times 10^{-2} \text{ Km/anno} / 0.01 \text{ anni} = 1.49 \text{ Km/an.2}$$

Il grado di vulnerabilità complessiva risulta Medio.

## **11. DELIMITAZIONE DELLE AREE DI PROTEZIONE**

Le aree di salvaguardia distinguono due fasce di attenzione ristrette all'opera di presa ( zona di tutela assoluta e zona di rispetto) e un'altra più ampia riferita al bacino idrogeologico (zona di protezione).

Come previsto dall'art. 21 del D.L.vo n° 152/99 la zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante la captazione e deve avere un raggio di circa dieci metri e adeguatamente protetta.

La zona di rispetto, secondo un criterio temporale, consiste nel dimensionare un'area sulla base dello spazio percorso dal flusso idrico in un tempo definito detto "tempo di sicurezza"; durante questo percorso si verifica un'attenuazione del carico inquinante e dà la possibilità di disporre di un certo periodo di tempo per progettare e realizzare eventuali interventi di disinquinamento o di approvvigionamento alternativo.

La zona di rispetto viene suddivisa in: ristretta e allargata; la prima comprende l'area invilupata dall'isocrona a 60 giorni e la seconda comprende l'area invilupata dall'isocrona a 180 o 360 giorni. Scegliere l'isocrona a 180 o 360 giorni è funzione del grado di vulnerabilità valutato secondo i parametri idrodinamici dell'acquifero sfruttato e delle sue caratteristiche geologiche generali.

Nel caso in esame sono state definite due aree utilizzando la seguente formula:

$$D = V_m \times t$$

Dove: D = distanza in metri

$V_m$  = velocità di propagazione ( metri/giorno)

t = tempo in giorni

Sono stati ottenuti i seguenti risultati:

$$D = 5.356 \times 60 = \mathbf{321} \text{ metri}$$

e

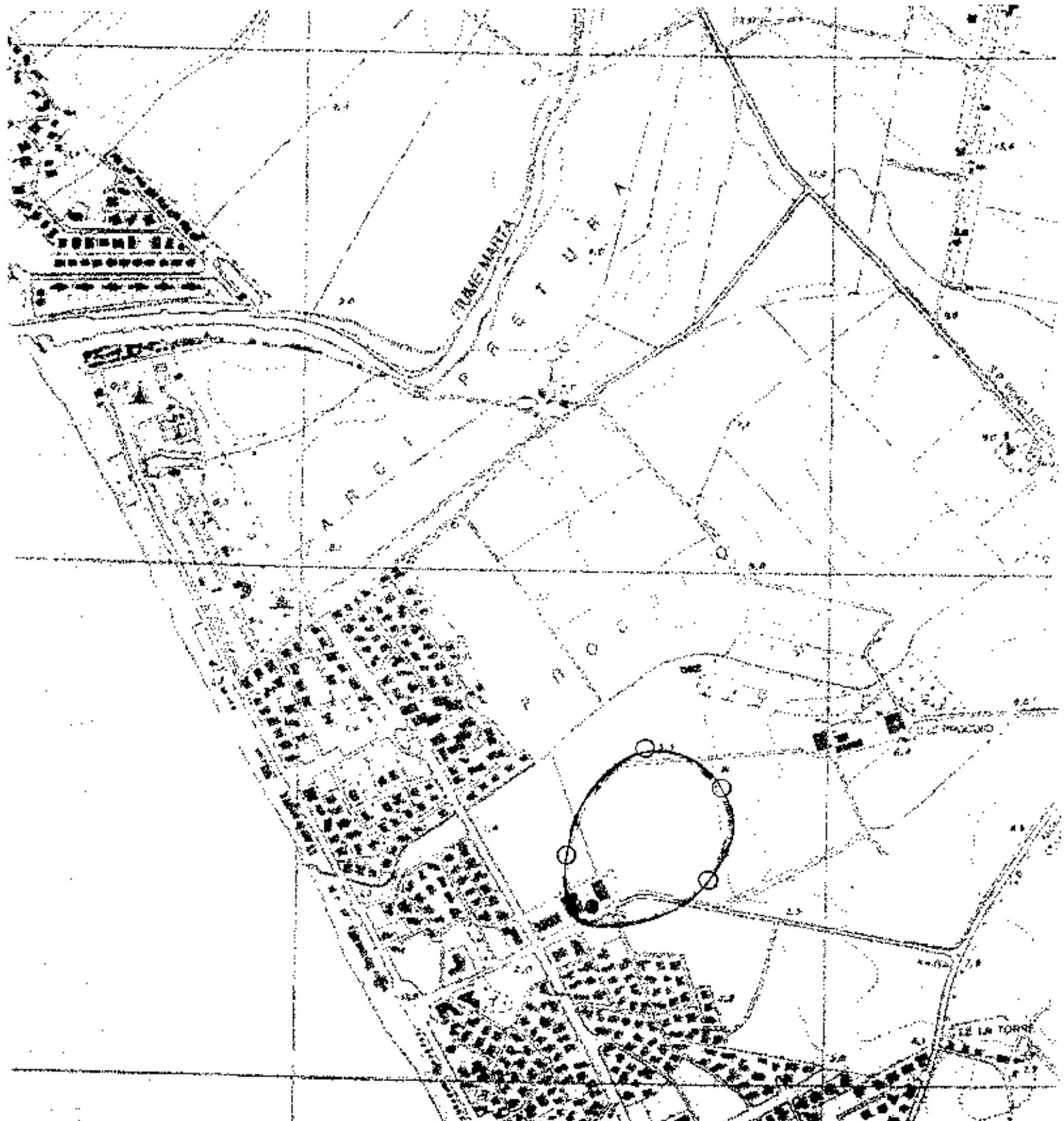
$$D = 5.356 \times 360 = \mathbf{1928} \text{ metri.}$$

