

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

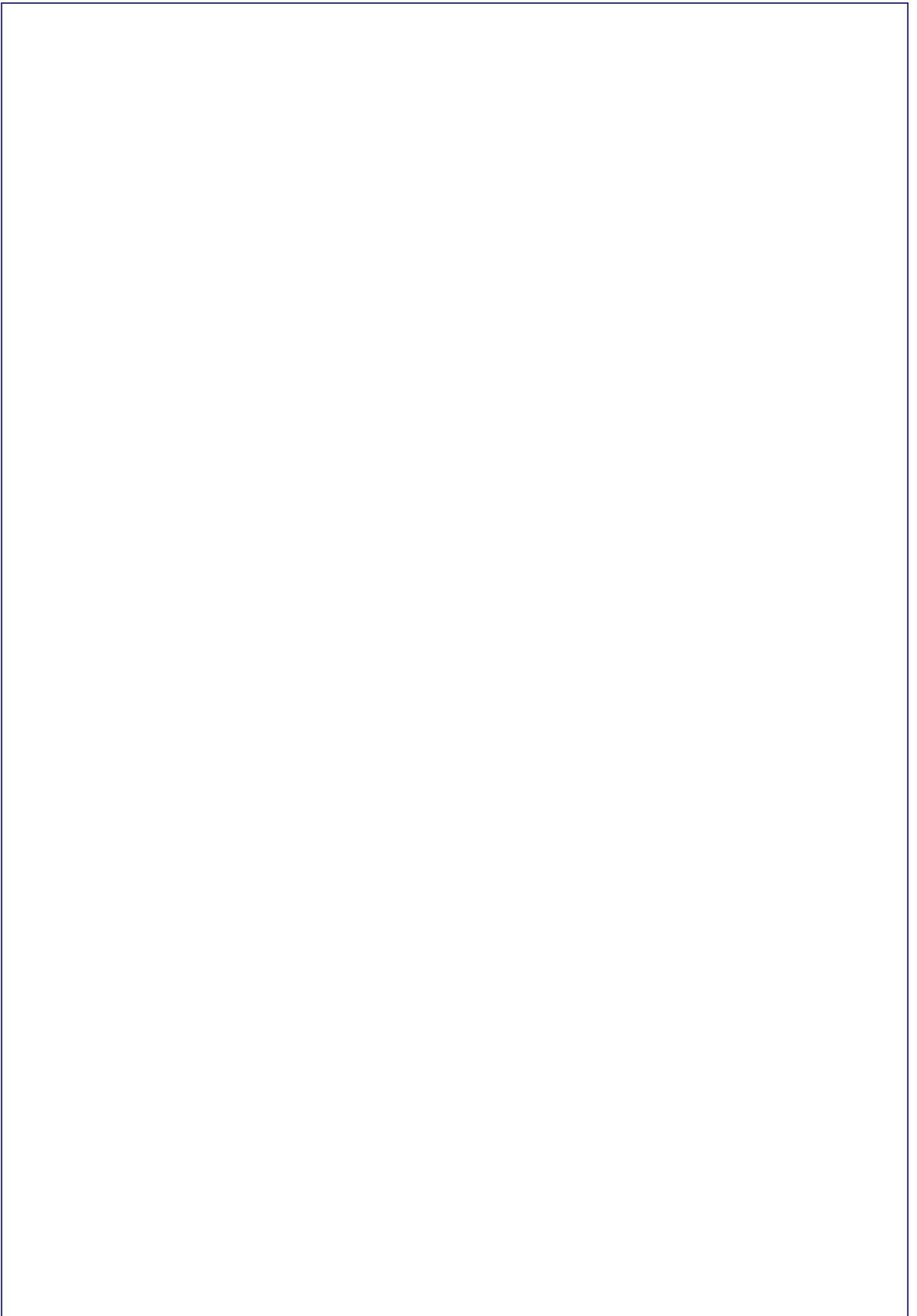
IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

<p>IL PROGETTISTA  CONSULENZA E ASSISTENZA TECNICA nel campo della GEOINGEGNERIA (Dott. Ing. G. Cassani) Ordine Ingegneri Milano N°20997</p> <hr/> <p> Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano N°15488</p>	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
--	--	---	--

<i>Unità Funzionale</i>	COLLEGAMENTI CALABRIA	CB0078_F0
<i>Tipo di sistema</i>	STUDI DI BASE	
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA	
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	GENERALE	
<i>Titolo del documento</i>	RELAZIONE IDROGEOLOGICA	

CODICE	C G 0 8 0 0	P	R G	D	C	S B	C 6	G 0	0 0	0 0	0 0	0 3	F0
--------	-------------	---	-----	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	V. FERRARA	F. PENNINO	E.PAGANI



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

INDICE

INDICE	3
1 Premessa	6
2 Caratteristiche generali dell'ambiente	8
2.1 Morfologia.....	8
2.2 Climatologia.....	9
2.3 Idrografia	11
3 Quadro geologico di riferimento	13
3.1 Successione stratigrafica.....	13
3.2 Tettonica	15
4 Idrogeologia.....	16
4.1 Permeabilità relativa delle unità litostratigrafiche	16
4.2 Complessi idrogeologici.....	17
4.3 Idrostrutture principali	17
4.4 Censimento dei punti d'acqua.....	26
4.5 Acquiferi e relative caratteristiche	27
4.5.1 Acquifero delle metamorfiti	27
4.5.2 Acquifero conglomeratici – sabbioso miocenico.....	28
4.5.3 Acquifero calcarenitico – sabbioso pleistocenico	28
4.5.4 Acquifero ghiaioso – sabbioso pleistocenico.....	29
4.5.5 Acquiferi alluvionali.....	29
4.5.6 Parametri idrogeologici	30
4.6 Condizioni idrodinamiche.....	32
4.7 Caratteristiche chimico – fisiche delle acque sotterranee.....	32
4.8 Prelievi ed utilizzazioni.....	35
4.9 Monitoraggio piezometrico.....	36
4.10 Modello concettuale degli Acquiferi	48
4.11 Vulnerabilità degli acquiferi.....	49
4.11.1 Cenni sulla metodologia.....	49
4.11.2 Valutazione della vulnerabilità.....	51
5 Interazione tra opere in progetto ed acque sotterranee	54
6 Bibliografia.....	56

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Allegati

- Schede dei punti d'acqua
- Grafici delle prove di emungimento
- Certificati delle analisi chimico-fisiche
- Carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi.- Tav. 2

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">RELAZIONE IDROGEOLOGICA</p>		<p><i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20-06-2011</p>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

1 Premessa

Nel presente elaborato sono illustrate le conoscenze acquisite attraverso lo studio idrogeologico dell'estremità nord-occidentale della Calabria per la redazione del Progetto Definitivo dei collegamenti stradali e ferroviari al Ponte sullo Stretto di Messina. Analogo studio è stato effettuato nel territorio della Sicilia nord-orientale dove ricadono le opere di collegamento al Ponte.

In ambedue i territori sono stati eseguiti rilievi e indagini allo scopo di definire le condizioni di esistenza e circolazione delle acque sotterranee nei vari termini delle relative successioni stratigrafiche, utilizzando dati di superficie e di sottosuolo derivanti da rilievi geologici e da sondaggi geognostici effettuati in precedenza e durante l'esecuzione del presente studio.

I dati acquisiti sono stati opportunamente elaborati per ottenere un quadro idrogeologico sufficientemente dettagliato delle caratteristiche degli acquiferi, delle condizioni idrodinamiche e di alimentazione, del chimismo delle acque sotterranee e del loro sfruttamento.

Le attività svolte sono state articolate in tre diverse fasi:

- Attività preliminari
- Attività sul terreno
- Elaborazione dei dati e redazione della cartografia

La prima fase è consistita nella ricerca e acquisizione, presso strutture pubbliche e privati, di documentazione contenente dati recenti, utilizzando la cartografia geologica esistente per una prima identificazione idrolitologica dei termini della successione stratigrafica. Oltre ai documenti acquisiti sono stati consultati gli studi e le indagini geognostiche fatte eseguire dalla Società Stretto di Messina dalla metà degli anni '80 all'inizio del 2000. Si è proceduto quindi ad una valutazione preliminare della permeabilità relativa delle unità litostratigrafiche, individuando i probabili acquiferi afferenti a diversi complessi idrogeologici e relative idrostrutture, per un primo inquadramento dei sistemi acquiferi dell'area.

Nella seconda fase si è proceduto al censimento dei punti d'acqua con individuazione e ubicazione georeferenziata di sorgenti, pozzi e gallerie drenanti, effettuando misure del livello piezometrico, di temperatura, pH e conducibilità elettrica delle acque, prelievo di campioni per la determinazione in laboratorio dei principali parametri chimici. Sono stati acquisiti dati stratigrafici, di portata di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

esercizio e di utilizzazione delle acque. Dove possibile sono state effettuate misure di portata in pozzi di maggiore interesse o prove puntuali (slug test) in piezometri per la determinazione dei parametri idrogeologici degli acquiferi.

Nella terza fase si è proceduto alla revisione ed elaborazione dei dati acquisiti mediante i rilievi di campagna, che hanno permesso, in base alle conoscenze geologiche e geomorfologiche, una più precisa definizione e caratterizzazione dei complessi idrogeologici e degli acquiferi, la costruzione delle curve isopiezometriche, la definizione del campo di moto delle acque sotterranee e degli altri fattori che concorrono alla ricostruzione del modello concettuale degli acquiferi che costituiscono i sistemi acquiferi del territorio studiato. Mediante i dati delle misure in campo e delle analisi di laboratorio di campioni prelevati durante il censimento è stata effettuata la caratterizzazione chimica e la qualità di base delle acque intercettate dalle opere di captazione e da sondaggi geognostici.

Tenuto conto degli studi precedentemente eseguiti, sono stati infine analizzati i possibili rapporti tra le acque sotterranee e le opere in progetto per una stima degli eventuali effetti di degrado quantitativo e qualitativo delle risorse idriche e di subsidenza in superficie determinati dallo scavo delle gallerie e delle possibilità che lungo determinate tratte possano riscontrarsi manifestazioni idriche di diversa entità.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

2 Caratteristiche generali dell'ambiente

2.1 Morfologia

L'estremità meridionale del territorio calabro è caratterizzato dai rilievi dell'Aspromonte i cui versanti diminuiscono rapidamente di altezza procedendo verso Ovest, con una tipica conformazione a gradinata, da una quota di 1200-1300 m ai 250-300 m s.l.m.. Questa conformazione è interpretata come una sequenza di spianate di abrasione marina la cui origine è collegata al sollevamento regionale. Nell'area prossima allo Stretto sono presenti scarpate morfologiche singolarmente di altezza limitata, che nell'insieme determinano variazioni di quota significative sul versante prospiciente il litorale tirrenico. Incisioni vallive di breve lunghezza e con accentuata pendenza dei thalwegs solcano detto versante, raggiungendo la stretta fascia costiera. Morfologia più blanda caratterizza il versante ionico, dove le poche superfici terrazzate determinano variazioni di quota contenute che non modificano l'assetto morfologico di tipo subpianeggiante fino al margine delle colline, la cui altezza è compresa tra 100 e 300 m fino al limite orientale dell'area studiata. Qui prevalgono i processi di deposizione dei materiali detritici trasportati dalle acque di deflusso superficiale, principalmente in occasione di eventi di piena stagionali, determinati dalle brusche variazioni di quota al passaggio dalle colline alla zona costiera.

Nel territorio sono distinguibili tre condizioni morfologiche procedendo dalla costa verso l'entroterra: una semipianeggiante, una collinare ed una decisamente montuosa.

La prima condizione si riscontra a quote di pochi metri sul livello del mare, con ampiezza variabile ma spesso limitata a poche decine di metri, se non addirittura assente. Qui predominano i depositi alluvionali dei corsi d'acqua, il cui trasporto solido comporta localmente spessori consistenti di materiali a diversa granulometria, principalmente nei tratti terminali in prossimità della costa. Il territorio è ampiamente antropizzato con insediamenti residenziali e attività produttive.

Nella seconda condizione, che si estende dai 10-15 m s.l.m. a circa 400-600 m s.l.m., il paesaggio è di tipo collinare, con frequente variazioni di pendenza collegate alle incisioni del reticolo idrografico ed alla presenza di dislocazioni tettoniche, alle quali si associano spesso forme di dissesto. Qui sono presenti attività agricole oltre a terreni incolti e a nuclei abitati di modeste dimensioni.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

La terza condizione, rappresentata dalle quote più elevate fino ad oltre 1000 m, è quella che presenta la morfologia più aspra e accidentata, con rilievi costituiti da rocce cristalline intensamente fratturate e spesso profondamente alterate, solcati da valli strette con fianchi ripidi e pendenza accentuata. Qui non sono presenti insediamenti degni di nota, soltanto zone incolte con vegetazione spontanea e zone boschive.

2.2 Climatologia

Il clima dell'area oggetto di studio è fortemente influenzato dall'orografia ed in particolare dall'esistenza di rilievi a ridosso della costa, ai quali si collega l'effetto barriera nei confronti delle correnti aeree provenienti dal Tirreno o dallo Ionio. Ne consegue un'azione mitigatrice del mare sulla temperatura ed una variabilità dei caratteri pluviometrici e termometrici alle diverse quote lungo lo sviluppo dei rilievi.

Nei suoi caratteri generali il clima può tuttavia essere ricondotto al tipo mediterraneo, avendosi all'incirca un semestre (ottobre-marzo) con precipitazioni meteoriche generalmente abbondanti e spesso concentrate in brevi periodi, a cui si accompagnano temperature relativamente basse seppure variabili con l'altitudine. A questo si contrappone un semestre (aprile-settembre) con precipitazioni scarse e occasionali, che configurano spesso condizioni di siccità per un periodo di 2-3 mesi, associate ad alti valori di temperatura e sensibili escursioni giornaliere.

La distribuzione delle precipitazioni si desume dai dati rilevati in 6 stazioni del Servizio Idrografico dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPACAL), relativi a periodi diversi. Le serie di dati disponibili per alcune stazioni, con periodo di funzionamento di molti decenni, forniscono valori medi variabili tra 1600-1000 mm alle quote maggiori (Gambarie d'Aspomonte, 1200 m s.l.m.; San Roberto, 325 m s.l.m.) e 780-670 mm alle quote più basse (Scilla, 73 m s.l.m.; Villa San Giovanni, 4 m s.l.m.).(Figg. 1 - 4).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20-06-2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20-06-2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20-06-2011						

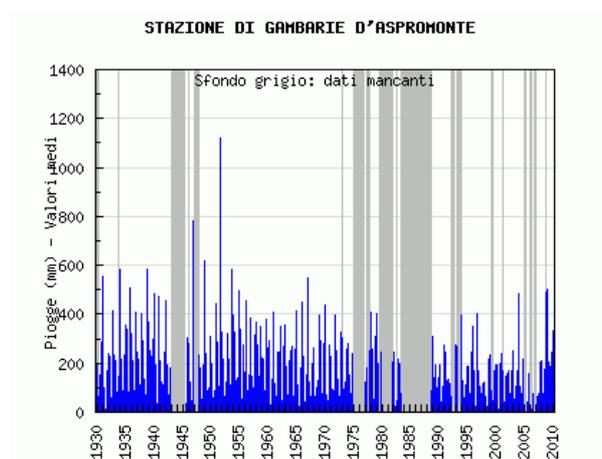


Fig. 1

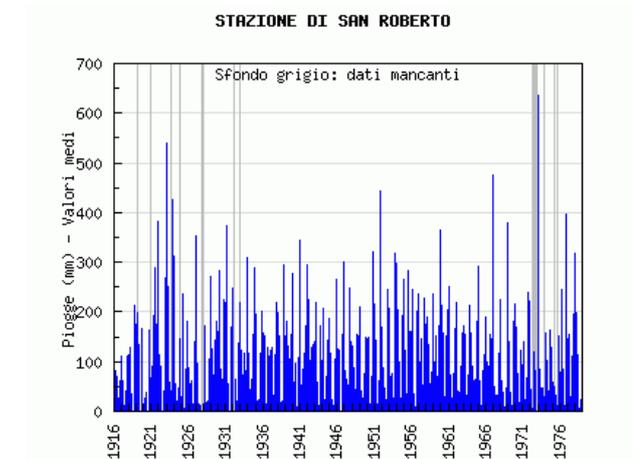


Fig. 2

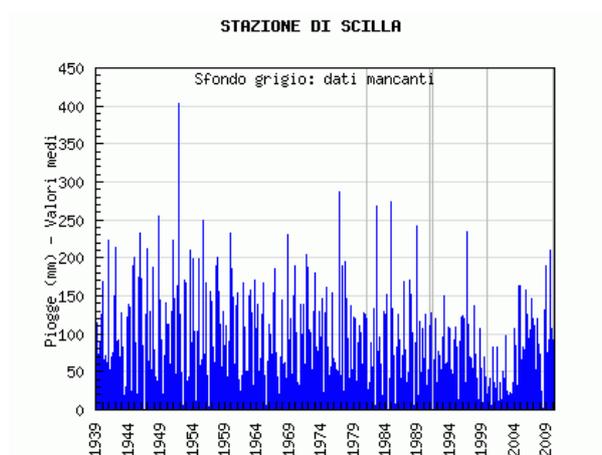


Fig. 3

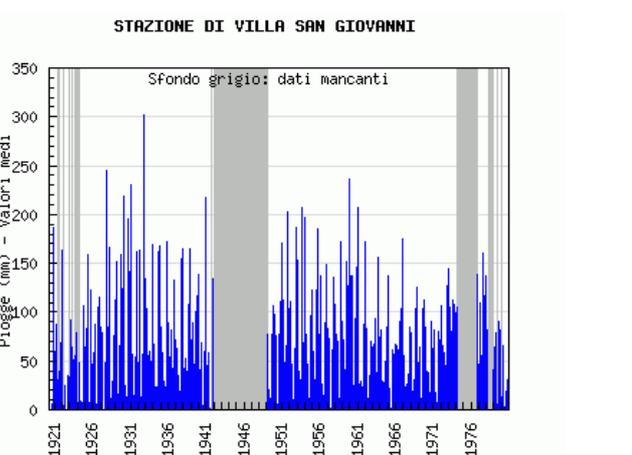


Fig. 4

Anche la distribuzione delle temperature risulta condizionata dall'altitudine. Dai dati disponibili nelle poche stazioni dotate di strumentazioni termometriche, ubicate a quote diverse, si rileva una diminuzione dei valori medi annui all'aumentare dell'altitudine. L'andamento dei valori medi mensili mette in evidenza la variabilità stagionale delle temperature, con valori massimi che raggiungono 35 °C nei mesi di luglio e agosto lungo la costa e nell'immediato entroterra, limitandosi a 18 °C in agosto alle quote maggiori. Le temperature minime si aggirano mediamente sugli 11 °C a febbraio lungo la costa, scendendo a 2-3 °C nella stagione invernale. I valori medi si mantengono sui 25-26 °C nei mesi estivi e non scendono al di sotto dei 15-18 °C nei mesi invernali (Figg. 5 e 6)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

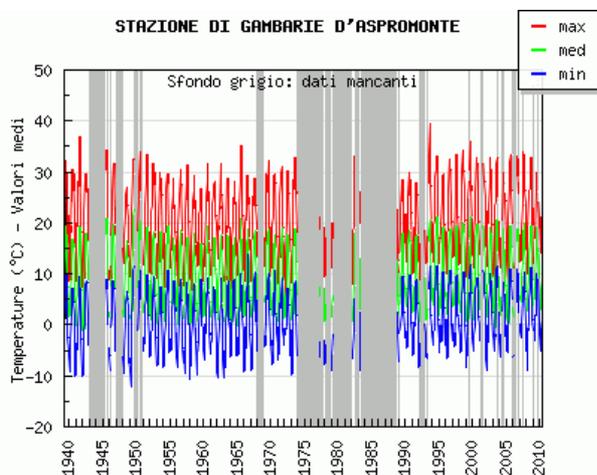


Fig. 5

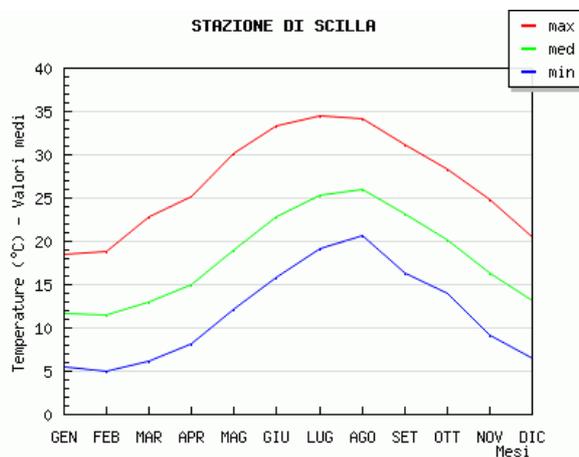


Fig. 6

2.3 Idrografia

Le caratteristiche idrografiche dell'area interessata dai collegamenti viari sono da correlare agli aspetti orografici del Massiccio dell'Aspromonte dove i corsi d'acqua che incidono i versanti occidentale e meridionale presentano un decorso lineare, con disposizione circa parallela, rispettivamente da Est verso Ovest e da Sud verso Nord. In prossimità della costa occidentale le fiumare formano pianure alluvionali con un letto sempre più ampio procedendo verso la foce, occupato da consistenti depositi alluvionali costituiti in prevalenza da materiali sabbioso-ciottolosi.

Tale conformazione è tipica delle aree di recente sollevamento, con presenza di corsi d'acqua a regime torrentizio, caratterizzati da deflussi modesti o del tutto assenti per diversi mesi dell'anno, mentre sono spesso consistenti per brevi periodi della stagione piovosa, durante i quali si possono verificare forti piene in coincidenza di eventi meteorici intensi e concentrati.

Il maggiore corso d'acqua, presente al limite meridionale dell'area studiata, è rappresentato dalla Fiumara di Catona, con l'affluente in destra idrografica Vallone di Maio. Ha origine sugli alti versanti dell'Aspromonte, ad una quota di 1785 m s.l.m., e ha un bacino di 68 Km². Incisioni torrentizie di breve lunghezza con foce nell'area di Villa San Giovanni sono rappresentati dai torrenti Solaro, S. Antonio e Campanella. Altre incisioni analoghe, con foce al litorale tirrenico, sono rappresentate dai torrenti Zagarella, Piria, Valle Gibia e Fiumara di S. Trada, che incidono profondamente i versanti settentrionali. In relazione alla morfologia della zona, detti corsi d'acqua presentano andamento quasi rettilineo, lunghezza limitata, thalweg ad elevata pendenza, alvei

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">RELAZIONE IDROGEOLOGICA</p>		<p><i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20-06-2011</p>

stretti e incassati nei depositi di antiche conoidi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

3 Quadro geologico di riferimento

L'evoluzione geologica del territorio comprendente le due aree sulle sponde dello Stretto è riconducibile alla complessa storia deformativa della Sicilia nord-orientale e della Calabria, il cui assetto strutturale è stato da tempo oggetto di analisi e di diversa interpretazione da parte di vari Autori, in un contesto più ampio che comprende l'intero Arco Calabro-Peloritano (Ogniben, 1973; Amodio-Morelli et al., 1976; Ghisetti, 1980, 1981a, 1981b; Ghisetti & Vezzani, 1980, 1982; Ricchetti & Ricchetti, 1991).

Alla migrazione di quest'ultimo verso SE, a partire dal Tortoniano, ed alla concomitante apertura del Bacino Tirrenico si attribuisce la sovrapposizione di diverse unità strutturali alloctone, derivanti dagli effetti collisionali nel corso delle varie fasi orogenetiche. Risultato di tale evoluzione sono tre edifici a thrust tettonicamente sovrapposti fra loro e complessivamente in accavallamento, con vergenza sud-orientale, sulle aree del dominio di avampaese; essi sono individuati come Catena Kabilo-Calabride, Catena Appenninico-Maghrebide e Catena Sicana (Lentini et alii., 1990, 1996).

