



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

Divisione Generazione ed Energy Management  
Unità di Business Termoelettrica Porto Empedocle  
Via Gioeni, 65  
92014 Porto Empedocle (AG)



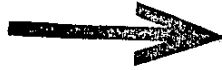
Enel-PRO-29/07/2010-0030937



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e  
del Mare - Direzione Generale Valutazioni Ambientali

E.prot DVA - 2010 - 0019497 del 04/08/2010

Spett.le



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio  
e del Mare

Divisione VI - RIS IPPC  
Via Cristoforo Colombo n. 44  
00147 Roma (RM)  
c.a. dott. **Giuseppe Lo Presti**

e p.c.

Spett.le

ISPRA  
Via Vitaliano Brancati, 47  
00144 Roma (RM)  
c.a. ing. **Alfredo Pini**

ARPA - Sicilia  
Corso Calatafimi, 217-219  
90129 Palermo (PA)  
c.a. ing. **Salvatore Caldara**

ARPA - Sicilia  
Dipartimento Provinciale  
Via Francesco Crispi, 46  
92100 Agrigento (AG)  
c.a. dott. **Giuseppe Maragliano**



Raccomandata A/R

**Oggetto: Decreto AIA ex DSA-DEC-2009-0001913 del 28/12/2009 ENEL Produzione S.p.A  
centrale di Porto Empedocle (AG) - Riunione del 03/05/2010 per l'attuazione del  
Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC) - Suolo, sottosuolo e acque sotterranee.**

Si fa riferimento al fax ISPRA protocollo n° 00223392 del 8/07/2010 (pag. 3) e al punto 15 del verbale della riunione in oggetto per trasmettere, la proposta motivata del posizionamento di n° 4 piezometri per il monitoraggio della falda idrica sotterranea defluente in corrispondenza dell'area occupata dalla centrale.

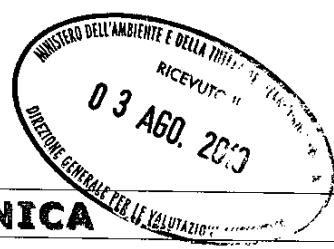
Disponibili per eventuali ulteriori informazioni e integrazioni, si porgono distinti saluti.

**Ignazio Mancuso  
RESPONSABILE UB PORTO  
EMPEDOCLE**

Il presente documento costituisce una riproduzione integra e fedele dell'originale informatico, sottoscritto con firma digitale, disponibile a richiesta presso l'Unità emittente. La riproduzione su supporto cartaceo è effettuata da Enel Servizi.

Porto Empedocle lì, 29.07.2010  
ID: 5646416

**PROPOSTA  
DI  
UBICAZIONE  
DEI PUNTI DI MONITORAGGIO  
DELLA FALDA IDRICA SOTTERRANEA**



**RELAZIONE TECNICA**

**Committente:  
ENEL PRODUZIONE S.P.A.**

**Sito:  
Centrale Elettrica di Porto Empedocle (AG)**

Data	Rev	Redatto	Controllato e approvato
Luglio 2010	00	 Dott. Geol. D'ANGELO MAURIZIO N. 1807 ORDINE REGIONALE DEI GEOL. DELLA SICILIA	 DOTTOR GIUSEPPE ZAFFINO N. 046827 ORDINE NAZIONALE DEI BIOLOGI ABO PROFESSIONALE
		(Dott. Geol. Maurizio D'Angelo)	(Dott. Giuseppe Zaffino)

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>4</b>
2.1	GEOMORFOLOGIA E LINEAMENTI TETTONICO-STRUTTURALI	4
2.2	ASSETTO GEOLOGICO	5
2.2.1	<i>Depositi costieri</i>	6
2.2.2	<i>Terrazzi marini</i>	6
2.2.3	<i>Formazione di Monte Narbone</i>	6
2.2.4	<i>"Trubi": calcari marnosi biancastri</i>	6
2.2.5	<i>Depositi evaporitici: Arenazzolo e Gessi di Pasquasia</i>	7
2.2.6	<i>Situazione locale</i>	7
2.3	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	8
2.3.1	<i>Acquiferi nei depositi evaporitici</i>	8
2.3.2	<i>Acquiferi nei depositi costieri e nei terrazzi marini</i>	9
2.3.3	<i>Acquifero nei trubi</i>	9
2.3.4	<i>Complessi a permeabilità bassa</i>	9
2.4	CONSIDERAZIONI SULLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI	9
2.4.1	<i>Acquiferi a vulnerabilità elevata</i>	9
2.4.2	<i>Acquiferi a vulnerabilità media</i>	9
2.4.3	<i>Complessi a vulnerabilità bassa</i>	10
<b>3</b>	<b>PROPOSTA DI UBICAZIONE DEI PIEZOMETRI</b>	<b>11</b>
3.1	CRITERI ADOTTATI PER LA DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	11
3.2	PROPOSTA DI INSTALLAZIONE DEI PIEZOMETRI	11
<b>APPENDICE</b>	<b>CARTOGRAFICA</b>	<b>15</b>
Tav. 1	<i>Corografia – scala 1:10.000</i>	
Tav. 2	<i>Carta geologica – scala 1:10.000</i>	
Tav. 3	<i>Carta idrogeologica – scala 1:10.000</i>	
Tav. 4	<i>Planimetria con ubicazione piezometri – scala 1:800</i>	

## **1 PREMESSA**

La presente relazione illustra la proposta di ubicazione dei piezometri previsti per l'attuazione del piano di Monitoraggio della falda idrica sotterranea defluente in corrispondenza dell'area occupata dalla Centrale ENEL di Porto Empedocle (AG), previsto dal Decreto di Autorizzazione Integrata Ambientale della Centrale di Porto Empedocle exDSA-DEC-2009-0001913 del 28/12/2009.