Come già relazionato nel paragrafo relativo alla situazione idrogeologica il movimento delle acque sotterranee è circa perpendicolare alla linea di costa ed il flusso procede dall'entroterra verso il mare; si pensa sia quindi opportuno che le aree di protezione individuate non siano dei cerchi concentrici con centro nel pozzo, ma che si estendano maggiormente nella zona a monte

## Legenda

- Limite della zona di rispetto a 60 gg
- Punto di captazione
- Punti di osservazione da realizzare

SCALA 1: 10.000



del punto di captazione che rappresenta il fronte di pericolosità nei confronti di un possibile inquinante.

Come si può osservare all'interno della perimetrazione a 60 giorni sono presenti palazzine di proprietà del Condominio richiedente con i relativi parcheggi asfaltati ed opere di servizio ( fognature).

Per scongiurare il pericolo che eventuali perdite della fognatura possano compromettere la qualità delle acque di falda è già stato provveduto ad eseguire lavori di risanamento della rete fognante; a tal proposito vengono allegate copia di alcuni particolari esecutivi della bonifica dei pozzetti e delle foto relative alle tubazioni messe in opera.

L'area di tutela assoluta, debitamente recintata ed isolata superficialmente, è riportata in pianta in scala 1:200 di seguito allegata.

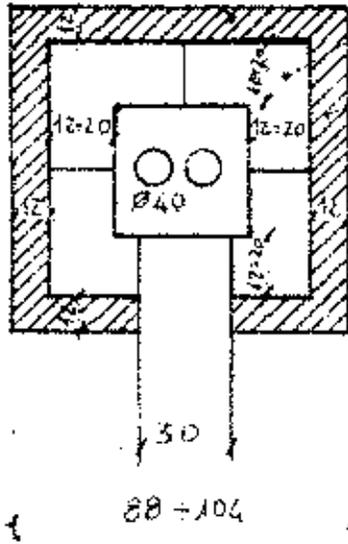
0

CONDominio VIA ANDREA DORIA  
TARQUINIA LIDO

PARTICOLARI ESECUTIVI DELLA  
BONIFICA DI POZZETTI AL PIEDE  
DELLA BOTOLA D'ACCESSO E  
DELLE VENTILAZIONI.