Nel territorio considerato restano compresi termini della Catena Kabilo-Calabride, costituita da unità di basamento ercinico con resti delle originarie coperture sedimentarie meso-cenozoiche. Al tetto di tali unità si hanno sedimenti terrigeni età miocenica e plio-pleistocenica, oltre a depositi olocenici presenti lungo i corsi d'acqua le fasce costiere (Lombardo, 1980; Atzori et al., 1981).

I terreni più antichi affioranti nelle aree oggetto di studio appartengono alla terminazione meridionale dell'Arco Calabro-peloritano, che costituisce un segmento dell'orogene appenninico-maghrebide, esteso dall'Appennino meridionale alla Sicilia. Detti terreni, appartenenti all'unità tettonica dell'Aspromonte, costituiscono il basamento dei sedimenti miocenici e plio-pleistocenici, più estesamente affioranti nelle aree in esame.

3.1 Successione stratigrafica

La successione litostratigrafica dei terreni affioranti nell'area interessata dai collegamenti viari al Ponte è in gran parte uguale a quella del settore siciliano, tranne per l'assenza di alcune formazioni e la presenza di altre. Essa è così riassumibile a partire dal basso :

- Metamorfiti e plutoniti dell'Aspromonte
Paragneiss grigi, passanti a micascisti grigio scuri, localmente associati a corpi di gneiss

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

occhiadini e metagraniti, con intercalazioni di anfiboliti, quarziti e marmi. I primi mostrano grana da medio-grossa a minuta, tessitura da massiva ad orientata, a foliata. I secondi hanno grana medio-grossa, tessitura scistosa e struttura porfiroblastica. Plutoniti a composizione leucogranodioritica e granitico-monzonitica, in masse di notevole dimensione e in filoni di pegmatiti e apliti intrusi nelle metamorfiti di medio-alto grado. Il complesso è interessato da una tettonica alpina, responsabile di effetti da cataclastici a milonitici.

- **Formazione di S. Pier Niceto (Conglomerato di Pezzo)**
Conglomerato a grossi blocchi e clasti eterometrici, in massima parte cristallini, in abbondante matrice arenacea, da scarsamente a ben cementato, con passaggi laterali a livelli sabbioso-siltosi e di sabbie grossolane. Spessore complessivo presunto fino ad alcune centinaia di metri. *MIOCENE MEDIO-SUPERIORE*
- **Trubi**
Marne e calcari marnosi bianco crema con intercalazioni di lenti sabbiose. Limite inferiore netto e discordante sui sedimenti miocenici o sui terreni cristallini. *PLIOCENE INFERIORE*
- **Calcareniti di San Corrado (Calcareniti di Vinco)**
Calcareniti e calciruditi organogene giallo-bruno a stratificazione incrociata con livelli sabbioso-limosi a macrofossili. *PLEISTOCENE MEDIO*
- **Formazione di Le Masse**
Marne sabbiose biancastre massive, in banchi di diversi metri, passanti verso l'alto ad alternanze di sabbie e calcareniti fossilifere. *PLEISTOCENE INFERIORE*
- **Ghiaie e sabbie di Messina**
Sabbie e ghiaie grigio-giallastre con abbondante matrice siltosa, ciottoli prevalentemente cristallini, da subarrotondati ad appiattiti, spesso embricati. Sono presenti livelli e lenti di sabbie fini e silt quarzosi, a tratti anche livelli cementati. La formazione è caratterizzata da clinostratificazione ad alto angolo, che diminuisce progressivamente verso l'alto. Facies di tipo deltizio e/o di conoide sottomarina legata agli apporti di paleofiumare. Spessore da alcune decine di metri ad oltre 200 m. *PLEISTOCENE MEDIO*
- **Depositi marini terrazzati**

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Ghiaie, sabbie ciottolose a supporto di matrice argilloso-terrosa e limi di colore bruno o grigiastro, in assetto massivo o leggermente stratoide, distribuiti in più ordini, spesso ricoperti da terre rosse. *PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE*

- Depositi alluvionali attuali e recenti, depositi di piana litorale, coltre eluvio-colluviale
Ghiaie e sabbie ad elementi cristallino-metamorfici in matrice limosa degli alvei dei corsi d'acqua e delle piane costiere. *OLOCENE*

3.2 Tettonica

L'attuale configurazione del territorio sulle due sponde dello Stretto deriva dalle strutture tettoniche più recenti che controllano le linee di costa e l'orografia nel suo complesso. Particolare importanza riveste il sistema di faglie orientato NNE-SSO che predomina nelle aree di affioramento della catena e che si ritiene abbiano controllato l'evoluzione nel Pleistocene inferiore del cosiddetto bacino di Reggio Calabria. Altro importante sistema di faglie è quello orientato ENE-OSO che determina un evidente elemento morfologico lungo la direttrice Ganzirri-Scilla. A detto sistema si collega l'alto strutturale, evidenziato dagli affioramenti del basamento cristallino tra Cannitello e Piale, che interrompe le sequenze sedimentarie del bacino di Reggio Calabria ed è in gran parte ricoperto da depositi recenti rappresentati da più ordini di terrazzi. Le faglie normali che determinano l'alto strutturale immergono verso Sud (Campo Piale) e verso Nord (Pezzo-Cannitello), originando una morfologia a gradini e pendii ad accentuata acclività, principalmente sul versante settentrionale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

4 Idrogeologia

4.1 Permeabilità relativa delle unità litostratigrafiche

In relazione alla variabilità litologica ed alle complesse condizioni stratigrafico-strutturali prima descritte, i terreni affioranti nel settore in esame presentano sostanziali differenze di comportamento nei confronti dell'infiltrazione delle acque meteoriche e della circolazione idrica al loro interno. Ciò dipende principalmente dalla permeabilità dei litotipi, ma anche dall'estensione, continuità e spessore dei termini permeabili, che condizionano l'esistenza di corpi idrici estesi e dotati di apprezzabile potenzialità.

Alle quote maggiori, dove affiorano in prevalenza rocce cristalline e metamorfiche, la permeabilità è sostanzialmente bassa, dipendendo principalmente dalle condizioni di fessurazione dell'ammasso roccioso, ossia dalla frequenza, distribuzione e tipologia delle discontinuità di origine tettonica. Queste sono spesso riempite da depositi limoso-argilloso-sabbiosi e generalmente tendono a chiudersi in profondità. Nelle zone collinari, caratterizzate da estese coperture di depositi recenti con permeabilità complessivamente medio-alta, le condizioni risultano molto variabili da luogo a luogo per la spiccata eterogeneità granulometrica e per la variabilità dello spessore. Nelle piane costiere e lungo i fondovalle, dove più estesi e consistenti sono i depositi alluvionali, si riscontrano condizioni di permeabilità per porosità alta, che favoriscono l'esistenza di falde relativamente estese e localmente di apprezzabile produttività.

In base alle caratteristiche di permeabilità, le unità litostratigrafiche presenti possono essere così classificate:

- Terreni con grado di permeabilità alto per porosità: Depositi alluvionali attuali e recenti dei corsi d'acqua e delle piane costiere.
- Terreni con grado di permeabilità medio-alto per porosità ed in parte per fessurazione: Depositi alluvionali e marini terrazzati, Ghiaie e sabbie di Messina, Calcareniti di San Corrado.
- Terreni con grado di permeabilità medio-basso per porosità: Formazione di Le Masse.
- Terreni con grado di permeabilità da basso a molto basso: Trubi, Conglomerato di Pezzo, Terreni cristallino-metamorfici.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20-06-2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20-06-2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20-06-2011						

4.2 Complessi idrogeologici

Le unità litologiche costituenti la successione stratigrafica dell'area in esame sono state assimilate a diversi complessi idrogeologici in base alle condizioni spaziali e giaciture ed alle relative caratteristiche di permeabilità. Sono stati così distinti i seguenti complessi:

- **COMPLESSO DEI DEPOSITI DETRITICI (OLOCENE)**
Depositi alluvionali attuali e recenti dei corsi d'acqua e delle piane costiere.
- **COMPLESSO DEI SEDIMENTI GHIAIOSO – SABBIOSO – SILTOSI E CALCARENITICI (PLIOCENE-
PLEISTOCENE)**

Depositi alluvionali e marini terrazzati, sabbie e ghiaie con abbondante matrice siltosa e livelli di ciottoli, calcareniti organogene e sabbie.

- **COMPLESSO MARNOSO-SABBIOSO E CALCAREO-MARNOSO (PLIOCENE INFERIORE)**
Marne sabbiose, sabbie e calcareniti, marne e calcari marnosi.
- **COMPLESSO CONGLOMERATICO-ARENACEO SABBIOSO (MIOCENE MEDIO-SUPERIORE)**
Conglomerati, arenarie e sabbie.
- **COMPLESSO CRISTALLINO-METAMORFICO**
Paragneiss biotitici e micascisti, gneiss occhialini e metagraniti, plutoniti.

4.3 Idrostrutture principali

Le variabili e complicate interrelazioni esistenti fra le diverse unità litostratigrafiche, derivanti dalla prolungata e complessa evoluzione tettonica dell'area, rendono difficoltosa l'identificazione di idrostrutture definite da limiti certi, principalmente nelle zone collinari e montane. In considerazione del significato idrogeologico di tali unità si è ritenuto opportuno considerare come limiti di idrostrutture gli spartiacque idrografici dei principali corsi d'acqua, mentre alle quote più basse sono stati generalmente considerati limiti idrodinamici.

Le idrostrutture così definite sono di tipo semplice nella parte settentrionale dell'area e di tipo complesso in quella meridionale.

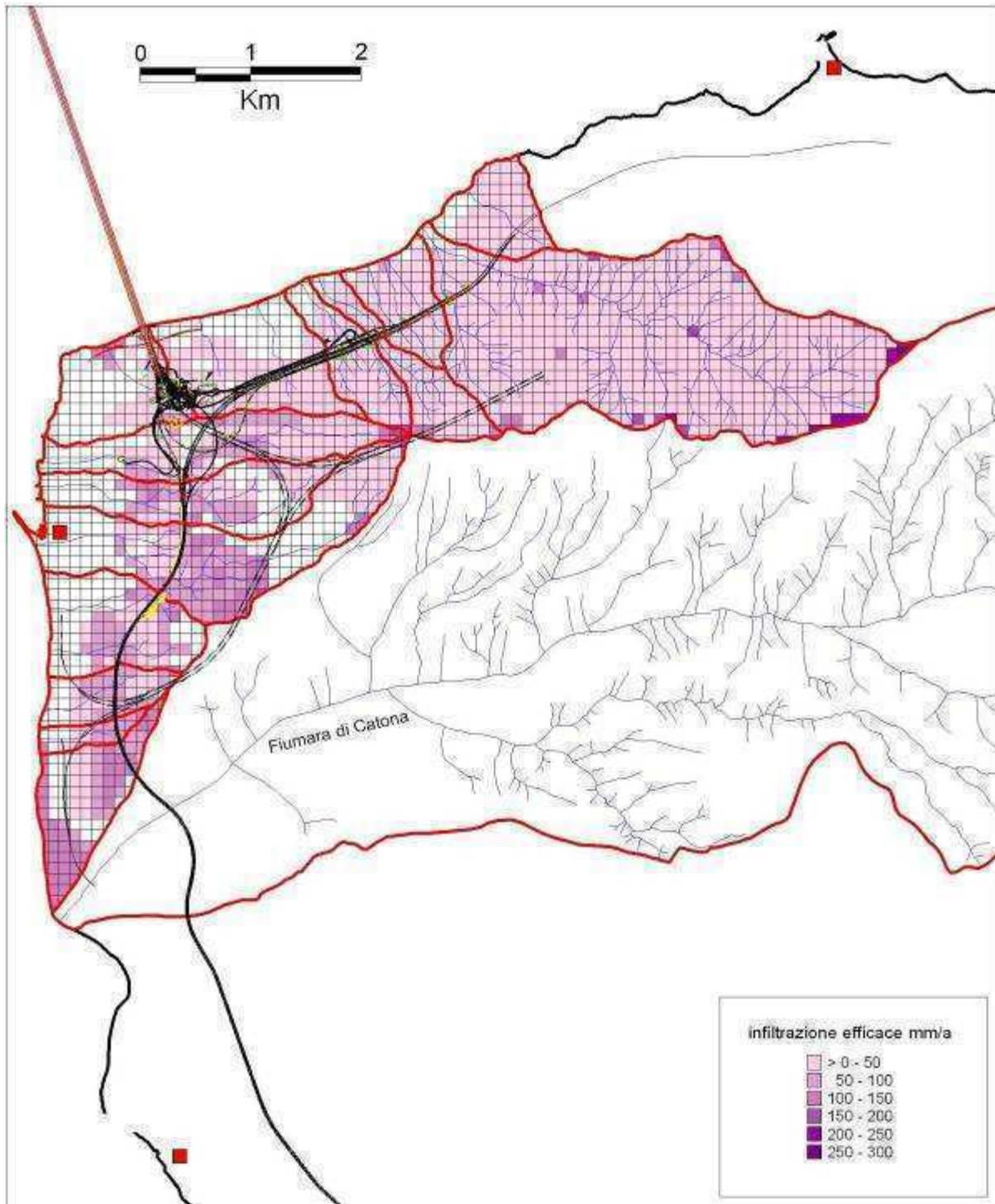
In particolare, le idrostrutture semplici, afferenti ai bacini delle fiumare con foce al litorale ionico, da Villa San Giovanni alla Fiumara di Catona, sono costituite essenzialmente da due complessi idrogeologici comprendenti acquiferi simili per litologia e caratteristiche di permeabilità, in relazione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

fra loro, tali da determinare la formazione di un unico corpo idrico di tipo libero, sostenuto da termini a minore permeabilità o dall'interfaccia acqua dolce /acqua salata.

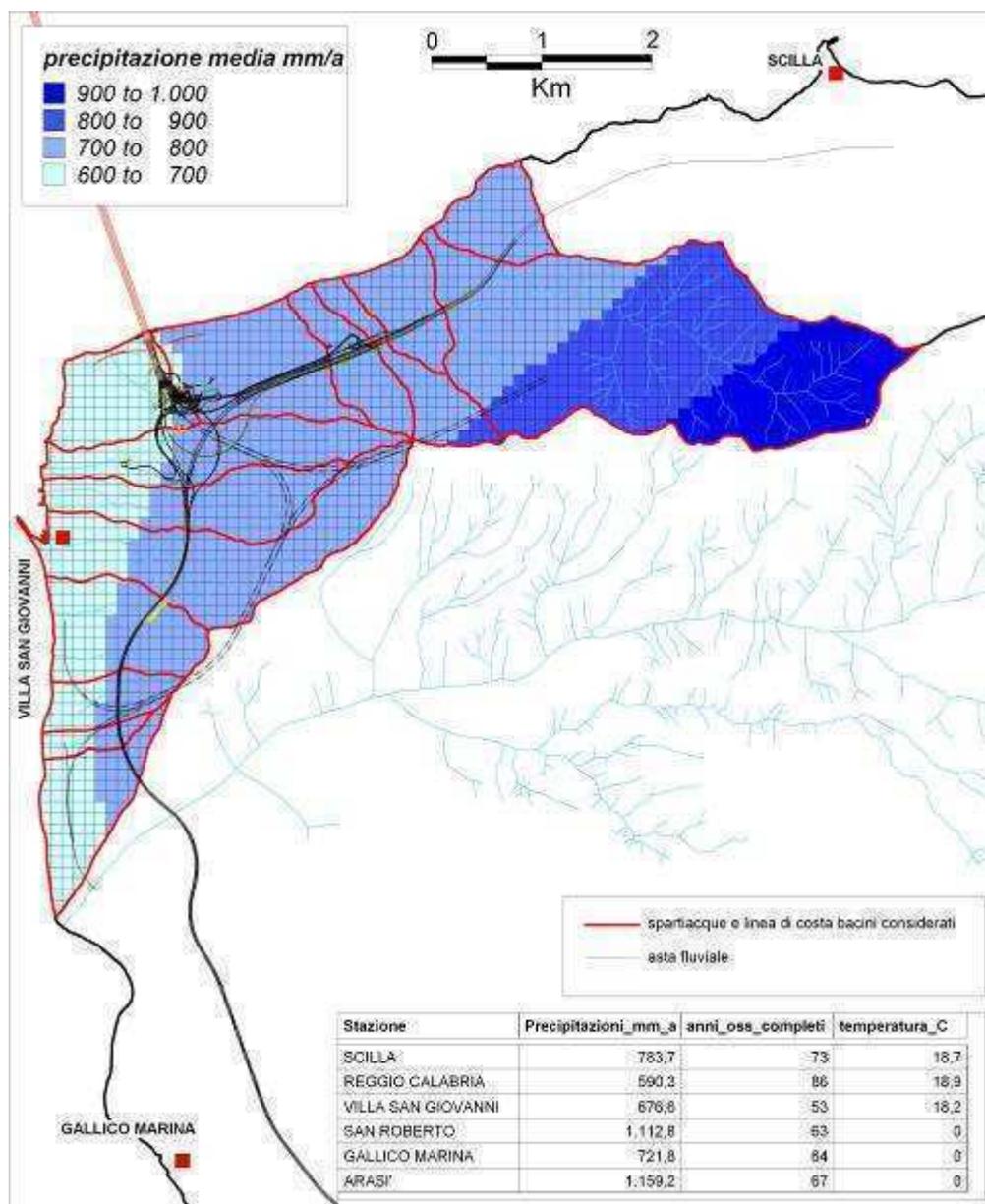
Le idrostrutture complesse, afferenti ai bacini dei corsi d'acqua con foce al litorale tirrenico, da Pezzo a Porticello, con estensione da Piaie ai rilievi orientali, sono costituite da tutti i complessi idrogeologici distinti, comprendenti acquiferi con diversa litologia e variabili caratteristiche di permeabilità. Si hanno così acquiferi liberi con capacità produttiva da discreta a bassa, sede di corpi idrici sostenuti da termini semipermeabili o impermeabili con scarsa capacità produttiva, salvo locali condizioni determinate da fattori strutturali che favoriscono la trasmissione delle acque.

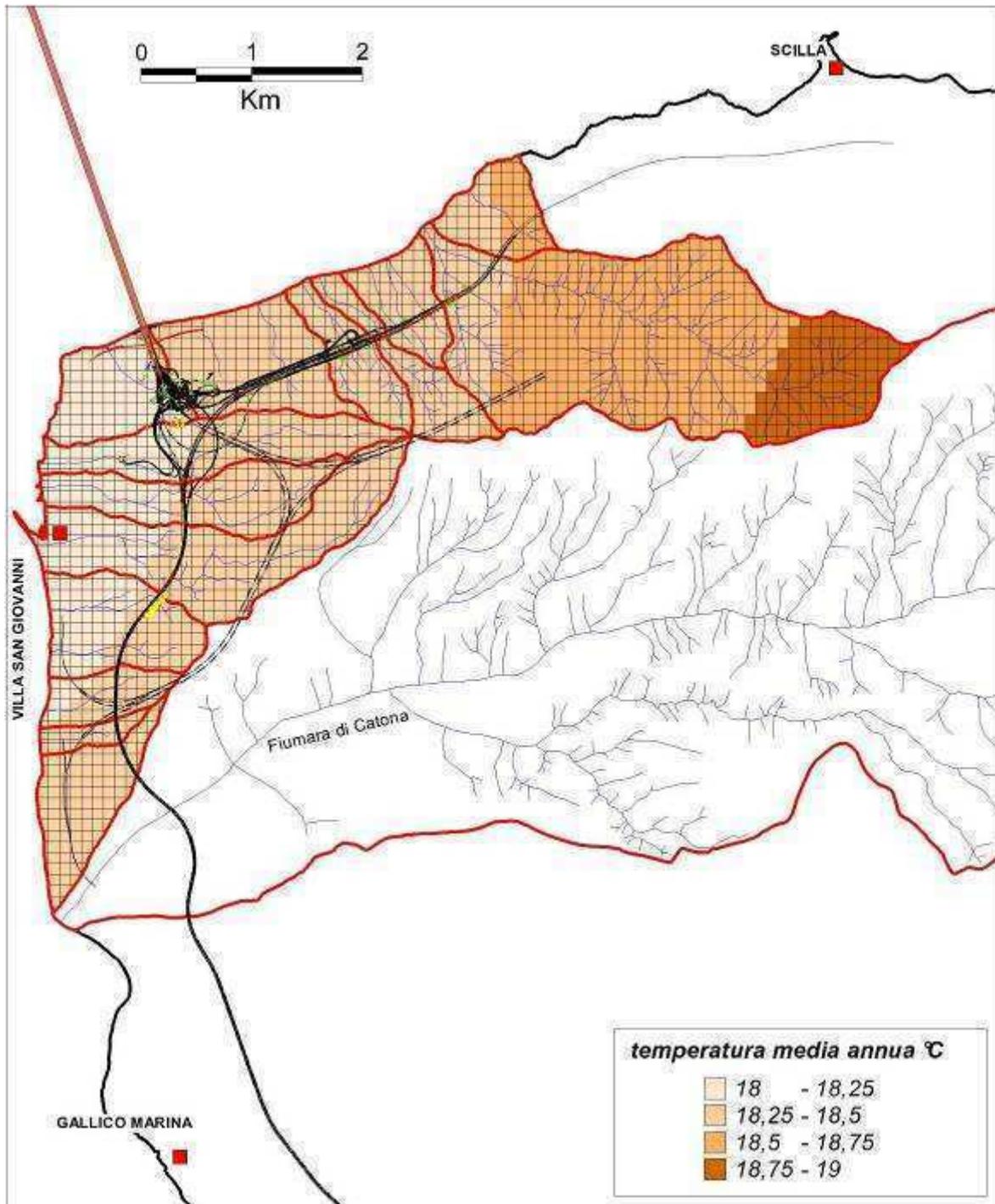
La ricarica media annua delle idrostrutture è stata valutata mediante il bilancio idrogeologico, utilizzando un modello numerico implementato in GIS. A tale scopo il territorio sotteso dai bacini idrografici afferenti alle idrostrutture meridionale e settentrionale è stato discretizzato secondo una griglia a maglie quadrate di 100 x 100 m, effettuando l'elaborazione spaziale dei dati relativi ai vari fattori mediante il software utilizzato e tools collegati. Per ogni singola maglia è stata calcolata l'infiltrazione efficace dalla differenza tra precipitazione media annua ed evapotraspirazione e deflusso superficiale ($I_e = P - E_r - R$).



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE IDROGEOLOGICA	<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Per le precipitazioni e le temperature sono stati utilizzati i dati disponibili delle stazioni termopluviometriche afferenti alla rete dell'ARPACAL ricadenti nell'area e nell'intorno di questa. I dati sono stati interpolati utilizzando il metodo delle triangolazioni con smoothing polinomiale di quinto ordine, ottenendo un modello, senza soluzioni di continuità, della distribuzione dei due parametri, che ha permesso di assegnare ad ogni cella i relativi valori.



