

Comune di

ABANO TERME

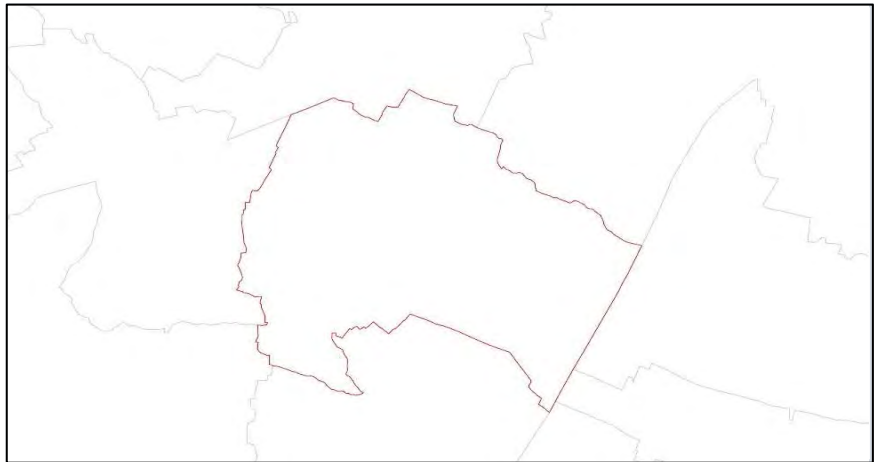


Provincia di Padova
Regione del Veneto

P A T

PIANO DI ASSETTO DEL TERRITORIO

scala 1:10.000



R5-2

RELAZIONE SUBSIDENZA

Sindaco	FEDERICO BARBIERATO
Ufficio tecnico	LEONARDO MINOZZI CARLO PIOVAN VALENTINA ANDREAZZO
Progettisti	ROBERTO ROSSETTO STEFANO MARIA DOARDO
Gruppo di Lavoro	ANDREA ZORZ, MASSIMO BERTO, ALESSANDRA SIMONINI
Contributi specialistici	ANTONELLA GATTO, CARLO PIAZZI, SIMONE MARINO PREO
Relazione Subsidenza	GINO BORELLA, PIETRO ZANGHERI, ENRICO MARCOLONGO Via Forno 26/F - 35030 Selvazzano (PD) Tel: 049/624546 - Mail: borellastudio@virgilio.it Pec: borellastudio@epap.sicurezzapostale.it

Terre s.r.l.

Sede legale: Via Bosco, 9 – 30020 Noventa di Piave

Sede operativa: Torre Eva, via Bruno Maderna, 7, 30174, Venezia
| terre@terre-srl.com | PEC: terre.srl@pec.it | www.terre-srl.com | R.E.A.: VE -
400008 | C.F./P.IVA 04312280276 | tel. 041.2682230

1. Premessa Generale

Nell'ambito della elaborazione del Piano di Assetto Territoriale (PAT), dell'anno 2010, è stato possibile accedere a studi e ricerche prodotte, sul tema subsidenza, dalle istituzioni scientifiche fra le quali ricordiamo le *Università di Padova, Bologna, Trieste, la Regione Veneto, il CNR, le Gestioni Uniche dei Bacini Idrominerari Omogenei dei Colli Euganei (BIOCE)* e, non certo ultimo, il *Comune di Abano Terme*.

Il Piano Territoriale Regionale Coordinamento (PTRC), il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) e il Piano di Assetto Territoriale Intercomunale (PATI) hanno sempre evidenziato aree e ambiti di subsidenza del territorio di Abano Terme. Con l'ultima legge urbanistica regionale L.R. 11/2004 sono stati trasferiti ai piani comunali (Piano di Assetto del Territorio) e Piano degli Interventi (PI) il compito di normare urbanisticamente tali ambiti».

La presente edizione rappresenta un aggiornamento guidato, considerando gli obiettivi e le scelte strategiche emersi in sede di PAT giunto ormai alla fase conclusiva.

2. Normativa di piani territoriali sovraordinati

L'attenzione prestata dai piani sovra ordinati agli ambiti di subsidenza fa riferimento a:

- Quadro conoscitivo del PTCP (che ha evidenziato un ambito areale di subsidenza nella relativa carta geomorfologica);
- Quadro conoscitivo del PATI Metropolitano (che ha confermato l'ambito di subsidenza come una emergenza geomorfologica nella relativa carta geomorfologica);
- Quadro progettuale del PATI Metropolitano (che ha confermato l'ambito di subsidenza come una fragilità territoriale e quindi classificando l'area come "aree idonee a condizione nella carta delle fragilità).

Il P.T.C.P. rispetto all'ambito subsidenza richiama:

- le Norme Tecniche di Attuazione del TITOLO III –SISTEMA AMBIENTALE–CAPO I–Macro aree ambientali, sensibilità del suolo e risorse naturali;
- la Tav. n.2 carta della fragilità e la tav. n.2bis sintesi della sensibilità del suolo;
- l' Art. 14 Aree di Pianura, Rischio idrogeologico–punto 4) Aree subsidenti:

“I comuni valuteranno l'opportunità di richiedere, ai fini del rilascio del permesso di costruire, in assenza di una disciplina specifica, nelle aree subsidenti la documentazione relativa a:

- controllo del micro-rilievo e delle direzioni di deflusso;
- controllo del livello della falda e della sua escursione;
- valutazione permeabilità dei suoli e conseguente verifica del rischio di ristagno”.

Il P.A.T.I. richiama e conferma nell'ambito subsidenza quanto indicato nel P.T.C.P.:

- Nelle Norme Tecniche di Attuazione del TITOLO V – FRAGILITÀ – Articolo 14 *“Compatibilità geologica, punti 2–5 Aree caratterizzate dal fattore subsidenza SB”*.
- Nella carta geomorfologica del “quadro conoscitivo”, a scala intercomunale 1:20.000, con la delimitazione dell'ambito areale subsidenza ripreso dal P.T.C.P.
- Nella relazione geologica del P.A.T.I. da cui si riporta:

“Un altro aspetto geomorfologico di particolare interesse è la delimitazione dell'area subsidente individuata in corrispondenza del comune di Abano Terme. Il fenomeno della subsidenza consiste in un abbassamento della superficie topografica, che nel caso in esame è determinato dal cospicuo emungimento della falda idrica da parte delle stazioni termali, che innesca il costipamento dei terreni. Questo fenomeno comporta un aumento del rischio idraulico in caso di esondazioni ed allagamenti, nonché, nel lungo termine, possibili problemi strutturali agli edifici esistenti. Sarà compito del P.A.T. del comune di Abano Terme, approfondire tale aspetto e creare direttive in termini di pianificazione territoriale”.

Il P.A.T. rispetto all'ambito subsidenza fa specifico riferimento:

- alla carta geomorfologica del “quadro conoscitivo”, a scala comunale 1:10.000, con la delimitazione dell'ambito areale subsidenza ripreso dal P.A.T.I.;
- alla carta delle fragilità del “quadro progettuale”, a scala comunale 1:10.000, con una suddivisione in due aree, una più estesa caratterizzata con la sigla SB1 (*area di attenzione alla subsidenza*) e un'area ristretta nella parte centrale del comune con la sigla SB2 (*area molto sensibile alla subsidenza*);
- alle Norme Tecniche di Attuazione nel Capitolo Fragilità del Territorio.

3. Subsidenza regionale

È noto che tutta la Pianura Padana è caratterizzata da significativi movimenti verticali di subsidenza per effetto di vari fattori naturali: la neotettonica, la risposta isostatica della crosta al variare dei carichi superficiali (depositi sedimentari, acque marine), l'eustatismo e il costipamento dei sedimenti quaternari.

La velocità di abbassamento riconducibili a fenomeni naturali sono generalmente ridotte (<0,3 mm/anno) nella fascia vicina ai rilievi appenninici e alpini nonché in corrispondenza della “dorsale ferrarese” (Groppi e Veggiani 1984), mentre presentano valori elevati (> 1 mm/anno) in alcune aree: tratto terminale del fiume Oglio, il Delta del Po e la riviera romagnola compresa tra Lugo, Ravenna e Cesenatico.

Nella Pianura Padana sono d'altra parte presenti fenomeni di subsidenza, anche per cause artificiali, con velocità di abbassamento da 10 a 100 volte maggiori riscontrate in:

- aree sottoposte a bonifica per prosciugamento e allontanamento delle acque freatiche e ossidazione dei terreni torbosi;
- zone interessate da eccessiva estrazione di acqua e acque metanifere da acquiferi superficiali e poco profondi;
- zone interessate da estrazione di gas o fluidi da strati profondi o da substrati rocciosi.

Gli abbassamenti più elevati riguardano la pianura orientale adriatica. L'andamento generale del fenomeno viene evidenziato nel diagramma riportato qui di seguito (**Fig.1**) e presente nelle Note illustrative della "carta geomorfologica della Pianura Padana (**G.B.Castiglioni & G.B.Pellegrini - 2001**)

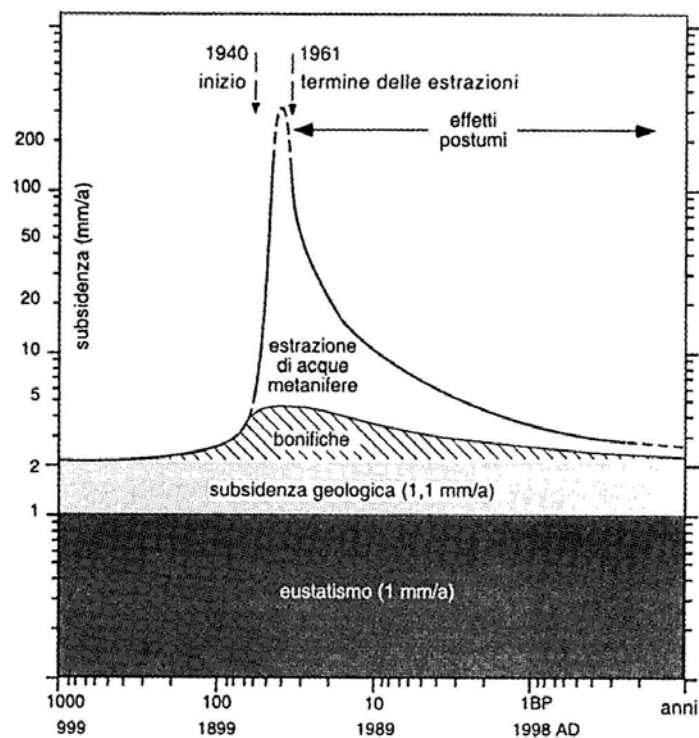


Fig. 1_ Fattori di subsidenza

Nel grafico sottostante viene evidenziato l'andamento del fenomeno subsidenza lungo la Linea di livellazioni IGM 7 Ferrara–Padova (**Fig.2**) relativa alla campagna di misurazioni 1942-47 e 1970-86.