La proposta formulata deriva dall'inquadramento territoriale dell'area e dallo studio geomorfologico del sito.

Sono, inoltre, riportate le metodologie adottate per l'installazione dei punti di monitoraggio.

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La Centrale ENEL di Porto Empedocle occupa un'area di circa 35.000 m<sup>2</sup> ed è situata in riva al mare, immediatamente ad Ovest dell'area portuale di Porto Empedocle. Dal punto di vista cartografico ricade nella Carta Tecnica Regionale n. 636110 edita in scala 1:10.000.



**Fig. 1** Immagine satellitare dell'area in esame; la Centrale ricade nel settore centro-meridionale

L'impianto termoelettrico risale ai primi anni sessanta e la sua ubicazione è stata scelta per motivi logistici, vista la vicinanza di un importante approdo costiero commerciale e industriale.

### 2.1 GEOMORFOLOGIA E LINEAMENTI TETTONICO-STRUTTURALI

L'insediamento sorge su un rilevato di spessore variabile (nell'ordine dei metri) ricadente sopra i sedimenti di spiaggia, presenti in prossimità del mare, e sul substrato roccioso affiorante procedendo verso monte, che regola la naturale morfologia della fascia litoranea locale, costituita da un sottile strato di sedimenti di spiaggia di età quaternaria, in facies sabbiosa, che ricoprono le formazioni plioceniche, affioranti immediatamente più a monte e degradanti verso il mare con pendii modellati dall'erosione marina e dalle sue oscillazioni del livello del mare.

In merito alla presenza di strutture tettoniche (faglie), nelle vicinanze del sito in oggetto, come riportato nel successivo § 2.2.6, in corrispondenza della linea di costa l'assetto geologico, riscontrato dai sondaggi effettuati in passato sul sito in oggetto, farebbe propendere per la presenza di una discontinuità con orientamento NO-SE che avrebbe ribassato la serie pliocenica, portando in contatto laterale il Pliocene superiore (Formazione di Monte Narbone) con quello inferiore (Trubi). Tale struttura sarebbe mascherata dalla copertura dei depositi di spiaggia (cfr. Tav. 2 in appendice).

## **2.2 ASSETTO GEOLOGICO**

L'area d'interesse ricade nell'ambito geologico della porzione centro-meridionale della Sicilia, costituita da un frammento di catena caratterizzata da diverse falde tettoniche impilate, derivanti dalla deformazione dei domini paleogeografici Imerese, Trapanese, Sicano e Saccense. Tali domini costituivano, durante il Mesozoico-Paleogene, il margine continentale siciliano e, a partire dal Miocene inferiore e fino al Pleistocene, hanno subito processi di deformazione tettonica di tipo compressivo. Le Unità tettoniche derivanti da tali domini sono mascherate, nel settore in esame, dalla presenza di coperture postorogene di natura terrigeno-evaporitica, a loro volta ricoperte, in modo discontinuo e con spessori variabili, da coltri detritiche recenti di origine alluvionale, eluviale e colluviale, distribuite in funzione dell'assetto morfologico locale e degli agenti geomorfologici attivi.

I litotipi affioranti nell'area in studio, tutti di origine sedimentaria, sono riconducibili alle coperture postorogene di cui sopra, rappresentate, nell'area in esame, dalle successioni terrigeno-evaporitiche, ricoperte dai depositi di spiaggia in corrispondenza della fascia litoranea.

L'assetto stratigrafico dei litotipi affioranti può essere schematicamente riassunto come segue, effettuando la descrizione degli stessi litotipi dalle formazioni più recenti a quelle più antiche (cfr. Tav. 2 in Appendice):

- a) Depositi costieri – Recente;
- b) Terrazzi marini – Pleistocene;
- c) “Formazione di Monte Narbone” : Argille e argille marnose - Pliocene med.-sup.;
- d) “Trubi”: Calcari marnosi biancastri – Pliocene inf.;
- e) Depositi evaporitici: gessi macrocristallini e argille siltoso-micacee – Messiniano;

### **2.2.1 Depositi costieri**

Sono presenti lungo la fascia litoranea con spessori nell'ordine dei metri. Sono costituite da materiali vari per granulometria e litologia. Trattasi di sabbia prevalenti e ghiaie di varie dimensioni e forma, soggetti a classamenti indotti dai moti ondosi di risacca.

Su di essi ricade il sito di interesse, in corrispondenza del quale il substrato è costituito dai calcari marnosi (Trubi).

### **2.2.2 Terrazzi marini**

Sono presenti nella zona sovrastante la fascia litoranea e si riferiscono a spianate di abrasione marina di tipo trasgressivo con deposizione di materiali costituiti da sabbie giallastre a cementazione variabile, a luoghi particolarmente limose, spesso intervallate da strati conglomeratici con ciottoli eterogenei ed eterometrici. I terrazzi sono stati rilevati a varie quote e, in genere, ricoprono in discordanza i Trubi e i terreni argillosi della Formazione Monte Narbone.

Le unità affioranti sono ricoperte, in modo discontinuo e con spessori variabili, da coltri detritiche recenti di origine alluvionale, eluviale e colluviale, distribuiti in funzione dell'assetto morfologico e degli agenti geomorfologici.