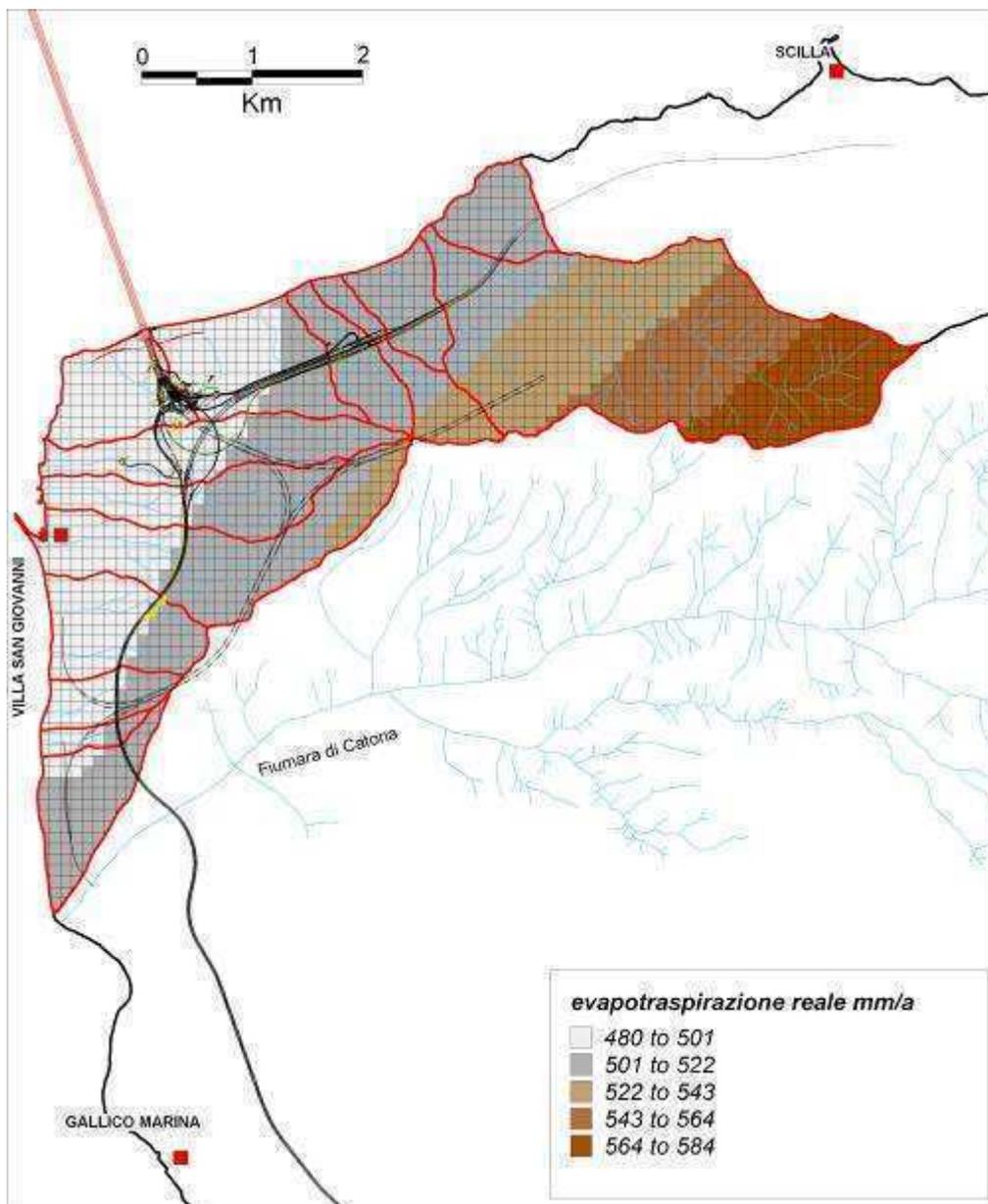


		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE IDROGEOLOGICA	<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

L'evapotraspirazione reale è stata calcolata utilizzando il modello empirico di Turc (1954)

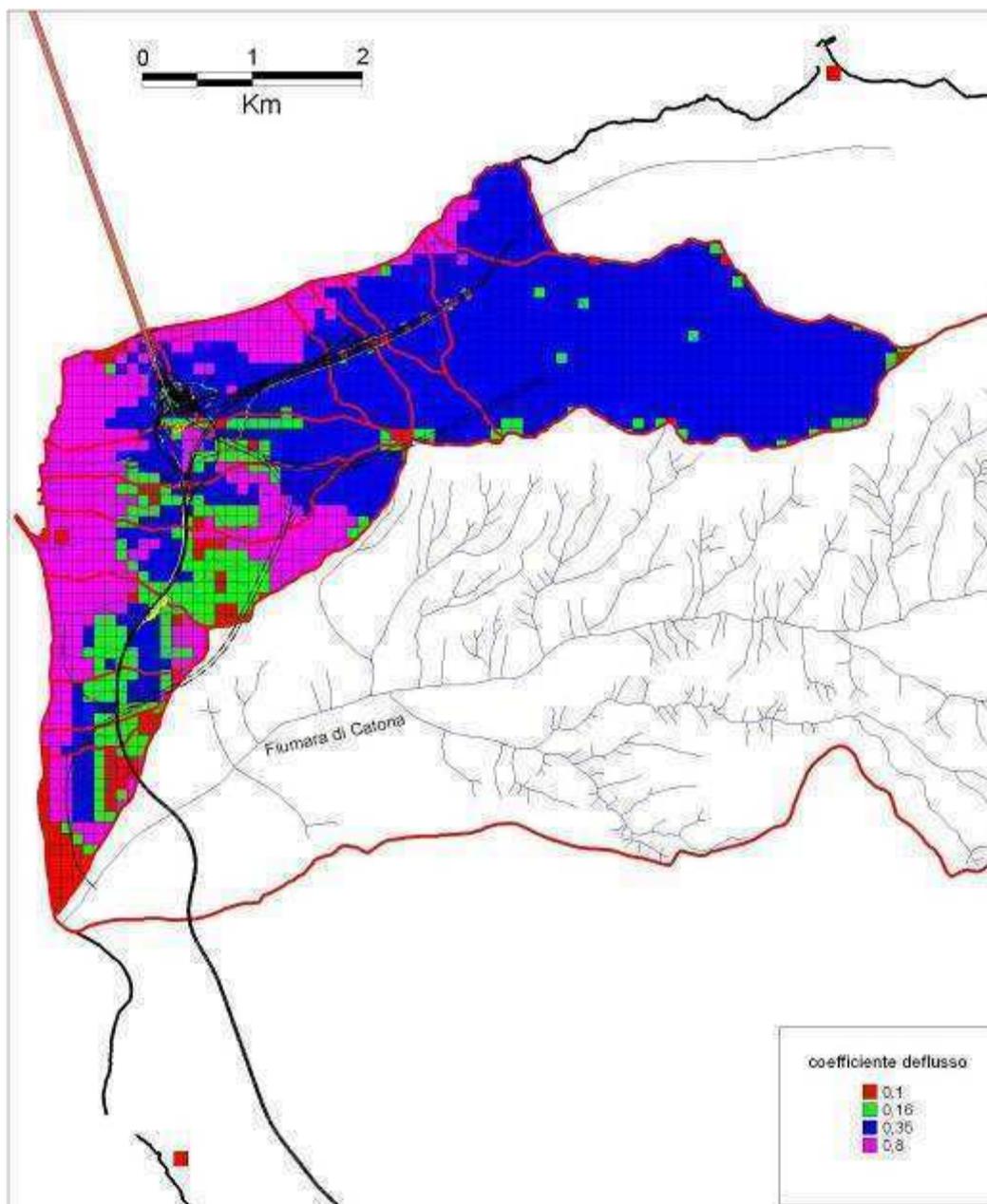
$$E_r = \frac{P}{\sqrt{09 + (P^2 / L^2)}}$$

con $L = 300 + 25 T + 0,05 T^3$, secondo la modifica indicata da Santoro (1970).



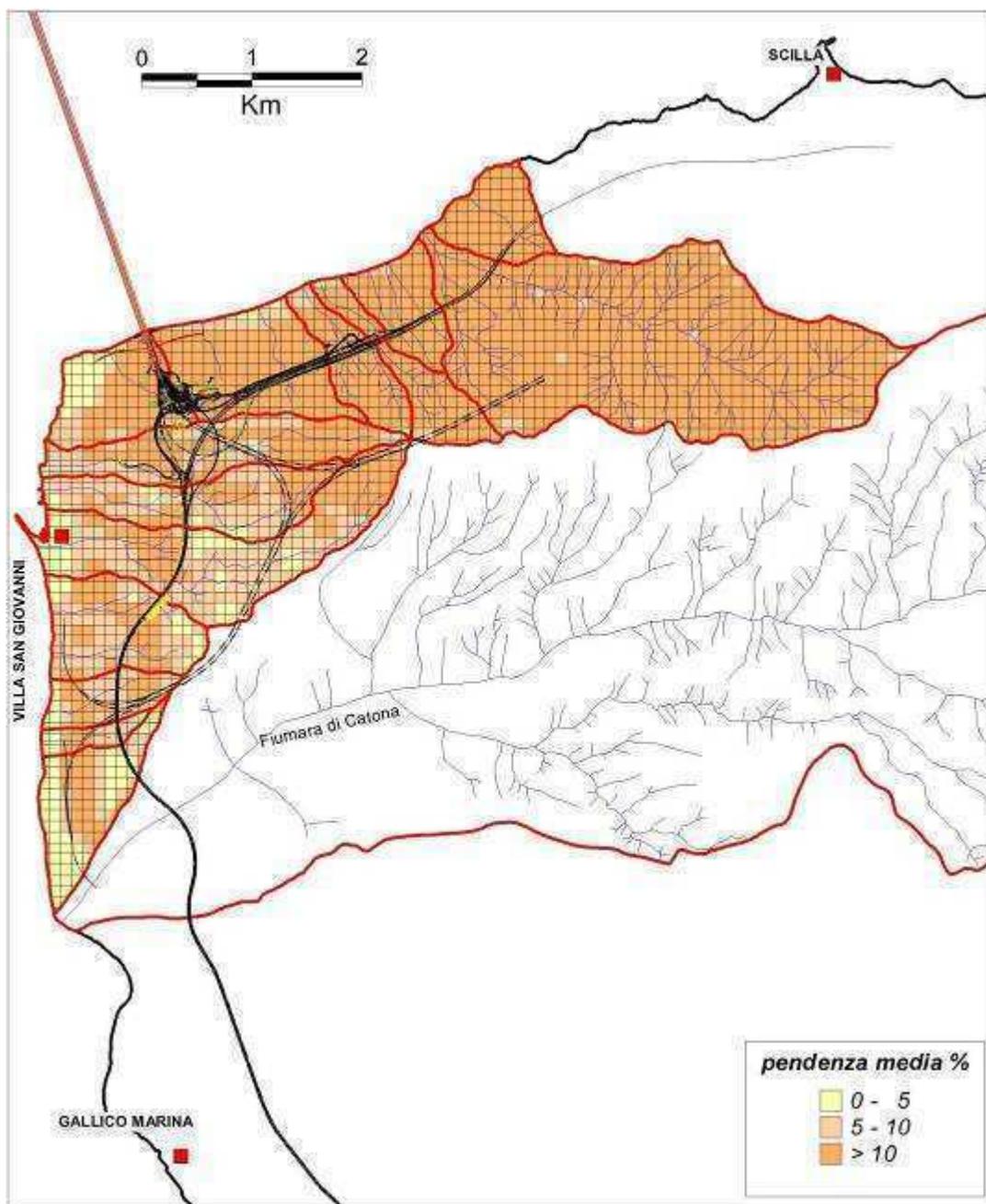
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE IDROGEOLOGICA	<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Il deflusso superficiale è stato calcolato per ogni maglia dal prodotto tra il valore di precipitazione prima assegnato ed il coefficiente di deflusso della maglia medesima. Questo è stato determinato in base all'uso del suolo, al tipo di suolo, alla pendenza media riscontrata in ogni maglia.



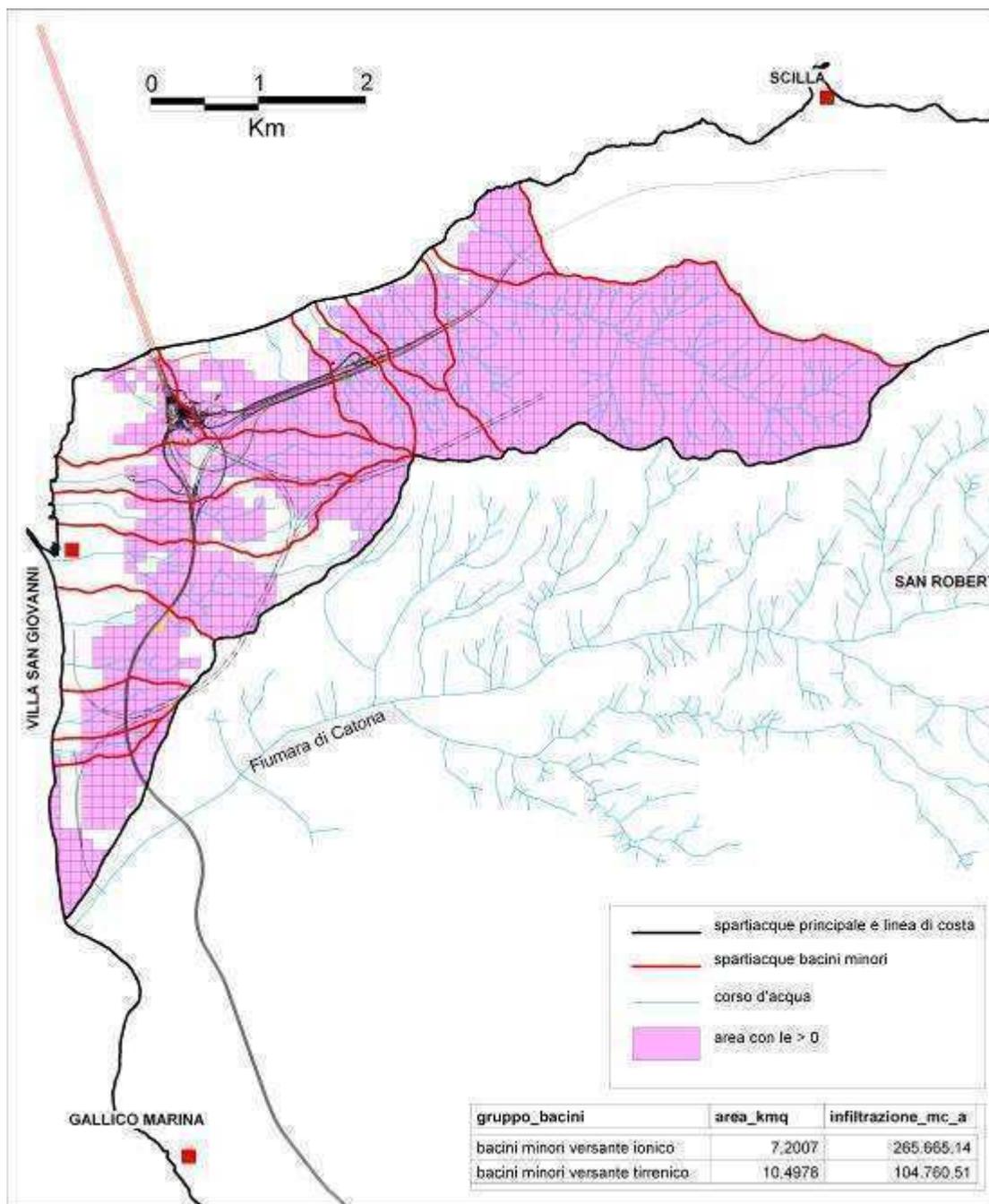
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE IDROGEOLOGICA	<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

La pendenza media è stata calcolata da un modello digitale del terreno; per l'uso del suolo si è utilizzato Corine Land Cover e per il tipo di suolo si è fatto riferimento alla litologia affiorante. Nell'ambito urbano o assimilabile non si è tenuto conto della pendenza e del tipo di suolo.



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE IDROGEOLOGICA	<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Il valore della ricarica media annua da precipitazioni (i.e. infiltrazione efficace) nel territorio comprendente le idrostrutture considerate viene stimato in complessivi 246.222 m³/anno, dei quali 141.107 m³/anno nella idrostruttura settentrionale e 105.115 m³/anno in quella meridionale.



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

La maggior parte dell'infiltrazione diretta avviene nei terreni dotati di permeabilità medio-alta e principalmente nei depositi alluvionali di fondo valle e delle pianure costiere, dove le acque di precipitazione meteorica tendono a confluire in relazione alle condizioni morfologiche.

All'alimentazione dei corpi idrici contenuti in tali terreni concorrono pertanto parte dei deflussi superficiali e le acque che si infiltrano negli altri terreni dotati di un grado di permeabilità medio, sotto forma di circolazione epidermica che talora dà origine a modeste manifestazioni sorgentizie.

4.4 Censimento dei punti d'acqua

Il censimento di pozzi, sorgenti e sondaggi geognostici, iniziato alla fine del mese di aprile 2010, ha permesso di individuare complessivamente N. 91 punti d'acqua costituiti da N. 43 pozzi scavati a largo diametro o trivellati e da N. 48 sondaggi geognostici, nei quali si è riscontrata presenza d'acqua (N. 25 pregressi e N. 23 recenti). Tali opere sono state realizzate da privati per scopi domestici, irrigui o industriali, in qualche caso da comuni per scopi idropotabili e in maggioranza da società ed enti pubblici per indagini relative a progetti di infrastrutture.

Dei 91 punti d'acqua censiti, per 28 di essi è stato possibile accedere alle opere e aggiornare i dati, verificando le variazioni dei livelli idrici intervenuti nel tempo, il che ha permesso di calibrare la piezometria anche nelle zone i cui punti di misura erano inaccessibili. In N. 20 sondaggi in precedenza utilizzati per monitoraggio non si è riscontrato alcun livello d'acqua.

La completezza dei dati è stata infatti condizionata in molti casi dall'impossibilità di acquisire tutte le informazioni previste, per insormontabili difficoltà legate alla disponibilità dei proprietari o alle condizioni e alle modalità di equipaggiamento delle opere. In questi casi è stato possibile acquisire soltanto dati parziali e verificare l'ubicazione riportata.

I dati ottenuti dall'attività di censimento sono riportati nelle schede allegate alla presente relazione.

Nessuna sorgente è stata riscontrata all'interno dell'area considerata, essendo questa solo marginalmente interessata da affioramenti di terreni cristallini, ai quali sono generalmente collegate sorgenti, alcune delle quali, con portata maggiore e continua, affioranti al di fuori del territorio studiato, sono captate per approvvigionamento idropotabile e addotte ai punti di utilizzazione mediante lunghi acquedotti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

4.5 Acquiferi e relative caratteristiche

In base ai dati acquisiti con le indagini idrogeologiche ed il censimento dei punti d'acqua, nell'area studiata si riconoscono acquiferi con diverse caratteristiche e differente comportamento nei confronti della circolazione idrica sotterranea, contenenti corpi idrici dotati di diversa potenzialità, oggetto di sfruttamento per i fabbisogni locali.

Le risorse idriche di maggiore interesse sono contenute nei depositi alluvionali di fondovalle delle fiumare, sotto forma di corpi idrici relativamente indipendenti, che in parte confluiscono in corrispondenza della fascia costiera.

Le aree di alimentazione sono rappresentate dai bacini imbriferi, i cui spartiacque idrografici sono stati considerati come limiti di idrostrutture in base alle caratteristiche morfologiche, litostratigrafiche e strutturali oltre che di permeabilità dei terreni. La ricarica è costituita principalmente dalle precipitazioni efficaci dirette e dall'infiltrazione di un'aliquota dei deflussi superficiali lungo gli alvei. Un limitato contributo deriva inoltre dalle acque di ruscellamento lungo i versanti delle valli e dalle acque di infiltrazione nei terreni meno permeabili e nelle relative coperture detritiche e di alterazione che, in base alle predette condizioni morfologiche, stratigrafiche e strutturali, raggiungono gli acquiferi di fondovalle. Nella zone più estesamente antropizzate un ulteriore contributo può essere rappresentato dalle perdite delle reti di acquedotto e fognarie dei centri abitati.

4.5.1 Acquifero delle metamorfiti

I terreni metamorfici costituiscono un acquifero anisotropo, caratterizzato da circolazione idrica discontinua e localizzata, che esclude l'esistenza di corpi idrici estesi e produttivi.

La permeabilità è principalmente localizzata nella parte superficiale alterata degli affioramenti e diminuisce rapidamente con la profondità. Fanno eccezione situazioni locali in cui la roccia è interessata da particolare disturbo tettonico con estese fratture, spesso beanti e prive di riempimento, che permettono una maggiore capacità di immagazzinamento delle acque di infiltrazione ed una circolazione più attiva, lasciando tuttavia immutato il ruolo di acquiferi scarsamente produttivi, dato il limitato volume dei serbatoi ricettori.

Dette caratteristiche determinano l'esistenza nelle zone di affioramento di questi terreni, al di fuori dell'area studiata, di numerose sorgenti, la maggior parte delle quali di modesta portata e a

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

carattere temporaneo. Quelle con portata maggiore sono captate per scopi idropotabili e per usi locali. Tutte presentano un'elevata variabilità stagionale della portata, essendo questa strettamente dipendente dalla quantità e distribuzione delle precipitazioni meteoriche. Il rapido decremento dei valori di portata dimostra sia il limitato volume dei serbatoi naturali, sia la rapidità con la quale le acque di infiltrazione sono restituite al deflusso superficiale, concorrendo all'alimentazione degli acquiferi alluvionali di fondovalle delle incisioni torrentizie.

4.5.2 Acquifero conglomeratici – sabbioso miocenico

Fra i depositi terrigeni che si sovrappongono alle metamorfiti, il conglomerato sabbioso miocenico, affiorante nella zona nord-occidentale dell'area, si riscontra spesso al di sotto delle coperture recenti in larga parte dell'area, con spessori anche rilevanti. In questo deposito, in parte sciolto ed in parte cementato, costituito da livelli e lenti di ghiaie, ciottoli e blocchi anche di grosse dimensioni e generalmente alterati, la circolazione idrica è discontinua essendo la permeabilità bassa per la frequente presenza di materiale pelitico frammisto al materiale grossolano e di livelli di sabbie limose intercalati nella successione. La circolazione idrica si attua preferenzialmente nelle zone interessate da dislocazioni tettoniche, con direzione di flusso parallela a queste ultime.

Le risorse idriche complessivamente immagazzinate nell'acquifero sono da ritenere di non trascurabile interesse, seppure l'accentuato frazionamento della circolazione idrica limita detto interesse a situazioni strettamente locali.

4.5.3 Acquifero calcarenitico – sabbioso pleistocenico

L'acquifero costituito dalle calcareniti organogene e sabbie pleistoceniche affiora limitatamente nella zona Sud-occidentale dell'area, in relazione ad un sistema di dislocazioni tettoniche orientate all'incirca Est-Ovest, che pongono a brusco contatto i sedimenti con le metamorfiti ed i conglomerati, ma anche con le sabbie e ghiaie di Messina. L'acquifero poggia verosimilmente sulle marne infraplioceniche (Trubi) poco permeabili, affioranti in un piccolo lembo più ad Est, ed è in connessione idraulica con l'acquifero sabbioso-ghiaioso pleistocenico. Il grado di permeabilità media per porosità e per fessurazione favorisce una circolazione idrica sotterranea discretamente attiva, che si traduce nell'esistenza di un corpo idrico di potenzialità non trascurabile, seppure limitata dalla continuità dell'acquifero. Condizioni più favorevoli si riscontrano generalmente nelle zone dove l'acquifero riceve alimentazione per travaso dalle metamorfiti e per percolazione dai

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

depositi clastici soprastanti.

4.5.4 Acquifero ghiaioso – sabbioso pleistocenico

L'acquifero delle sabbie e ghiaie di Messina affiora per una discreta estensione tra Pezzo superiore e Acciarelo, a ridosso della fascia costiera, e più all'interno tra Musalà e Campo Piale. In gran parte dell'area è presente al di sotto dei depositi alluvionali recenti e dei terrazzi, con spessori molto diversi in relazione alla quota dei sottostanti terreni dislocati da faglie con diverso rigetto. La variabilità granulometrica comporta continue differenze di permeabilità sia verticale che orizzontale che influiscono sulla circolazione idrica sotterranea, la quale risulta più attiva dove predominano la granulometria grossolana rispetto alle pareti nelle quali predomina la componente sabbioso-siltosa. Nell'acquifero possono riscontrarsi a varia profondità livelli idrici discontinui, di estensione e spessore diverso, assimilabili a falde sospese, la cui temporanea esistenza e produttività dipendono strettamente dall'andamento delle precipitazioni meteoriche. Alla base è presente un corpo idrico relativamente continuo con produttività generalmente modesta ma di interesse locale, sostenuto dall'interfaccia acqua dolce/acqua salata e connesso idraulicamente con i soprastanti depositi alluvionali e costieri.