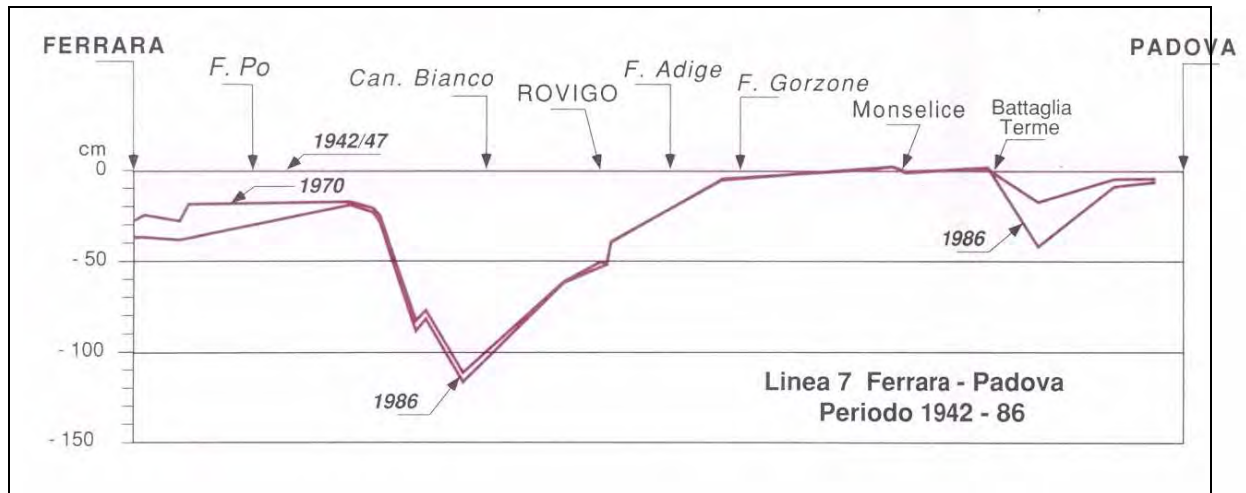


Fig. 2 Subsidenza lungo la linea di livellazione 7 (IGM)

4. Subsidenza dell'area termale

Il comune di Abano Terme dagli anni Cinquanta è interessato dal fenomeno “subsidenza” che si somma alla cosiddetta “subsidenza naturale” che interessa tutta la pianura padana.

Il fenomeno è stato originato dallo sfruttamento delle acque termali dagli acquiferi localizzati nella coltre sedimentaria quaternaria (sabbie, limi ed argille) che poggia sul substrato roccioso sedimentario del cretaceo, individuato nel sottosuolo di Abano, alla profondità di variabile fra 70÷250 metri (**Fig. 6**).

La progressiva depressurizzazione degli acquiferi nei materiali compressibili (limi ed argille) evidenziata dal drastico abbassamento degli acquiferi termali ha provocato un processo di consolidazione degli stessi materiali, manifestato nel tempo, che si è progressivamente ridotto al passo con la regolamentazione dei prelievi dagli acquiferi.

La subsidenza è un fenomeno complesso e la sua valutazione passa attraverso costose e complesse livellazioni topografiche di alta precisione che sono state già eseguite negli anni passati (1984-2002) che sembrano concordare su un sostanziale esaurimento del fenomeno fatta eccezione per alcune zone specifiche evidenziate dalle misurazioni. Non può essere compito del P.A.T. eseguire misurazioni topografiche di alta precisione che devono essere sottoposte a validazione scientifica (cfr precedenti convenzioni con Regione Veneto, l'Università di Padova ed altri organismi scientifici) come avvenuto in passato.

Il P.A.T. fotografa la situazione attuale e, definisce una norma di “compatibilità urbanistica” delle aree interessate dal fenomeno, riordina la banca dati esistente e crea le premesse per una ulteriore livellazione di alta precisione. L'inserimento dei dati, provenienti dai voluminosi studi eseguiti, non sarebbe stato possibile nella relazione geologica del P.A.T.

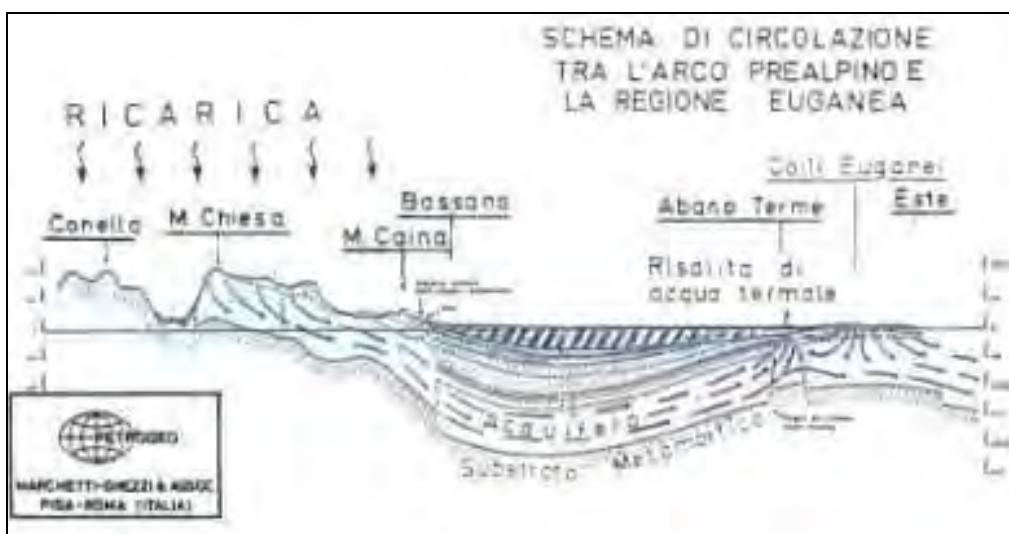
5. La geologia del Bacino idrotermale

Il territorio comunale di Abano è parte preponderante del “Bacino idrotermale dei colli Euganei” che è stato oggetto di numerosi studi da parte degli enti istituzionali (Università di Padova, Regione Veneto, G.U. del BIOCE, Università di Pisa, Università di Trieste, Arpav ecc).

Lo sfruttamento di questa risorsa naturale è stata regolata dal “Piano regionale di utilizzazione della risorsa termale” (P.U.R.T.) e in attuazione a quanto disposto dall'art. 20, della legge regionale n. 40/89 “Disciplina della ricerca, coltivazione e utilizzo delle acque minerali e termali”, la Regione del Veneto ha istituito, al fine di conseguire una più razionale coltivazione, salvaguardia e riproducibilità della risorsa e sicurezza, la Gestione Unica del BIOCE, quale consorzio obbligatorio tra i concessionari della risorsa termale.

Le acque termali che fino agli inizi del secolo scorso sgorgavano liberamente, oggi sono captate da pozzi che interessano il substrato roccioso (a profondità tra 70 e 250 metri) e che arrivano anche oltre 1000 metri. Le temperature variano da 65° a 70° per le acque solfato-bicarbonatiche e da 84° e 86° per le acque clorurate e ricche di silice sciolta.

Sull'origine del termalismo euganeo si è discusso, a livello scientifico, con più modelli, a cominciare da quello sottostante, ma l'opinione scientifica prevalente(**Fig.3**) postula un modello che trova la sua origine nelle Piccole Dolomiti (Prof.Piccoli et altri-1976)



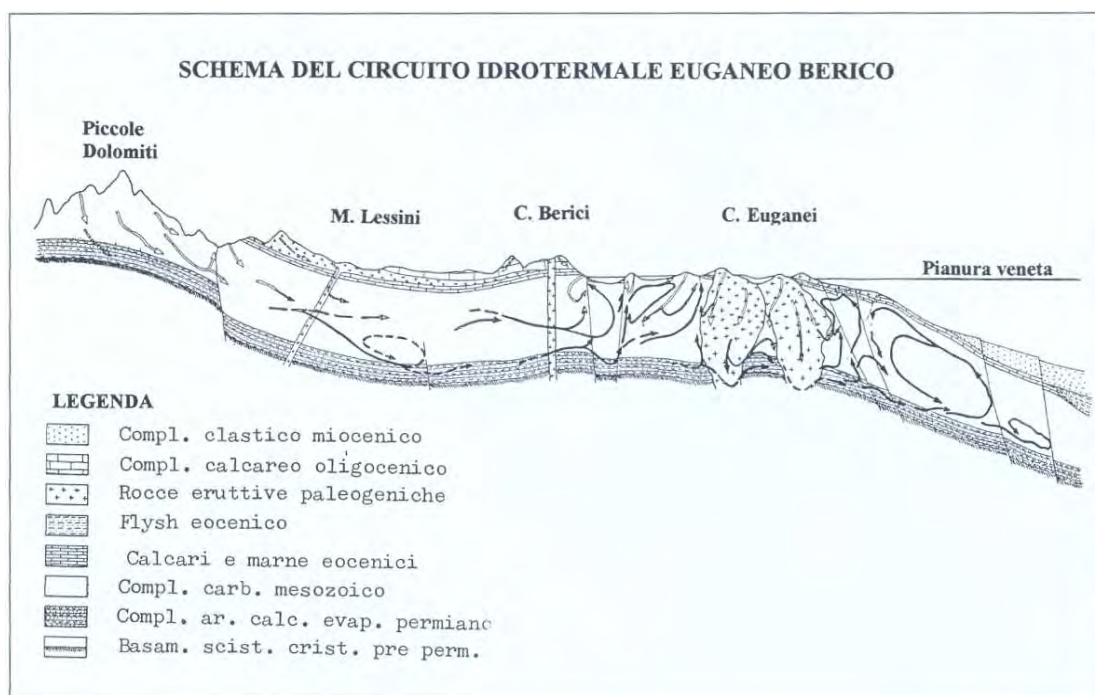


Figura 3_Modello idrogeologico del Bacino Termale

Le acque infatti si infiltrano in quella zona e alimentano un circuito profondo nelle rocce carbonatiche fratturate con un percorso di circa 80-100 km in direzione NW-SE alla profondità di 2500-3000m. Nel corso di 20-30 anni le acque acquisiscono le peculiarità minerali e le temperature idrotermali. Il complesso vulcanico euganeo rappresenta una barriera allo scorrimento profondo e il sistema di faglie rappresenta le vie preferenziali che facilitano la rapida risalita dovuta all'effetto idrostatico del carico delle acque meteoriche.