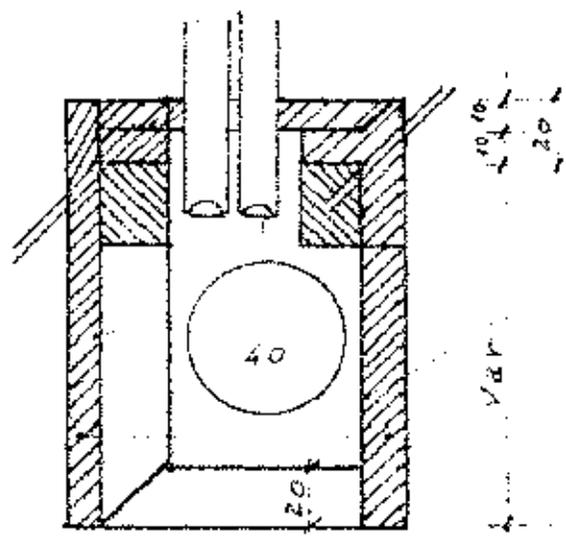
# PIANTA



blocchetti di tufo  
 conglomerato cementizio

# SEZIONE

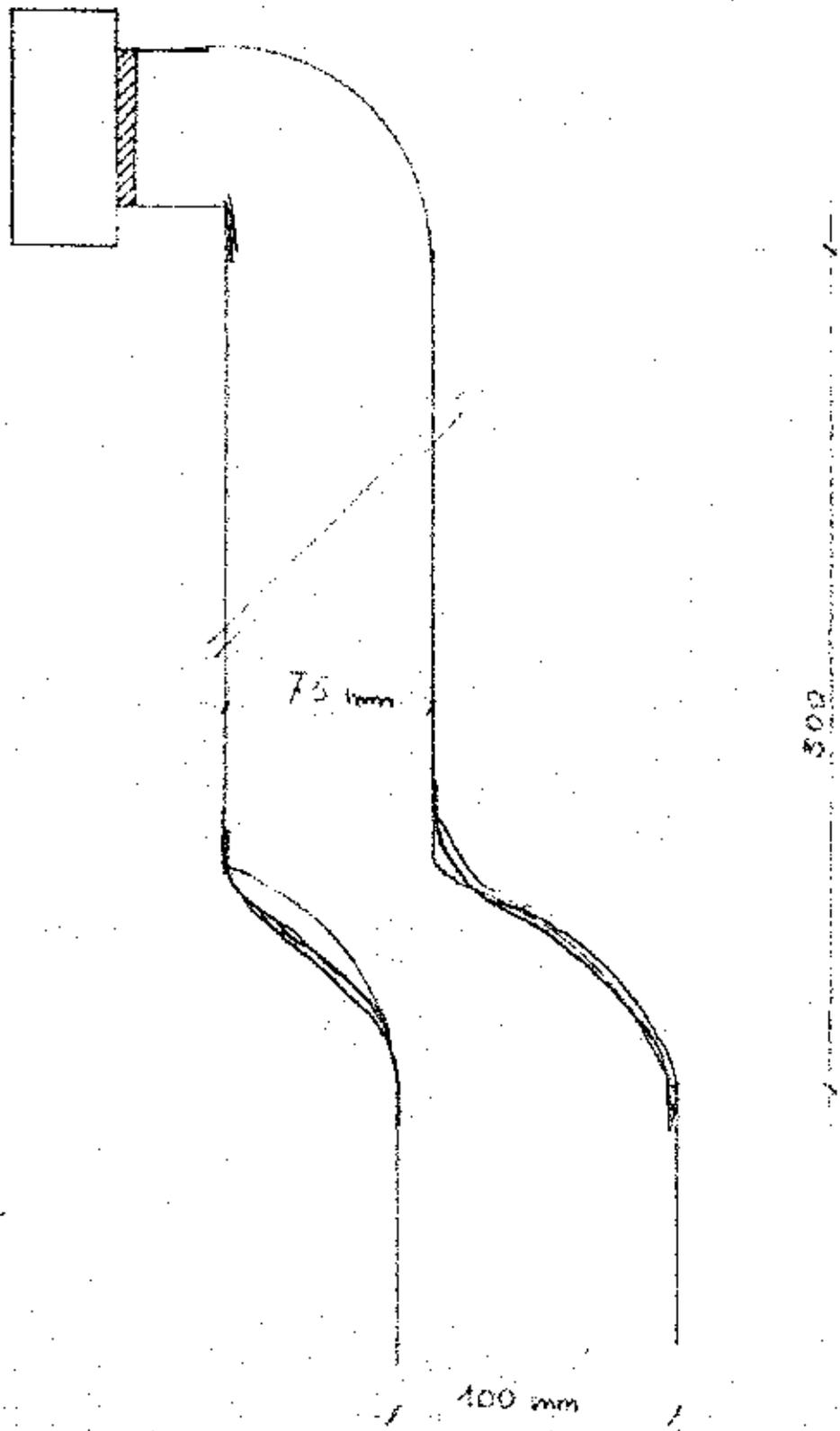
Tubi in plastica di scarico



Rete elettrosaldata  
 $\varnothing 6$  maglia  $6 \times 6$

c.a.

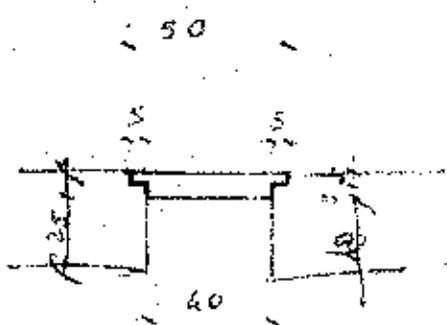
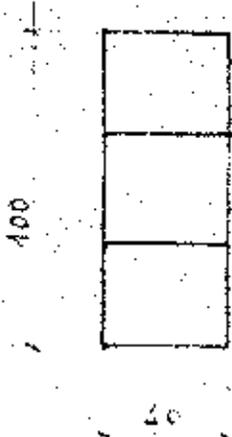
SFIATI