Gli spessori sono nell'ordine dei metri.

### **2.2.3 Formazione di Monte Narbone**

La Formazione di Monte Narbone è composta da marne grigio-azzurre omogenee a frattura concoide passanti verso l'alto a sedimenti sempre più argillosi; a volte le argille si presentano siltose o sabbiose. Lo spessore della formazione è stimato in 80+100 m.

Affiora in limitati lembi nelle porzioni occidentali e settentrionali dell'area cartografata, oltre a costituire il substrato dei depositi costieri, in corrispondenza del sito in esame.

### **2.2.4 "Trubi": calcari marnosi biancastri**

Si tratta di calcari marnosi e marne di colore biancastro, stratificati, a foraminiferi planctonici, con spesse ma irregolari intercalazioni di brecce argillose. Gli strati calcarei si presentano fortemente fratturati in superficie, in direzione ortogonale ai piani di stratificazione.

Si rinvencono in posizione stratigraficamente sovrastante ai depositi evaporitici, ed affiorano, con notevole estensione, nell'area cartografata, lungo l'allineamento costiero.

### **2.2.5 Depositi evaporitici: Arenazzolo e Gessi di Pasquasia**

Si tratta dei prodotti sedimentari tipici della cosiddetta "crisi di salinità" messiniana, qui rappresentati da affioramenti delle evaporiti superiori a carattere gessoso-marnose ("Gessi di Pasquasia"), costituite da gessi straterellati a grossi cristalli e saccaroidi, con intercalazioni argilloso-marnose ("Arenazzolo"). Localmente l'Arenazzolo può presentarsi come una calcarenite arenacea grossolana, poco cementata e bianco-verdastra, con strutture sedimentarie trattive a piccola scala. Alle arenarie si intercalano irregolarmente livelli argillosi. Il suo spessore, misurato fino a qualche decina di metri, mostra notevoli variazioni laterali.

L'ambiente deposizionale dell'unità viene attualmente interpretato come non marino e poco profondo sulla base della microfauna autoctona. L'Arenazzolo registra la fase finale della crisi di salinità del Messiniano e testimonia la riattivazione di apporti terrigeni nei bacini caratterizzati in precedenza da sedimentazione prevalentemente evaporitica.

Nell'area cartografata si riscontra la presenza di tali formazioni nel settore occidentale in corrispondenza del rilievo di Monte Crasto, topograficamente sovrapposti ai Trubi a causa di un rovesciamento dell'assetto stratigrafico.

### **2.2.6 Situazione locale**

In occasione della realizzazione della Centrale, negli anni '60 sono state effettuate delle indagini geognostiche che, tramite l'esecuzione di n. 4 sondaggi spinti sino a 40 m di profondità da p.c., hanno condotto alla acquisizione diretta di dati sulle caratteristiche del sottosuolo.

L'ubicazione dei quattro sondaggi ricadeva in corrispondenza della linea di bagnasciuga, interessando un fronte di 120 m lineari, con intervallo tra uno a l'altro di circa 40 m.

La situazione stratigrafica evidenziata è caratterizzata dalla seguente situazione media:

- ⇒ da m 0,00 a m 2,60: sabbia finissima
- ⇒ da m 2,60 a m 40,40: marne argillose grigio-biancastre

Le marne argillose costituiscono un substrato continuo degradante verso il mare e sono associabili alla Formazione di Monte Narbone. Conseguentemente sarebbe il caso di considerare la presenza di una struttura tettonica di ribassamento proprio in corrispondenza della base della scarpata che delinea la costa, con andamento NO-SE (cfr. Tav. 2 in appendice).



## 2.3 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

In relazione alle condizioni stratigrafico-strutturali prima descritte, il territorio in esame risulta caratterizzato da condizioni idrogeologiche non tanto facilmente interpretabili, che si traducono in una distribuzione disomogenea delle risorse idriche sotterranee, dal momento che i terreni affioranti presentano sostanziali differenze di comportamento nei confronti dell'infiltrazione delle acque meteoriche e della circolazione idrica al loro interno, in dipendenza della dimensione e distribuzione granulometrica dei sedimenti e dell'assetto litologico e strutturale che li caratterizza.

Nell'area in esame si riscontrano in parte i depositi evaporitici, caratterizzati da permeabilità elevata, in parte i trubi, caratterizzati da permeabilità medio bassa, oltre che le marne argillose con scarse caratteristiche di permeabilità.

Le condizioni di permeabilità dei terreni presenti possono essere schematicamente così riassunte (*cf. Tav. 3 in Appendice*):

- a) Litotipi a permeabilità elevata per fessurazione e carsismo: complesso idrogeologico dei gessi;
- b) Litotipi a permeabilità elevata per porosità: complesso idrogeologico dei depositi costieri;
- c) Litotipi a permeabilità medio bassa per fessurazione e per porosità: complesso idrogeologico dei trubi e dei terrazzi marini;
- d) Litotipi a permeabilità bassa: complesso idrogeologico delle argille, delle marne e delle sabbie argillose;

In base a tali caratteristiche e tenuto conto della giacitura e della geometria delle varie unità litostratigrafiche, nel territorio in questione si riconoscono acquiferi con potenzialità differenti.

La circolazione idrica sotterranea è regolata, soprattutto negli acquiferi a permeabilità secondaria, dall'andamento degli strati e delle fratture. In generale nell'area in esame la direzione di deflusso preferenziale assume orientamenti variabili tra N-S e NNE-SSO.

