

**Forest C.M.I. S.p.a.**

**Roma**

**Attività estrattiva di gas dal campo di  
Monte Pallano.**

**Studio propedeutico sugli effetti sulle  
sorgenti basali ed in quota della  
Montagna della Majella.**

**Chieti, giugno, 2012**

**Prof. S. Rustici**

**Prof. M.L. Rainone**

## Sommario

PREMESSA.....	2
INTRODUZIONE.....	2
IPOTESI 1 (SCARSISSIMA O NULLA PROBABILITÀ DI ESISTENZA).....	3
IPOTESI 2.....	3
IPOTESI 3.....	4
IPOTESI 4.....	6
IPOTESI 5.....	6
INFLUENZA SULLE SORGENTI IN "QUOTA".....	7
CONCLUSIONI.....	8
Rif. Bibliografici.....	8

## PREMESSA

Il presente studio viene redatto su incarico della Forest Oil e tratta dell'effetto dell'estrazione di gas dal campo di Monte Pallano, nel corso della vita produttiva del giacimento, sulle sorgenti basali ed in quota della Montagna della Majella.

Lo studio analizza dapprima gli effetti quantitativi dell'estrazione di gas dal campo in termini di sottrazione di fluidi dal reservoir alle condizioni fisiche del reservoir. Successivamente analizza cinque ipotesi consequenziali di compensazione dell'estrazione da parte delle risorse idriche sotterranee, valutandone la difficoltà e la complessità di definizione. Infine viene trattato l'effetto sulle sorgenti in quota della Majella definendo per "Sorgenti in quota" quelle emergenti a quote topografiche superiori alla falda basale e non in contatto con essa poste a quote superiori a 470 m s.l.m. nella parte meridionale della Majella, 410 m s.l.m. nella parte centrale e a 420 m s.l.m. nella parte settentrionale.

## INTRODUZIONE

I volumi di fluido (gas e acqua) presenti nel reservoir, e che negli anni verranno estratti, sono indicati nel grafico di figura 1. Da esso si desume che i volumi attualmente intrappolati nel reservoir e che verranno eventualmente rimpiazzati da acqua di falda variano da un minimo 1231 m<sup>3</sup>/g per gli ultimi anni di produzione ad un massimo di 4016 m<sup>3</sup>/g per gli anni centrali della produzione.

In altri termini la diminuzione di volume nel reservoir varia da 0,014 m<sup>3</sup>/s (pari a 14 l/s) a 0,046 m<sup>3</sup>/s (pari a 46 l/s). A beneficio della sicurezza vengono di seguito considerate solo le quantità più elevate ovvero quelle di 0,046 m<sup>3</sup>/s.

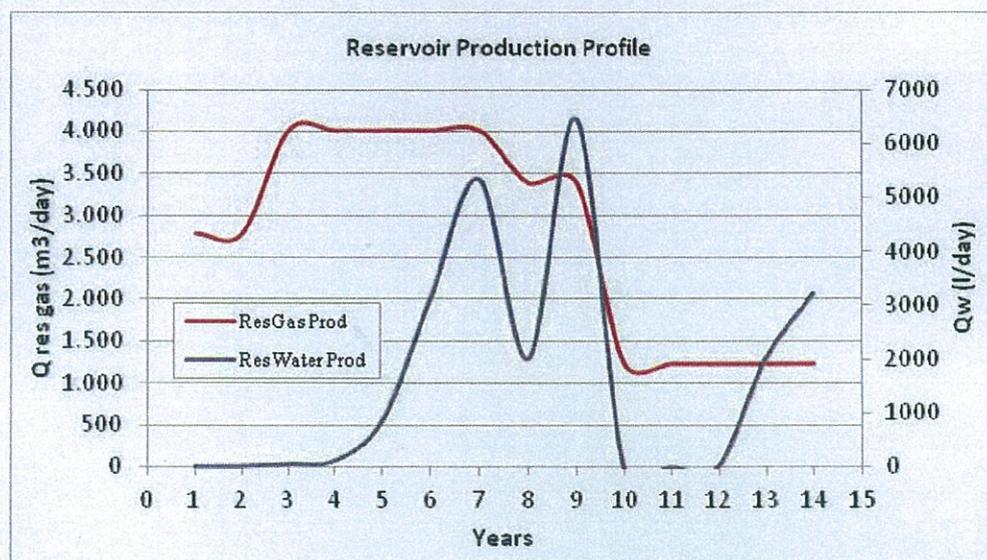


Fig 1: grafico dei volumi di estrazione (in rosso) dal reservoir. Le portate espresse in m<sup>3</sup>/giorno rappresentano i volumi di fluidi estratti alle condizioni di pressione e temperatura del serbatoio.