4.5.5 Acquiferi alluvionali

Gli acquiferi alluvionali presenti sul fondo valle dei corsi d'acqua ed in corrispondenza delle zone costiere rappresentano i principali serbatoi naturali del territorio, in cui sono contenute le risorse idriche di maggiore interesse. Essi sono caratterizzati da permeabilità tendenzialmente alta per porosità, seppure molto variabile in relazione alla granulometria. Sono sede di un'attiva circolazione idrica che comporta il rapido trasferimento delle acque verso la costa. L'alimentazione è rappresentata principalmente dalle piogge dei mesi autunnali e invernali, dal ruscellamento lungo i versanti dei bacini imbriferi e dal deflusso superficiale lungo gli alvei dei corsi d'acqua. Ciò determina l'esistenza all'interno dei depositi di corpi idrici con persistente deflusso in subalveo, seppure variabile nell'arco delle stagioni, con conseguenti fluttuazioni del livello piezometrico. L'importanza delle risorse idriche contenute in questi acquiferi dipende, oltre che dal regime delle precipitazioni meteoriche, dall'estensione dei bacini idrografici dei corsi d'acqua e dal volume dei depositi alluvionali.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

4.5.6 Parametri idrogeologici

Valori di conducibilità idraulica e di trasmissività degli acquiferi sono stati ottenuti mediante prove di emungimento e slug test in pozzi e piezometri accessibili, mentre altri dati sono stati desunti da studi precedenti e confrontati con quelli direttamente acquisiti. Sono stati inoltre considerati i risultati di prove Lefranc effettuate in perforazioni della campagna di indagini geognostiche per il Progetto Definitivo, con le limitazioni imposte dalla metodologia.

La determinazione dei valori di trasmissività degli acquiferi principali è stata effettuata mediante Prove di emungimento a portata costante sono state eseguite su alcuni pozzi comunali che intercettano l'acquifero alluvionale e su pozzi privati perforati nell'acquifero delle ghiaie e sabbie di Messina (vedi Allegati).

L'assenza a distanza utile dal pozzo di prova di pozzi o sondaggi da utilizzare come piezometri per la misura degli abbassamenti ha costretto ad adottare il metodo di prova su pozzo singolo misurando i valori di abbassamento in regime transitorio nel pozzo utilizzato.

Le prove, eseguite misurando la depressione del livello statico educendo una portata costante di valore tale da indurre basse depressioni, hanno permesso di calcolare con sufficiente approssimazione valori della trasmissività e valutare la conducibilità idraulica dallo spessore dell'acquifero. Misure sono state anche effettuate in fase di risalita del livello idrico a fine prova.

I dati ottenuti sono stati interpretati con la formula di approssimazione logaritmica di Jacob (1950) e Cooper-Jacob (1946):

$$\Delta hp = \frac{0,183Q}{T} \cdot \log \cdot \frac{2,25Tt}{r^2 S}$$

da cui

$$T = \frac{0.183Q}{C}$$

dove C rappresenta l'accrescimento della depressione (Δhp) in un ciclo logaritmico.

I risultati delle prove di emungimento effettuate su alcuni pozzi più significativi sono riportati in forma grafica in allegato.

Al fine di estendere le informazioni sull'intera area interessata dal progetto, una stima dei valori di trasmissività e di conducibilità idraulica è stata effettuata utilizzando i dati di portata e di depressione stabilizzata, desunti da prove per la messa in produzione di nuove opere o da monitoraggio in pozzi per uso potabile in produzione continuativa. Dai valori di portata specifica, calcolata in base alla depressione del livello idrico corrispondente ad un basso valore della portata

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

erogata, si sono ricavate correlazioni con la trasmissività in condizioni di regime stazionario, basate sull'equazione di Thiem e considerando le successive espressioni semplificatrici di Dupuit e di Jacob, come riportato nella letteratura specialistica (Castany, 1967; Custodio e Llamas, 1996).

I dati ottenuti con il predetto metodo sono stati confrontati con quelli determinati mediante le prove di emungimento effettuate, utilizzando la relazione di correlazione statistica per i due diversi acquiferi (Pollak, 1967; Huntley et al., 1992), rilevando una buona concordanza di valori.

Si è potuto così ottenere un quadro sufficientemente indicativo dei parametri idrogeologici dei principali acquiferi dell'area considerata.

I valori di trasmissività degli acquiferi alluvionali, ottenuti dalle prove di emungimento sui pozzi utilizzati, risultano variare tra $1,08 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ e $1,32 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ dai quali si desumono valori della conducibilità idraulica variabili tra $1,27 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ e $2,54 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$. Considerando anche i dati ricavati dalle stime su un numero maggiore di casi i valori variano tra $3,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ e $5,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, dai quali si desumono valori della conducibilità idraulica variabili tra $2,2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ e $1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ in relazione alla composizione e allo spessore dei depositi.

Nel caso delle ghiaie e sabbie di Messina i dati di trasmissività ottenuti dalle prove di emungimento risultano mediamente di $2,30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ al quale può essere correlato un valore della conducibilità idraulica di $2,01 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$, mentre considerando le stime si ha mediamente un valore di trasmissività di $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ al quale può essere correlato un valore della conducibilità idraulica di $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$. I test idraulici eseguiti durante la campagna di sondaggi per il Progetto Definitivo hanno invece restituito valori della conducibilità idraulica inferiori, dell'ordine degli $1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Per tutti gli altri acquiferi porosi, nei quali non si è riscontrata la presenza di un corpo idrico produttivo, indicazioni sulla conducibilità idraulica sono stati stimati in base ad esperienze effettuate in zone esterne all'area studiata.

Si è potuto così ottenere un quadro sufficientemente indicativo delle caratteristiche idrogeologiche dei principali acquiferi presenti nell'area considerata.

Per tutti gli altri acquiferi, dove non si ha alcun dato derivante da prove di emungimento, si possono soltanto avere indicazioni sulla trasmissività e sulla conducibilità idraulica dalla portata specifica di alcuni pozzi.

Dai dati ottenuti emerge una certa variabilità tra la zona collinare e quella costiera, come anche tra le idrostrutture del versante ionico e di quello tirrenico, imputabile alle modalità di deposizione dei

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

materiali ed in parte alla litologia prevalente nelle aree di provenienza di questi ultimi.

In linea generale, valori più elevati si hanno mediamente in corrispondenza delle piane costiere dove i depositi si sono formati con il contributo dei corsi d'acqua i cui bacini idrografici hanno estensione diversa, nei quali predominano terreni cristallini o sedimentari.

4.6 Condizioni idrodinamiche

Le curve isopiezometriche, ricostruite mediante i dati di livello idrico rilevati nel corso del censimento dei punti d'acqua, indicano direzioni di deflusso sotterraneo da Est verso Ovest nel versante ionico prospiciente lo Stretto e da Sud verso Nord nel versante tirrenico, analogamente ai deflussi superficiali.

La circolazione idrica sotterranea è particolarmente attiva nei depositi alluvionali e più ridotta nei sedimenti ghiaioso-sabbiosi pleistocenici, mentre in tutti gli altri complessi idrogeologici essa risulta ancora più ridotta e frazionata, tranne nelle zone tettonicamente disturbate e particolarmente lungo le principali linee di faglia.

Le direzioni di deflusso delle acque sotterranee si identificano generalmente con gli assi delle valli dei piccoli corsi d'acqua dove si hanno spessori più consistenti di depositi alluvionali.

I corpi idrici contenuti in tali depositi sono di tipo libero, con comportamento influenzato dalle variazioni granulometriche dei depositi e dalle modalità di alimentazione. In base ai dati di precedenti studi, la piezometria mostra mediamente variazioni stagionali limitate fra il periodo asciutto e quello piovoso in corrispondenza dei tratti montani, mentre queste sono di poco più accentuate allo sbocco dei corsi d'acqua nelle piane costiere, data la scarsa incidenza dei prelievi esistenti. I valori del gradiente idraulico sono generalmente alti a monte (2-4‰) e tendono a diminuire procedendo verso valle fino a meno dell'1‰.

4.7 Caratteristiche chimico – fisiche delle acque sotterranee

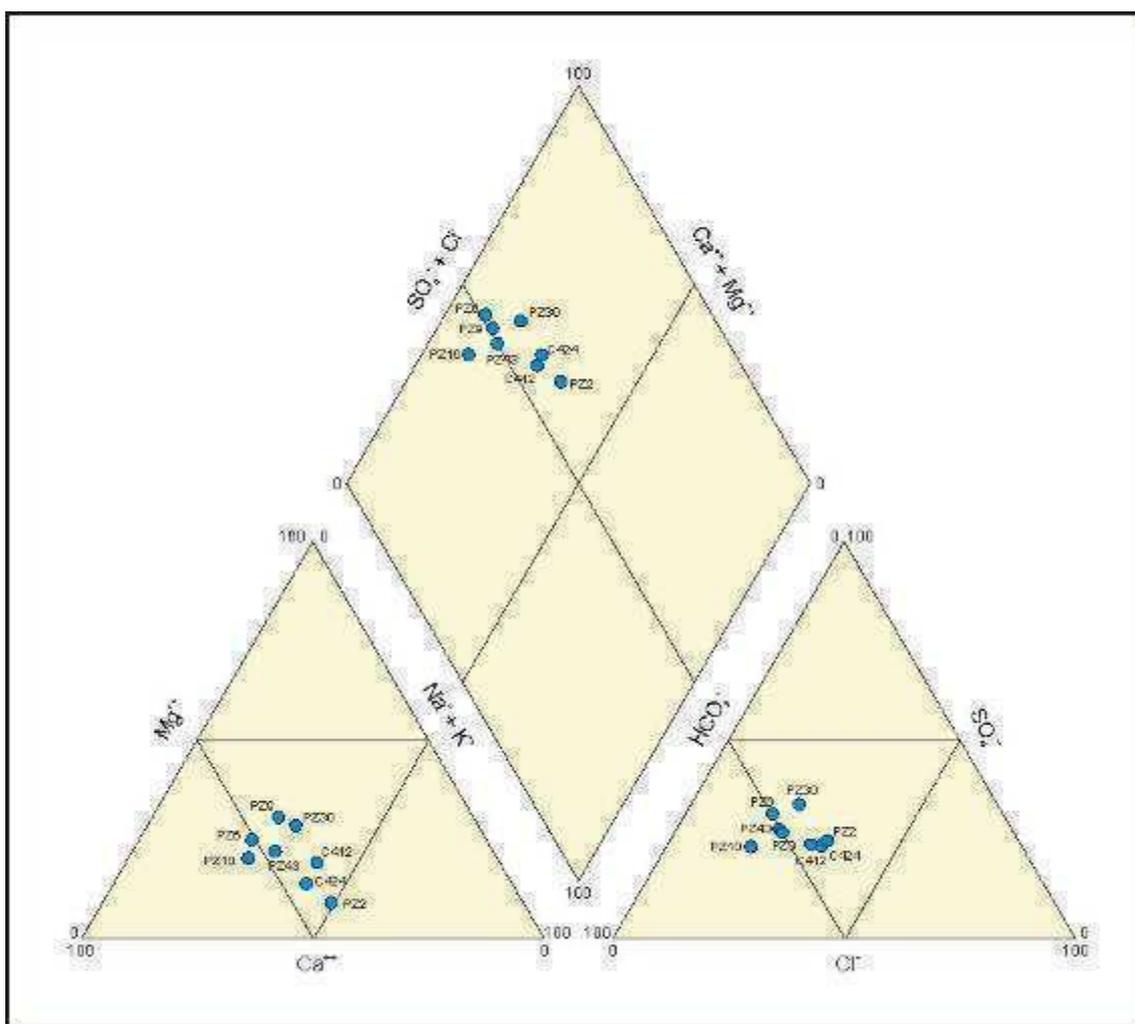
Le caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee sono state verificate mediante le determinazioni in campo di temperatura, pH e conducibilità elettrica, eseguite durante il censimento dei punti d'acqua, e mediante analisi di laboratorio su alcuni campioni prelevati da pozzi e piezometri, sempre nel corso della recente campagna di indagini. Le determinazioni hanno riguardato i principali parametri che permettono la determinazione della facies idrochimica delle

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE IDROGEOLOGICA	<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

acque, oltre ad alcuni parametri indicativi di processi naturali o antropici. Dato il limitato numero di campioni che è stato possibile prelevare, si è fatta una correlazione con dati precedenti, riscontrando una sufficiente coerenza con i dati dei campioni d'acqua prelevati negli stessi acquiferi.

I risultati delle determinazioni in campo e delle analisi di laboratorio sono riportati nella tabella e nelle schede allegate alla presente relazione.

In linea generale si rileva una certa omogeneità di composizione delle acque campionate, potendo riferire la maggior parte di esse alla facies solfato calcica, con tendenza verso la facies bicarbonato calcica. Un solo campione (PZ10) mostra una decisa appartenenza al secondo tipo, mentre in tutti gli altri i solfati raggiungono valori circa il doppio rispetto al campione anzidetto.



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Il gruppo più numeroso di campioni presenta valori di salinità totale, più frequenti tra 600 e circa 800 mg/l, anche se in alcuni il valore si dimezza e fra questi rientrano i due campioni sopra evidenziati. La correlazione con la conducibilità elettrica esalta ancor più queste differenze che tuttavia trovano riscontro nel contenuto dei parametri dominanti. I punti di prelievo ricadono in zone diverse, sia in vicinanza della costa, sia nell'entroterra. Il contenuto in cloruri e in solfati dei campioni prelevati in prossimità della costa hanno rivelato valori più alti, che risultano tuttavia più contenuti rispetto ai valori accertati nel passato quando l'effetto dell'intrusione salina nell'acquifero alluvionale e ghiaioso sabbioso era più accentuato a causa dei più consistenti e continui prelievi da questi acquiferi.

Due campioni prelevati nella zona di Piale hanno mostrato un contenuto di Ferro totale e di Manganese particolarmente elevato, correlabile probabilmente ai depositi conglomeratici con frequenti clasti di rocce cristalline alterate. Un contenuto elevato dei due parametri si riscontra anche in un pozzo dell'area industriale ricadente nell'estrema parte meridionale dell'area.

Per quanto concerne la valutazione della qualità delle acque sotterranee dell'area in relazione agli usi a cui possono essere destinate, sia nella loro condizione naturale sia a seguito di opportuni trattamenti, è stata utilizzata la metodologia di classificazione proposta da Civita et al. (1993). Utilizzando lo schema della tabella seguente sono state riconosciute diverse classi di qualità e la loro presenza nelle varie zone del territorio.

In base a tale classificazione le acque campionate sono generalmente di qualità media (B1 B2), ad eccezione di alcuni campioni in cui i valori di parametri, quali Ferro totale, Manganese e Nitrati, presentano valori particolarmente alti. In questi casi si evidenzia una qualità scadente delle acque, presumibilmente per condizioni naturali ed in parte per cause antropiche, risultando esse appartenere alla classe B1 C2, per eccedenza del Ferro e dell'Ammoniaca, alla classe C1 B2 per eccedenza di Nitrati e alla classe C1 C2 per eccedenza di Ferro, Manganese e Ammoniaca.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Schema di classificazione della qualità delle acque sotterranee (da CIVITA et al., 1993)

		Gruppo Parametri							
		1 (chimico-fisici)				2 (sostanze indesiderabili)			
Giudizio	Classe	TH °F	C.E.S. µScm-1	SO4 mg/l	Cl mg/l	NO3 Mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	NH4 mg/l
Ottimale	A	15+÷30*	<1000*	<50**	<50	<10*	<0,05	<0,02	<0,05
Media	B	30*÷50	1000÷2000*	50**÷250	50÷200	10*÷50	0,05÷0,2	0,02÷0,05	0,05÷0,5
Scadente	C	>50	>2000	>250	>200	>50	>0,2	>0,05	>0,5

Note: +) valore minimo consigliato; *) valore intermedio tra Concentrazione Massima Ammissibile (CMA) e Valore guida (VG) - D.P.R. 236/88; **) valore doppio rispetto al VG

Giudizio d'uso	
A	Acqua potabile senza alcun trattamento; idonea a quasi tutti gli usi industriali ed irrigui.
B	Acqua potabile senza alcun trattamento; alcune limitazioni per gli usi industriali ed irrigui.
C - Acqua non idonea ad essere utilizzata tal quale per usi potabili e con limitazioni per altri usi:	
C1 - da sottoporre a trattamenti specifici;	
C2 - da sottoporre a trattamento di ossidazione semplice o spinta.	

4.8 Prelievi ed utilizzazioni

Le acque utilizzate per scopo potabile dai comuni dell'area provengono tutte da sorgenti captate sui rilievi di terreni cristallini al di fuori dell'area studiata, tranne un solo pozzo, utilizzato in casi di emergenza dal Comune di Campo Calabro, ubicato in località Valle degli Ammalati, subito a Sud del limite dell'area di indagine.

Le risorse idriche del territorio sono utilizzate per scopi irrigui e industriali mediante pozzi ubicati nelle zone costiere e sul fondo valle dei corsi d'acqua.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Si tratta di pozzi, in parte scavati a largo diametro (1-3 m) e più frequentemente perforati, di profondità variabile da pochi metri nel primo caso ad alcune decine di metri per le perforazioni. Queste interessano gli acquiferi alluvionali per alcune decine di metri e alcuni si spingono a maggiore profondità captando le acque di acquiferi sottostanti. Si tratta spesso di pozzi incompleti, in quanto non raggiungono un terreno impermeabile.

Le portate prelevate dagli acquiferi alluvionali sono generalmente di qualche l/s con rare eccezioni in dipendenza non soltanto della locale produttività dell'acquifero ma anche della profondità delle opere e delle esigenze dei fondi coltivati, la cui variabilità dipende anche dalle condizioni climatiche dell'annata. L'esercizio di questi pozzi è generalmente limitato alla stagione asciutta per alcune ore al giorno.

Il volume complessivo di risorse prelevate annualmente dagli acquiferi è quindi compatibile con il volume di risorse rinnovabili derivante dal calcolo dell'infiltrazione efficace nelle aree di alimentazione. Nelle zone costiere questi prelievi influenzano tuttavia l'equilibrio tra acque dolci e acque salate per variazioni del carico idraulico dei corpi idrici in considerazione della variabilità delle precipitazioni meteoriche nei diversi anni, con conseguenti effetti di ingressione del cuneo salino, che in passato si sono rivelati molto incidente sulla qualità delle acque utilizzate.

4.9 Monitoraggio piezometrico

Nel corso della campagna di indagini eseguita nel periodo aprile – febbraio 2010 sono stati installati una serie di piezometri, a tubo aperto e con celle tipo Casagrande, all'interno delle verticali di sondaggio previste. La strumentazione installata è operativa per il controllo della piezometrica ante-operam e pertanto dell'assetto idrogeologico che verrà incontrato lungo le gallerie autostradali e ferroviarie.

Per quanto riguarda la ricostruzione dei livelli piezometrici attesi in corrispondenza delle opere si è presa come riferimento la carta delle isopieze riportata negli elaborati a cura del Prof. Ferrara. Questa piezometria è stata ricostruita utilizzando i livelli d'acqua registrati nei pozzi censiti (vedi schede censimento) e corrisponde ad un livello mediato su rilievi eseguiti nei mesi di aprile maggio e giugno 2010. Tale riferimento piezometrico è stato utilizzato anche come riferimento di calibrazione nelle simulazioni numeriche di seguito illustrate.

Poiché il dato di calibrazione piezometrico rappresenta un dato essenziale nelle ricostruzioni

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

modellistiche e dal momento che la carta delle isopieze utilizzata mediava dati su tre mesi è stata eseguita una accurata verifica della sua validità in funzione dei dati piezometrici raccolti da Eurolink nei mesi di ottobre, novembre, dicembre 2010, gennaio e febbraio 2011. Tale verifica aveva il duplice scopo da un lato di valutare se nella zona di interesse le oscillazioni della superficie di falda sono di entità consistente o meno, dall'altro di valutare se i livelli d'acqua indicati dalla ricostruzione della superficie di falda corrispondano o meno a quelli osservati nei piezometri. Per quanto attiene al primo aspetto (oscillazioni della falda) i dati dei piezometri indicano che le oscillazioni piezometriche non sono consistenti; esse sono perlopiù circoscritte nell'ordine dei 50cm (almeno per il periodo in cui i dati sono disponibili) che, se confrontate con i forti gradienti idraulici della falda in questo settore (dell'ordine del 15%), possono essere considerate del tutto trascurabili ai fini della modellizzazione numerica.

Per quanto attiene al secondo aspetto (corrispondenza tra ricostruzione della falda e dati piezometrici) si osserva in linea generale una buona corrispondenza, con scarti perlopiù dell'ordine di 1 o 2 metri, ancora una volta ampiamente tollerabili ai fini della modellizzazione se si considerano i forti gradienti della falda. Alcuni dati piezometrici, concentrati perlopiù all'estremità est dell'area di progetto e ben al di fuori del settore in cui sono state eseguite le modellizzazioni numeriche, mostrano scarti piuttosto forti rispetto alla ricostruzione della piezometria. Si tratta dei piezometri C427, C429, C432 e C435. Anomalo risulta invece il dato del piezometro C401, unico piezometro nella zona degli imbocchi delle gallerie a restituire un valore piezometrico molto elevato rispetto alla superficie di falda ricostruita. Tale dato non può tuttavia essere ragionevolmente correlato con quelli dei piezometri adiacenti e pertanto è da ritenersi indicativo di una situazione locale o di un malfunzionamento della cella Casagrande.

Pertanto solo nella zona est dell'area di interesse la ricostruzione della superficie piezometrica è da ritenersi imprecisa mentre nel resto dell'area (rilevante ai fini della modellizzazione numerica) la ricostruzione è da ritenersi affidabile.