### 2.3.1 Acquiferi nei depositi evaporitici

La circolazione idrica all'interno dei gessi è piuttosto attiva, in stretta dipendenza con la loro estensione, lo spessore e la giacitura, oltre alla alta permeabilità per porosità, amplificata localmente dal grado di fessurazione e da accenni di dissoluzione carsica. Tuttavia rappresentano in questa sede acquiferi di scarso interesse, in conseguenza della limitata estensione in affioramento e dei modesti spessori.

### **2.3.2 Acquiferi nei depositi costieri e nei terrazzi marini**

Tali acquiferi sono caratterizzati da un grado elevato di permeabilità per porosità, seppure variabile in relazione alla granulometria, la quale favorisce l'infiltrazione delle acque di precipitazione meteorica e di deflusso superficiale. È pertanto sede di un'attiva circolazione idrica che comporta un rapido trasferimento di queste acque verso il recapito naturale ossia il mare.

Il substrato di questo acquifero, nell'area di interesse, è costituito dalle marne argillose caratterizzate da permeabilità bassa.

### **2.3.3 Acquifero nei trubi**

Tale acquifero, che include anche i terrazzi marini, è caratterizzato da un grado medio-basso di permeabilità, variabile in funzione all'entità ed alla distribuzione della fatturazione dell'ammasso roccioso.

### **2.3.4 Complessi a permeabilità bassa**

Sono rappresentati dalle litologie nelle quali si verifica una circolazione idrica praticamente trascurabile, e che per tali caratteristiche fungono da tetto alle falde acquifere sottostanti. In questa categoria si identificano tutte le facies costituite da una frazione argillosa prevalente; in particolare esse sono rappresentate dalle argille e sabbie dell'Arenazzolo e dalle argille marnose della Formazione di Mt. Narbone.

## **2.4 CONSIDERAZIONI SULLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI**

La valutazione della vulnerabilità naturale o intrinseca degli acquiferi all'inquinamento in questa sede, è basata sui dati qualitativi geologici e idrogeologici in precedenza evidenziati.

### **2.4.1 Acquiferi a vulnerabilità elevata**

Nei depositi costieri e nei terrazzi marini si ha una vulnerabilità definibile come elevata in relazione alla permeabilità elevata di questi ed alla condizione di interscambio tra acque di deflusso superficiale ed acque sotterranee.

### **2.4.2 Acquiferi a vulnerabilità media**

Nei depositi evaporitici la vulnerabilità è elevata nelle aree di affioramento dei gessi, altamente permeabili per la loro fessurazione. Tuttavia la loro condizione di acquiferi di scarsa importanza nel settore in esame, dovuta alle caratteristiche di circolazione idrica

localizzata in livelli o reti acquifere di estensione generalmente ridotta, concorrono a limitarne il grado di vulnerabilità, che nel complesso può essere definito medio.

#### **2.4.3 Complessi a vulnerabilità bassa**

Si tratta di terreni riconducibili a complessi sedimentari rappresentati dalle alternanze di calcari e calcari marnosi (Trubi) e dalle argille e marne argillose di età tortoniana. Le caratteristiche di scarsa permeabilità danno luogo ad una circolazione idrica molto limitata, per cui il relativo grado di vulnerabilità può essere definito basso - bassissimo o nullo.

### **3 PROPOSTA DI UBICAZIONE DEI PIEZOMETRI**

In questa sezione si provvede ad effettuare la descrizione dei criteri adottati per la definizione dei punti di monitoraggio e delle modalità di installazione dei piezometri.

#### **3.1 CRITERI ADOTTATI PER LA DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO**

I punti su cui focalizzare il monitoraggio sono:

- a) l'eventuale presenza di contaminazione nella matrice acquosa (acque sotterranee) riscontrabile nell'immediato sottosuolo del sito, a una quota assoluta di circa 1+2 m s.l.m.;
- b) la ricostruzione delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche dell'area al fine di sviluppare il modello concettuale del sito.

#### **3.2 PROPOSTA DI INSTALLAZIONE DEI PIEZOMETRI**

Sulla base delle linee guide della vigente normativa in materia si propone di realizzare n° 4 sondaggi verticali da attrezzare a piezometri per il monitoraggio delle acque sotterranee, la cui ubicazione di massima è indicata nella Tavola 4 in Appendice, posti uno idrogeologicamente a monte (MW1) e tre a valle (MW2, MW3 e MW4), in corrispondenza del settore fronte mare dello stabilimento.

Il criterio di ubicazione è stato il seguente:

- ⇒ MW1: posto idrogeologicamente a monte dello stabilimento, pertanto, dovrebbe monitorare la qualità delle acque sotterranee in ingresso all'area in esame;
- ⇒ MW2: posto idrogeologicamente a valle dello stabilimento, in corrispondenza di potenziali sorgenti di rilascio di contaminanti quali sono i serbatoi (K1 e K2) di olio combustibile denso (OCD);
- ⇒ MW3: posto idrogeologicamente a valle dello stabilimento, in corrispondenza di potenziali sorgenti di rilascio di contaminanti quali sono la caldaia 1, il deposito gasolio e la vasca di decantazione olio;
- ⇒ MW4: posto idrogeologicamente a valle dello stabilimento, in corrispondenza di potenziali sorgenti di rilascio di contaminanti quali sono la caldaia 2, impianto di stoccaggio acido e soda e area deposito rifiuti.

