



Centro Studi Geologici

GEOLOGIA TECNICA

56024 Ponte a Egola (PI) – P.zza G.Rossa n.21

geo@robertochetoni.com

LABORATORIO:
- GEOTECNICO
- CHIMICO
- BIOLOGICO

Comune di MONSUMMANO TERME

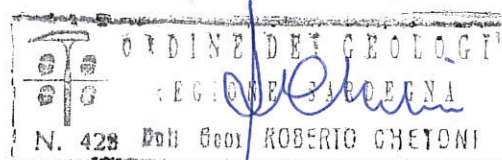
Provincia di PISTOIA

**PROGETTO DI PIANO ATTUATIVO PRIVATO, AI SENSI DELLA LR 65/14,
DENOMINATO - TERME GROTTA GIUSTI -**

RELAZIONE GEOLOGICA E IDRAULICA DI FATTIBILITÀ
DEGLI INTERVENTI PREVISTI

COMMITTENTE: CASTELLO SGR S.P.A. - FONDO COSIMO I
VIA GIACOMO PUCCINI, 3 (MI)

Ottobre 2016



Dr. Roberto Chetoni
geologo

PROGETTO DI PIANO ATTUATIVO PRIVATO – TERME GROTTA GIUSTI

RELAZIONE DI FATTIBILITÀ

PREMESSA

1. INTRODUZIONE

La presente relazione è stata redatta in attuazione di quanto previsto dall'art. 9 c.6 della NTA del Regolamento Urbanistico del Comune di Monsummano Terme, secondo il quale, tra gli elaborati da allegare a Piani Attuativi, risulta compresa la "relazione geologica ed idraulica di fattibilità". Secondo quanto riportato al punto 2 della Relazione geologica allegata al Regolamento Urbanistico comunale, per tutti i Piani Attuativi e le principali aree soggette a trasformazione il Comune di Monsummano Terme ha elaborato delle specifiche Schede di Fattibilità nelle quali, alla stessa stregua della progettazione urbanistica, si valutano le problematiche geologiche, idrauliche e sismiche in un ambito unitario di riferimento. In questo modo è stato possibile indicare le soluzioni progettuali necessariamente da adottare per il superamento delle specifiche problematiche locali già al livello dell'atto di governo del territorio.

Alla luce di quanto sopra, quindi, è stata effettuata un'indagine geologica, geomorfologica e idrogeologica per conto della Società Castello SGR S.p.A. Fondo Cosimo I, di supporto al progetto di Piano Attuativo di iniziativa privata denominato "Terme Grotta Giusti".

Partendo dalle indagini geologico-tecniche di supporto alla variante generale al Piano Strutturale e al Regolamento Urbanistico del Comune di Monsummano Terme (approvata con DCC n.10 del 05/03/2015), realizzate ai sensi del DM 14/01/2008 e del DPGR 36/R/2009, è stato svolto un approfondimento dei risultati di base disponibili, correlando tali valori con quelli ottenuti da un'indagine geognostica diretta svolta nel settembre 2001 e aggiornata mediante elaborazioni recenti.

In particolare si è svolto il seguente lavoro:

- Sopralluogo di tutta l'area interessata dal progetto di Piano Attuativo;
- Raccolta dei dati di base presenti negli strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti, sia a livello comunale che sovraordinato;
- Studio geologico dei terreni interessati dai manufatti in progetto nonché delle aree limitrofe, verificandone gli aspetti geomorfologici, litotecnici ed idraulici in situ;
- Analisi dei risultati della campagna geognostica effettuata nel settembre 2001, consistente in due sondaggi a carotaggio continuo effettuati nelle aree di intervento.
- Valutazioni circa la fattibilità geologica, idraulica e sismica degli interventi in progetto.

La presente relazione è dunque conforme a quanto previsto dal DM 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni” e relativa circolare applicativa (Circolare n.617 del 02/02/2009 , pubblicata sulla G.U. n.47 del 26/02/2009 – suppl.ord. n.27 “Istruzioni per l’applicazione delle NTC di cui al DM 14/01/2008”). L’indagine è stata inoltre redatta ai sensi del DPGR n.36/R del 09/07/2009 “Regolamento di attuazione dell’art.117 c.1 e 2 della LR 01/2005 - Norme per il governo del territorio”.