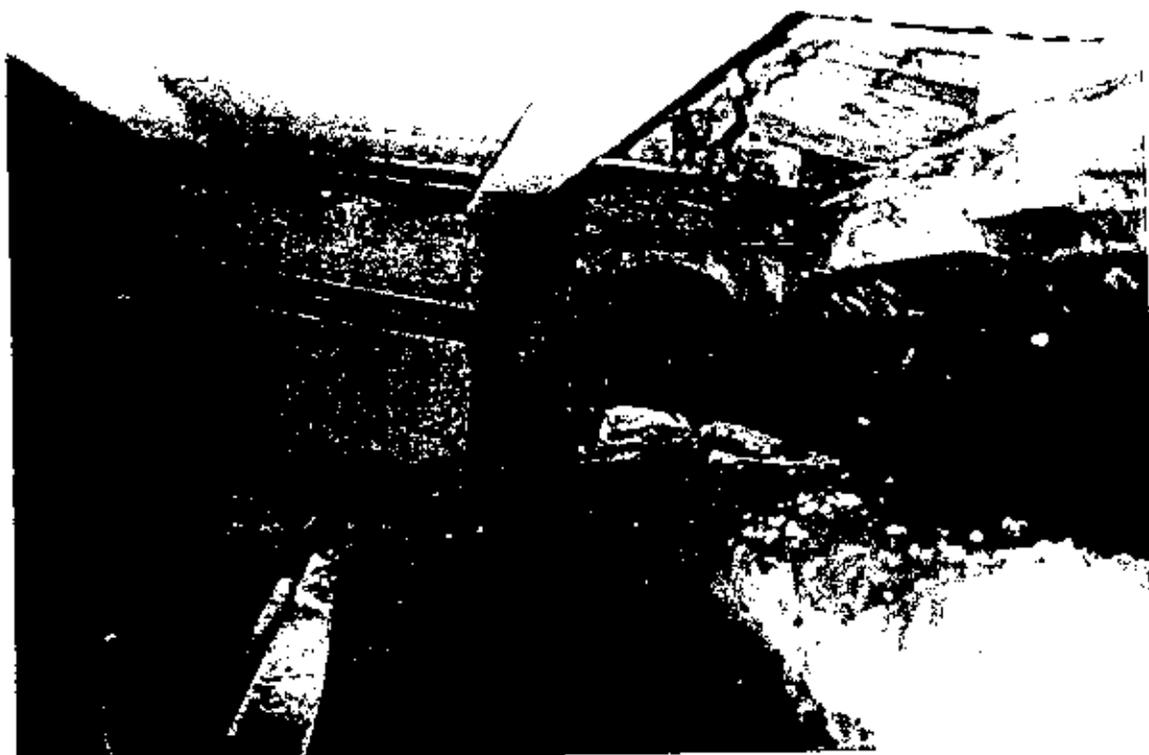
# BOTOLA D'ACCESSO AI POZZETTI AL PIEDE

PIANTA

SEZIONE







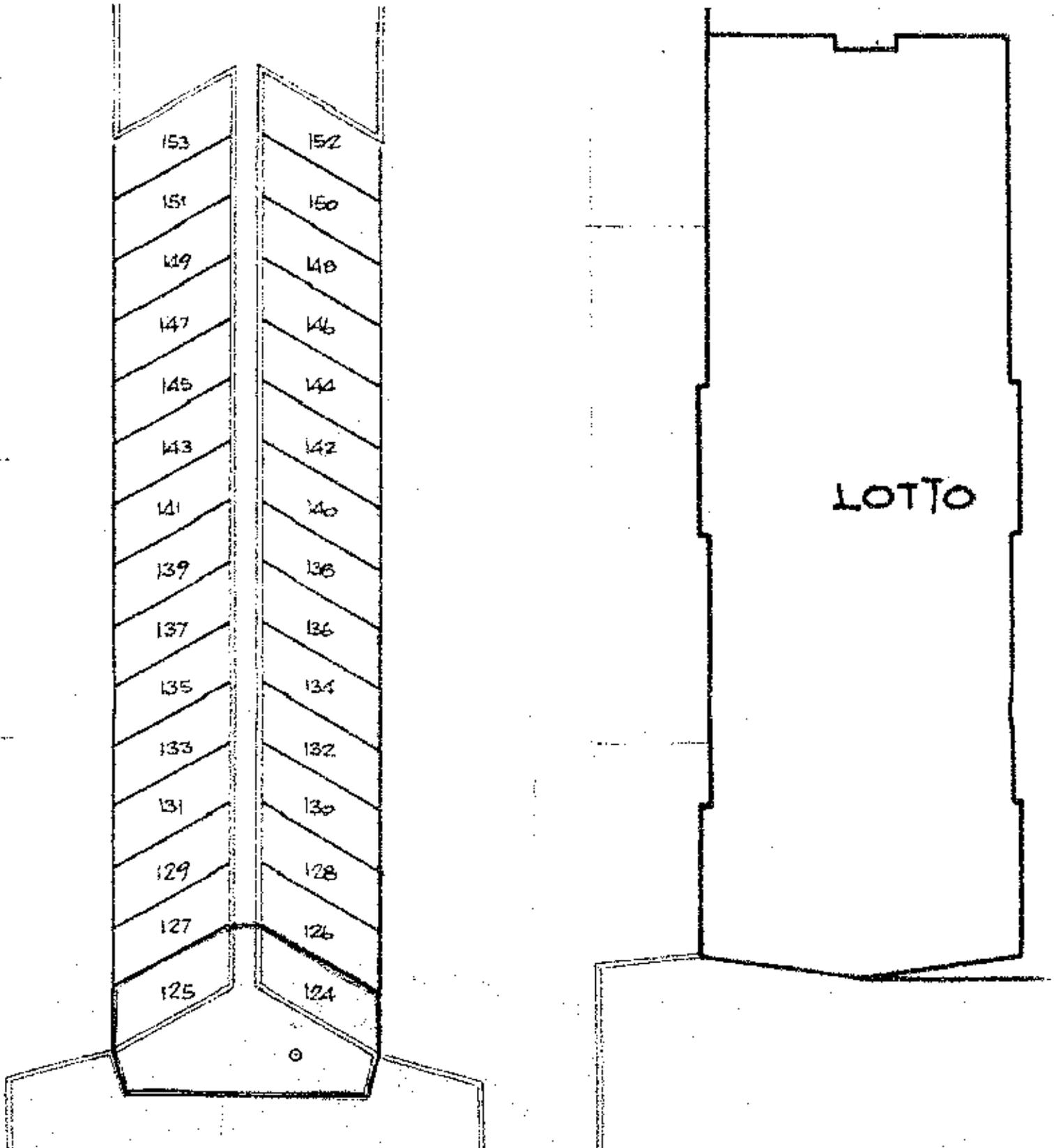




# Legenda

— Limite dell'area di tutela assoluta

SCALA 1: 200



## **12. OPERE DI MONITORAGGIO DELL'ACQUIFERO**

A seguito di quanto esposto nei paragrafi precedenti va evidenziato che la definizione delle aree di rispetto con la limitazione degli utilizzi non risolve completamente il problema della protezione delle opere di captazione idropotabile, ma si limita ad escludere la possibilità che un processo di inquinamento si inneschi all'interno delle aree definite (protezione statica).

La garanzia nei riguardi di processi di inquinamento provenienti dall'esterno delle fasce di rispetto richiede anche la creazione di una rete di monitoraggio disposta lungo il perimetro delle aree definite, sulla quale programmare un periodico controllo della qualità delle acque delle falde interessate dalle opere di captazione (protezione dinamica).

La rete di monitoraggio dovrà essere costituita da un numero adeguato di piezometri di controllo aventi gli elementi finestrati unicamente in corrispondenza dell'acquifero da monitorare e di diametro sufficiente ad eseguire il prelievo periodico dei campioni di acqua da sottoporre a controllo.