L'ubicazione di dettaglio dei punti di indagine sarà effettuata in campo tenendo conto degli aspetti legati all'accessibilità dei luoghi, alla sicurezza, alla presenza di strutture e sottoservizi interrati.

I sondaggi interesseranno la successione stratigrafica comprendente i terreni superficiali di riporto, la formazione dei depositi delle alluvioni, la formazione delle argille marnose, fino ad una profondità media indicativa di 10 metri.

#### **Modalità operative**

Vengono riportate di seguito le modalità operative adottate per l'esecuzione dei sondaggi geognostici. Per la stesura del presente documento ci si è avvalsi tra gli altri dei trattati elaborati dalla Commissione AGI per la Normativa Geotecnica "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" nonché da quello derivato "Modalità Tecnologiche e Norme di misurazione e contabilizzazione per l'esecuzione di lavori di indagini Geognostiche" redatto dall'ANISIG, ai quali si rimanda per eventuali ulteriori caratterizzazioni delle indagini stesse.

Al fine di limitare i rischi derivanti dalle operazioni di perforazione sull'impianto in relazione a strutture interrate, si prevede la consultazione del personale tecnico della committente presente sul sito per il posizionamento dei sondaggi. I dati ottenuti dal coordinamento sono utilizzati per discriminare quali tra i punti di sondaggio previsti necessitano l'esecuzione, prima della perforazione, di uno scavo esplorativo a mezzo di mini escavatore cingolato per evitare danni a strutture interrate.

Di seguito si illustrano le specifiche tecniche applicate nella perforazione dei sondaggi.

#### **Modalità di perforazione dei sondaggi**

Le perforazioni saranno realizzate a carotaggio continuo, a secco, con diametro del carotiere pari a 101 mm e diametro minimo del rivestimento 127 mm, con alesaggio sino a 178 per l'installazione dei piezometri, sino alle profondità indicate in precedenza.

Le percentuali di recupero del carotaggio saranno superiori al 90% nei terreni coesivi e non inferiori al 75 % nei materiali sciolti. Ove il carotaggio non dovesse fornire le percentuali di recupero richieste, sarà modificato il tipo di carotiere e messi in atto tutti gli accorgimenti necessari al rispetto degli standard richiesti.

Le carote di terreno estratte saranno conservate in apposite cassette catalogatrici, suddivise in cinque scomparti da un metro, sulle quali verrà riportato il nome dell'area omogenea, la sigla del sondaggio e l'intervallo di perforazione corrispondente. Le cassette verranno in seguito fotografate, con l'indicazione della localizzazione, il nome del cantiere

e l'intervallo di perforazione corrispondente, e conservate in ambiente coperto.

### **Logs di perforazione**

Per ogni perforazione il tecnico presente alle operazioni provvederà ad annotare la descrizione del materiale recuperato, indicando colore, composizione litologica, dettagli sulle attrezzature di perforazione, presenza della falda durante la fase di perforazione.

Al termine delle attività di cantiere viene redatta una stratigrafia riassuntiva, a cura di un geologo, basata sull'esame diretto delle carote e sulla raccolta di tutte le informazioni ottenute durante la perforazione, che farà parte integrante della documentazione tecnica di reporting. La descrizione dei terreni attraversati dovrà riportare:

- Colore;
- Caratteristiche litologiche;
- Caratteristiche di consistenza;
- Presenza di sostanze organiche come resti vegetali e legno;
- Presenza di colorazioni anomale;
- Presenza di sostanze inquinanti (determinazione visivo-olfattiva).

### **Decontaminazione delle attrezzature di perforazione**

Al fine di evitare la diffusione di eventuale contaminazione nell'ambiente circostante e nella matrice ambientale perforata e campionata (*cross-contamination*), si prevede di:

- Controllare l'assenza di perdite di oli, lubrificanti e altre sostanze dai macchinari, dagli impianti e da tutte le attrezzature utilizzate durante il campionamento;
- Effettuare il lavaggio di aste e carotieri al termine di ogni sondaggio, con idropulitrice a vapore, al fine di evitare la produzione di eccessive quantità di fluidi di lavaggio;
- In tutte le operazioni di decontaminazione sarà utilizzata acqua non contaminata (potabile);
- Qualora alcuni utensili non possano essere decontaminati per la presenza di superfici non facilmente pulibili (funi, guanti) questi dovranno essere eliminati al termine di ogni trivellazione;
- Nel maneggiare le attrezzature di campionamento saranno utilizzati guanti monouso.

### **Realizzazione dei piezometri di monitoraggio**

La messa in opera di piezometri per il controllo delle acque sotterranee viene effettuata dopo l'esecuzione delle perforazioni secondo le specifiche tecniche riportate sopra, completando i sondaggi tramite l'installazione di un tubo aperto in PVC microfessurato in corrispondenza della zona satura e della frangia capillare (tra -1 m e -10 m) e cieco nel tratto soprastante (tra 0 m e -1 m), con diametro di 4". In corrispondenza del tratto fessurato viene costituito un dreno con ghiaia lavata, naturalmente arrotondata, nello spazio anulare compreso tra il tubo ed il perforo; lo spessore del dreno, piuttosto che la granulometria del materiale utilizzato, può variare a seconda delle caratteristiche granulometriche dell'acquifero, al fine di potere garantire un corretto sviluppo del piezometro e di impedire l'ingresso di particelle di frazione fine all'interno del piezometro stesso. Il tratto cieco viene isolato con tappo di bentonite in pellets e riempito con malta cementizia. A protezione della testa di pozzo del piezometro viene collocato un chiusino carrabile; a bocca pozzo si provvede a contrassegnare un riferimento per il posizionamento topografico (preferibilmente in corrispondenza del Nord).