La temperatura dell'acqua, costante nei singoli pozzi, varia normalmente tra 65°C e 86°C e la portata media annua attualmente prelevata è contenuta tra 500 e 600 litri al secondo (l/s). I pozzi esistenti nel BIOCE (2020) sono 241, dei quali 154 attivi suddivisi come da tabella.

Comune	Anno	Pozzi Totali	Pozzi Attivi	Idrometrografi
Abano Terme	2020	118	87	4
Montegrotto Terme	2020	80	51	5
Galzignano Terme	2020	14	8	1
Battaglia Terme	2020	14	3	0
Teolo	2020	7	5	0
Baone	2020	3	0	0
Monseice	2020	3	0	0
Due Carrare	2020	2	0	0

6. Subsidenza e misurazioni

Le prime misure sono riferite allo studio "Livellazione geometrica di precisione linea Grisignano-Abano-Battaglia_1981 (**Studio Gasparini-Comune di Abano Terme**) e riguardano due capisaldi in centro (Municipio-Via Marzia^Via Pietro d'Abano).

Tali misure confrontate con misure del 1954–1959, indicano abbassamenti molto elevati (rispettivamente di 51,7 cm e 127,4 cm.).

Dal 1984 al 1991 su progetto delle Università di Padova e Trieste, del CNR e Comune di Abano Terme, sono state ripetute varie campagne di misure su tre linee di capisaldi strutturate nell'anno 1984 (1985-1986-1987-1988-1991):

- linea gialla Nord-Sud (*Tencarola - Montegrotto*)
- linea rossa Est-Ovest (*Giarre - Monterosso*)
- linea verde Est-Ovest (*angolo Via Busonera^Via Colombo-Monteortone*)

La figura 4 riporta la rete di capisaldi e le tre linee di livellazione su C.T.R.

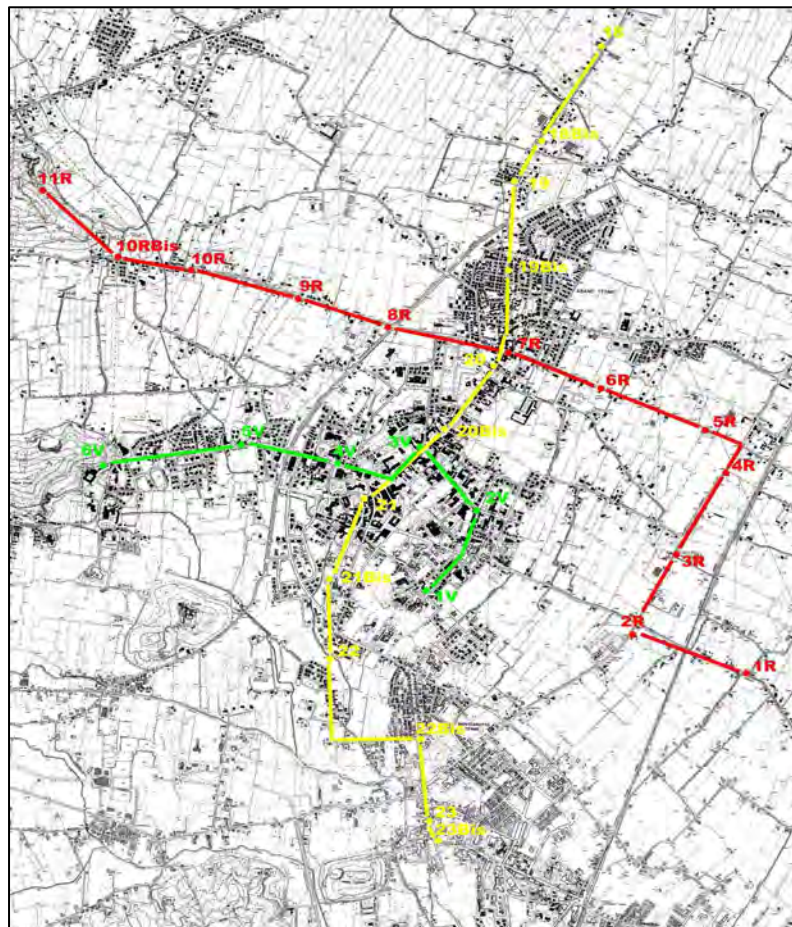


Figura 4_Linee di livellazione topografica

Il “progetto geotermia-sottoprogetto energia geotermica” del CNR, Università di Padova e Università di Trieste ha consentito, nello stesso periodo delle livellazioni di alta precisione, anche di ottenere misure di microgravimetria dell'area geotermica euganea. Lo scopo era di individuare eventuali variazioni di massa, di densità e di gravità residua associabili allo sfruttamento del bacino idrotermale.

Tali misurazioni non hanno rilevato variazioni di microgravimetria significative e conseguentemente l'area euganea, da questo punto di vista, è stata classificata di “alta stabilità”. Indicazioni di questa ricerca sulla microgravimetria sono comunque disponibili nella pubblicazione “Microvariazioni temporali del campo gravitazionale nell'area geotermica euganea”_1987 (**Marson, Di Filippo, Illiceto, Palmieri, Toro**).

Un esempio significativo relativo al tema subsidenza viene rappresentato nella mappa sottostante dove vengono riportate le linee isocinetiche di uguale velocità di abbassamento confrontando le misure del 1988 con quelle del 1991(**Fig.5**).

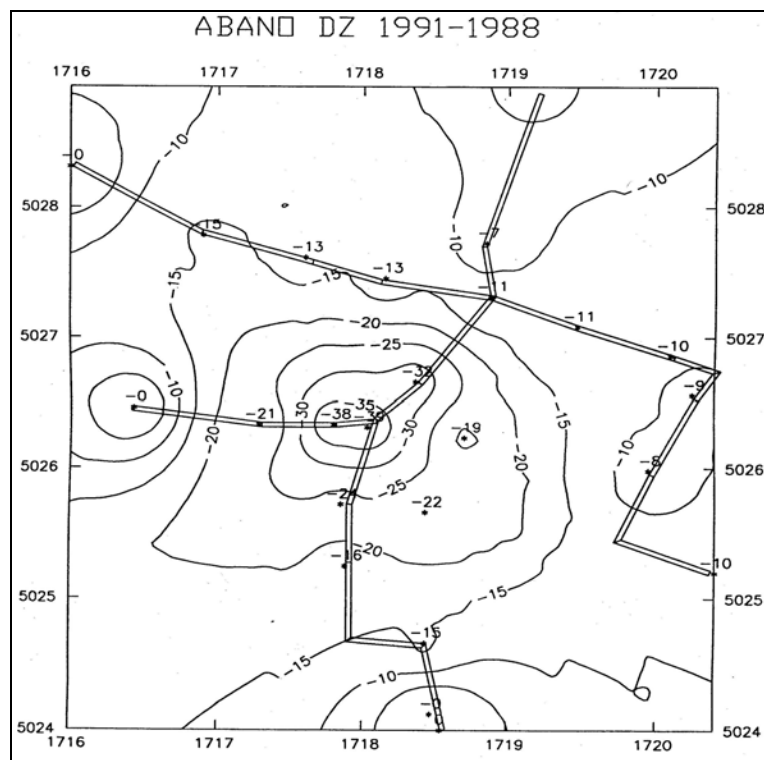


Figura 5_Isovariazioni di quota

Nello stesso periodo(1991) a scopo di verifica e comparazione dei dati esistenti, viene effettuata la “Ricerca sulla subsidenza nell'area termale di Abano Terme”_1991(Istituto Scienze minerarie Università Bologna-Gestione Unica BIOCE di Abano e Teolo).

Primo obiettivo della ricerca era quello di evidenziare innanzitutto la morfologia del substrato roccioso (pre-quadernario calcareo) desunta dalle colonne stratigrafiche dei pozzi idrotermali perforati nel territorio di Abano e riportati nella figura sottostante (Fig.6).

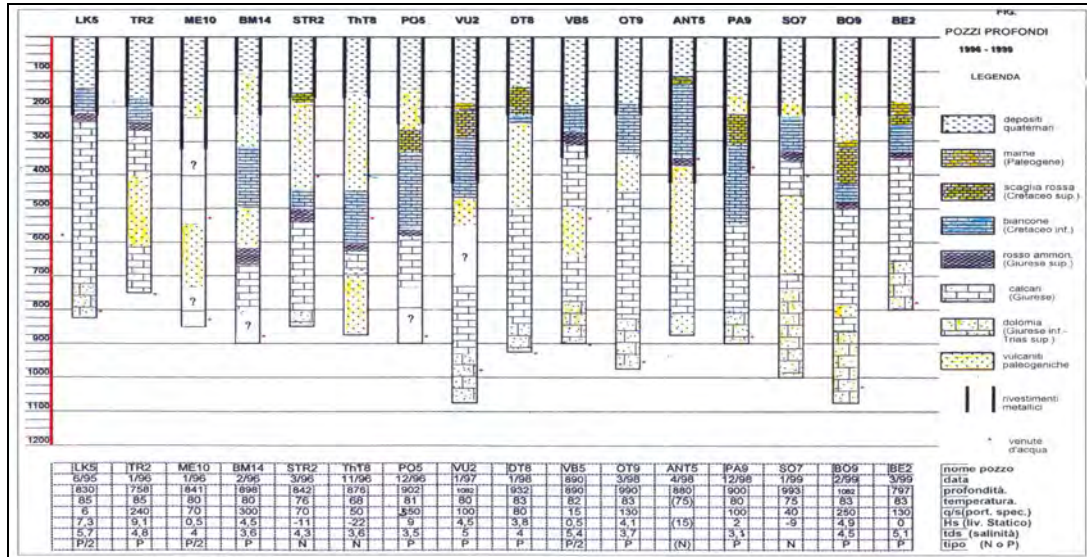


Figura 6_ Colonne stratigrafiche dei pozzi termali ad Abano Terme

Altro obiettivo della ricerca era trovare una correlazione tra subsidenza e spessore del quadernario e tra subsidenza ed entità del prelievo di acqua idrotermale.

La ricerca non è stata in grado di evidenziare alcuna relazione tra spessore del quadernario e abbassamento del suolo (sono stati riscontrati elevati abbassamenti in corrispondenza di spessori minimi dei terreni alluvionali) come evidenziato nella figura sottostante (Fig.7).