Nel caso specifico si ritiene opportuno realizzare n. 4 piezometri di controllo ubicati come da planimetria allegata nel paragrafo precedente.

Periodicamente, con una frequenza di circa n. 4 analisi nell'arco di un anno si provvederà a fare eseguire le analisi chimiche e

batteriologiche di controllo; si consiglia di prelevare i campioni da sottoporre ad analisi come segue: uno durante la stagione estiva, uno alla fine della stagione estiva, uno dopo il periodo delle piogge ed uno nel periodo invernale.

Sarà ovviamente compito del Proprietario dare immediatamente comunicazione alla ASL locale nel caso i risultati ottenuti mettessero in evidenza una qualche situazione anomala.

L'individuazione delle fasce di rispetto dell'opera di captazione e la realizzazione dei punti di monitoraggio rappresentano uno strumento di corretta gestione delle risorse idropotabili perché forniscono sicurezza sia all'utente che al gestore che sa di poter contare sulla disponibilità delle risorse almeno per un tempo commisurato al tempo di sicurezza rappresentato dalle fasce di rispetto.

### **13. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

In considerazione di quanto esposto nei paragrafi precedenti si ritiene che debbano essere eseguite tutte le seguenti opere di protezione:

- innalzamento del casing di almeno 50 centimetri;
- cementazione superficiale;
- realizzazione di un casottino di protezione;
- recinzione dell'area di tutela assoluta;
- realizzazione dei piezometri di monitoraggio dell'acquifero.

Quanto su – elencato a tutela della qualità delle acque dell'acquifero captato.

Comunque attualmente le acque, come evidenziato dai risultati delle analisi chimico – batteriologiche non presentano problemi di inquinamento in atto; del resto i Proprietari hanno già provveduto a bonificare la rete fognante e ad installare un denitrificatore.

Si rimane a disposizione per ulteriori ed eventuali chiarimenti.



The image shows a handwritten signature in black ink over a circular official stamp. The stamp contains the text "UFFICIO TECNICO" at the top, "COMUNE DI SESTO SAN GIOVANNI" around the perimeter, and "10138" at the bottom. The signature appears to be "Eugenio Bianchi".