I piezometri vengono installati in modo da poter monitorare la qualità delle acque sotterranee in ingresso e in uscita dallo stabilimento, rispetto alla direzione del flusso idraulico sotterraneo. Lo sviluppo del piezometro avviene mediante elettropompa sommersa sino a completa chiarificazione delle acque e comunque per un tempo non inferiore al ricambio di tre/cinque volumi di acqua all'interno del piezometro.

Le acque prelevate in fase di spurgo dovranno essere raccolte in apposite cisterne di capacità minima di 1000 lt. Tali cisterne dovranno essere immediatamente svuotate e le acque smaltite ai sensi della normativa vigente, previa caratterizzazione analitica.

Sui piezometri potrà essere eseguita, eventualmente, una battuta topografica al fine di determinare la quota di boccapozzo, per la definizione della direzione di flusso e del gradiente idraulico di falda a scala locale. Ogni pozzo/piezometro sarà pertanto georeferenziato nel sistema Gauss-Boaga e quotato in metri sul livello medio marino.

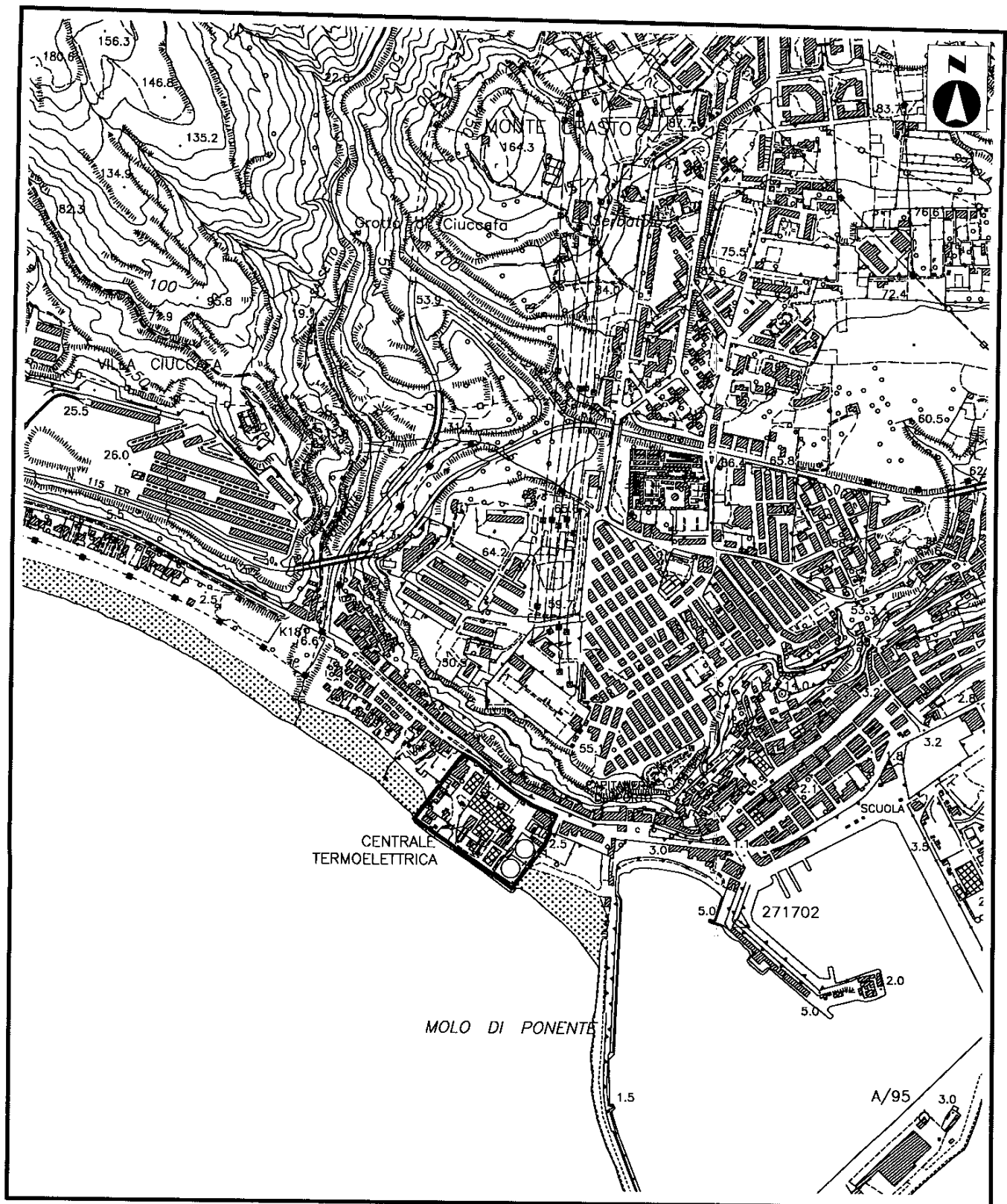
Il rilievo comprenderà:

- Il posizionamento planimetrico (coordinate X e Y), con riferimento al centro del tubo piezometrico;
- Il rilievo delle quote assolute (Z) della "testa pozzo" e del piano campagna, espresse in metri sul livello medio marino;
- Il rilievo della altezza della "testa pozzo" rispetto al piano campagna.