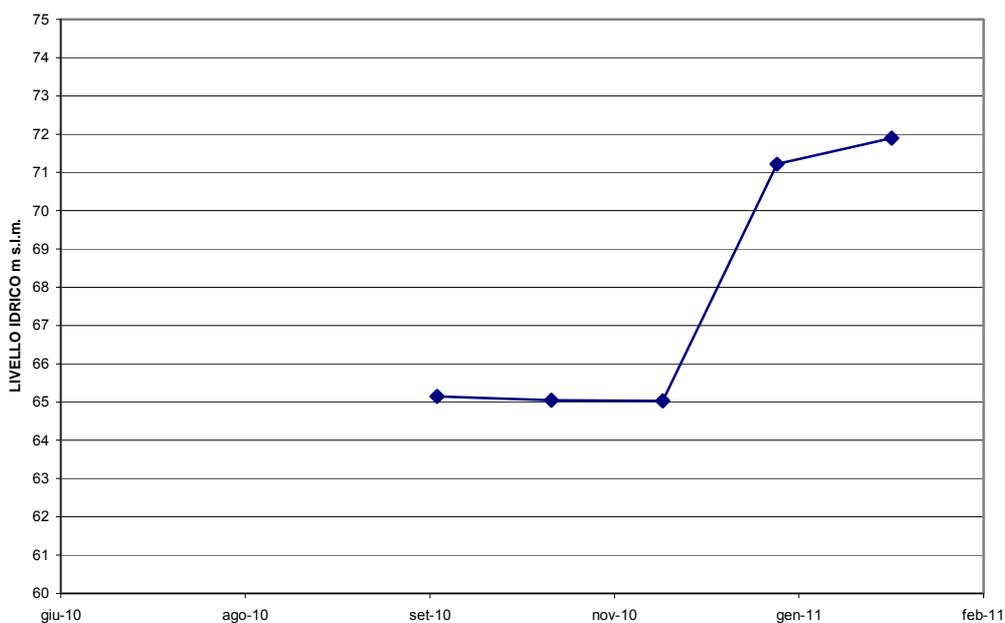
Di seguito si riportano l'ultima lettura piezometrica disponibile alla data del 16/02/2011.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

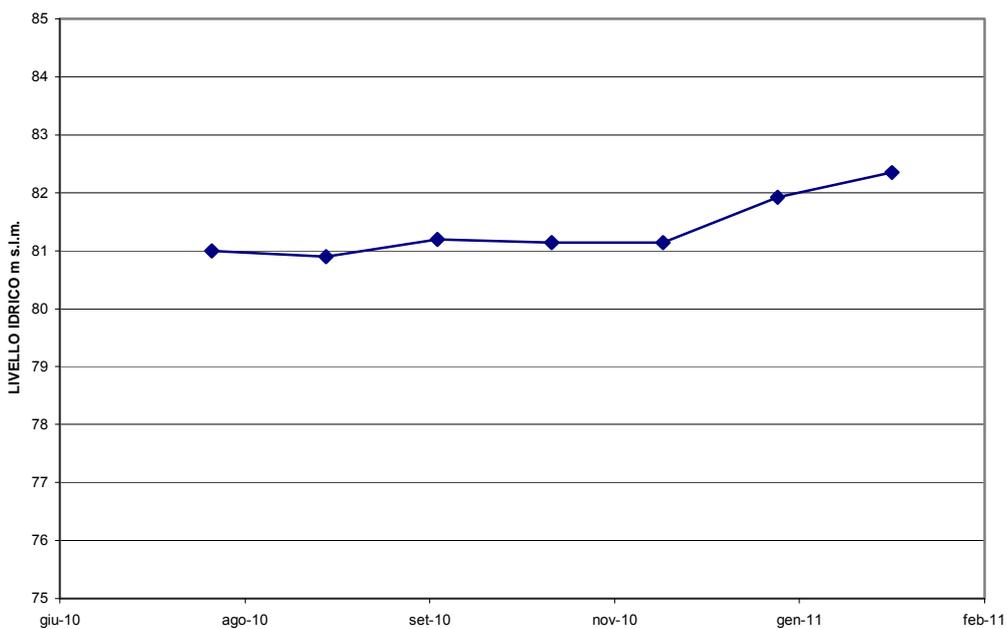
Sondaggio	Piezometro	Profondità (m)	Livello falda da p.c.
C401	Casagrande	60	-8.25
C404	Casagrande	30	-17.40
C405	Casagrande	45	-26.16
C406	Casagrande	50	-4.69
C407	Casagrande	65	-17.27
C408	Tubo aperto	60	-8.27
C410	Casagrande	35	assente
C411	Casagrande	35	-20.34
C412	Tubo aperto	70	-30.43
C414	Tubo aperto	25	assente
C424	Tubo aperto	31	-14.48
C425	Casagrande	29.9	-23.45
C427	Tubo aperto	40	-13.69
C428	Tubo aperto	60	-13.36
C429	Casagrande	40	-4.58
C432	Casagrande	40	-19.08
C434	Casagrande	35	-10.50
C435	Tubo aperto	40	-13.66

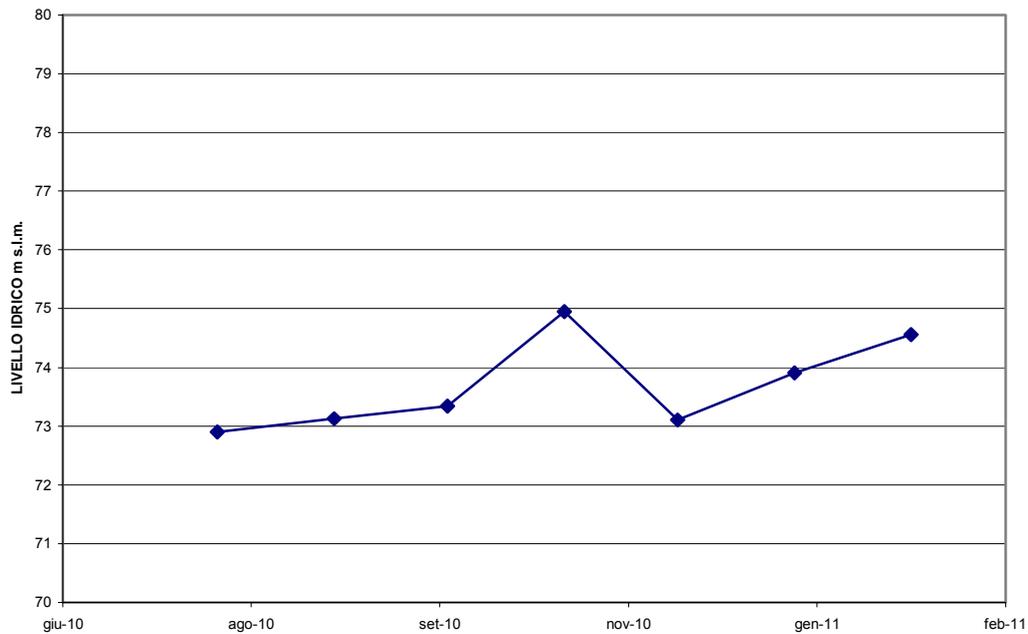
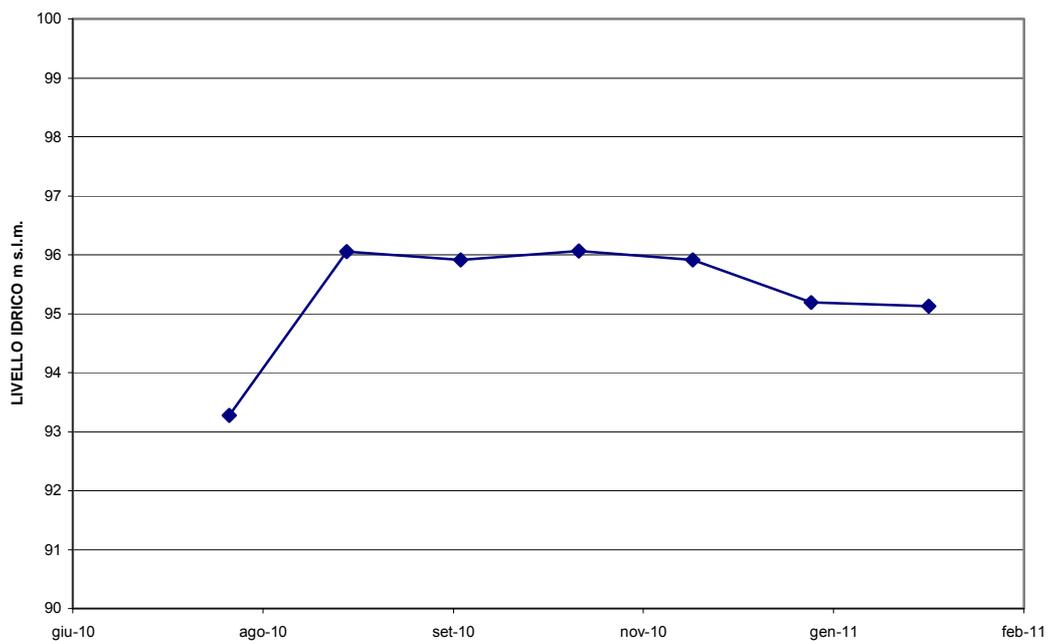
Di seguito si riportano inoltre, i grafici relativi ai singoli piezometri al fine di valutare la variazione della piezometrica nel periodo agosto 2010 – febbraio 2011.

PIEZOMETRO (Tubo aperto) C401

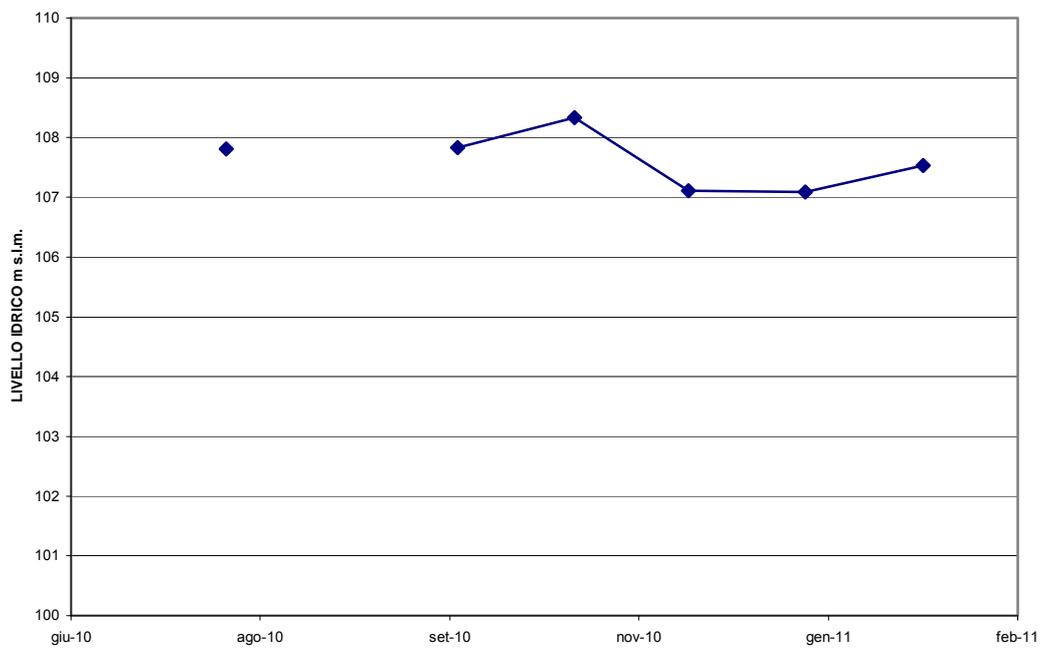


PIEZOMETRO (Casagrande) C404

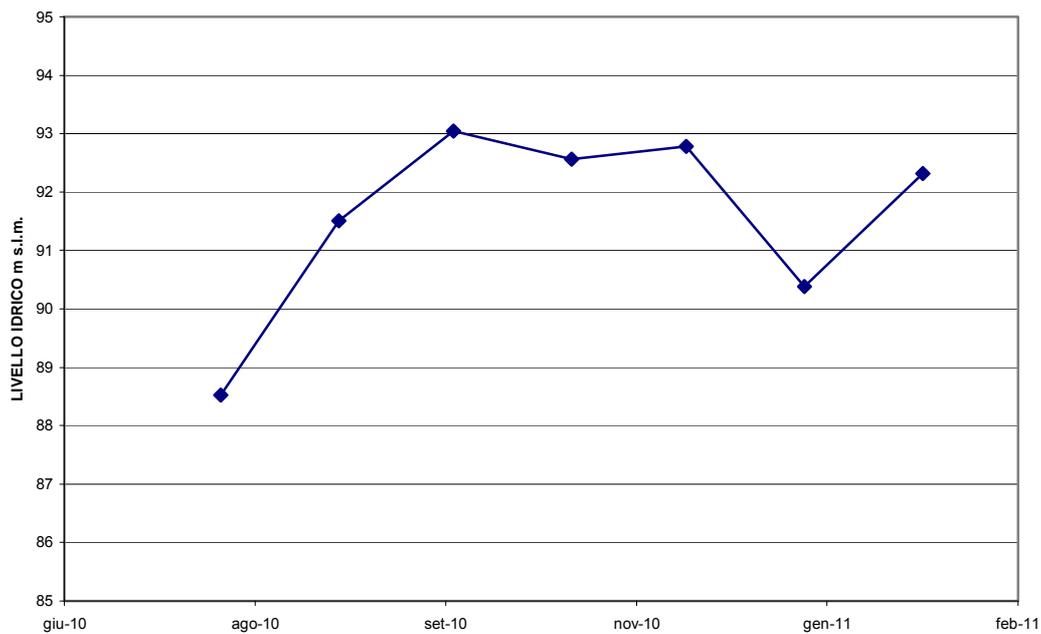


PIEZOMETRO (Casagrande) C405**PIEZOMETRO (Casagrande) C406**

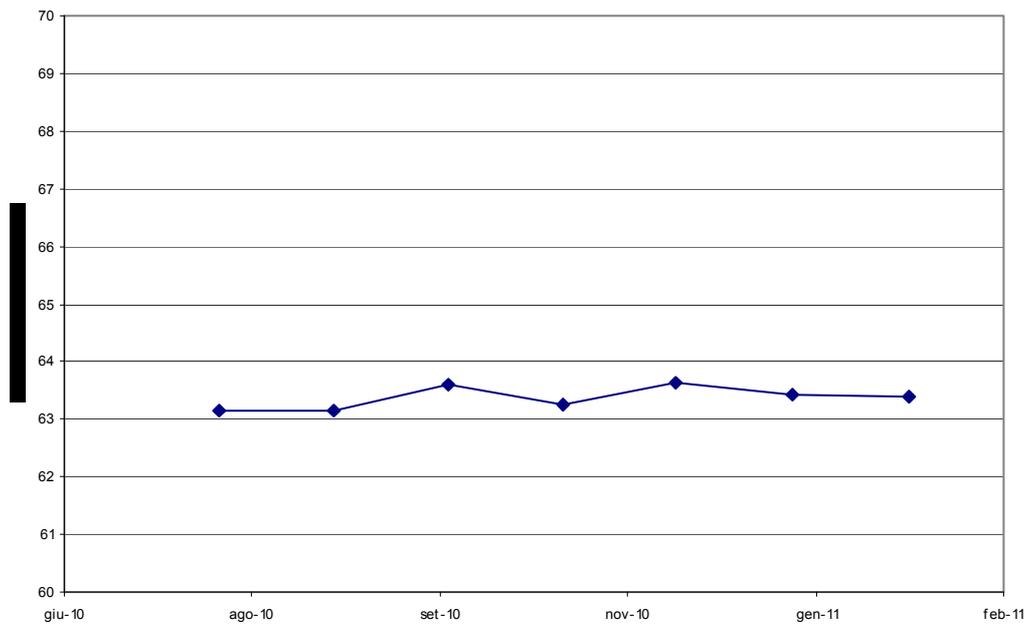
PIEZOMETRO (Casagrande) C407



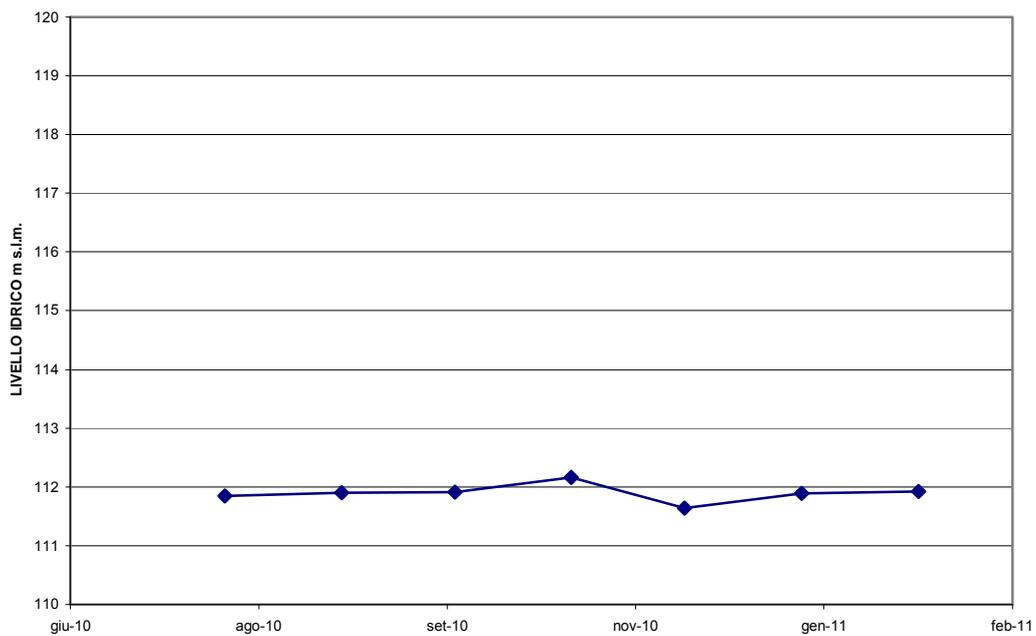
PIEZOMETRO (Tubo aperto) C408

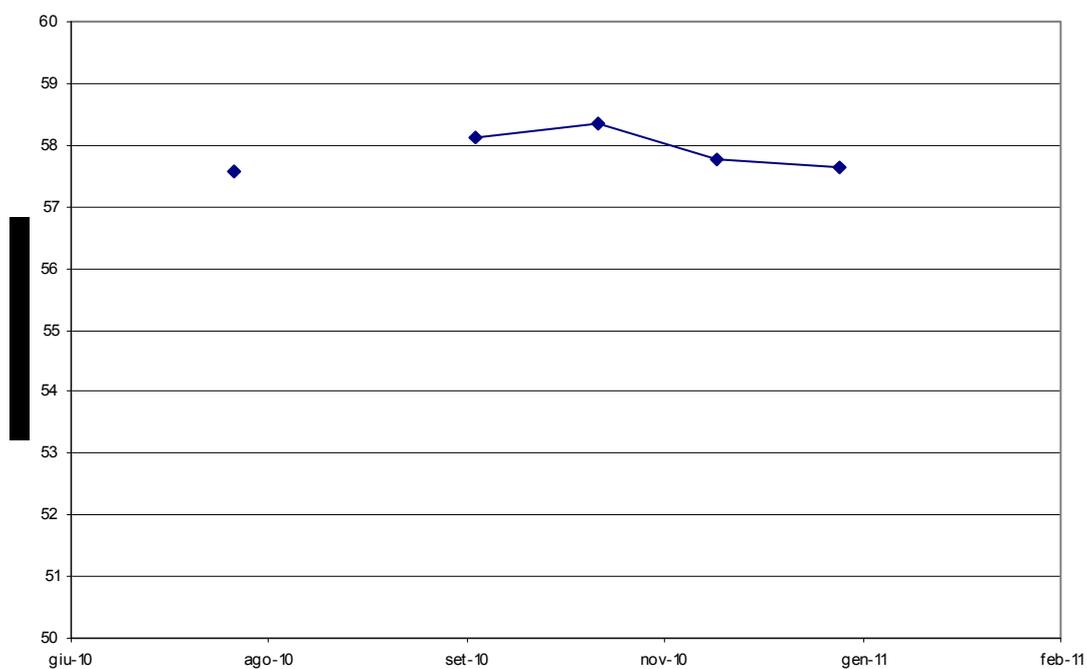
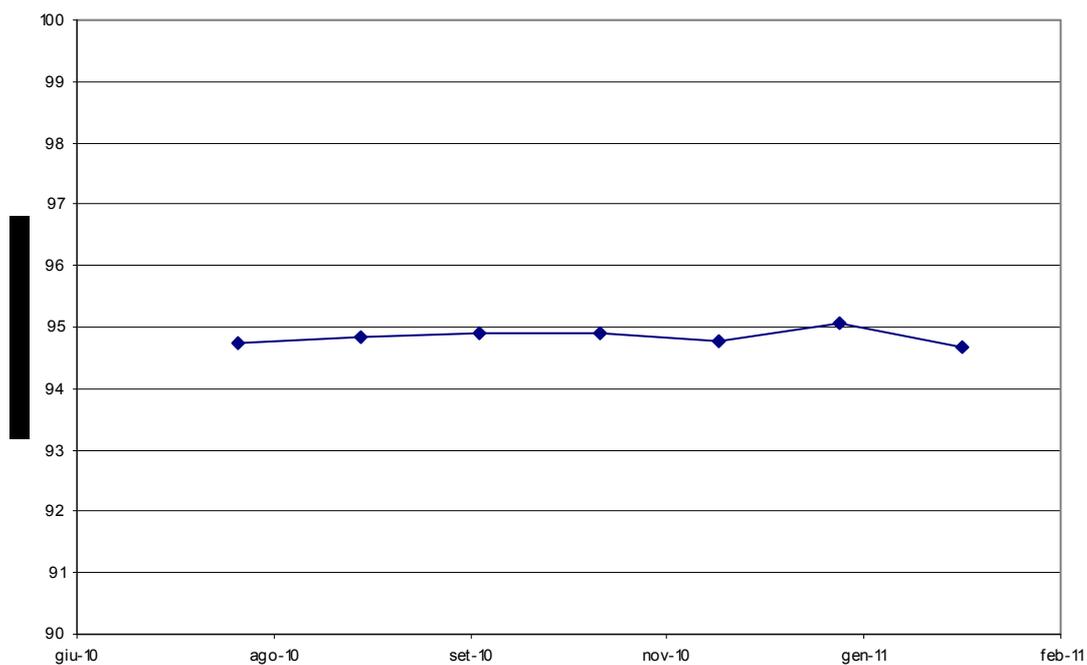