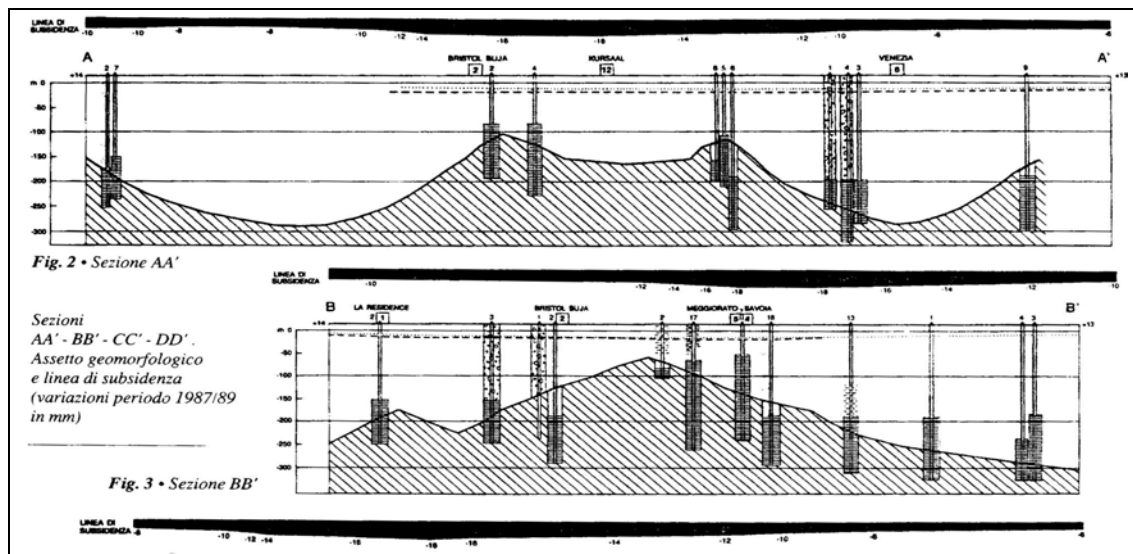


Figura 7_ Sezioni geologiche del sottosuolo di Abano Terme

Queste considerazioni erano finalizzate a verificare la stabilità dei fabbricati (alberghi) della zona centrale in relazione a possibili cedimenti strutturali delle fondazioni, lamentati in alcuni casi, che potevano essere dovuti all'effetto subsidenza. Dal monitoraggio sullo stato di alcuni alberghi, ritenuti rappresentativi, non sono stati rilevati pericoli alla loro stabilità conseguenti a tale fenomeno. Anzi, la presenza di lesioni strutturali degli edifici è stata riscontrata, nella maggior parte dei casi, su quelli edifici dove l'effetto di nuovi interventi (sopraelevazione, nuovi corpi di fabbricato ecc) ha prevalso su quella parte dell'abbassamento del suolo dovuto al fenomeno della subsidenza.

La correlazione tra subsidenza ed abbassamenti del livello piezometrico (entità del prelievo di fluido termale) ha avuto invece risultati soddisfacenti come si può vedere dalla planimetria (**Fig.8**) con riferimento alle curve isocinetiche relative agli anni 1985/87 (linee di eguale velocità di abbassamento annuo del piano campagna e alle quantità dei prelievi in quanto le aree dei cerchi sono proporzionali alla produttività dei pozzi di prelievo).

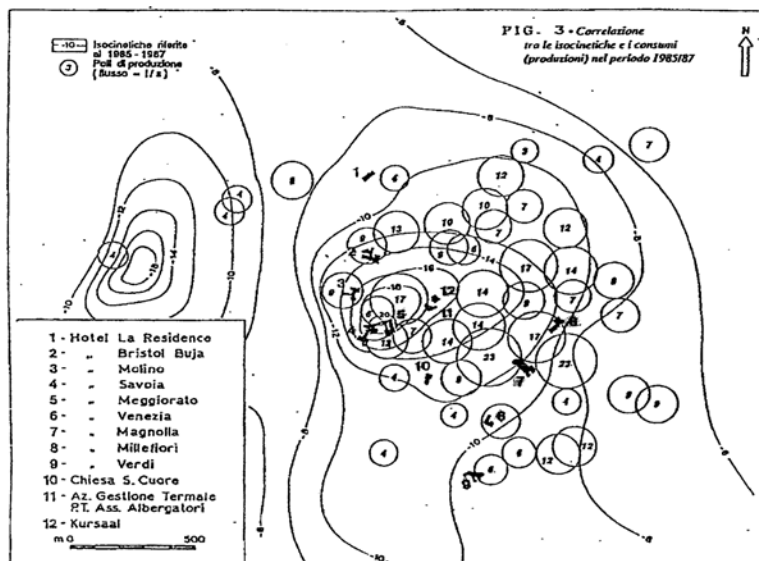


Figura 8_ Isocinetiche riferite ai poli di produzione (aree dei cerchi)

L'andamento della superficie generata dalle curve isocinetiche risulta influenzata dalla dislocazione dei pozzi e dal loro effetto cumulativo.

Spostandosi radialmente verso l'esterno si nota che il gradiente degli abbassamenti relativi è tanto più brusco quanto minore è il numero dei pozzi produttivi (zona Bristol-Molino) mentre un aumento del loro numero e della loro capacità produttiva distanzia tra loro le linee isocinetiche.

Infine nelle zone esterne si nota un graduale attenuazione del fenomeno ma nelle parti centrali si nota un mantenimento dei valori di abbassamento annuo.

7. Rappresentazione cartografica della subsidenza

Nelle ricerche relative agli anni antecedente il 2002 sono state utilizzate due diverse tipologie di rappresentazione cartografica del fenomeno della subsidenza. In alcuni casi la subsidenza è stata rappresentata con isolinee (linee che uniscono punti di uguale abbassamento) e in altri casi è stata rappresentata con isocinetiche (linee che uniscono punti di uguale velocità di abbassamento) e non risulta pertanto agevole la lettura del fenomeno che viene desunto da rappresentazioni e periodi diversi.

Nelle figure n.9, 10, e 11 nelle pagine seguenti la subsidenza viene rappresentata con linee isocinetiche di abbassamento dei periodi 1985–87, 1987–89, 1989–91.

La linea verde rappresenta la isocinetica di abbassamento (-4), limite esterno considerato trascurabile, e la linea gialla rappresenta la isocinetica di abbassamento (-10), limite dove il fenomeno è più manifesto.

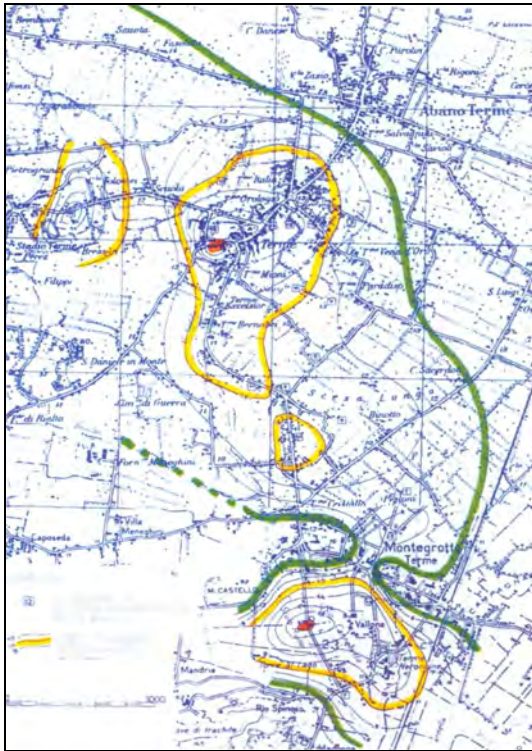


Fig.9_Isocinetiche 1985-87

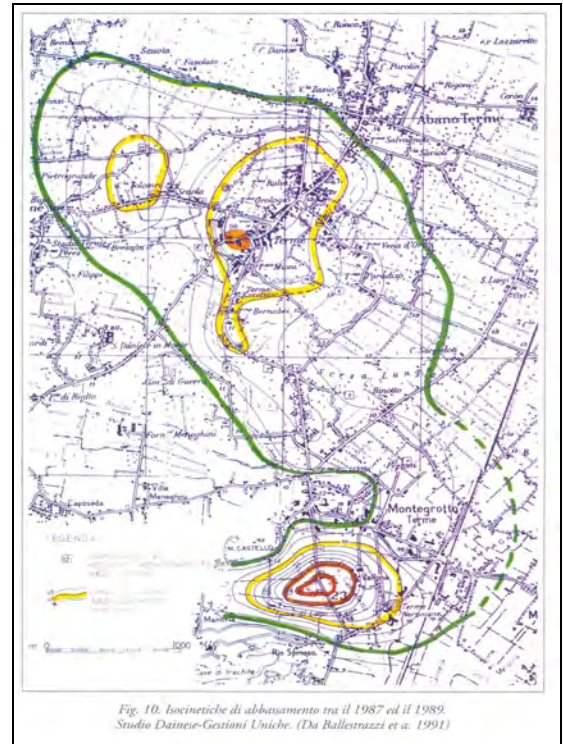


Fig.10_Isocinetiche 1987-89

L'andamento delle linee isocinetiche indica chiaramente una regressione del fenomeno in termini di velocità di abbassamento. Si osserva infatti che le aree delimitate da isocinetiche di uguale valore si sono progressivamente ristrette nel tempo. Nella figura 10 si osserva che la isocinetica (-10) è scomparsa da Scesalunga, in direzione Montegrotto, e si è ridotta ad Abano e Monteortone. Nella figura 11 della pagina seguente si osserva che la isocinetica (-10) è scomparsa a Monteortone mentre sono comparse le isocinetiche (-20 e -30) in località Vallona a Montegrotto Terme.