Tali misure consentiranno la ricostruzione della superficie freaticometrica all'interno delle aree indagate.

**APPENDICE CARTOGRAFICA**





**Proposta di Monitoraggio  
delle acque sotterranee**

**Centrale ENEL  
di Porto Empedocle**

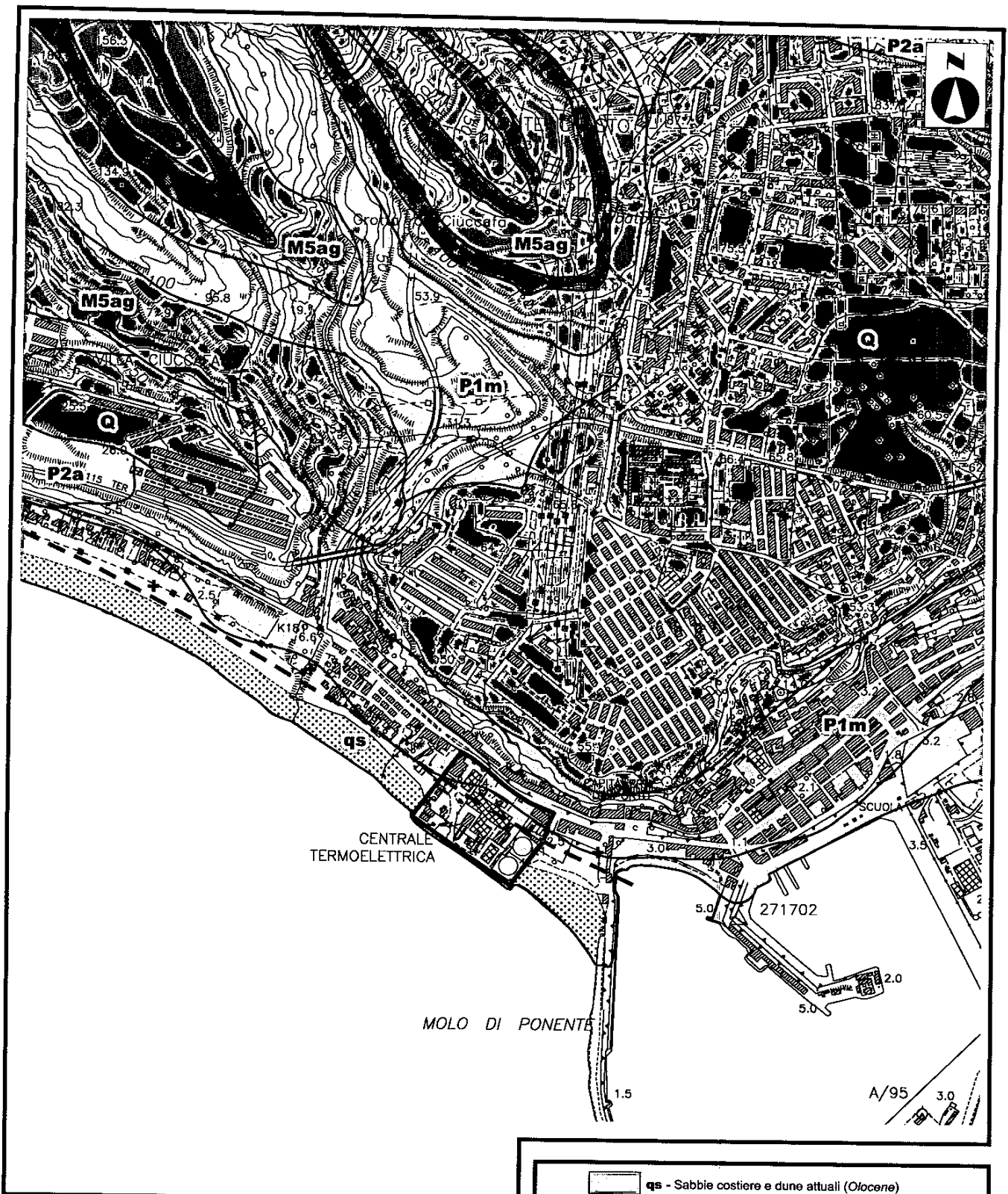
**Tavola 1 - Corografia**

scala 1:10.000

Estratto dalle Carte Tecniche Regionali  
n° 636070 e n° 636110  
edite in scala 1:10.000



Sito d'interesse












Piano  
delle Indagini Preliminari

Centrale ENEL  
di Porto Empedocle

Tavola 2  
Carta geologica









scala 1:10.000

LEGENDA

-  qs - Sabbie costiere e dune attuali (*Olocene*)
-  Q - Terrazzi marini (*Pleistocene*)
-  P2a - Formazione di Monte Narbone: marne argillose grigio-azzurre (*Pliocene medio-superiore*)
-  P1m - Trubi (*Pliocene inf.*)
-  M5ag - Arenazzolo: argille siltoso-micacee (*Messiniano*)
-  M5ag - Gessi di Pasquasia (*Messiniano*)
-  Limiti stratigrafici
-  Faglia presunta (il segno "+" indica il lato rialzato)
-  Sito d'interesse