In riferimento alla normativa sovracomunale, la relazione segue le indicazioni dei nuovi strumenti di pianificazione e gestione adottati dall’Autorità di Bacino del Fiume Arno, denominata Unit of Management – U.O.M. “Arno” nell’ambito del Piano di Gestione delle Acque “Distretto Appennino Settentrionale” che hanno modificato le precedenti direttive. Per quanto concerne il Rischio alluvioni, lo studio ha preso in esame i nuovi documenti redatti per il PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni) elaborato e recentemente approvato dall’Autorità di Bacino del Fiume Arno (UOM “Arno”) con Delibera di Comitato Istituzionale n.235 del 03 marzo 2016, per recepire le nuove direttive europee in materia (Direttiva 2007/60/CE e D.lgs 23/02/2010 n.49). In tale contesto sono state prodotte e rese disponibili nuove cartografie alla scala 1:10.00.

Per la difesa del suolo sono state seguite le indicazioni del DPCM 06 maggio 2005 e s.m.i. (“Approvazione del Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico e le relative misure di salvaguardia”), che allo stato attuale sono incentrate esclusivamente sulle problematiche derivanti da fenomeni di dissesto geomorfologico (P.A.I. per fenomeni franosi).

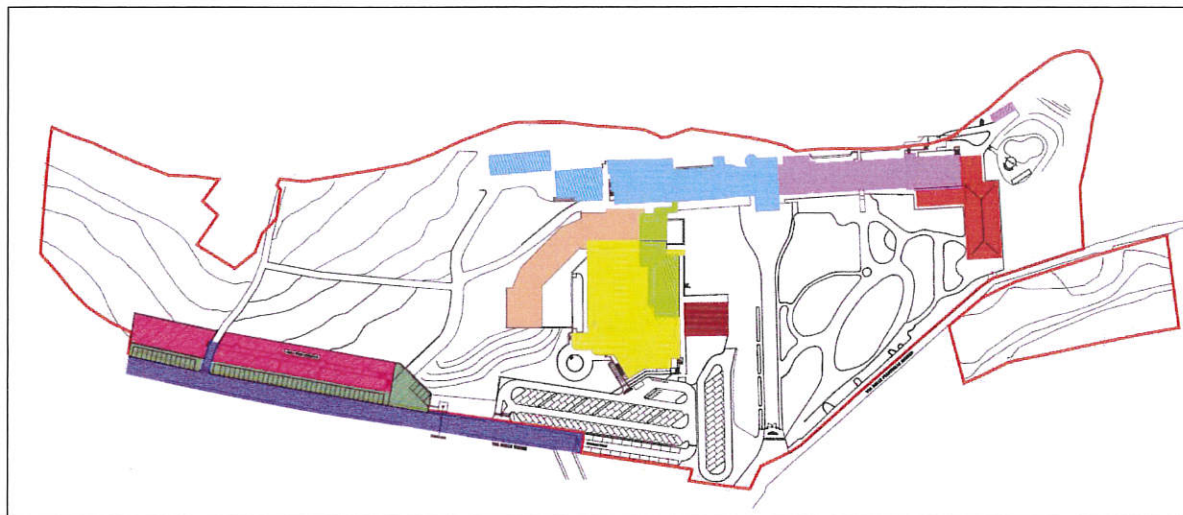
Infine è stato verificato l’adeguamento a quanto stabilito dalle direttive, prescrizioni, e prescrizioni d’uso indicate per i sistemi morfogenetici individuati per il territorio in esame nell’invariante I dal Piano di Indirizzo Territoriale PIT con valenza di Piano Paesaggistico della Regione Toscana.

2. CONTENUTI DEL PROGETTO DI PIANO ATTUATIVO












Il progetto prevede la realizzazione di un volume totale di 24.000 mc, di cui 4.587 mc relativi alla concessione n.19/2004, 8.000 mc per l’ampliamento dell’albergo e 11.413 mc per l’ampliamento delle terme. In merito agli standard sono previsti 8.500 mq di aree a verde pubblico, ulteriori 72 mq di strada da aggiungersi alla viabilità già realizzata con il progetto approvato nel 2003, 1.266 mq di parcheggi ed ulteriori 1.964 mq di aree a verde, per un totale di 14.046 mq.

Sarà inoltre necessario prevedere la deviazione del fosso demaniale denominato Rio della Grotta, comportante opere di scavo e/o riempimento condotta per la realizzazione del nuovo tracciato e opere di regimazione idraulica delle acque superficiali. In merito all’ultimo punto suddetto, è stato effettuato un apposito studio idraulico allegato alla presente relazione. Per l’ubicazione dei manufatti nonché i parametri progettuali si rimanda agli

elaborati tecnici di corredo al progetto di Piano Attuativo a firma dello Studio Tecnico Ferrario.