## IPOTESI 1 (SCARSISSIMA O NULLA PROBABILITÀ DI ESISTENZA)

L'ipotesi prevede che l'intero volume di svuotamento del reservoir sia **interamente, completamente e repentinamente** compensato solo dalle risorse idriche permanenti e dinamiche della Majella, intesa come struttura idrogeologica in affioramento.

In tale ipotesi lo svuotamento nell'anno massimo sarebbe di  $0,046 \text{ m}^3/\text{s}$  ovvero  $966.000 \text{ m}^3/\text{a}$ . L'immagazzinamento dinamico (ovvero la portata complessiva delle sorgenti basali) della sola struttura della Majella ammonta invece a circa  $8 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $250 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ ) acclarato da diversi autori (Celico, 1983; Boni e al., 1986; Nanni e Rusi, 2003; Desiderio et al. 2011).

La percentuale di svuotamento dell'acquifero della Majella dovuto al rimpiazzamento nel reservoir sarebbe dunque dello 0,57 % ovvero la portata delle sorgenti basali della struttura della Majella diminuirebbe dello 0,57 % rispetto alla media. Tale dato sottolinea che, anche nella scarsissima o nulla probabilità di esistenza della ipotesi 1, che la diminuzione rientrerebbe abbondantemente nei limiti di approssimazione delle misure di portata delle sorgenti. Allo stato attuale delle conoscenze e della tecnica l'approssimazione nelle misure di portata ammonta a  $\pm 5 \%$  ma più correntemente a  $\pm 10 \%$  della misura stessa. Nel caso della Majella l'approssimazione delle misure sarebbe del 5% di  $8 \text{ m}^3/\text{s}$  ovvero  $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tale quantità risulta essere 10 volte superiore allo svuotamento indotto dall'estrazione che è pari a  $0,046 \text{ m}^3/\text{s}$ .

L'ipotesi 1 sebbene da verificare in approfonditi studi e sebbene quantitativamente irrilevante non è plausibile dal momento che comporterebbe la presenza di un condotto sotterraneo diretto dalla Majella al reservoir di Monte Pallano che non può esistere per motivi geologici, geometrici, ed idraulici. **Tuttavia la diminuzione di portata si ripartirebbe tra riserve permanenti e risorse dinamiche secondo meccanismi di complessa quantificazione che andrebbero stimati almeno con un anno idrologico di monitoraggio di tutte le sorgenti puntuali e lineari della Majella, ma che, viste le stime sopra eseguite, non emergerebbero da alcun calcolo in quanto abbondantemente contenute nei limiti di approssimazione delle misure.**

## IPOTESI 2

Nella ipotesi che esista un collegamento idraulico tra la Majella e il reservoir di Monte Pallano **non è possibile escludere il collegamento di quest'ultimo anche con gli altri acquiferi carbonatici e terrigeni dell'Appennino abruzzese e molisano adiacenti la Majella** (fig. 2).

Tali strutture, individuabili in prima approssimazione nel Morrone, Porrara – Pizzalto – Rotella, M. Campo, monti pizzi, monti Frentani, Monte Genzana ancorchè da analizzare dal punto di vista dei rapporti strutturali in profondità, che tuttavia non possono essere esclusi dal momento in cui vengono accertati per la Majella, contribuirebbero alla compensazione dei fluidi estratti dal campo di monte Pallano. Di conseguenza l'effetto sulle sorgenti andrebbe ridistribuito non solo sulla Majella ma su tutte le altre strutture.

In prima approssimazione le risorse dinamiche che compenserebbero le estrazioni passerebbero da 8 m<sup>3</sup>/s della sola Majella a 12 m<sup>3</sup>/s (378 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/a) con tutte le altre sopra elencate. La variazione percentuale della portata nella ipotesi di equa compensazione passerebbe dunque al 0,0038 %.