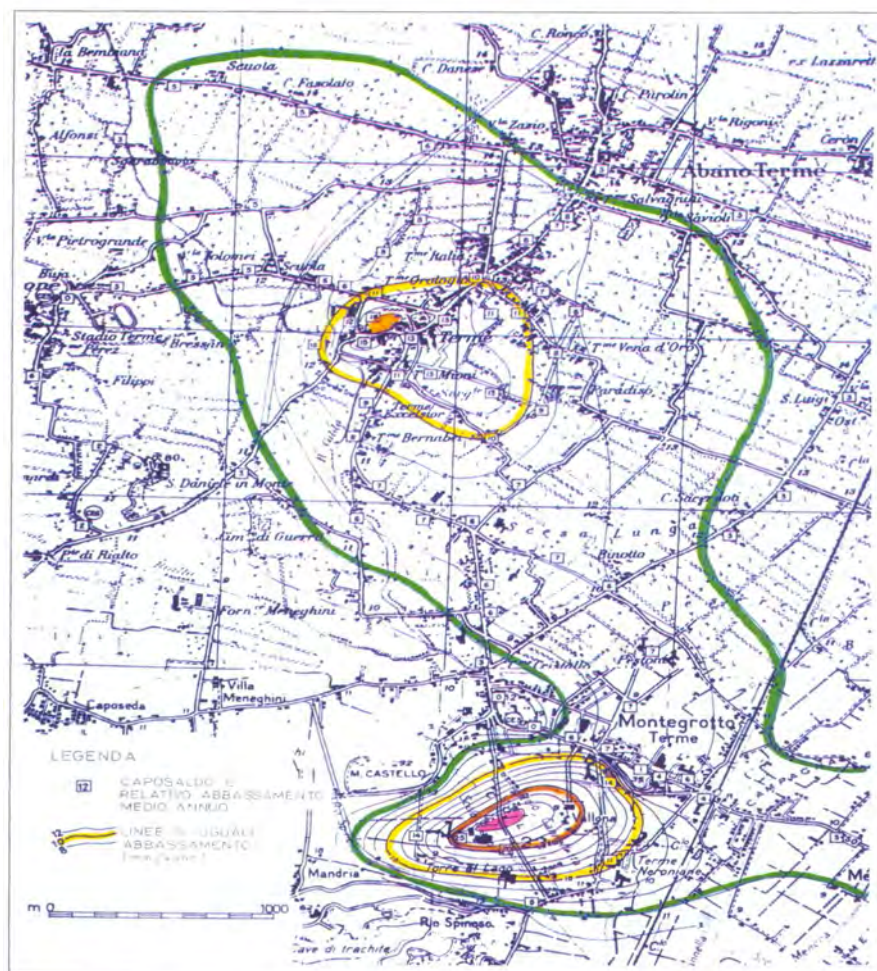


Figura 11 Isocinetiche 1989-91

Nell'anno 1993 la Gestione Unica del BIOCE, conferma la prosecuzione delle precedenti rilevazioni, e attiva una nuova misurazione sull'intero bacino allargando le livellazioni soprattutto nel territorio di Valle Regazzoni(Galzignano) interessato da evidenti e preoccupanti fenomeni di abbassamento del terreno che hanno comportato ingenti danni ai fabbricati e alle infrastrutture della zona. Questa zona era stata oggetto di terebrazione di nuovi pozzi a seguito di ulteriori concessioni idrominerarie per lo sfruttamento della risorsa termale. Il nuovo studio *"Livellazione geometrica di alta precisione e controllo biennale della subsidenza della zona idrotermale euganea"*_1993 (BIOCE-Studio Dainese) è relativo alle misure 1991-93 e rappresenta la subsidenza ancora con linee isocinetiche.

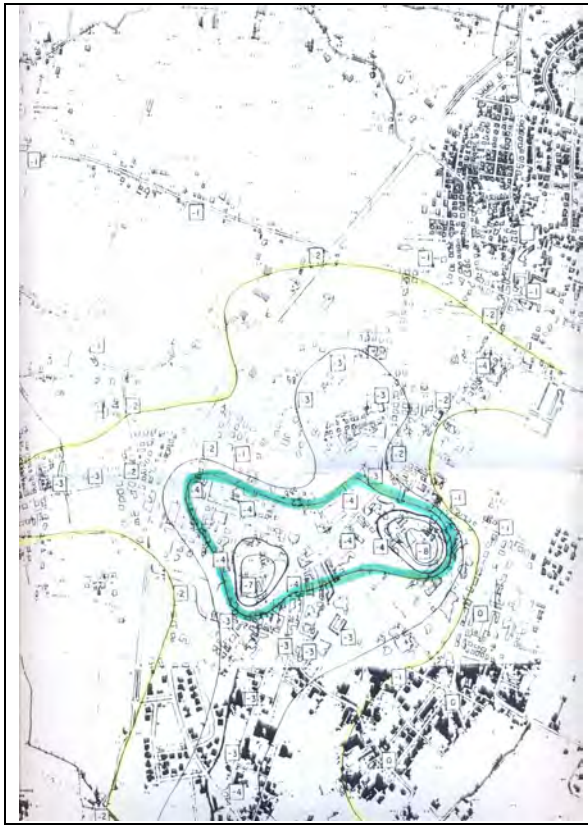


Fig.12 Isocinetiche di Abano 1991-93



Fig. 13 Isocinetiche di Montegrotto 1991-93

La figura 12 è relativa al bacino di Abano Terme mentre la figura 13 a quello di Montegrotto Terme. Con il colore verde sono indicate le linee isocinetiche di limite esterno del fenomeno (-4), mentre con il colore rosso sono indicate le isocinetiche limite (-10), dove il fenomeno è più manifesto.

Le nuove livellazioni hanno evidenziato una significativa e generalizzata riduzione delle velocità annue di abbassamento in tutte le aree interessate dall'indagine (circa 1/3 dei valori della velocità di abbassamento precedente). Considerata l'attenuazione del fenomeno si sono tracciate le isolinee per ogni millimetro anziché ogni 2 millimetri come in passato.

Le isolinee (-10) non compaiono più in Abano e sono circoscritte alla località Vallona di Montegrotto Terme (estensione di $\sim 0.070 \text{ Km}^2$).

Le isolinee (-4) appaiono nel bacino di Abano Terme tra Montirone e Via Flacco.

Tale risultato, che tende alla sostanziale attenuazione del fenomeno, viene attribuito alla rigorosa disciplina di emungimento idrominerario e di stretto controllo attuate negli ultimi anni.

Nell'anno 1995 viene eseguita un'altra misurazione *“Livellazione geometrica di alta precisione per lo studio della subsidenza nel bacino termale euganeo”_1995 (Comune di Abano-Università di Padova-Geoarcheo Rilievi Sas)*.

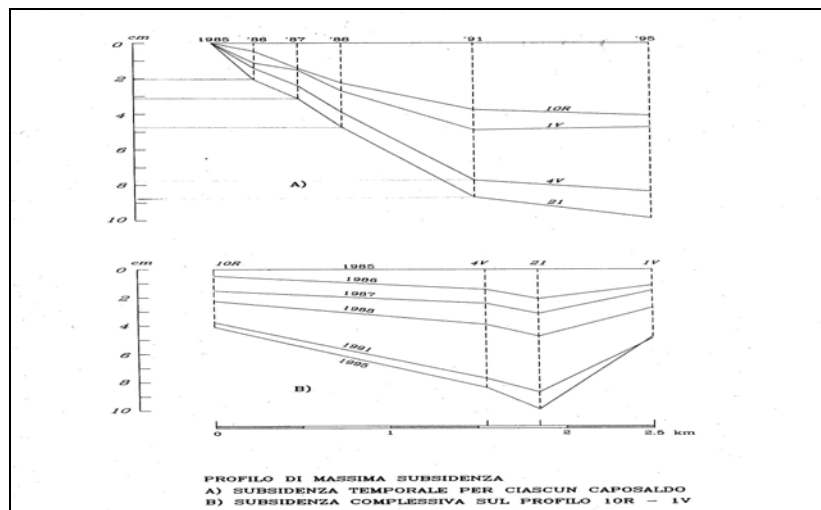


Fig.14_ Profilo di massima subsidenza

Sono state ripetute le misure lungo le tre linee di capisaldi già utilizzate fin dal 1984 (linea gialla N-S Tencarola-Montegrotto; linea rossa E-W, Monterosso–via Sabbioni; linea verde E-W, Monteortone–Abano) (**Fig. 4**).

I dati indicano ancora una diminuzione del fenomeno. Dall'esame del profilo di massima subsidenza (direttrice NW–SE) gli autori hanno calcolato la diminuzione percentuale della subsidenza per ciascuno dei 4 capisaldi 10R, 4V, 21, 1V visibili nello schema (**Fig. 14**).

Nell'anno 2002 il BIOCE inizia una nuova campagna di misurazioni *“Livellazione geometrica di alta precisione nel bacino idrotermale euganeo per il controllo di eventuali moti di subsidenza”_2002 (BIOCE–Studio Dainese)*.

Le misure fanno seguito a quelle eseguite con le stesse modalità nell'anno 1993. La rappresentazione della subsidenza rilevata dal 1993 al 2002 è stata effettuata mediante isolinee di dislivello (linee di eguale abbassamento) che permette di valutare l'estensione delle aree racchiuse tra le linee e l'entità degli abbassamenti (**Fig.15**).

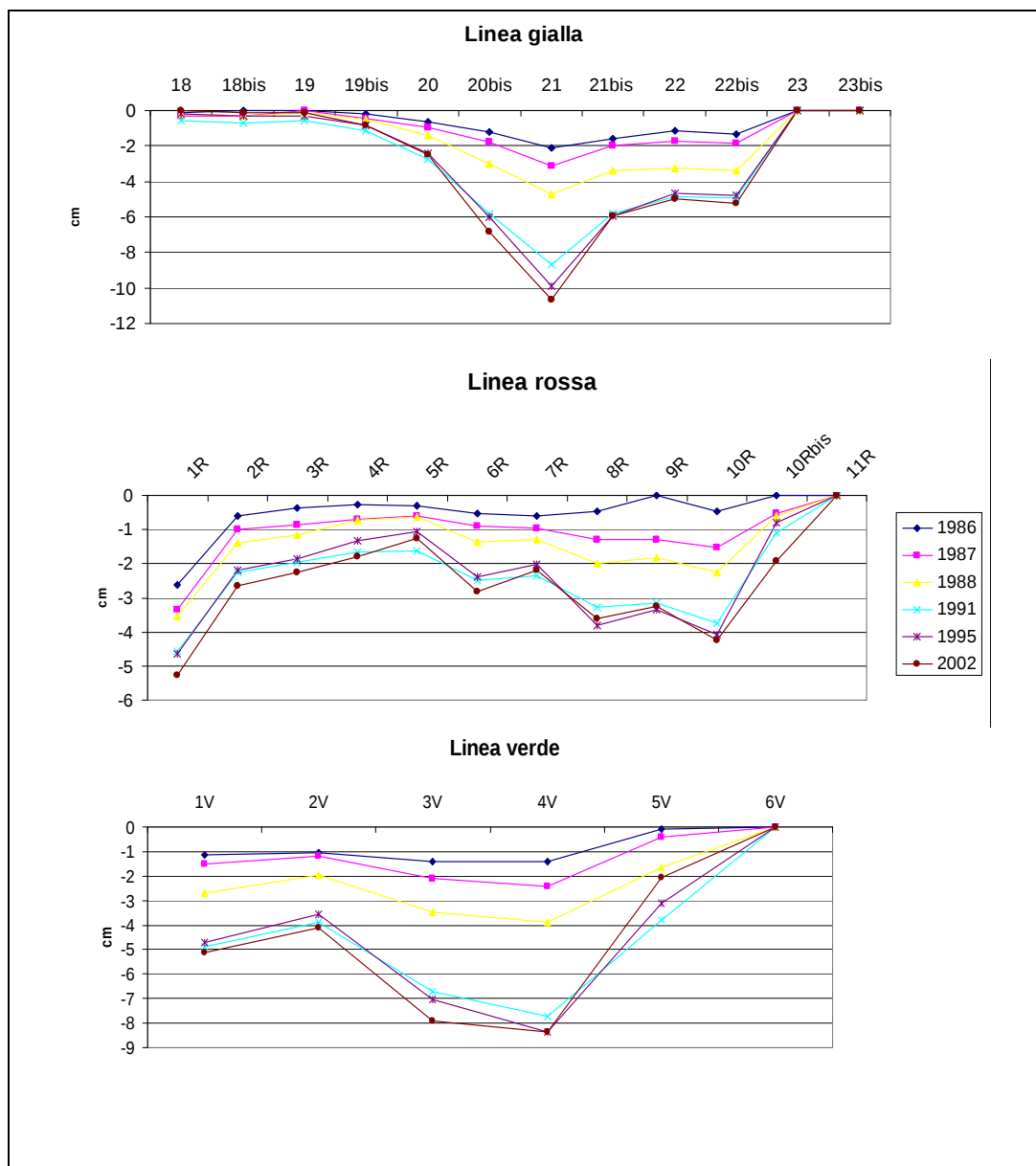
solinea
uadrato

di alta
(**Fig.4**)

almeno
 la zona
 inferiori al

PAT di Abano Terme - Relazione sulla Subsidenza

Tali valori risultano certamente minori rispetto a quelli relativi alla fase “parossistica” del fenomeno di subsidenza (1988–1991), ma indicano che, pur dimostrando una attenuazione dell'entità degli abbassamenti, non è ancora stata raggiunta una fase di stabilizzazione.