PIEZOMETRO (Casagrande) C411

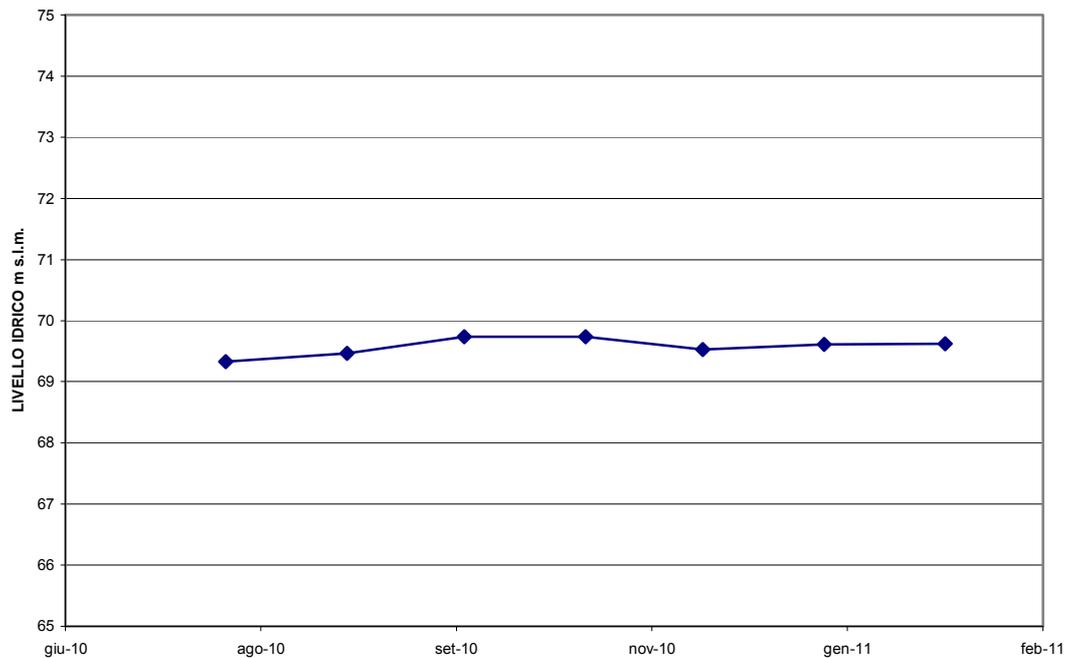


PIEZOMETRO (Tubo aperto) C412

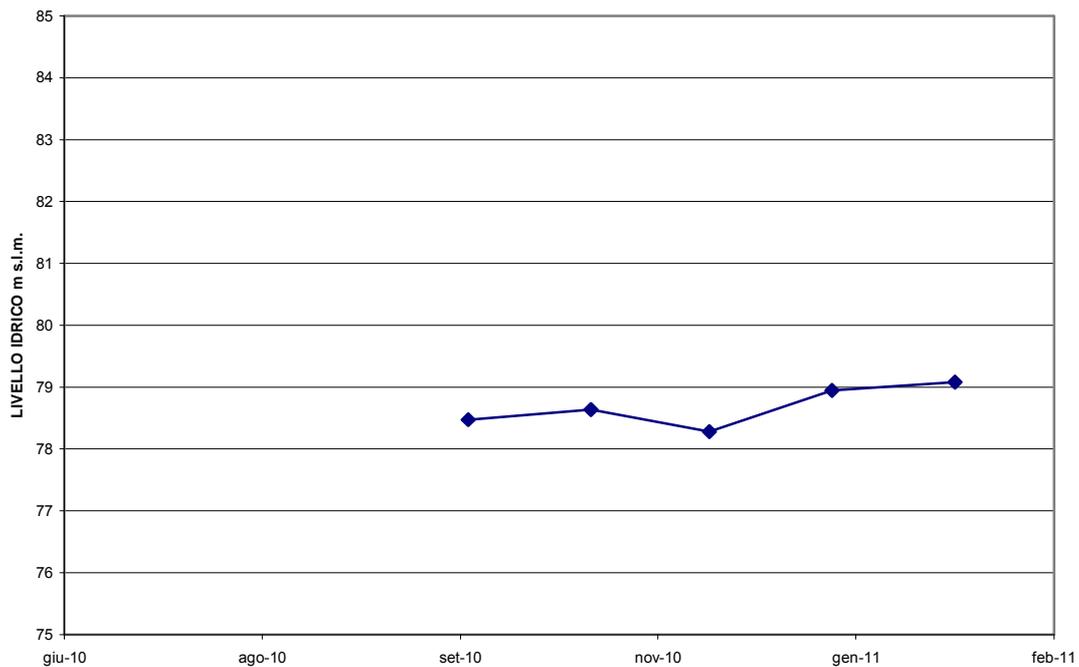


PIEZOMETRO (Tubo aperto) C414**PIEZOMETRO (Tubo aperto) C424**

PIEZOMETRO (Casagrande) C425

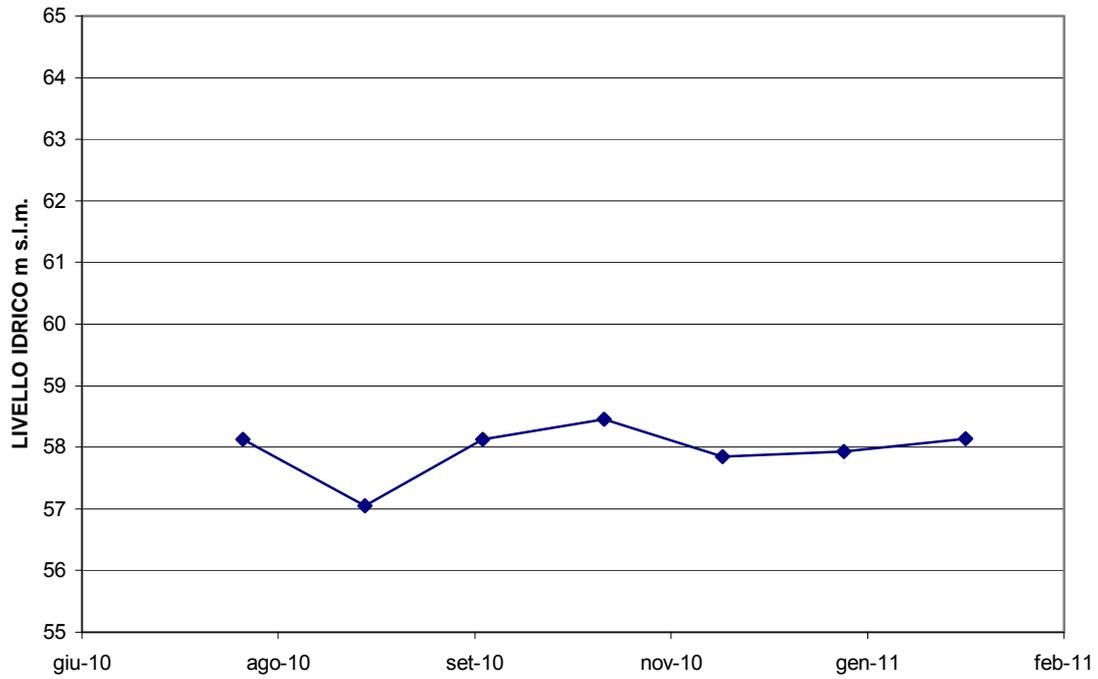


PIEZOMETRO (Tubo aperto) C427

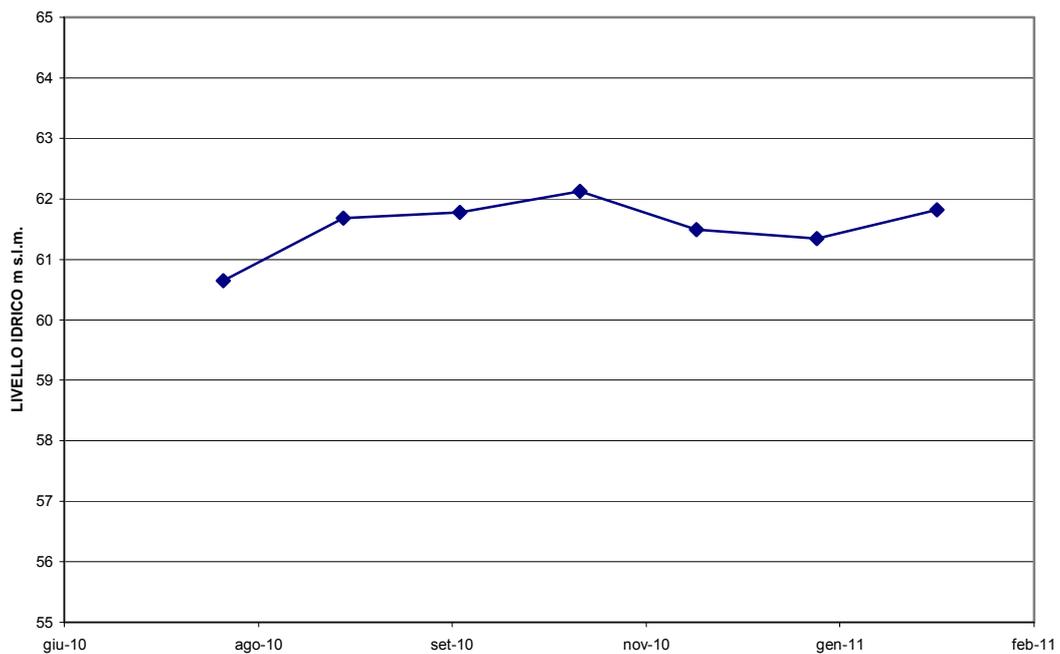


 Stretto di Messina		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE IDROGEOLOGICA	<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

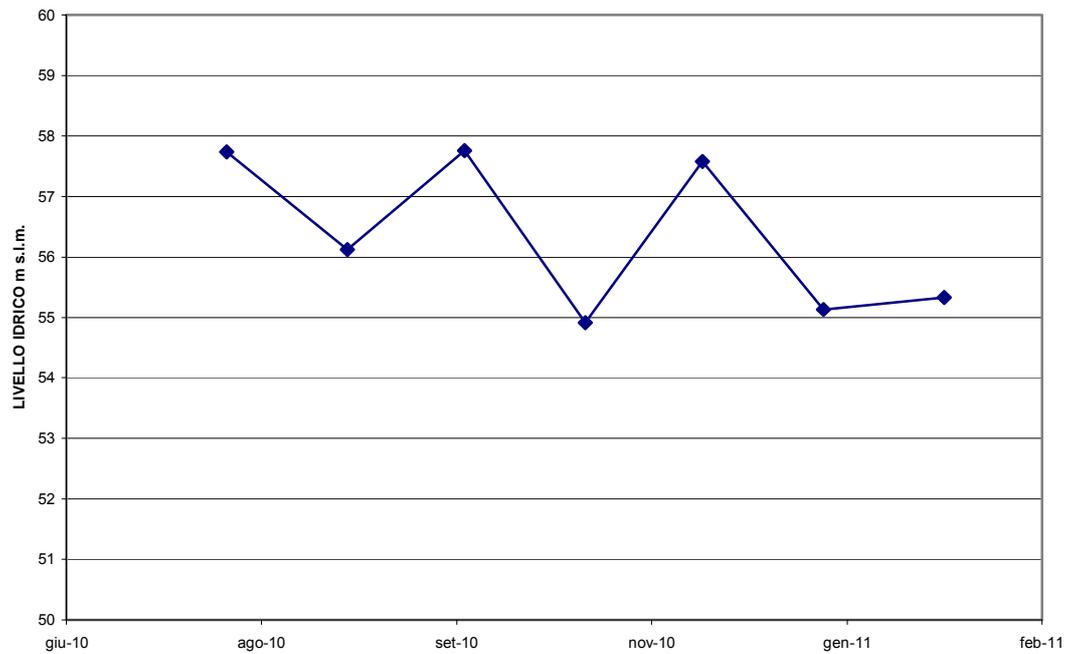
PIEZOMETRO (Tubo aperto) C428



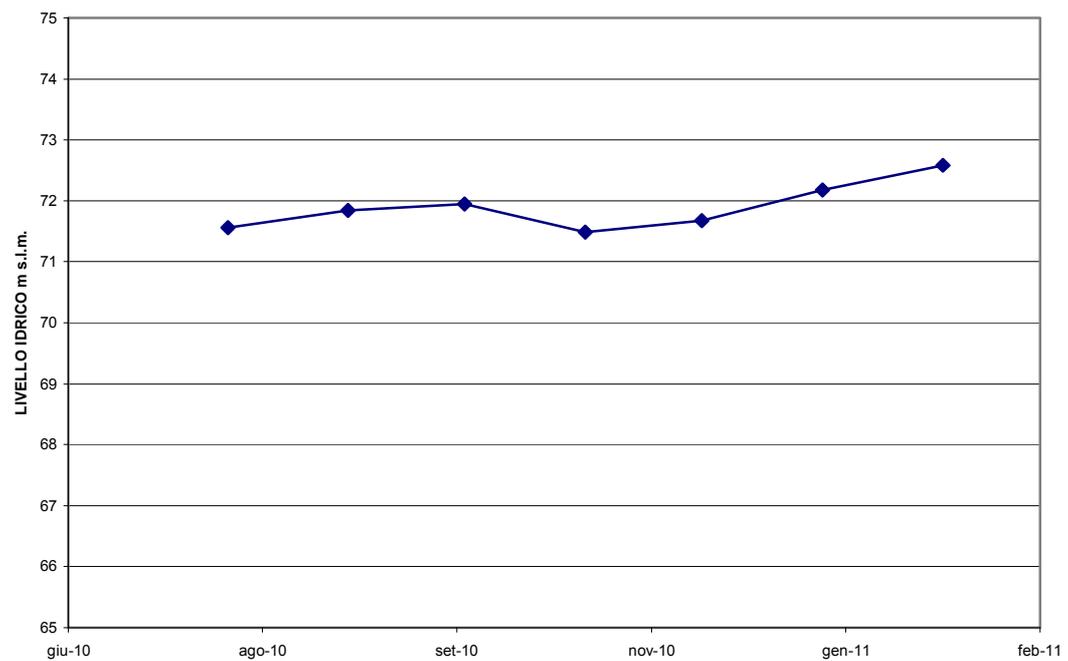
PIEZOMETRO (Casagrande) C429



PIEZOMETRO (Casagrande) C432

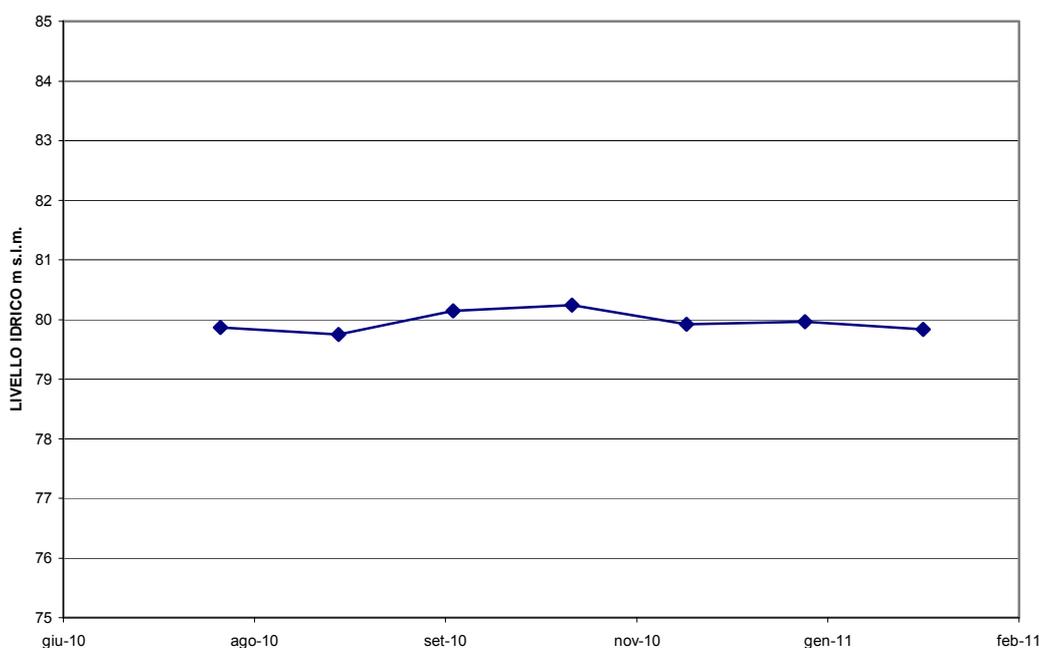


PIEZOMETRO (Casagrande) C434



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

PIEZOMETRO (Tubo aperto) C435



I singoli grafici non evidenziano variazioni significative della piezometrica, al massimo di pochi metri nel periodo considerato. Occorre inoltre precisare, che il periodo esaminato, purtroppo non è del tutto rappresentativo, in quanto non riporta un intero ciclo annuale.

Si ricorda infine che il monitoraggio idrogeologico fa parte del già previsto piano di monitoraggio ambientale. Per una più ampia trattazione delle problematiche idrogeologico si rimanda agli Studi di settore ed in particolare all'elaborato CG0800ARXDCI700ID00000001B, inserito nella componente di progetto 7.

I dati dei piezometri indicano che le oscillazioni piezometriche non sono consistenti; esse sono perlopiù circoscritte nell'ordine dei 50cm (almeno per il periodo in cui i dati sono disponibili).

Si osserva, in linea generale, una buona corrispondenza, tra ricostruzione della falda e dati piezometrici, con scarti dell'ordine di 1 o 2 metri. Alcuni dati piezometrici, concentrati all'estremità est dell'area di progetto, mostrano scarti piuttosto forti rispetto alla ricostruzione della piezometria. Si tratta dei piezometri C427, C429, C432 e C435. Anomalo risulta invece il dato del piezometro C401, unico piezometro nella zona degli imbocchi delle gallerie, a restituire un valore piezometrico molto elevato rispetto alla superficie di falda ricostruita. Tale dato non può tuttavia essere

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

ragionevolmente correlato con quelli dei piezometri adiacenti e pertanto è da ritenersi indicativo di una situazione locale o di un malfunzionamento della cella Casagrande.

Pertanto, solo nella zona est dell'area di interesse, la ricostruzione della superficie piezometrica è da ritenersi imprecisa, mentre nel resto dell'area, la ricostruzione è da ritenersi affidabile.

In merito al rischio che, a seguito dell'intercettazione delle falde sotterranee ad opera dello scavo delle gallerie, si possano generare fenomeni di subsidenza connessi all'abbattimento della piezometrica ed ai successivi fenomeni di consolidazione, nell'ambito del progetto definitivo delle gallerie, si sono condotte specifiche analisi volte a valutare l'ampiezza dei bacini di subsidenza in funzione dei valori di ricoprimento in calotta galleria, considerate le caratteristiche dei terreni e delle formazioni attraversate; è stato così possibile valutare le fasce di territori, al contorno dell'impronta della galleria, interessate dal fenomeno. Si è poi stimata l'entità dei cedimenti attraverso formulazioni empiriche, in funzione del "volume perso allo scavo"; al riguardo è stata condotta una analisi parametrica impiegando diversi valori del volume perso, nell'ottica di una analisi di rischio. Allo scenario caratterizzato dai volumi persi superiori, sono associabili anche gli eventuali fenomeni di subsidenza indotti dall'azione di drenaggio delle gallerie. Una volta determinato il valore dei cedimenti e la loro distribuzione si sono valutate le classi di danno associate, individuando quindi le interazioni tra gli scavi e le preesistenze in superficie. Per un approfondimento della tematica e per i risultati delle analisi si rimanda alle specifiche relazioni di calcolo.

4.10 Modello concettuale degli Acquiferi

Gli acquiferi alluvionali presenti sul fondo delle valli che incidono i versanti settentrionale ed occidentale dell'area considerata sono generalmente assimilabili a sistemi monostrato, sede di corpi idrici di tipo libero, spesso connessi idraulicamente con i corsi d'acqua. La loro alimentazione deriva in parte dall'infiltrazione diretta delle precipitazioni sull'area di affioramento dei depositi, in parte dall'infiltrazione delle acque di ruscellamento provenienti dai versanti e in parte da quelle che defluiscono negli alvei.

Nelle zone collinari e costiere gli acquiferi alluvionali sono in diretta connessione idraulica con l'acquifero delle Ghiaie e sabbie di Messina. In generale si ha un unico corpo idrico con direzione di deflusso all'incirca ortogonale alla linea di costa, come evidenziato dall'andamento della superficie piezometrica nei due versanti. Leggere inflessioni delle isolinee individuano gli apporti

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

dalle zone collinari mediante il drenaggio preferenziale lungo gli alvei dei piccoli corsi d'acqua che costituiscono il reticolo idrografico dell'area. Nel versante settentrionale le modalità di deflusso delle acque sotterranee nei depositi alluvionali e di versante sono influenzate dalla maggiore acclività determinata da condizioni strutturali, senza tuttavia modificare sostanzialmente le modalità anzidette.

Alle quote maggiori l'assenza di punti di misura significativi per la ricostruzione della piezometria non ha permesso di definire le condizioni idrodinamiche degli acquiferi, se non in tratti delle colline prospicienti verso la costa dove si è potuto disporre di livelli idrici misurati in alcune perforazioni geognostiche. In linea di massima si può considerare l'esistenza di un deflusso sotterraneo con direzione analoga a quella riscontrata nelle zone costiere, con una diversa direzione di deflusso nella parte più meridionale dell'area, dove questo è diretto verso la valle della fiumara di Catona, esterna all'area in esame.

Va comunque considerato che le condizioni idrogeologiche della zona centro-orientale del territorio, dove prevalgono gli acquiferi costituiti da rocce cristalline e dal conglomerato sabbioso miocenico, possono ritenersi caratterizzate da scarsa circolazione idrica sotterranea che permette l'esistenza di locali livelli idrici contenuti essenzialmente nelle coperture detritiche e di alterazione.

Le caratteristiche chimico fisiche delle acque contenute nelle formazioni permeabili del sistema mostrano differenze nel contenuto salino totale in relazione alla presenza di alcuni ioni con valori particolarmente alti. Tali condizioni si evidenziano nelle zone costiere e collinari per commistione con acque salate o acque reflue di centri abitati o di attività produttive, che comportano spesso qualità delle acque non idonee al consumo umano e con limitazioni per gli altri usi.

4.11 Vulnerabilità degli acquiferi

4.11.1 Cenni sulla metodologia

La vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi si definisce come la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo (Civita, 1987).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

La vulnerabilità di un corpo idrico sotterraneo è funzione di diversi parametri, tra i quali prevalgono la litologia, la struttura e la geometria del sistema idrogeologico, la natura del suolo e la geometria della copertura, il processo di ricarica-discardica del sistema ed i processi di interazione fisica e geochimica che determinano la qualità naturale dell'acqua sotterranea e la mitigazione di eventuali inquinanti che penetrano il sistema.

Uno dei metodi di valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi è quello parametrico a punteggi e pesi SINTACS (Civita e De Maio, 2000).

L'acronimo deriva dalle denominazioni dei parametri che vengono presi in considerazione, ossia:

- Soggiacenza;
- Infiltrazione efficace;
- Non – saturo (effetto di autodepurazione del);
- Tipologia della copertura;
- Acquifero (caratteristiche idrogeologiche del);
- Conducibilità idraulica dell'acquifero;
- Superficie topografica (acclività della).

Questi parametri sono definiti in base ai dati acquisiti direttamente o desunti da studi precedenti.

La soggiacenza è la profondità della superficie piezometrica misurata rispetto al piano di campagna.

L'infiltrazione efficace si ottiene dal calcolo del bilancio idrogeologico.

L'effetto di autodepurazione del non saturo si valuta dalle caratteristiche idrogeologiche della zona compresa fra la superficie del suolo e la zona satura dell'acquifero.

La tipologia della copertura è data dalla natura dei suoli che ricoprono gli acquiferi.

Le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero sono quelle che regolano i processi che si realizzano all'interno della zona satura dell'acquifero e che dipendono dalla struttura di quest'ultimo.

La conducibilità idraulica rappresenta la capacità di spostamento di un fluido nel mezzo saturo e si determina mediante prove di pompaggio nei pozzi o slug test nei piezometri.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

L'acclività della superficie topografica condiziona la velocità di spostamento delle acque superficiali e quindi l'infiltrazione e viene determinata tramite un DEM dell'area da trattare.

Il territorio oggetto di valutazione viene suddiviso in elementi finiti quadrati (EFQ), ovvero secondo una griglia a maglie regolari georeferenziata, con lato delle celle adeguatamente scelto in funzione della disponibilità e qualità dei dati. Ad ogni cella vengono assegnati i punteggi dei sette parametri e per ciascun elemento della griglia si calcolano i pesi relativi, ottenendo l'indice di vulnerabilità.

4.11.2 Valutazione della vulnerabilità

L'applicazione del metodo SINTACS all'area oggetto di studio, analizzata dal punto di vista idrogeologico alla scala 1:5.000, è stata effettuata discretizzando il territorio sotteso dai bacini considerati mediante una griglia a maglie quadrate di 100 m di lato. Ad ogni cella sono stati assegnati i punteggi dei sette parametri previsti dal metodo, realizzando le relative carte tematiche. Per l'analisi e l'elaborazione spaziale la procedura è stata implementata in ambiente GIS.

La soggiacenza è stata determinata mediante confronto tra la carta piezometrica ed il modello digitale del terreno (DTM) derivato da acquisizioni in telerilevamento. Data la scarsa frequenza di punti di accesso alla falda in alcune zone o l'impossibilità di effettuare una corretta correlazione dei dati di livello misurati, il punteggio attribuito riguarda solo una parte delle celle del territorio discretizzato. Buona parte delle zone costiere e collinari sono state tuttavia valutate, ottenendo punteggi variabili tra 10 e 1 procedendo dalla costa verso le colline, con prevalenza di valori compresi fra 2 e 4.

In base ai valori di piovosità e di temperatura, registrati nelle stazioni pluviometriche disponibili all'interno dell'area e nelle zone limitrofe, l'infiltrazione efficace è stata stimata con il metodo del bilancio idrogeologico trattato nel capitolo 4.3. Ottenuto il valore dell'infiltrazione efficace, l'attribuzione del punteggio per ogni elemento della griglia, secondo gli intervalli definiti dal metodo, ha dato come risultato valori compresi tra 1 e 7, con ampia prevalenza tra 1 e 4.

Per la stima dell'effetto di auto-depurazione determinato dal non-saturo si è fatto riferimento ai dati di pozzi e perforazioni geognostiche a stratigrafia nota, distribuiti nell'area di studio, che interessano a profondità variabile complessi idrogeologici diversi. Sulla base di detta analisi il punteggio attribuito varia tra 3 e 9, con prevalenza dei valori alti (7 - 9).

La valutazione del parametro che esprime l'effetto di attenuazione e riduzione del carico inquinante

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

esercitato dai suoli è stata effettuata tenendo conto della tipologia e spessore dei suoli evidenziati dalle perforazioni, delle caratteristiche della roccia madre e dell'uso del suolo. In base a detta metodologia si è adottato un punteggio compreso tra 5 e 8, con prevalenza di quest'ultimo valore.

Per la valutazione delle caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi si è fatto riferimento ai dati stratigrafici delle perforazioni, utilizzati nel caso del non-saturo, adottando la stessa metodologia di assegnazione dei punteggi in considerazione della natura e della variabilità litologica dei vari complessi. I punteggi attribuiti sono compresi tra 2 e 9, con prevalenza dei valori 8 e 9 nel caso dei complessi sabbioso-calcarenitico e alluvionale, pari a 3 per il complesso calcareo-marnoso e pari a 2 per quello argilloso.

La valutazione del parametro conducibilità idraulica è stata effettuata in base ai dati disponibili, i quali sono stati opportunamente territorializzati al fine di caratterizzare ogni complesso interessato dall'analisi. I punteggi attribuiti variano sostanzialmente tra 4 e 7.