**CARATTERISTICHE DEGLI ACQUIFERI**

-  **Complesso idrogeologico delle sabbie costiere e dei depositi alluvionali**  
*Permeabilità elevata per porosità - Vulnerabilità elevata*
-  **Complesso idrogeologico dei gessi**  
*Permeabilità molto elevata per fessurazione e carsismo - Vulnerabilità media*
-  **Complesso idrogeologico dei Trubi**  
*Permeabilità da bassa a media - Vulnerabilità bassa*
-  **Complesso idrogeologico delle argille e sabbie**  
*Permeabilità bassa - Vulnerabilità bassa*
-  **Complesso idrogeologico delle Argille**  
*Permeabilità nulla - Vulnerabilità bassissima o nulla*
-  **Direttrice di drenaggio preferenziale delle acque sotterranee**
-  **Limiti stratigrafici**
-  **Sito d'interesse**

**LEGENDA**

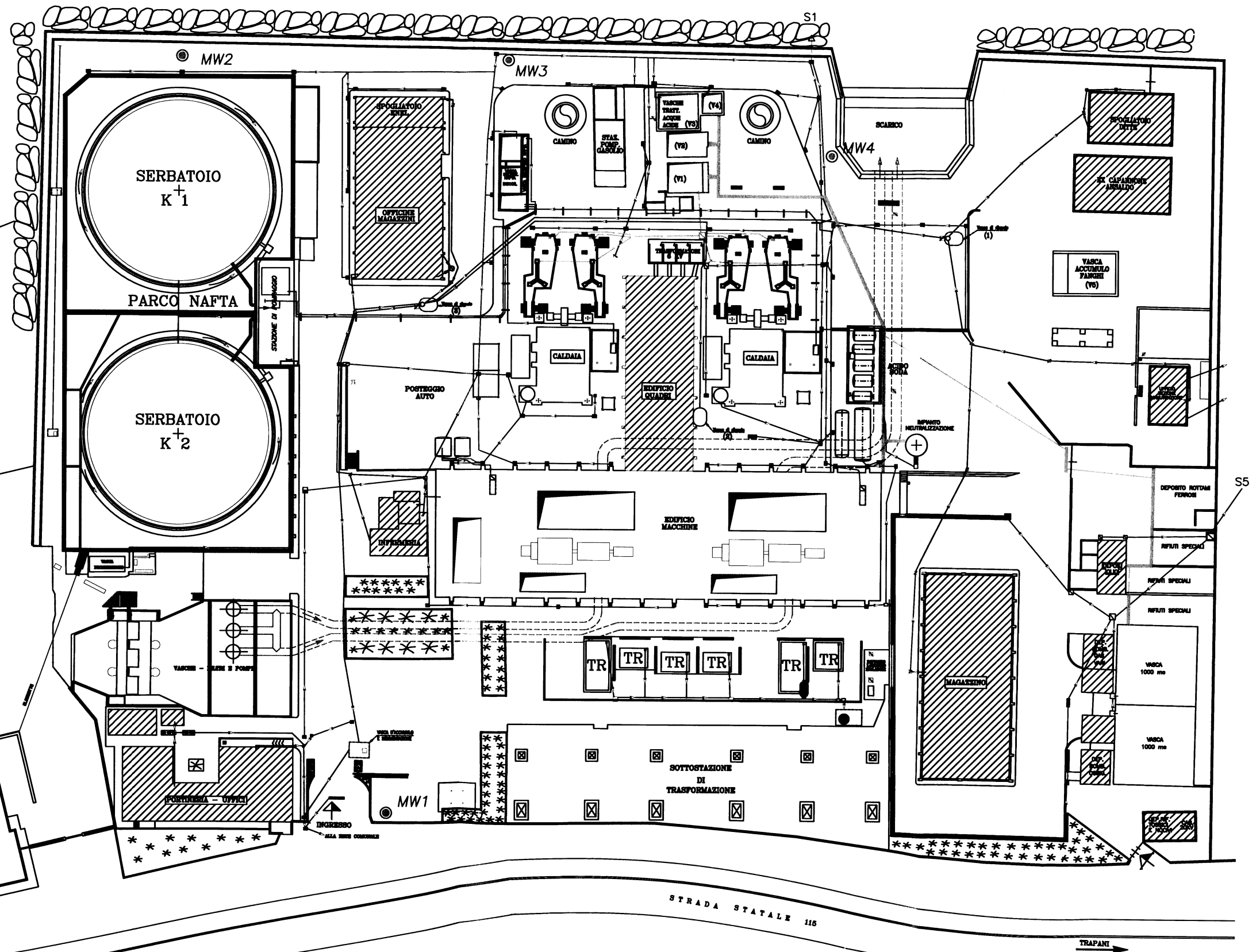
**Proposta di Monitoraggio delle acque sotterranee**

**Centrale ENEL di Porto Empedocle**

**Tavola 3  
Carta idrogeologica e della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi**

scala 1:5.000

MAR MEDITERRANEO



● SONDAGGIO DA CONDIZIONARE A PIEZOMETRO - PROF. 10 m da p.o.

- FOGNA PER ACQUE INDUSTRIALI INQUINABILI DA OLII
- FOGNA PER ACQUE INDUSTRIALI ACIDE e/o ALCALINE
- CIRCUITO ACQUA MARE
- FOGNA ACQUE SANITARIE
- FOGNA PER ACQUE METEORICHE

0	10/2010	SART S.r.l.			
REV.	DATA	MODIFICHE	Esautorati	Contr. e/o coll.	Approvazione
			CENTRALE DI PORTO EMPEDOCLE		
		di PALERMO	PLANIMETRIA GENERALE		
			CON UBICAZIONE PIEZOMETRI		
Scala 1:800	ZAV.	014			Fot. 2.5mm - 1