16. Misure degli abbassamenti nelle 3 linee di livellazione(1985-2002)

Interessante notare la distribuzione delle aree subsidenti che interessano l'area urbana centrale e, in misura minore, i settori più ad Est e Sud-Est. Un fenomeno di recupero altimetrico, dimostrato da un debole innalzamento dell'ordine di qualche millimetro, viene invece ad interessare i settori più a Nord e ad Ovest (**Fig.18-19**).

Tale differenza di comportamento può essere imputata sia alla maggiore lontananza dai punti di maggior sfruttamento, sia ad una possibile differente situazione litostratigrafica.

La livellazione di alta precisione eseguita ha evidenziato, tuttavia, alcune carenze dovute alla conformazione delle linee di livellazione esistenti. In particolare, oltre alla perdita di alcuni capisaldi, i capisaldi in roccia, ritenuti stabili e quindi di riferimento a valore di subsidenza pari a zero, hanno talvolta dimostrato un comportamento "anomalo".

Allo scopo di rendere agevole il confronto si è mantenuta la medesima codifica dei capisaldi utilizzata nel 1995, assegnando ai capisaldi ripristinati la stessa denominazione di quelli manomessi o distrutti (4V e 6V).

Nella figura sottostante sono rappresentate le linee isocinetiche 1985-2002 relative a questa ultima campagna di misurazioni riassuntiva in scala 1:25.000(**Fig. 17**).

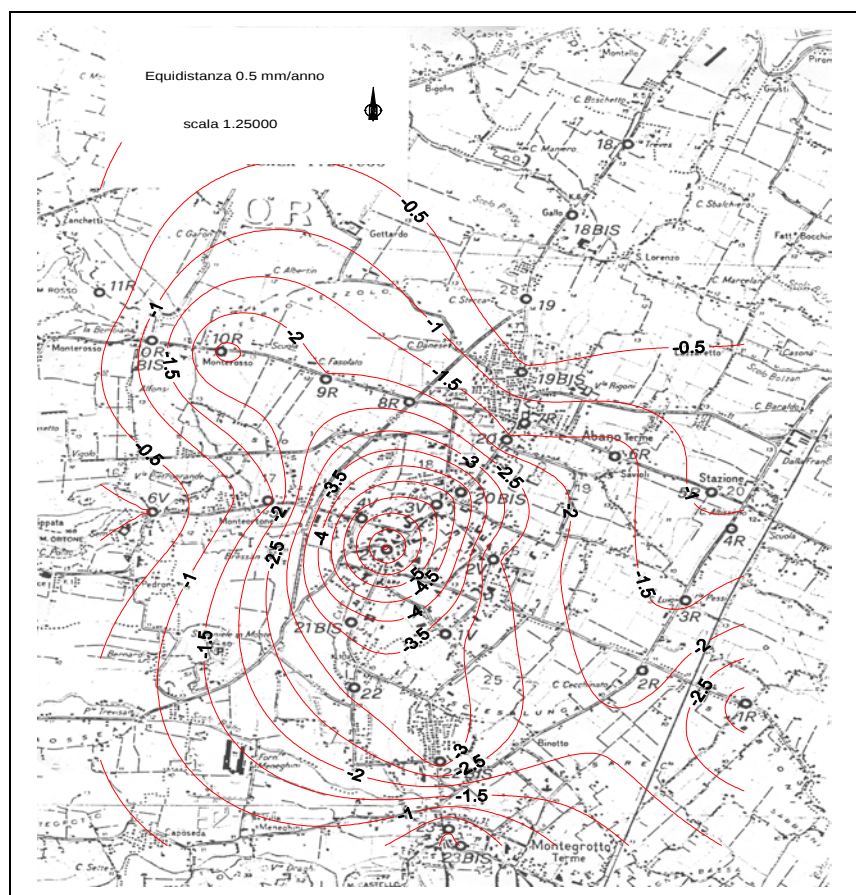
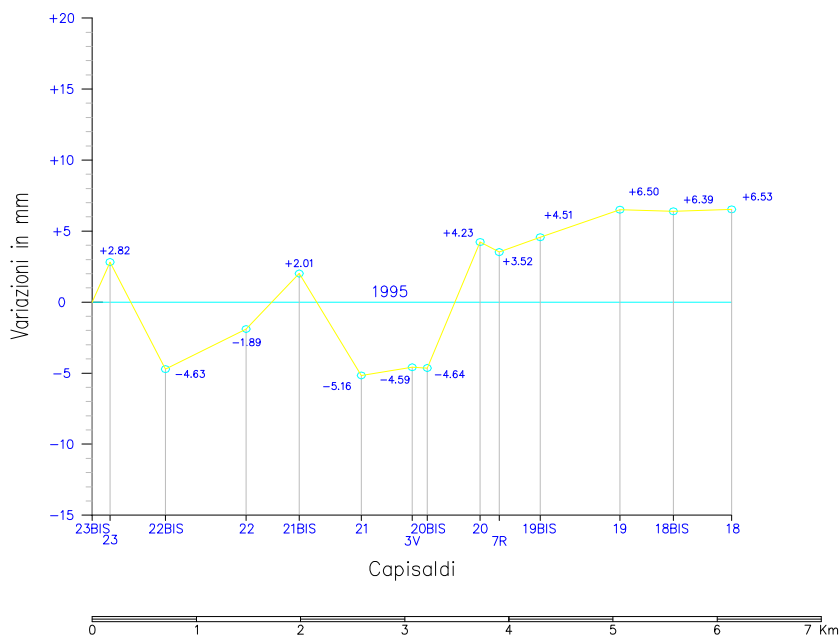


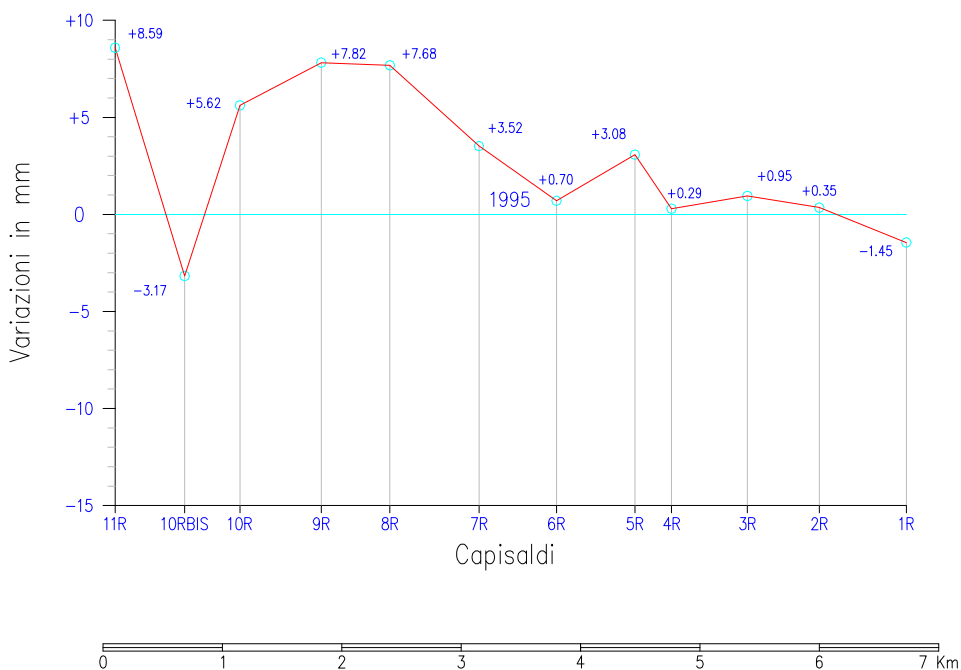
Figura 17 _ Isocinetiche 1985 – 2002

PAT di Abano Terme - Relazione sulla Subsidenza

I dati registrati sono stati elaborati in modo da pervenire ai dislivelli e alle interdistanze tra capisaldi derivanti dalle misure effettuate sia in andata che in ritorno per ciascuna linea e le variazioni altimetriche lungo le due linee di livellazione (gialla e rossa) rispetto al 1995 sono state rappresentate nelle seguenti tabelle (**Fig. 18-19**).



18. Variazioni altimetriche lungo la linea gialla nell'intervallo 1995–2002



19. Variazioni altimetriche lungo la linea rossa nell'intervallo 1995–2002

Dall'esame delle quote, determinate separatamente per ciascuna linea, sorgono alcune perplessità sul fatto che i capisaldi 11R e 23Bis, entrambi in roccia, siano effettivamente reciprocamente stabili. Allo scopo di ovviare a questo inconveniente si progetta un collegamento GPS fra un caposaldo di riferimento situato in un'area idonea sui Colli Euganei, utilizzando, ad esempio, quello situato a Baiamonte (M.Venda) ed i tre capisaldi in roccia di Montegrotto, Monterosso e Monteortone.

In conclusione dall'esame dei risultati si verifica che i movimenti attualmente in atto non sono concordi. Vi è tuttora un abbassamento nella zona centrale (Via delle Terme-Via Marzia), corrispondente all'incrocio tra la linea verde e gialla, ma vi è anche una risalita in corrispondenza delle zone più settentrionali (capisaldi da 19bis a 18), probabilmente riferibile a fenomeni di "rebound", o di ritorno elasto-plastico.