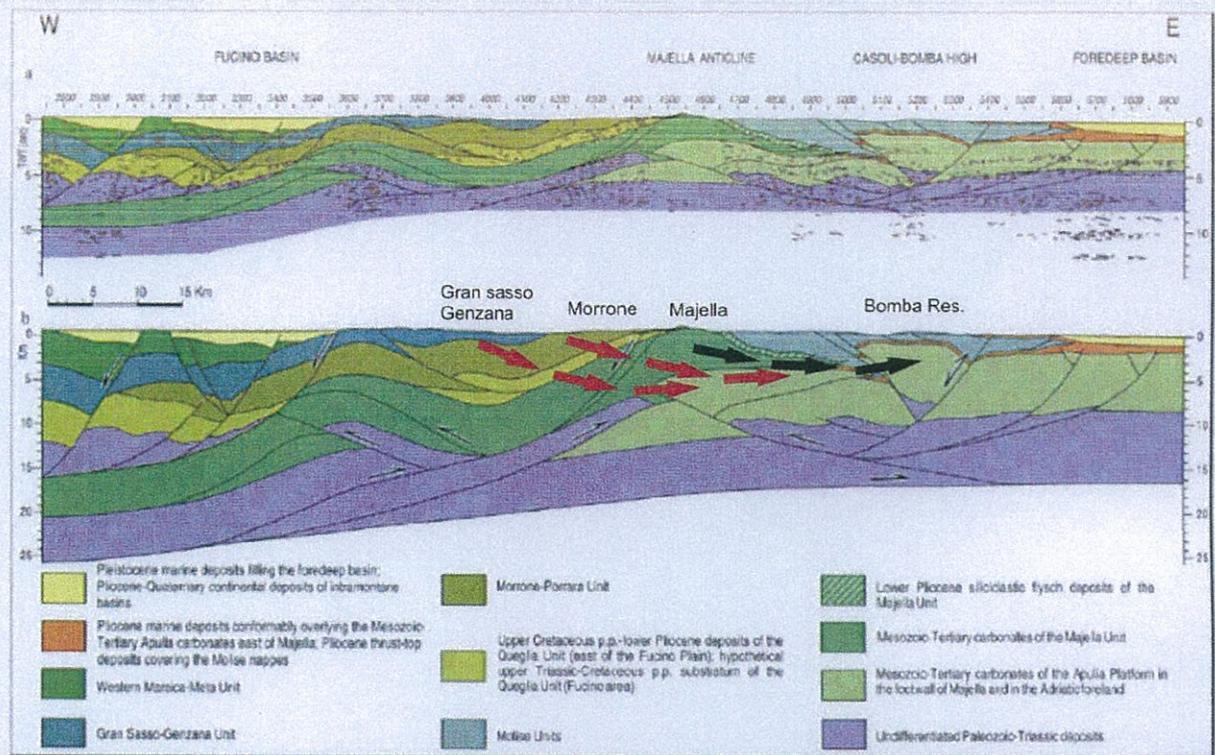


Fig. 2: Schema geologico dal CROP 11 (Patacca et al., 2008) illustrante l'ipotesi di flusso di compensazione dalla Majella (in nero) e dalle altre strutture appenniniche adiacenti (in rosso).

### IPOTESI 3

L'estrazione di fluidi in pressione dal sottosuolo, in presenza di acqua, equivale idraulicamente ad un emungimento da un acquifero in pressione ovvero confinato (Fig. 3). In tale contesto la "depressurizzazione" dell'acquifero si ripartisce su tutto lo spazio circostante la zona di estrazione (a 360°) e non c'è nessun motivo idraulico per cui la depressurizzazione debba manifestarsi solo verso Nord - Nordovest e cioè verso la Majella. Semmai l'ostacolo alla propagazione verso est (Adriatico) della depressurizzazione potrebbe essere costituito da barriere geologiche impermeabili che ritarderebbero la compensazione. Tali barriere tuttavia non è dimostrato che siano efficaci anzi da studi riguardanti i campi presenti in Adriatico la attesterebbero. Anche in questo caso la presenza e l'entità del collegamento idraulico, pur essendo certa, andrebbe valutata con studi dedicati. Risulta tuttavia difficile immaginare che le barriere geologiche di permeabilità esistano solo verso est e verso sud e non verso la Majella.