Per la determinazione dei punteggi relativi all'acclività della superficie topografica si è costruita la Carta delle pendenze utilizzando il DTM prima indicato per la soggiacenza. In relazione alla morfologia del territorio i punteggi prevalenti sono quelli medio-bassi, ossia tra 1 e 6.

I punteggi attribuiti ai parametri anzidetti sono stati rivalutati per ogni singola maglia utilizzando le linee di pesi moltiplicatori previsti dal metodo per esaltare l'importanza di alcuni parametri rispetto ad altri in relazione alle differenti condizioni idrogeologiche e di impatto presenti nei diversi settori dell'area studiata. Gli scenari di impatto ottenuti dall'utilizzazione di 2 delle 5 linee di pesi previste dal metodo sono:

- Aree soggette a impatto normale, rappresentate da limitate porzioni di territorio alle quote maggiori, con presenza di aree incolte e con vegetazione spontanea.
- Aree soggette a impatto rilevante, le quali caratterizzano la maggior parte del territorio, principalmente dove si concentrano attività antropiche, quali centri abitati, infrastrutture, servizi a questi connessi e secondariamente aree coltivate con uso di fitofarmaci.

Sommando per ogni cella il prodotto dei punteggi dei sette parametri (laddove definiti) per i relativi pesi si è ottenuto l'indice di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, i cui valori normalizzati, secondo il rapporto gradi di vulnerabilità/intervalli di punteggio indicato nel metodo, sono stati utilizzati per la redazione della relativa carta tematica. Come si desume chiaramente da quest'ultima, la mancanza di dati relativi al parametro soggiacenza non ha permesso l'applicazione della

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

metodologia SINTACS in tutte quelle maglie dove il suddetto parametro è rimasto indefinito. Pertanto in legenda è stato introdotto il termine “non determinato”.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

5 Interazione tra opere in progetto ed acque sotterranee

I tracciati stradali delle rampe di collegamento al Ponte interessano prevalentemente i depositi alluvionali recenti e terrazzati ed il complesso ghiaioso-sabbioso pleistocenico, spesso sottostante ai primi, il quale localmente raggiunge spessori consistenti. Nella zona settentrionale dell'area, tra Punta Pezzo e Cannitello sono anche interessati termini più profondi della successione stratigrafica, rappresentati principalmente dal complesso conglomeratico-sabbioso miocenico (conglomerato di Pezzo).

Analizzando il tracciato di ogni singola struttura di collegamento si osserva che tutte e quattro le rampe principali (A, B, C, D) nella zona settentrionale prossima al Ponte interessano condizioni geologiche e strutturali particolarmente complesse dove si hanno anche rapporti tra le opere e i corpi idrici contenuti negli acquiferi.

La rampa A interessa inizialmente i depositi conglomeratico-sabbiosi miocenici prima dell'imbocco in galleria e quindi si sviluppa all'interno degli stessi depositi dove viene presumibilmente intercettata una zona satura tra il Km 1,00 ed il Km 1,200. In base ai dati disponibili la piezometrica si pone ad una quota tra 70 e 90 m s.l.m. e pertanto procedendo in tale tratto la galleria sarebbe soggetta ad un carico idraulico variabile fino ad un massimo di 20 m circa.

Tra le progressive Km 700 e Km 900 l'intercettazione di presumibili condizioni strutturali, lungo le quali si può avere una maggiore veicolazione delle acque di infiltrazione, potrebbe determinare venute d'acqua non trascurabili durante lo scavo.

Il tracciato della rampa B si sviluppa in galleria, analogamente alla rampa A, interessando tra le progressive Km 0,350 e Km 0,800 le stesse condizioni stratigrafico-strutturali descritte nel caso precedente. Nel tratto più meridionale, in base ai pochi dati disponibili, si può ipotizzare che la piezometrica venga intercettata dalla galleria ad una quota tra 60 e 70 m s.l.m., in corrispondenza del passaggio dalla zona collinare alla piana costiera, dove presumibilmente la variazione morfologica è determinata da un sistema di linee tettoniche.

Il tratto in galleria della rampa C interessa per un lungo tratto il complesso conglomeratico miocenico, tra le progressive 0,600 e 0,850, intercettando verosimilmente la falda ivi contenuta la cui piezometrica si pone ad una quota variabile tra 80 m e 100 m s.l.m.. Pertanto, in relazione alla quota della galleria, variabile tra 70 m e 80 m s.l.m., lo scavo procederebbe in zona satura con un

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

carico idraulico di 10-20 m circa. Anche in questo caso l'attraversamento del sistema di faglie evidenziato nel caso delle altre rampe potrebbe determinare un maggiore apporto idrico durante lo scavo in corrispondenza della zona maggiormente fratturata.

Il tracciato della rampa D, sviluppandosi prevalentemente in galleria, presenta le stesse problematiche delle altre opere viarie. Il tratto tra le progressive 0,500 m e 0,800 m interessa la falda dei conglomerati miocenici, con la piezometrica a quota variabile tra 80 m e 100 m s.l.m.. Poiché la galleria si sviluppa a quota di circa 60-70 m s.l.m., essa procede in tale tratto in zona satura con un carico idraulico variabile tra 14 e 35 m.

Lungo lo sviluppo della rampa si riscontrano pertanto, sotto il profilo strutturale, condizioni analoghe a quelle descritte per le rampe C e B, sia nel tratto iniziale prossimo al Ponte sia in altri tratti del tracciato, nei quali la circolazione idrica nell'acquifero miocenico e nei terreni cristallini può risultare localmente più attiva.

Per quanto riguarda le rampe minori (F, G, M, U, V, Aacc, Cdec, Ddec, A-D, D-A, D-C), che si sviluppano generalmente in superficie, la piezometrica non è stato possibile rappresentarla per l'assenza di dati relativi alla presenza d'acqua nelle zone attraversate.

Relativamente alle infrastrutture ferroviarie, utilizzando pochi punti d'acqua localizzati in prossimità dei tracciati, si è verificata la presenza della piezometrica limitatamente ai primi 800 m circa dall'inizio dei tracciati dei rami 1 e 2. Pertanto, in relazione alla quota della galleria lo scavo procederebbe in parte in zona satura, dove potrebbero aversi manifestazioni idriche tipo stillicidio o anche venute diffuse, pur tenendo conto del tipo di acquifero interessato, caratterizzato da permeabilità medio-bassa principalmente nella parte più superficiale. Nell'attraversamento di alcune discontinuità tettoniche le manifestazioni possono presentarsi di tipo concentrato puntuale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20-06-2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20-06-2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20-06-2011						

6 Bibliografia

AMODIO-MORELLI L., BONARDI G., COLONNA G., DIETRICH D., GIUNTA G., IPPOLITO F., LIGUORI V., LORENZONI S., PAGLIONICO A., PERRONE V., PICCARRETA G., RUSSO M., SCANDONE P., ZANETTIN-LORENZONI E., ZUPPETTA A. (1976) – *L'Arco Calabro-Peloritano nell'orogene appenninico-maghrebide*. Mem. Soc. Geol. It., 17, 1-60.

ATZORI P., GHISETTI F., PEZZINO A., VEZZANI L. (1981) – *Carta geologica del bordo occidentale dell'Aspromonte*. S.EL.CA, Firenze.

CASTANY G. (1967) – *Traité pratique des eaux souterraines*. Ed. Dunod, Paris.

CIVITA M (1987) – *L'inquinamento delle risorse idriche sotterranee in Italia: scenari, problematiche e strategie d'intervento*. Atti 1° Congr.Intern. di Geoidrologia: l'antropizzazione e la degradazione dell'ambiente fisico. Firenze.

CUSTODIO E. & LLAMAS M.R. (1996) – *Hidrologia subteranea*. Ed. Omega, Barcelona.

DEL BEN A., GARGANO C. & LENTINI F. (1996) – *Ricostruzione strutturale e stratigrafica dell'area dello stretto di Messina mediante analisi comparata dei dati geologici e sismici*. Mem. Soc. Geol. It., **51**, 703-717.

CIVITA & DE MAIO (2000) – *Valutazione e cartografia automatica della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento con il sistema parametrico SINTACS R5*. Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale. Pitagora Ed., **72**, 226 pp., Bologna.

GHISETTI F. (1980) – *Evoluzione neotettonica dei principali sistemi di faglie della Calabria centrale*. Boll. Soc. Geol. It., **98**, 387-430.

GHISETTI F. (1981a) – *L'evoluzione strutturale del bacino plio-pleistocenico di Reggio Calabria nel quadro geodinamico dell'Arco Calabro*. Boll. Soc. Geol. It., **100**, 433-466.

GHISETTI F. (1981b) – *Upper Pliocene-Pleistocene uplift rates as indicators of neotectonic pattern; an example from southern Calabria (Italy)*. Z. Geomorph. N.F., **40**, 9-118.

GHISETTI F. & Vezzani L. (1980) – *Contribution of structural analysis to understanding the geodynamic evolution of the Calabrian arc (Southern Italy)*. Jour. Struct. Geol., **3** (4), 371-381.

GHISETTI F. & Vezzani L. (1982) – *Different styles of deformation in the Calabrian arc (Southern*

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Italy). implications for a seismotectonic zoning. Tectonophysics, 83.

LOMBARDO G. (1980) – *Stratigrafia del Plio-Pleistocene nella zona di Reggio Calabria*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., **12**, 233-298, Catania.

OGNIBEN L. (1973) – *Schema Geologico della Calabria in base ai dati odierni*. Geol. Romana, **12**, 243-585.

PIPER A.M. (1944) – *A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis*. Amer. Geophys. Union. Trans., 25.

RICCHETTI E. & RICCHETTI G. (1991) – *Aspetti della morfogenesi pleistocenico-olocenica sul versante tirrenico della Calabria*. Mem. Soc. Geol. It., **47**, 655-663.

SANTORO M. (1970) – *Sulla applicabilità della formula di Turc per il calcolo dell'evapotraspirazione effettiva in Sicilia*. Atti 1° Conv. Intern. Sulle Acque Sotterranee, I.A.H. – E.S.A., Palermo.

TURC L. (1954) – *Le bilan d'eau des sols. Relations entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement*. Ann. Agron., **5**.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROGEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

ALLEGATO – Certificati delle analisi chimico – fisiche delle acque

**Dott. BRUNO CÀTARA**

NUCLEO CHIMICO MEDITERRANEO

LABORATORIO D'ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE

95128 CATANIA - VIA Firenze 160 - Tel. 095.446842 - Fax 095.446997

Cod. Fisc. CTR BRN 44H28 C351P - Partita I.V.A. 0041960 087 9

THE EUROPEAN CHEMIST
REGISTRATION BOARD

Rapporto di Prova N. 3746/10

Catania 06/07/10

Committente: Prof. Dott. Vincenzo Ferrara

Via Veneto, 62

95024 Acireale (CT)

Numero campione: 3.746 Data ricevimento: 24/06/10 Data inizio prove: 24/06/10 Data termine prove: 05/07/10

Categoria Merceologica: ACQUE

Prodotto dichiarato: Acqua

Descrizione Campione: Ponte sullo stretto di Messina - Rocksoil s.p.a. - Milano
Pozzo C 424 - Località Cannitello - cimitero

Etichetta Campione:

Descrizione Sigillo:

Quantità Campione: 1

Restituzione Campione: No

Imballaggio:

Procedura Campionamento: Campione consegnato dal cliente

Data di Campionamento: 24/06/10

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

Prova	Metodo analitico	Valore determinato	Limite	Annotazione
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	-	-		
Temperatura	APAT 29/03 - met. 2100	20 °C		
pH (metodo potenziometrico)	ISS.BCA.023.rev. 00	7,7 Unità pH		(144)
Conducibilità elettrica (20°C)	ISS.BDA.022.rev. 00	1 156 microS/cm20°C		(144)
Cloruri	UNI EN ISO 10304 -1:2009	162 mg/L (Cl)		
Solfati	UNI EN ISO 10304 -1:2009	144 mg/L (SO4)		
Calcio	UNI EN ISO 14911:2001	113 mg/L (Ca)		
Magnesio	UNI EN ISO 14911:2001	21 mg/L (Mg)		
Sodio	UNI EN ISO 14911:2001	117 mg/L (Na)		
Potassio	UNI EN ISO 14911:2001	9 mg/L (K)		
Nitrati	UNI EN ISO 10304-1:1997	3 mg/L (NO3)		
Nitriti	APAT 29/03 - met. 4050	0,22 mg/L (NO2)		
Carbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	0 mg/L (CO3)		
Bicarbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	348 mg/L (HCO3)		
Ammoniaca (NH4)	APAT 29/03 - met. 4030/C	< 0,26 mg/L		
Ferro	EPA 200.2:1994 + EPA 200.7:1994	1 891 µg/L (Fe)		
Manganese	EPA 200.2 rev. 2.8:1994 + EPA 200.7 rev. 4.4:1994	118 µg/L (Mn)		
Durezza totale	Per calcolo	36,9 °F		

**Dott. BRUNO CÀTARA**

NUCLEO CHIMICO MEDITERRANEO

LABORATORIO D'ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE

95128 CATANIA - VIA Firenze 150 - Tel. 095.446842 - Fax 095.446997

Cod. Fisc. CTR BRN 44H28 C351P - Partita I.V.A. 0041960 087 9

THE EUROPEAN CHEMIST
REGISTRATION BOARD**Rapporto di Prova N. 3745/10**

Catania 06/07/10

Committente: Prof. Dott. Vincenzo Ferrara
Via Veneto, 62
95024 Acireale (CT)

Numero campione: 3.745 **Data ricevimento:** 24/06/10 **Data inizio prove:** 24/06/10 **Data termine prove:** 05/07/10
Categoria Merceologica: ACQUE
Prodotto dichiarato: Acqua
Descrizione Campione: Ponte sullo stretto di Messina - Rocksoil s.p.a. - Milano
Pozzo PZ 2 - Località Villa S. Giovanni Via Micene
Etichetta Campione:
Descrizione Sigillo:
Quantità Campione: 1 **Restituzione Campione:** No
Imballaggio:
Procedura Campionamento: Campione consegnato dal cliente **Data di Campionamento:** 24/06/10

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

Prova	Metodo analitico	Valore determinato	Limite	Annotazione
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	-	-		
Temperatura	APAT 29/03 - met. 2100	20 °C		
pH (metodo potenziometrico)	ISS.BCA.023.rev. 00	7,0 Unità pH		(144)
Conduttività elettrica (20°C)	ISS.BDA.022.rev. 00	1 160 microS/cm20°C		(144)
Cloruri	UNI EN ISO 10304 -1:2009	137 mg/L (Cl)		
Solfati	UNI EN ISO 10304 -1:2009	130 mg/L (SO4)		
Calcio	UNI EN ISO 14911:2001	102 mg/L (Ca)		
Magnesio	UNI EN ISO 14911:2001	13 mg/L (Mg)		
Sodio	UNI EN ISO 14911:2001	136 mg/L (Na)		
Potassio	UNI EN ISO 14911:2001	5 mg/L (K)		
Nitrati .	UNI EN ISO 10304-1:1997	64 mg/L (NO3)		
Nitriti	APAT 29/03 - met. 4050	0.27 mg/L (NO2)		
Carbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	0 mg/L (CO3)		
Bicarbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	284 mg/L (HCO3)		
Ammoniaca (NH4)	APAT 29/03 - met. 4030/C	< 0.26 mg/L		
Ferro	EPA 200.2:1994 + EPA 200.7:1994	292 µg/l. (Fe)		
Manganese	EPA 200.2 rev. 2.8:1994 + EPA 200.7 rev. 4.4:1994	6 µg/L (Mn)		
Durezza totale	Per calcolo	30.8 °F		

**Dott. BRUNO CÀTARA**

NUCLEO CHIMICO MEDITERRANEO

LABORATORIO D'ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE

95128 CATANIA - VIA Firenze, 160 - Tel. 095.446842 - Fax 095.446997

Cod. Fisc. CTR BRN 44H28 C351P - Partita I.V.A. 0041960 087 9

THE EUROPEAN CHEMIST
REGISTRATION BOARD

Rapporto di Prova N. 3744/10

Catania 06/07/10

Committente: Prof. Dott. Vincenzo Ferrara
Via Veneto, 62
95024 Acireale (CT)

Numero campione: 3,744 **Data ricevimento:** 24/06/10 **Data inizio prove:** 24/06/10 **Data termine prove:** 06/07/10
Categoria Merceologica: ACQUE
Prodotto dichiarato: Acqua
Descrizione Campione: Ponte sullo stretto di Messina - Rocksoil s.p.a. - Milano
Pozzo PZ 9 - Località Piano d'Arena
Etichetta Campione:
Descrizione Sigillo:
Quantità Campione: 1 **Restituzione Campione:** No
Imballaggio:
Procedura Campionamento: Campione consegnato dal cliente **Data di Campionamento:** 24/06/10

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

Prova	Metodo analitico	Valore determinato	Limite	Annotazione
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	-	-		
Temperatura	APAT 29/03 - met. 2100	22 °C		
pH (metodo potenziometrico)	ISS.BCA.023.rev. 00	6,6 Unità pH		(144)
Conduttività elettrica (20°C)	ISS.BDA.022.rev. 00	1 148 microS/cm20°C		(144)
Cloruri	UNI EN ISO 10304 -1:2009	90 mg/L (Cl)		
Solfati	UNI EN ISO 10304 -1:2009	133 mg/L (SO4)		
Calcio	UNI EN ISO 14911:2001	104 mg/L (Ca)		
Magnesio	UNI EN ISO 14911:2001	45 mg/L (Mg)		
Sodio	UNI EN ISO 14911:2001	75 mg/L (Na)		
Potassio	UNI EN ISO 14911:2001	7 mg/L (K)		
Nitrati .	UNI EN ISO 10304-1:1997	115 mg/L (NO3)		
Nitriti	APAT 29/03 - met. 4050	< 0,05 mg/L (NO2)		
Carbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	0 mg/L (CO3)		
Bicarbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	323 mg/L (HCO3)		
Ammoniacca (NH4)	APAT 29/03 - met. 4030/C	< 0,26 mg/L		
Ferro	EPA 200.2:1994 + EPA 200.7:1994	< 20 µg/L (Fe)		
Manganese	EPA 200.2 rev. 2.8:1994 + EPA 200.7 rev. 4.4:1994	< 5 µg/L (Mn)		
Durezza totale	Per calcolo	44,5 °F		

**Dott. BRUNO CÀTARA**

NUCLEO CHIMICO MEDITERRANEO

LABORATORIO D'ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE

95128 CATANIA - Via Firenze, 160 - Tel. 095.446842 - Fax 095.446997

Cod. Fisc. CTR BRN 44H28 C351P - Partita I.V.A. 0041960 087 9

THE EUROPEAN CHEMIST
REGISTRATION BOARD

Rapporto di Prova N. 3743/10

Catania 06/07/10

Committente: Prof. Dott. Vincenzo Ferrara
Via Veneto, 62
95024 Acireale (CT)**Numero campione:** 3.743 **Data ricevimento:** 24/06/10 **Data inizio prove:** 24/06/10 **Data termine prove:** 05/07/10**Categoria Merceologica:** ACQUE**Prodotto dichiarato:** Acqua**Descrizione Campione:** Ponte sullo stretto di Messina - Rocksoil s.p.a. - Milano
Pozzo PZ 43 - Località Torrente Zagarella**Etichetta Campione:****Descrizione Sigillo:****Quantità Campione:** 1**Restituzione Campione:** No**Imballaggio:****Procedura Campionamento:** Campione consegnato dal cliente**Data di Campionamento:** 24/06/10

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

Prova	Metodo analitico	Valore determinato	Limite	Annotazione
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	-	-		
Temperatura	APAT 29/03 - met. 2100	24 °C		
pH (metodo potenziometrico)	ISS.BCA.023.rev. 00	7.7 Unità pH		(144)
Conduttività elettrica (20°C)	ISS.BDA.022.rev. 00	872 microS/cm20°C		(144)
Cloruri	UNI EN ISO 10304 -1:2009	70 mg/L (Cl)		
Solfati	UNI EN ISO 10304 -1:2009	108 mg/L (SO4)		
Calcio	UNI EN ISO 14911:2001	86 mg/L (Ca)		
Magnesio	UNI EN ISO 14911:2001	24 mg/L (Mg)		
Sodio	UNI EN ISO 14911:2001	61 mg/L (Na)		
Potassio	UNI EN ISO 14911:2001	6 mg/L (K)		
Nitrati .	UNI EN ISO 10304-1:1997	28 mg/L (NO3)		
Nitriti	APAT 29/03 - met. 4050	< 0,05 mg/L (NO2)		
Carbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	0 mg/L (CO3)		
Bicarbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	265 mg/L (HCO3)		
Ammoniaca (NH4)	APAT 29/03 - met. 4030/C	< 0,26 mg/L		
Ferro	EPA 200.2:1994 + EPA 200.7:1994	57 µg/L (Fe)		
Manganese	EPA 200.2 rev. 2.8:1994 + EPA 200.7 rev. 4.4:1994	8 µg/L (Mn)		
Durezza totale	Per calcolo	31,4 °F		



Dott. BRUNO CÀTARA

NUCLEO CHIMICO MEDITERRANEO

LABORATORIO D'ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE

95128 CATANIA - VIA Firenze, 160 - Tel. 095.446842 - Fax 095.446997

Cod. Fisc. CTR BRN 44H28 C351P - Partita I.V.A. 0041960 087 9



THE EUROPEAN CHEMIST
REGISTRATION BOARD

Rapporto di Prova N. 3742/10

Catania 06/07/10

Committente: Prof. Dott. Vincenzo Ferrara
Via Veneto, 62
95024 Acireale (CT)

Numero campione: 3.742 **Data ricevimento:** 24/06/10 **Data inizio prove:** 24/06/10 **Data termine prove:** 05/07/10
Categoria Merceologica: ACQUE
Prodotto dichiarato: Acqua
Descrizione Campione: Ponte sullo stretto di Messina - Rocksoil s.p.a. - Milano
Pozzo PZ. 10 - Località Zona Industriale
Etichetta Campione:
Descrizione Sigillo:
Quantità Campione: 1 **Restituzione Campione:** No
Imballaggio:
Procedura Campionamento: Campione consegnato dal cliente **Data di Campionamento:** 24/06/10

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

Prova	Metodo analitico	Valore determinato	Limite	Annotazione
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	-	-		
Temperatura	APAT 29/03 - met. 2100	20 °C		
pH (metodo potenziometrico)	ISS.BCA.023.rev. 00	7,2 Unità pH		(144)
Conducibilità elettrica (20°C)	ISS.BDA.022.rev. 00	752 microS/cm20°C		(144)
Cloruri	UNI EN ISO 10304 -1:2009	53 mg/L (Cl)		
Solfati	UNI EN ISO 10304 -1:2009	84 mg/L (SO4)		
Calcio	UNI EN ISO 14911:2001	91 mg/L (Ca)		
Magnesio	UNI EN ISO 14911:2001	21 mg/L (Mg)		
Sodio	UNI EN ISO 14911:2001	47 mg/L (Na)		
Potassio	UNI EN ISO 14911:2001	6 mg/L (K)		
Nitrati .	UNI EN ISO 10304-1:1997	54 mg/L (NO3)		
Nitriti	APAT 29/03 - met. 4050	0,07 mg/L (NO2)		
Carbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	0 mg/L (CO3)		
Bicarbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	277 mg/L (HCO3)		
Ammoniaca (NH4)	APAT 29/03 - met. 4030/C	< 0,26 mg/L		
Ferro	EPA 200.2:1994 + EPA 200.7:1994	351 µg/L (Fe)		
Manganese	EPA 200.2 rev. 2.8:1994 + EPA 200.7 rev. 4.4:1994	33 µg/L (Mn)		
Durezza totale	Per calcolo	31,4 °F		

**Dott. BRUNO CÀTARA**

NUCLEO CHIMICO MEDITERRANEO

LABORATORIO D'ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE

95128 CATANIA - VIA Firenze, 160 - Tel. 095.446842 - Fax 095.446997

Cod. Fisc. CTR BRN 44H28 C351P - Partita I.V.A. 0041960 087 9

THE EUROPEAN CHEMIST
REGISTRATION BOARD

Rapporto di Prova N. 3741/10

Catania 06/07/10

Committente: Prof. Dott. Vincenzo Ferrara
Via Veneto, 62
95024 Acireale (CT)