Allo scopo di migliorare la rete di capisaldi, in termini di affidabilità e durata, condizioni assolutamente necessarie per lo studio di questo tipo di fenomeni ad evoluzione "lenta" e che richiede quindi scansioni e confronti multi-temporali, gli autori dello studio consigliano di:

- *duplicare i capisaldi in roccia;*
- *controllarne l'affidabilità mediante il confronto periodico con punti "esterni", ubicati sui Colli Euganei e legati ad una rete di verifica (GPS) a carattere regionale;*
- *istituire dei capisaldi ausiliari idonei all'esecuzione di misure GPS da associare ai dati di livellazione tradizionali;*
- *chiudere le linee di livellazione in percorsi circolari che ne leghino i rispettivi estremi.*

8. Rappresentazione riassuntiva della subsidenza

I risultati delle ricerche sul fenomeno della subsidenza nel Comune di Abano Terme, susseguitisi dal 1985 al 2002 e tutti considerati nella presente relazione, si possono riassumere in un elaborato di sintesi sovrapponendo i risultati delle ultime due livellazioni topografiche di alta precisione, eseguite nell'anno 2002, dai due autori delle ricerche precedenti (BIOCE e Università di Padova). Tali elaborati riassumono i dati di tutte le precedenti misurazioni in un arco di ben 17 anni.

Dalla mappa del BIOCE, viene estrapolata la isolinea di abbassamento (-5) che rappresenta la misura più prossima alla (-4) considerata limite esterno del fenomeno subsidenza nelle livellazioni eseguite dal 1985 al 1993.

La isolinea (-5), ottenuta dalle misure 1993-2002, comprende al suo interno tutte le isolinee (-10) del fenomeno subsidenza rilevate dalle precedenti livellazioni eseguite dal BIOCE ed è stata caricata su cartografia CTR in scala 1:10.000 (**Fig. 20**).

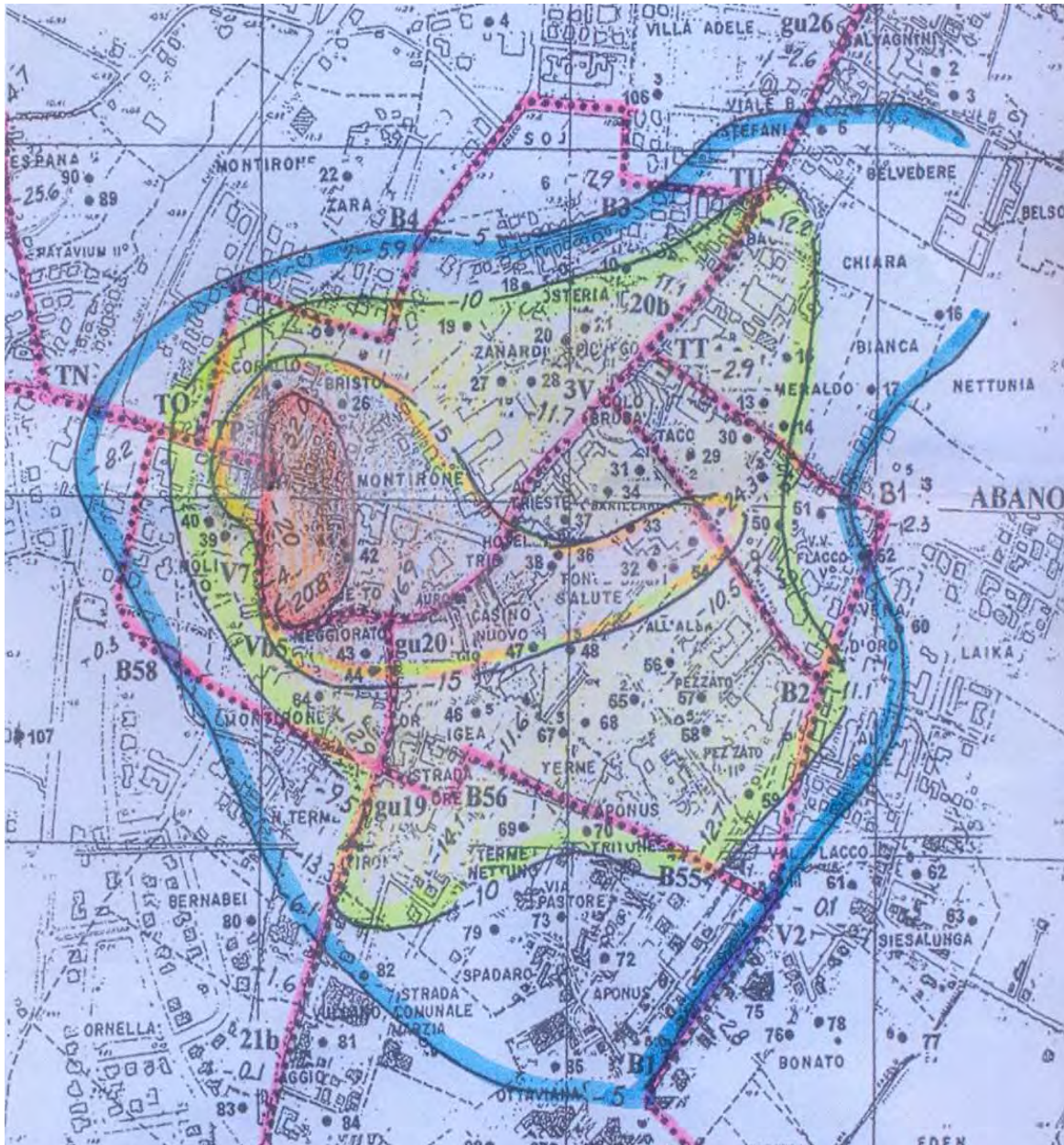


Fig. 20_ Isolinea (-5) 1993-2002 (linea azzurra)

Dalla livellazione dell' Università di Padova (**Fig.21**), è stata estrapolata la isolinea (55), anch'essa considerata quale limite sensibile esterno della subsidenza nell'intero periodo indagato(1985–2002). Anche questa isolinea viene rappresentata su cartografia CTR in scala 1:10.000.

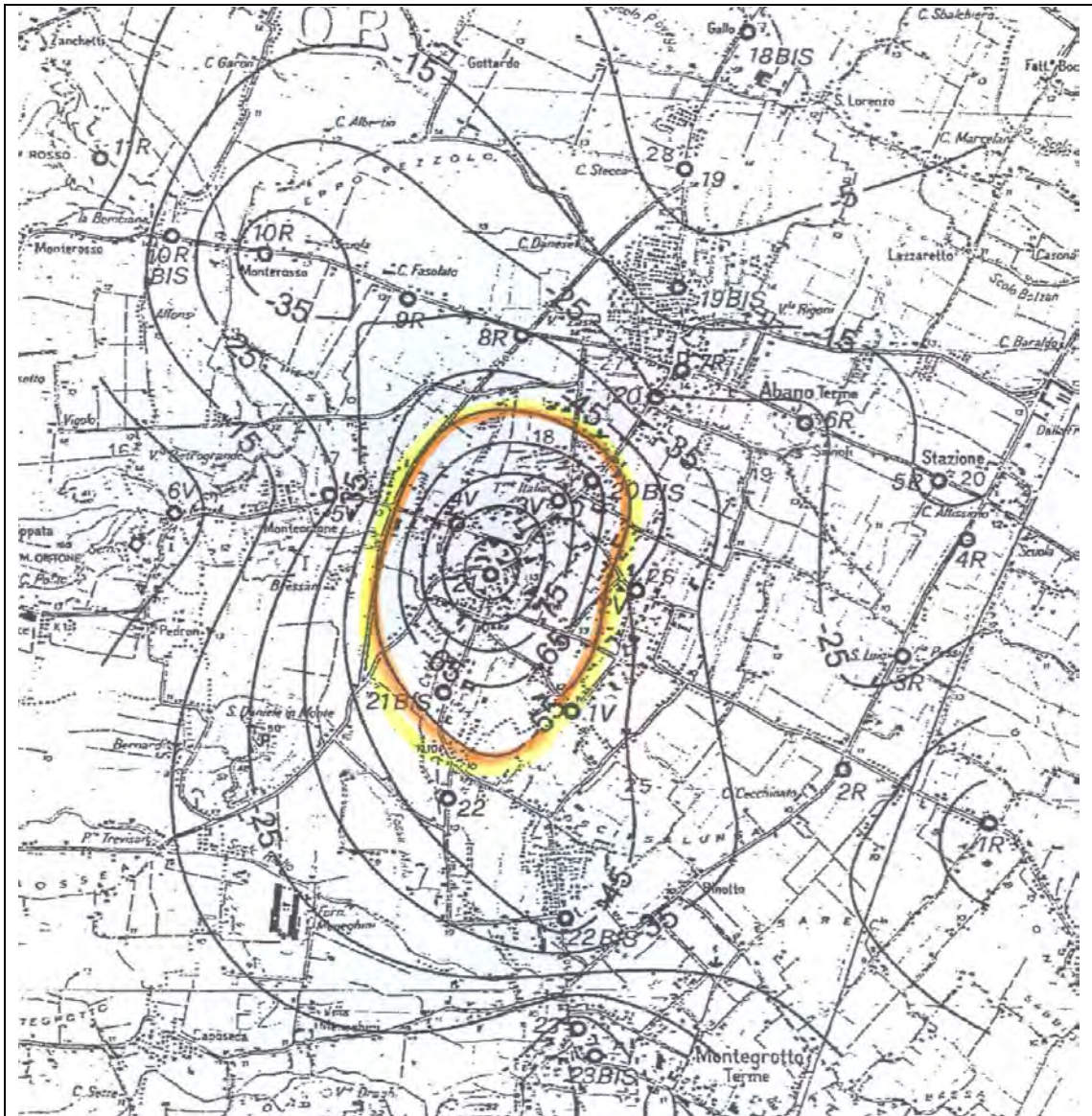


Figura 21_ Isolinea (55) 1985-2002 (linea gialla) scala 1:25.000

La rappresentazione alla stessa scala cartografica 1:10.000, delle due mappe citate in precedenza, permette di evidenziare come risultato un unico perimetro che racchiude l'area circoscritta dal massimo involuppo derivante dalla sovrapposizione delle due isolinee di figura 20 e figura 21 che, di fatto, non differiscono di molto. L'area così ottenuta può essere considerata in via prudentiale come l'area limite esterna del fenomeno subsidenza(**Fig.22**).