Nella ipotesi dunque che l'estrazione venga compensata anche dalle strutture sepolte a 360° attorno al campo di M. Pallano, l'effetto sulle sorgenti della Majella risulterebbe ulteriormente attenuato di una quantità che allo stato attuale non è valutabile se non con studi dedicati ed approfonditi.

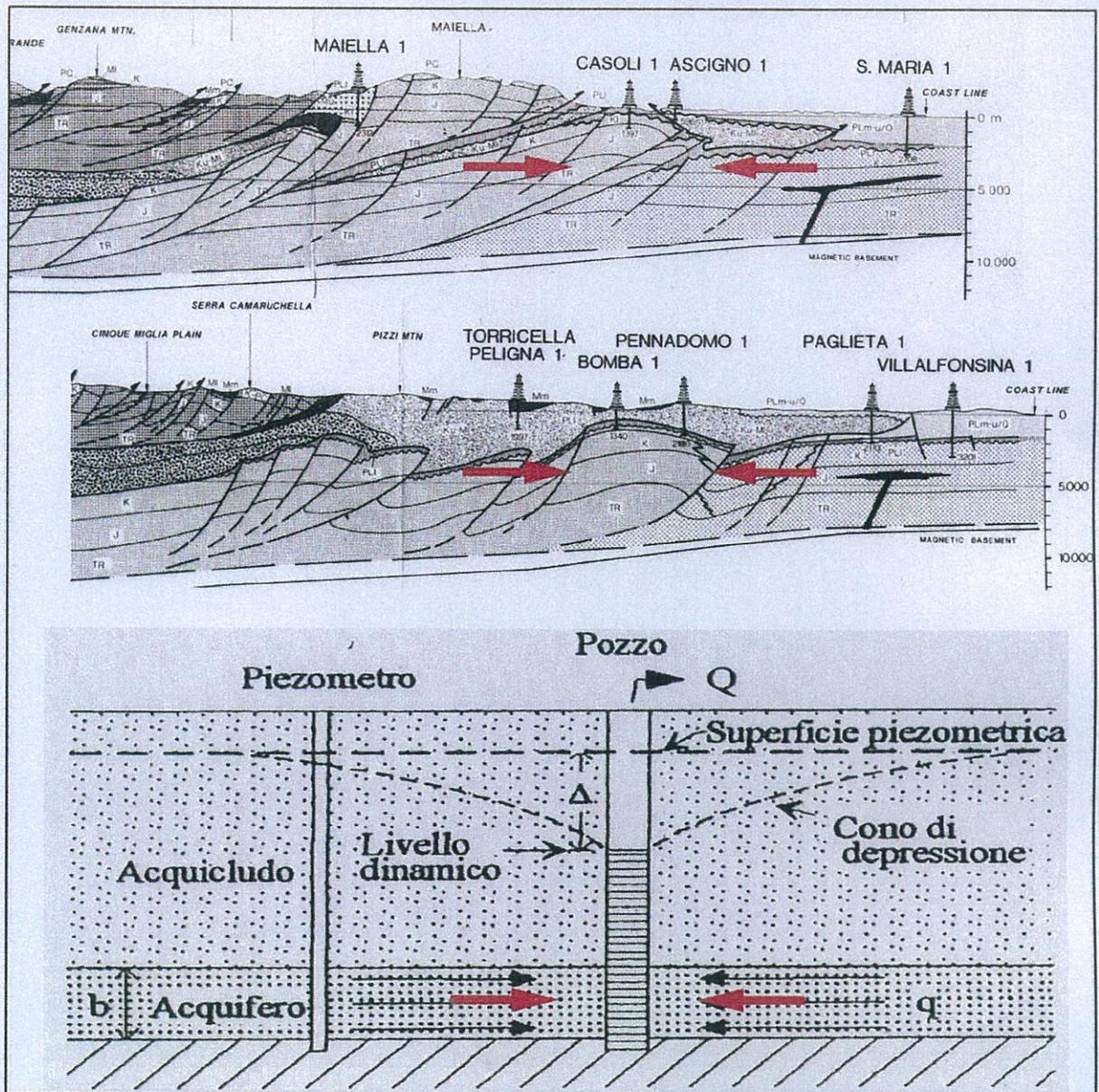


Fig. 3 schemi geologici da Mostardini e Merlini (1986) del campo di M. Pallano e corrispondente modello idraulico schematico di acquifero confinato. Le frecce rosse indicano le direzioni di flusso e dunque di compensazione dell'estrazione dalle strutture sepolte presenti a 360° attorno al reservoir.