Numero campione: 3.741 **Data ricevimento:** 24/06/10 **Data inizio prove:** 24/06/10 **Data termine prove:** 05/07/10
Categoria Merceologica: ACQUE
Prodotto dichiarato: Acqua
Descrizione Campione: Ponte sullo stretto di Messina - Rocksoil s.p.a. - Milano
Pozzo PZ 6 - Località Zona Industriale Campo
Etichetta Campione:
Descrizione Sigillo:
Quantità Campione: 1 **Restituzione Campione:** No
Imballaggio:
Procedura Campionamento: Campione consegnato dal cliente **Data di Campionamento:** 24/06/10

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

Prova	Metodo analitico	Valore determinato	Limite	Annotazione
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	-	-		
Temperatura	APAT 29/03 - met. 2100	23 °C		
pH (metodo potenziometrico)	ISS.BCA.023.rev. 00	6,8 Unità pH		(144)
Conduttività elettrica (20°C)	ISS.BDA.022.rev. 00	497 microS/cm20°C		(144)
Cloruri	UNI EN ISO 10304 -1:2009	33 mg/L (Cl)		
Solfati	UNI EN ISO 10304 -1:2009	70 mg/L (SO4)		
Calcio	UNI EN ISO 14911:2001	53 mg/L (Ca)		
Magnesio	UNI EN ISO 14911:2001	16 mg/L (Mg)		
Sodio	UNI EN ISO 14911:2001	27 mg/L (Na)		
Potassio	UNI EN ISO 14911:2001	4 mg/L (K)		
Nitrati .	UNI EN ISO 10304-1:1997	28 mg/L (NO3)		
Nitriti	APAT 29/03 - met. 4050	< 0.05 mg/L (NO2)		
Carbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	0 mg/L (CO3)		
Bicarbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	145 mg/L (HCO3)		
Ammoniaca (NH4)	APAT 29/03 - met. 4030/C	< 0.26 mg/L		
Ferro	EPA 200.2:1994 + EPA 200.7:1994	39 µg/L (Fe)		
Manganese	EPA 200.2 rev. 2.8:1994 + EPA 200.7 rev. 4.4:1994	< 5 µg/L (Mn)		
Durezza totale	Per calcolo	19,4 °F		

**Dott. BRUNO CÀTARA**

NUCLEO CHIMICO MEDITERRANEO

LABORATORIO D'ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE

95128 CATANIA - VIA Firenze, 160 - Tel. 095.446642 - Fax 095.446997

Cod. Fisc. CTR BRN 44H28 C351P - Partita I.V.A. 0041960 087 9

THE EUROPEAN CHEMIST
REGISTRATION BOARD

Rapporto di Prova N. 3740/10

Catania 06/07/10

Committente: Prof. Dott. Vincenzo Ferrara
Via Veneto, 62
95024 Acireale (CT)**Numero campione:** 3.740 **Data ricevimento:** 24/06/10 **Data inizio prove:** 24/06/10 **Data termine prove:** 05/07/10**Categoria Merceologica:** ACQUE**Prodotto dichiarato:** Acqua**Descrizione Campione:** Ponte sullo stretto di Messina - Rocksoil s.p.a. - Milano
Pozzo PZ 30 - Località Valle di Canne**Etichetta Campione:****Descrizione Sigillo:****Quantità Campione:** 1**Restituzione Campione:** No**Imballaggio:****Procedura Campionamento:** Campione consegnato dal cliente**Data di Campionamento:** 24/06/10

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

Prova	Metodo analitico	Valore determinato	Limite	Annotazione
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	-	-		
Temperatura	APAT 29/03 - met. 2100	29°C		
pH (metodo potenziometrico)	ISS.BCA.023.rev. 00	6,9 Unità pH		(144)
Conduttività elettrica (20°C)	ISS.BDA.022.rev. 00	714 microS/cm20°C		(144)
Cloruri	UNI EN ISO 10304 -1:2009	62 mg/L (Cl)		
Solfati	UNI EN ISO 10304 -1:2009	111 mg/L (SO4)		
Calcio	UNI EN ISO 14911:2001	58 mg/L (Ca)		
Magnesio	UNI EN ISO 14911:2001	25 mg/L (Mg)		
Sodio	UNI EN ISO 14911:2001	53 mg/L (Na)		
Potassio	UNI EN ISO 14911:2001	5 mg/L (K)		
Nitrati	UNI EN ISO 10304-1:1997	20 mg/L (NO3)		
Nitriti	APAT 29/03 - met. 4050	< 0,05 mg/L (NO2)		
Carbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	0 mg/L (CO3)		
Bicarbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	186 mg/L (HCO3)		
Ammoniaca (NH4)	APAT 29/03 - met. 4030/C	< 0,26 mg/L		
Ferro	EPA 200.2:1994 + EPA 200.7:1994	< 20 µg/L (Fe)		
Manganese	EPA 200.2 rev. 2.8:1994 + EPA 200.7 rev. 4.4:1994	< 5 µg/L (Mn)		
Durezza totale	Per calcolo	24,8°F		

**Dott. BRUNO CÀTARA**

NUCLEO CHIMICO MEDITERRANEO

LABORATORIO D'ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE

95128 CATANIA - VIA Firenze, 160 - Tel. 095.446842 - Fax 095.446997

Cod. Fisc. CTR BRN 44H28 C351P - Partita I.V.A. 0041960 087 9

THE EUROPEAN CHEMIST
REGISTRATION BOARD

Rapporto di Prova N. 3747/10

Catania 06/07/10

Committente: Prof. Dott. Vincenzo Ferrara

Via Veneto, 62

95024 Acireale (CT)

Numero campione: 3.747 Data ricevimento: 24/06/10 Data inizio prove: 24/06/10 Data termine prove: 06/07/10

Categoria Merceologica: ACQUE

Prodotto dichiarato: Acqua

Descrizione Campione: Ponte sullo stretto di Messina - Rocksoil s.p.a. - Milano
Pozzo C 412 - Località Piale

Etichetta Campione:

Descrizione Sigillo:

Quantità Campione: 1 Restituzione Campione: No

Imballaggio:

Procedura Campionamento: Campione consegnato dal cliente Data di Campionamento: 24/06/10

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

Prova	Metodo analitico	Valore determinato	Limite	Annotazione
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	-	-		
Temperatura	APAT 29/03 - met. 2100	21 °C		
pH (metodo potenziometrico)	ISS.BCA.023.rev. 00	7,7 Unità pH		(144)
Conducibilità elettrica (20°C)	ISS.BDA.022.rev. 00	567 microS/cm20°C		(144)
Cloruri	UNI EN ISO 10304 -1:2009	58 mg/L (Cl)		
Solfati	UNI EN ISO 10304 -1:2009	59 mg/L (SO4)		
Calcio	UNI EN ISO 14911:2001	46 mg/L (Ca)		
Magnesio	UNI EN ISO 14911:2001	13 mg/L (Mg)		
Sodio	UNI EN ISO 14911:2001	53 mg/L (Na)		
Potassio	UNI EN ISO 14911:2001	4 mg/L (K)		
Nitrati	UNI EN ISO 10304-1:1997	29 mg/L (NO3)		
Nitriti	APAT 29/03 - met. 4050	0,12 mg/L (NO2)		
Carbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	0 mg/L (CO3)		
Bicarbonati	APAT 29/03 - met. 2010/B	149 mg/L (HCO3)		
Ammoniaca (NH4)	APAT 29/03 - met. 4030/C	< 0,26 mg/L		
Ferro	EPA 200.2:1994 + EPA 200.7:1994	2 663 µg/L (Fe)		
Manganese	EPA 200.2 rev. 2.8:1994 + EPA 200.7 rev. 4.4:1994	86 µg/L (Mn)		
Durezza totale	Per calcolo	16,8 °F		

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">RELAZIONE IDROGEOLOGICA</p>		<p><i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20-06-2011</p>

ALLEGATO – Schede dei punti d'acqua

CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA

SCHEDA POZZO O
SONDAGGIO

LOCALIZZAZIONE

Settore Rilevatore
 Provincia Data
 N° identi Comune
 Località

Tipo di opera

Coordinate GB Fuso Est (ED 50)

Dati idrogeologici

Pozzo scavato

Coordinate N

Acquifero

Coordinate E

Tipo di
acquifero

Pozzo perforato

Quota m sl

Profondità m da pc

DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Dati amministrativi

Livello statico
m da p.c.

Data

Prova di portata

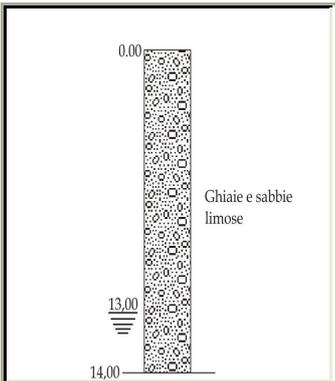
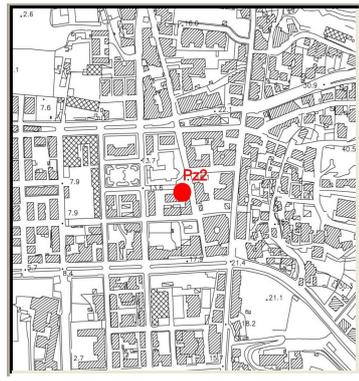
Proprietario

Depress. Portata
Livello m l/s

Uso

Portata di
esercizio l/s

Note

Foto	Stratigrafia	Accessibilità
		

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELL'ACQUA

Determinazioni in
campagna

Temperatura aria °C	Temperatura acqua °C	pH	EC mS/cm	TDS mg/l
27	20	7	1160	798

Determinazioni in laboratorio

Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3-CO3 mg/l	NO3 mg/l
102	13	136	5	137	130	284	64

CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA

SCHEDA POZZO O
SONDAGGIO

LOCALIZZAZIONE

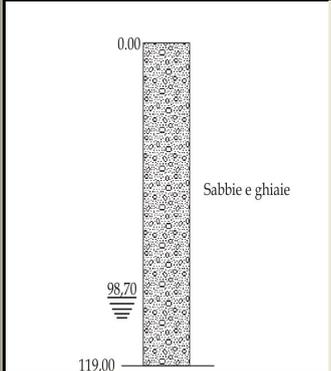
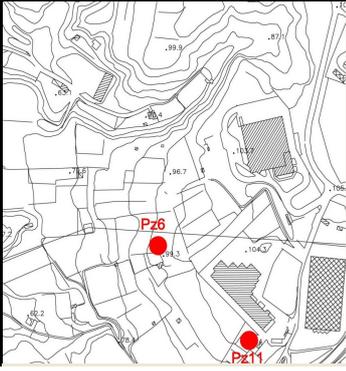
N° identi Settore Rilevatore
 Provincia Data
 Comune
 Località

Tipo di opera Coordinate GB Fuso Est (ED 50) Dati idrogeologici
 Pozzo scavato Coordinate N Acquifero
 Coordinate E Tipo di acquifero
 Pozzo perforato Quota m sl
 Profondità m da pc

DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Dati amministrativi Livello statico m da p.c. Data Prova di portata
 Proprietario Depress. m Portata l/s
 Uso Portata di esercizio l/s

Note

<p>Foto</p> 	<p>Stratigrafia</p> 	<p>Accessibilità</p> 
--	--	---

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELL'ACQUA

Determinazioni in campagna	Temperatura		pH	EC mS/cm	TDS mg/l			
	aria °C	acqua °C						
	28	23,1	6,83	566	342			
Determinazioni in laboratorio	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3-CO3 mg/l	NO3 mg/l
	53	16	27	4	33	70	145	28

CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA

SCHEDA POZZO O
SONDAGGIO

LOCALIZZAZIONE

N° identi

Settore Rilevatore
 Provincia Data
 Comune
 Località

Tipo di opera

Coordinate GB Fuso Est (ED 50)

Dati idrogeologici

Pozzo scavato

Coordinate N

Acquifero

Coordinate E

Tipo di
acquifero

Pozzo perforato

Quota m sl

Profondità m da pc

DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Dati amministrativi

Livello statico
m da p.c.

Data

Prova di portata

Proprietario

Depress. Portata
Livello m l/s

Uso

Portata di
esercizio l/s

Note

Foto	Stratigrafia	Accessibilità

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELL'ACQUA

Determinazioni in campagna	Temperatura		pH	EC mS/cm	TDS mg/l			
	aria °C	acqua °C						
	28	21,9	6,66	1265	790			
Determinazioni in laboratorio	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3-CO3 mg/l	NO3 mg/l
	104	45	75	7	90	133	323	115

CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA

SCHEDA POZZO O
SONDAGGIO

LOCALIZZAZIONE

N° identi Settore Rilevatore
 Provincia Data
 Comune
 Località

Tipo di opera

Coordinate GB Fuso Est (ED 50)

Dati idrogeologici

Pozzo scavato

Coordinate N

Acquifero

Coordinate E

Tipo di
acquifero

Pozzo perforato

Quota m sl

Profondità m da pc

DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Dati amministrativi

Livello statico m da p.c.

Data

Prova di portata

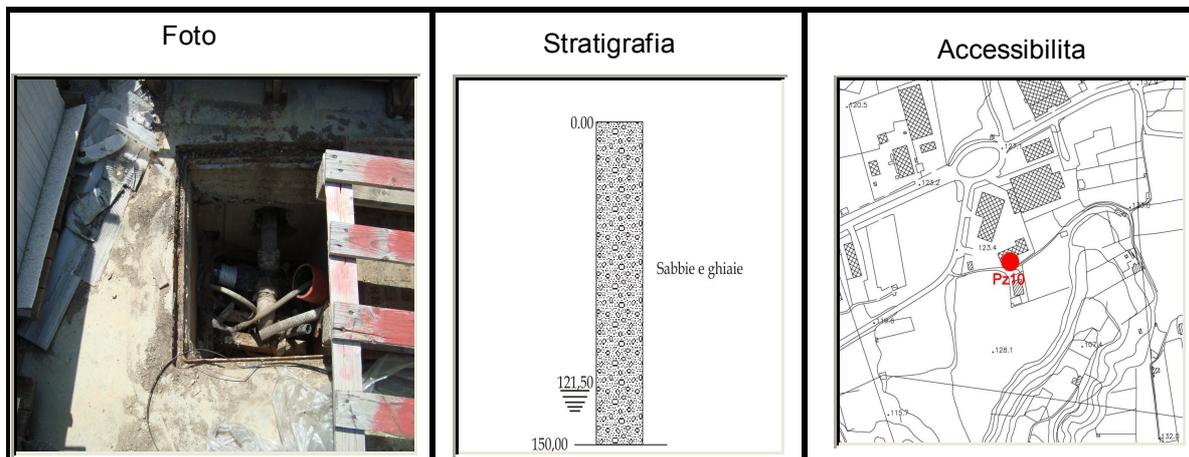
Proprietario

Depress. Portata
Livello m l/s

Uso

Portata di
esercizio l/s

Note



CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELL'ACQUA

Determinazioni in campagna	Temperatura aria °C	Temperatura acqua °C	pH	EC mS/cm	TDS mg/l			
	27	20,3	7,2	845	517			
Determinazioni in laboratorio	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3-CO3 mg/l	NO3 mg/l
	91	21	47	6	53	84	277	54

CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA

SCHEDA POZZO O
SONDAGGIO

LOCALIZZAZIONE

N° identi Settore Rilevatore
 Provincia Data
 Comune
 Località

Tipo di opera

Coordinate GB Fuso Est (ED 50)

Dati idrogeologici

Pozzo scavato

Coordinate N

Acquifero

Coordinate E

Tipo di
acquifero

Pozzo perforato

Quota m sl

Profondità m da pc

DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Dati amministrativi

Livello statico m da p.c.

Data

Prova di portata

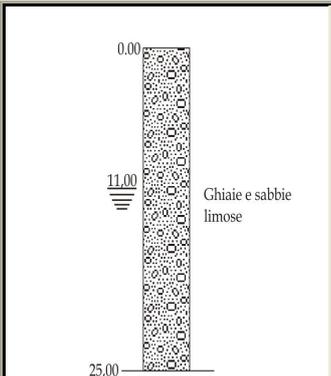
Proprietario

Depress. Portata
Livello m l/s

Uso

Portata di
esercizio l/s

Note

Foto	Stratigrafia	Accessibilità
		

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELL'ACQUA

Determinazioni in campagna	Temperatura		pH	EC mS/cm	TDS mg/l			
	aria °C	acqua °C						
	32	29,2	6,86	803	491			
Determinazioni in laboratorio	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3-CO3 mg/l	NO3 mg/l
	58	25	53	5	62	111	186	20

CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA

SCHEDA POZZO O
SONDAGGIO

LOCALIZZAZIONE

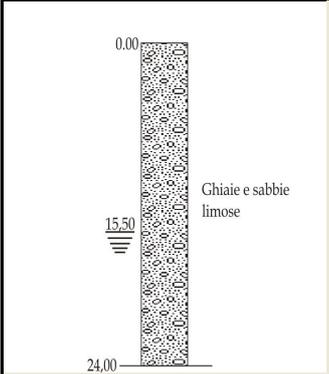
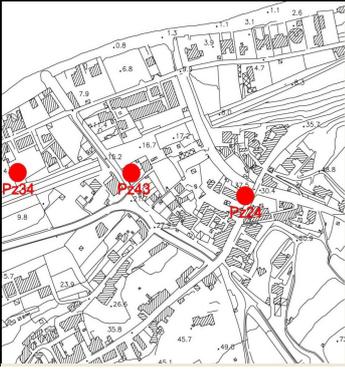
N° identi Settore Rilevatore
 Provincia Data
 Comune
 Località

Tipo di opera Coordinate GB Fuso Est (ED 50) Dati idrogeologici
 Pozzo scavato Coordinate N Acquifero
 Coordinate E Tipo di acquifero
 Pozzo perforato Quota m sl
 Profondità m da pc

DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Dati amministrativi Livello statico m da p.c. Data Prova di portata
 Proprietario Depress. Portata
 Uso Portata di esercizio l/s
 Livello m

Note

Foto	Stratigrafia	Accessibilità
		

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELL'ACQUA

Determinazioni in campagna	Temperatura		pH	EC mS/cm	TDS mg/l			
	aria °C	acqua °C						
	29	24,3	7,67	967	600			
Determinazioni in laboratorio	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3-CO3 mg/l	NO3 mg/l
	86	24	61	6	70	108	265	28

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">RELAZIONE IDROGEOLOGICA</p>		<p><i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20-06-2011</p>

ALLEGATO – Prove di emungimento

	Identificativo Pozzo	PZ31		
	Prof. pozzo (m dal . Boccaforo):	50,0		
	Livello statico (m dal . Boccaforo):	40,0		
	Spessore acquifero (m dal . Boccaforo):	10,0		
	Portata emunta (m³/s):	0,0048		
Tempo (min)	letture (m)	ΔV (m)		
5	41,10	1,10	<p style="text-align: center;">Diagramma abbassamenti-tempi</p> <p style="text-align: center;">Tempo (min)</p>	
10	41,52	1,52		
15	41,74	1,74		
20	41,83	1,83		
25	41,92	1,92		
30	41,98	1,98		
40	42,01	2,01		
50	42,05	2,05		
60	42,09	2,09		
70	42,13	2,13		
80	42,16	2,16		
90	42,19	2,19		
100	42,22	2,22		
120	42,23	2,23		
140	42,25	2,25		
160	42,31	2,31		
180	42,39	2,39		
200	42,45	2,45		
250	42,51	2,51		
300	42,63	2,63		
400	42,71	2,71		
500	42,86	2,86		
600	42,95	2,95		
700	42,99	2,99		
800	43,04	3,04		
900	43,08	3,08		
1000	43,12	3,12		
	Depressione max (m)	3,12	Portata specifica (m³/s)	0,0015
	Trammissività (m²/s):	1,14E-03		
	Permeabilità (m/s):	1,14E-04		

	Identificativo Pozzo	PZ23		
	Prof. pozzo (m dal . Boccaforo):	54,0		
	Livello statico (m dal . Boccaforo):	42,0		
	Spessore acquifero (m dal . Boccaforo):	12,0		
	Portata emunta (m³/s):	0,0034		
Tempo (min)	letture (m)	ΔV (m)		
5	42,98	0,98		
10	43,12	1,12		
15	43,56	1,56		
20	43,81	1,81		
25	44,02	2,02		
30	44,15	2,15		
40	44,21	2,21		
50	44,29	2,29		
60	44,36	2,36		
70	44,41	2,41		
80	44,42	2,42		
90	44,43	2,43		
100	44,45	2,45		
120	44,47	2,47		
140	44,48	2,48		
160	44,48	2,48		
180	44,49	2,49		
200	44,51	2,51		
250	44,52	2,52		
300	44,53	2,53		
400	44,54	2,54		
500	44,56	2,56		
600	44,57	2,57		
700	44,58	2,58		
800	44,58	2,58		
900	44,59	2,59		
1000	44,60	2,60		
			Diagramma abbassamenti-tempi Tempo (min) 	
	Depressione max (m)	2,60	Portata specifica (m³/s)	0,0013
	Tramissività (m²/s):	3,46E-03		
	Permeabilità (m/s):	2,88E-04		

	Identificativo Pozzo	PZ21		
	Prof. pozzo (m dal . Boccaforo):	12,0		
	Livello statico (m dal . Boccaforo):	6,80		
	Spessore acquifero (m dal . Boccaforo):	5,20		
	Portata emunta (m³/s):	0,013		
Tempo (min)	letture (m)	ΔV (m)		
5	6,92	0,12	<p style="text-align: center;">Diagramma abbassamenti-tempi</p> <p style="text-align: center;">Tempo (min)</p>	
10	7,03	0,23		
15	7,14	0,34		
20	7,26	0,46		
25	7,32	0,52		
30	7,44	0,64		
40	7,51	0,71		
50	7,64	0,84		
60	7,71	0,91		
70	7,82	1,02		
80	7,86	1,06		
90	7,91	1,11		
100	7,93	1,13		
120	7,95	1,15		
140	7,97	1,17		
160	7,98	1,18		
180	7,99	1,19		
200	8,00	1,20		
250	8,01	1,21		
300	8,03	1,23		
400	8,05	1,25		
500	8,06	1,26		
600	8,07	1,27		
700	8,08	1,28		
800	8,09	1,29		
900	8,10	1,30		
1000	8,11	1,31		
	Depressione max (m)	1,31	Portata specifica (m³/s)	0,0099
	Tramissività (m²/s):	1,32E-02		
	Permeabilità (m/s):	2,54E-03		

	Identificativo Pozzo	PZ43		
	Prof. pozzo (m dal . Boccaforo):	24,00		
	Livello statico (m dal . Boccaforo):	15,5		
	Spessore acquifero (m dal . Boccaforo):	8,50		
	Portata emunta (m³/s):	0,013		
Tempo (min)	letture (m)	ΔV (m)		
5	15,80	0,30	<div style="text-align: center;"> Diagramma abbassamenti-tempi Tempo (min) </div>	
10	16,25	0,75		
15	16,37	0,87		
20	16,41	0,91		
25	16,45	0,95		
30	16,48	0,98		
40	16,49	0,99		
50	16,53	1,03		
60	16,56	1,06		
70	16,59	1,09		
80	16,68	1,18		
90	16,70	1,20		
100	16,73	1,23		
120	16,76	1,26		
140	16,79	1,29		
160	16,81	1,31		
180	16,84	1,34		
200	16,87	1,37		
250	16,89	1,39		
300	16,90	1,40		
400	16,92	1,42		
500	16,94	1,44		
600	16,97	1,47		
700	16,98	1,48		
800	16,99	1,49		
900	17,01	1,51		
1000	17,03	1,53		
Depressione max (m)	1,53	Portata specifica (m³/s)	0,0085	
	Trasmissività (m²/s):	1,08E-02		
	Permeabilità (m/s):	1,27E-03		

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">RELAZIONE IDROGEOLOGICA</p>		<p><i>Codice documento</i> CB0078_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20-06-2011</p>

ALLEGATO – Carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi