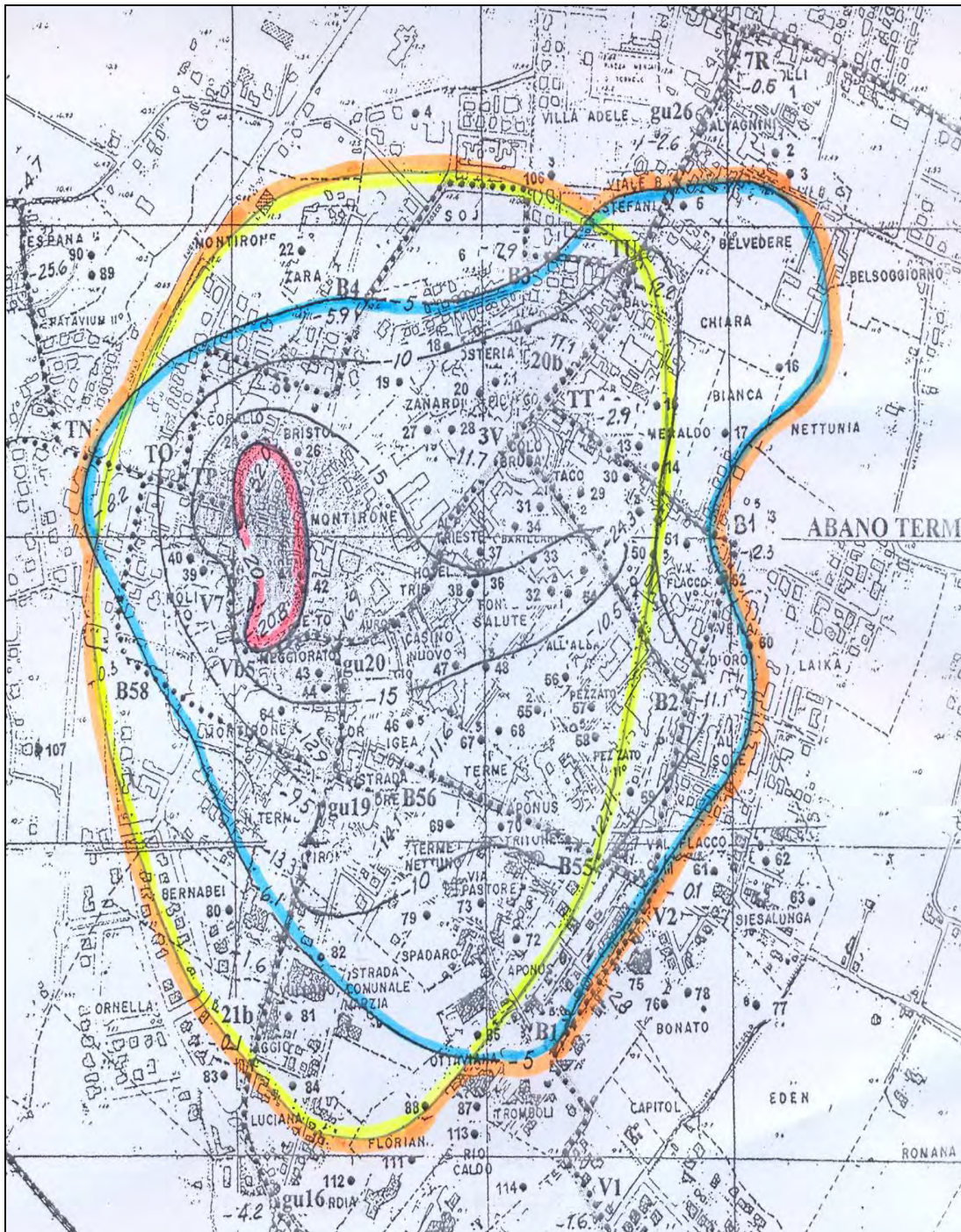


Figura 22_ Isolinea azzurra (BIOCE) e gialla (Università di Padova)

L'area limite di subsidenza così ottenuta (linea arancione) è stata infine rappresentata nelle seguenti cartografie del PAT:

- carta geomorfologica del quadro conoscitivo dove è stata classificata come “area di subsidenza”;
- carta delle fragilità del quadro progettuale dove è stata classificata, dal punto di vista urbanistico, come “area idonea a condizione” (**Fig. 23**) con le seguenti due sottoclassi :
 - “area di attenzione alla subsidenza” caratterizzata dalla sigla SB1;
 - “area molto sensibile alla subsidenza” caratterizzata dalla sigla SB2

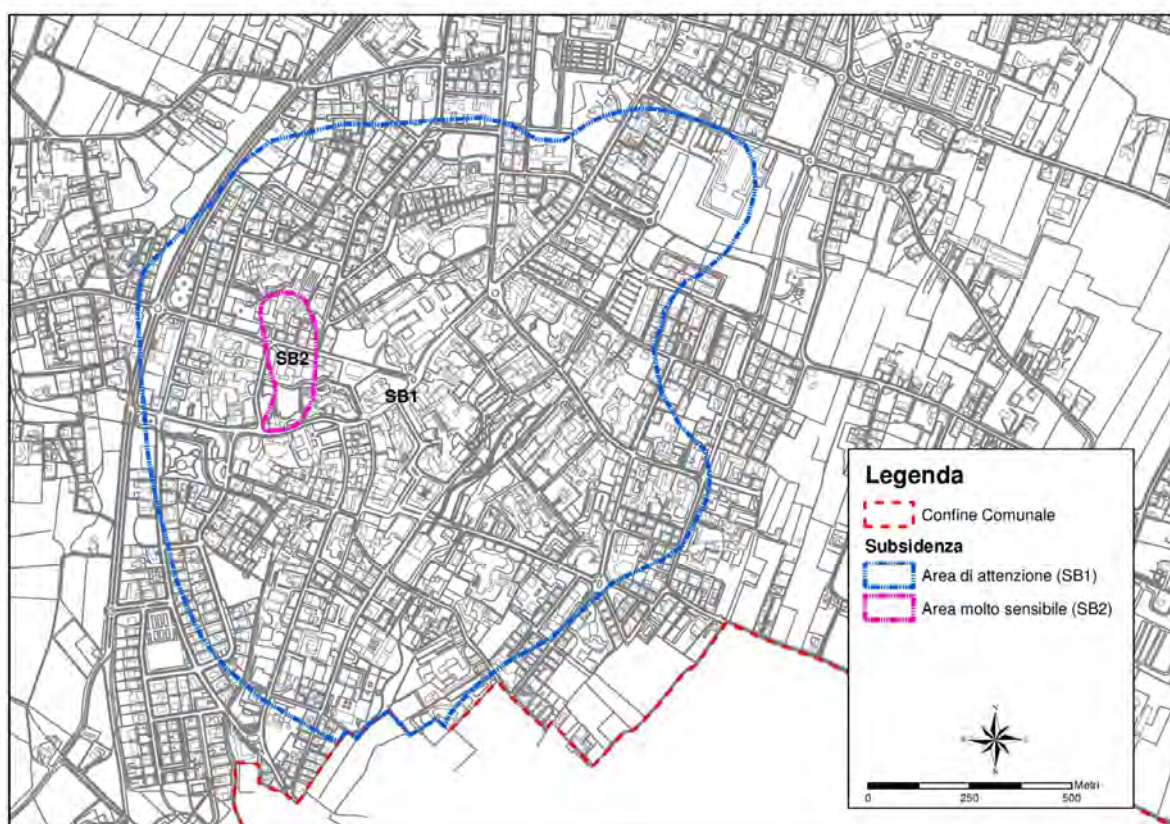


Fig. 23_ Area di attenzione(SB1) e area molto sensibile(SB2)

Si è inteso evidenziare con la sigla SB1 l'area di massima subsidenza rilevata nel comune di Abano Terme dalle livellazioni di alta precisione effettuate fino al 2002. Il punto di massima subsidenza rilevato si trova all'interno di questa area.

Per tutte le aree “idonee a condizione” rappresentate nella Tav.3-Carta delle fragilità del PAT di Abano Terme, e quindi anche per le aree soggette a subsidenza, l'idoneità

degli interventi a fini urbanistici, deve essere sottoposta a specifica verifica e a specifica norma tecnica attuativa.

Le ultime due misurazione geodetiche di alta precisione risalgono al 2002 (una eseguita dal **B.I.O.C.E.-Dainese** e l'altra dall' **Università di Padova-Archeorilievi**) entrambe con risultati di forte attenuazione del fenomeno subsidenza ma non di stabilizzazione. Ad oggi, dopo quasi 20 anni, con nuove tecnologie disponibili comprese quelle satellitari, è più che auspicabile l'interesse delle istituzioni ad una ulteriore misurazione geodetica di alta precisione in primis nelle aree più suscettibili al rischio subsidenza indicate dal P.A.T.

Selvazzano Dentro, 18 novembre 2021

A circular blue ink stamp from the Ordine dei Geologi Regione del Veneto. The text inside the stamp reads: "ORDINE DEI GEOLOGI", "Dr. Geol.", "GINO BORELLA", and "N° 127". Below the stamp is a handwritten signature in blue ink.

Bibliografia

1. Livellazione geometrica di precisione linea Grisignano–Abano–Battaglia_1981 (*Studio Gasparini*).
2. Il tema della subsidenza quale capitolo significativo e qualificante di una ricerca geomineraria totale_1985 (*G. Schiesaro*).
3. Microvariazioni temporali del campo gravitazionale nell'area geotermica euganea _1987 (*Marson, Di Filippo, Iliceto, Palmieri, Toro*).
4. Ricerca sulla subsidenza nell'area termale di Abano Terme _1991 (*Istituto Scienze minerarie Università Bologna - Gestione Unica BIOCEdi Abano e Teolo*).
5. Livellazione geometrica di alta precisione per lo studio della subsidenza del bacino termale euganeo _1991 (*CNR–Università di Padova–Università di Trieste*).
6. Livellazione geometrica di alta precisione e controllo biennale della subsidenza della zona idrotermale euganea_1993 (*Gestione Unica BIOCE – Studio Dainese*).
7. Livellazione geometrica di alta precisione per lo studio della subsidenza nel bacino termale euganeo_1995 (*Comune di Abano – Geoarcheo rilievi sas*).
8. The geothermal Euganean field, a subsidence modelling approach_1995 (*Antonelli, Fabbri, Iliceto, Majorana, Previatello, Schrefler, Sedeà*).
9. Monitoraggio della subsidenza nel Bacino Idrotermale Euganeo con l'Interferometria SAR Differenziale_1999 (*Strozzi, Carbognin, Galgaro*).
10. Il Bacino termale Euganeo: un secolo di storia_2000 (*A. Dainese*).
11. Livellazione geometrica di alta precisione nel Bacino Idrotermale Euganeo_2002 (*G.U. BIOCE – Studio Dainese*).
12. Campagna di livellazione geometrica di alta precisione_2002 (*Comune di Abano Terme- Università di Padova*).