## IPOTESI 4

La presenza di soluzioni di continuità nelle strutture permeabili profonde tra la Majella ed il campo di M. Pallano costituite da litologie marnose e da zone tettonizzate a bassa o bassissima permeabilità va interpretata come presenza di barriere idrauliche con interscambi a bassa o bassissima permeabilità (fig. 4). In tal senso **il trasferimento della depressurizzazione dal campo di M. Pallano alla Majella ed alle strutture adiacenti avverrebbe in tempi non brevi e di difficilissima valutazione.** Tuttavia la stima dei tempi potrebbe essere fatta con modelli idraulici equivalenti e semplificati per applicare i quali occorre conoscere le caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi e delle soluzioni di continuità.

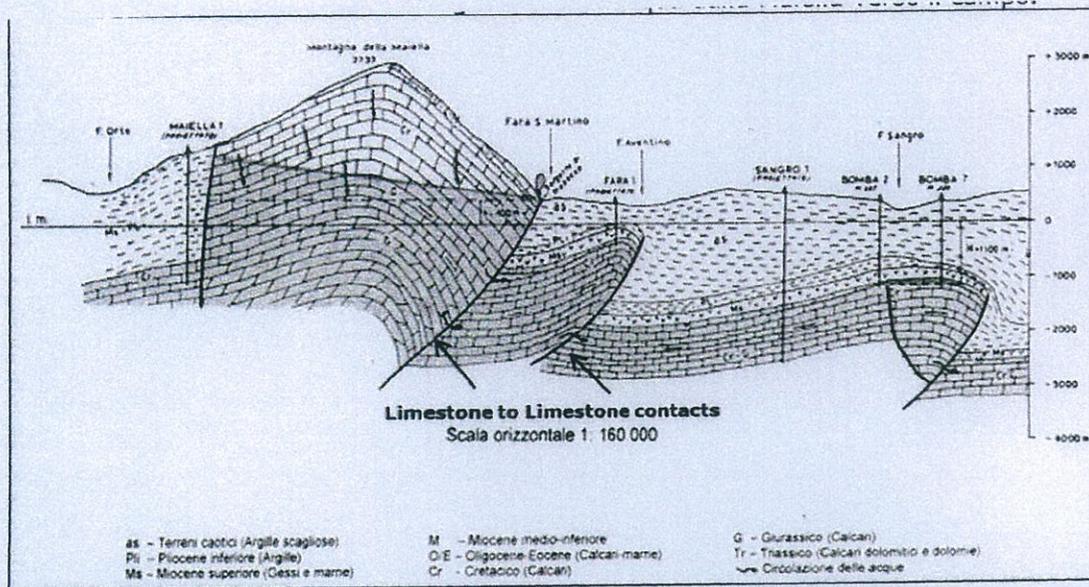


Fig. 4:

*schema geologico semplificato del reservoir e suo equivalente idraulico. Di notevole importanza, non valutabile se non con studi approfonditi, è il ruolo delle discontinuità tettoniche (linee indicate con la terminologia "Limestone to Limestone contacts") presenti tra la Majella ed il campo di Monte Pallano, ma anche con tutte le strutture carbonatiche adiacenti.*

## IPOTESI 5

Lo studio di un modello idrogeologico e idraulico potrebbe portare alla valutazione dell'effettivo o meno raggiungimento della depressurizzazione alla sorgente più vicina (Verde). Il modello, a partire dalla ipotesi di equilibrio, potrebbe valutare il "raggio d'azione" del campo di estrazione e, basandosi sulla teoria in regime transitorio, potrebbe valutare i tempi di propagazione della perturbazione a 360° dal campo di estrazione. In entrambi i casi sarebbe necessario conoscere la distribuzione della permeabilità sia in orizzontale che in verticale attorno al campo di estrazione con particolare enfasi alle soluzioni di continuità.

## INFLUENZA SULLE SORGENTI IN "QUOTA"

Le sorgenti in quota della struttura della Majella sono alimentate da acquiferi sospesi rispetto alla falda basale e sono ricaricate essenzialmente dalle acque di scioglimento delle nevi e da quelle di pioggia.

Le sorgenti in quota, sono classificabili come sorgenti per limite di permeabilità in cui il limite è costituito da strati competenti calcarei o calcareo marnosi o caratterizzati da minore/nulla fratturazione. La circolazione, e talora l'emergenza, è di frequente regolata da circuiti carsici. In altri casi le sorgenti in quota sono alimentate da falde presenti nel detrito di falda, nelle conoidi detritiche e nei detriti di paleo frana (fig 5). In tutti i casi **l'elemento idrogeologico che le caratterizza è il non collegamento con la falda basale**. Infatti se tale collegamento ci fosse non si avrebbe la venuta a giorno della acqua e dunque non esisterebbe la sorgente. Per tale motivo le eventuali variazioni indotte sulla falda basale non possono ripercuotersi sugli acquiferi sospesi che alimentano le sorgenti in quota.

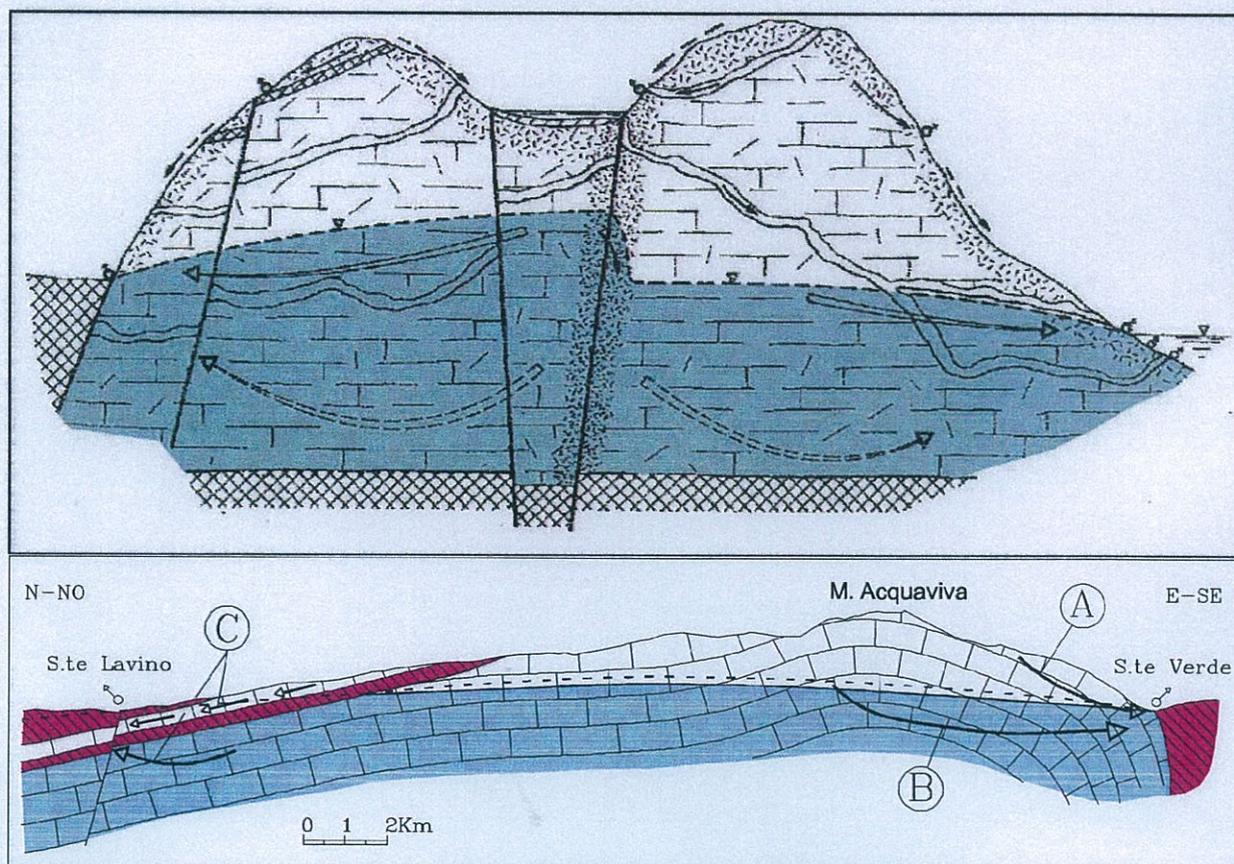


Fig 5: In alto: schema della circolazione idrica in acquiferi carbonatici (da Celico, 19..); in basso: schema della circolazione idrica nella struttura della Majella (da Nanni e Rusi, 2003). La circolazione che alimenta le sorgenti in quota si svolge nella zona insatura degli acquiferi (parti bianche degli schemi riportati). Gli eventuali abbassamenti della superficie piezometrica (confine tra parte azzurra/celeste e bianca) dovute ad estrazioni non possono ripercuotersi in alcun modo sulla circolazione nell'insaturo. Vicerversa variazioni nella ricarica delle falde sospese possono ripercuotersi sulla superficie piezometrica basale.

## CONCLUSIONI

Sulla base dei dati di produzione noti, lo studio ha evidenziato che la quantità di acqua necessaria alla compensazione dell'estrazione di fluidi dal reservoir è nettamente inferiore alla approssimazione di misura della portata delle sorgenti che ottimisticamente può essere posta pari al 5 %. Infatti il volume massimo annuo di fluidi estratti dal reservoir è pari allo 0,57% della portata annua totale emergente dalla falda di base della Majella e dunque 10 volte inferiore al limite di approssimazione. Volendo stimare comunque l'effetto sulle risorse idriche della Majella occorrerà valutare anche il contributo di tutte le strutture presenti attorno al campo di Monte Pallano sia emerse che sepolte e non solo della Majella. Valutando inoltre il modello idrogeologico e idraulico equivalente sarebbe necessario conoscere le caratteristiche idrauliche a 360° attorno al campo e soprattutto il ruolo delle barriere idrauliche naturalmente presenti nel sottosuolo. Tali conoscenze risultano di notevole complessità e il loro rilievo esteso nel tempo.

Prof. S. Rusi

Prof. M.L. Rainone

## Rif. Bibliografici

- Boni C., Bono P. & Capelli G. (1986) - *Schema idrogeologico dell'Italia centrale*. Mem. Soc. Geol. It., **35** (2), 991-1012.
- Desiderio G., Folchi Vici C., Nanni T., Petitta M., Ruggieri G., Rusi S., Tallini M. & Vivalda P. (2011). *Schema idrogeologico dell'Italia centro adriatica*. CNR GNDCI L.4 U.O. 10N
- Celico P. (1990) – *Prospezioni Idrogeologiche*. Liguori Editore.
- Celico P. (1978-79) - *Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl. Univ. Napoli, **14**, 5-97.
- Celico P. (1983) – *Idrogeologia dell'Italia centro meridionale*. Quaderni della Cassa per il Mezzogiorno **4/2**.
- Mostardini F. & Merlini S. (1986) - *Appennino centro meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 177-202.
- Nanni T. & Rusi S. (2003): *Idrogeologia del massiccio carbonatico della Majella (Abruzzo)*. Boll. Soc. Geol. It. **122** (2), 173-202.
- Patacca E., Scandone P., Bellatalla M., Perilli N. & Santini U. (1991) - *La zona di giunzione tra l'arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise*. Studi Geol. Camerti, Vol. spec. **1991/2** CROP11, 417-441.



# TRIBUNALE CIVILE E PENALE DI PESCARA

CRON. 83/2013

## VERBALE DI ASSEVERAZIONE

Addì 07-02-2013

in Pescara e nella Cancelleria del Tribunale davanti al sottoscritto Cancelliere, <sup>SOMO</sup> personalmente comparso:

Prof. RUSI SERGIO M. TORREBRUNA q 07-01-63 res. a Pescara strada  
del 14-5-1963 n. 236 e Prof. RAINONE MARCO LUIGI nat. a Francorossone  
il 07-12-1957 res. ANCONA no 249 PIVULIA 1

Identificato con: reg. venenti il 22 con C.E. n. 356/2574AA relazione dell'ora  
di tenere il 20-05-2011 e q 22 con C.E. n. 284/2008 relazione del  
tenere a Ancona il 22-08-2008.

Il quale chiede di asseverare con giuramento l'antescritta perizia:

Il perito è stato invitato a prestare giuramento di rito pronunciando la formula: "giuro di avere bene e fedelmente operato al solo scopo di far conoscere a chi di dovere la verità".

Letto, confermato e sottoscritto

[Signature]  
.....  
[Signature]

IL CANCELLIERE

[Signature]  
Il Direttore Amministrativo  
[Stamps]