LEGENDA

-  CONFINI DI PROPRIETA' COMPRESO ALL'INTERNO DEL PERIMETRO DELLA ZONA F6.1 DEL R.U.
-  VOLUME ALBERGO
-  VOLUME TERME
-  VOLUME ESISTENTE FUORI TERRA AUTORIZZATO CON CONCESSIONE N° 19/2004 E SUCCESSIVE VARIANTI
-  VOLUME ESISTENTE INTERRATO AUTORIZZATO CON CONCESSIONE N° 19/2004 E SUCCESSIVE VARIANTI
-  VOLUME MAGAZZINO
-  AMPLIAMENTO ALBERGO IN PROGETTO
-  AMPLIAMENTO TERME IN PROGETTO
-  AREA A VERDE DA CEDERE
-  PARCHEGGI DA CEDERE
-  STRADE

(ALLEGATO 2 – PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO ATTUATIVO)

3. UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

Il Colle di Monsummano alto si trova all'estremità nordoccidentale della catena del Montalbano, ove quest'ultima si raccorda con le falde dell'Appennino Pistoiese. Il complesso Termale Grotta Giusti si trova ai piedi del suddetto Colle, a monte dell'abitato di Monsummano Terme, a NW dell'abitato di Montevettolini e a SE di Montecatini Terme.

E' compreso nelle tavolette IGM "Serravalle Pistoiese – I SE" e "Montecatini Terme – I SO" del foglio 105 della Carta d'Italia IGM, scala 1:25.000.

L'area interessata dal progetto di Piano Attuativo, afferente al più ampio complesso termale di Grotta Giusti, ha una forma irregolare e si ubica in particolare a SE dell'abitato di Monsummano Terme, ove i terreni si presentano da sub pianeggianti ad acclività non molto elevata (quote dal p.c. comprese tra 61.0 m e 90.0 m slm) .

(ALLEGATO 1 – INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO)

ASPETTI GEOLOGICI

1. QUADRO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

L'abitato di Monsummano Terme è ubicato nella porzione nordoccidentale della catena del Monte Albano, in corrispondenza della zona di raccordo con l'Appennino Pistoiese, alla base dell'alto strutturale su cui giace Monsummano Alto.

Dal punto di vista geologico si tratta di una struttura anticlinale, asimmetrica, con asse in direzione NO-SE e vergenza NE.

Dal punto di vista litologico il colle di Monsummano risulta composto da alcuni termini della Serie Toscana, dei quali di seguito si riporta una sintetica descrizione (dai termini più alti ai più bassi):

Scisti policromi:

Marne del Sugame: calcilutiti e marne di colore rosa violaceo, spessore fino a 100 m .
TURLONIANO – EOCENE INF.

Radiolariti di Monsummano: radiolariti nerastre o rosso brune, mangesifere, spessore massimo 10 m. TURONIANO – SENONIANO

Argilliti di Brolio: argilliti varicolori, prevalentemente rosse, con frattura aciculare, spessore massimo 15 m . APTIANO – ALBIANO

Maiolica: calcilutiti marnose bianco verdastre o violacee, e marne fissili, con noduli di selce violaceo, spessore massimo 6 m. TITONICO SUP. – NECOMIANO

Diaspri Toscani: radiolariti rosso violacee con fatturazione prismatica, spessore massimo 30 m. BATONIANO MED./SUP. – TITONICO SUP.

Calcare selcifero della Val di Lima: calcareniti e calcilutiti grigio scure con selce nera, spessore massimo 12 m. BAIOCIANO PP – BATONIANO MED.

Marne a Posidonia: calcilutiti bianche alternate a marne rosate, corpi di brecce poligeniche, spessore massimo 32 m. TOARCIANO INF. – BAIOCIANO PP

Calcare selcifero di Limano: calcilutiti grigie e avana con interstrati marnosi e noduli di selce grigia, spessore massimo 40 m. DOMERIANO MED./SUP – TOARCIANO BASALE.

Rosso Ammonitico: calcilutiti bianco rosate o verdastre con stiloliti in basso, livelli marnosi rosati nodulari nella parte alta, spessore massimo 25 m. SINEMURIANO INF. – PLIENSBACHIANO PP

Calcare di Grotta Giusti: calcilutiti grigio scure con interstrati marnosi in basso, calcilutiti e calcareniti grigio scure con noduli di selce nera in alto, spessore circa 30 m. HETTANGIANO SUP. – SINEMURIANO INF.

Calcare Massiccio: calcilutiti grigio chiare massive con rare bande dolomitiche, spessore 150 m. RETICO SUP. – HETTANGIANO PP

Formazione del Monte Cetona: calcilutiti grigio scure con rare bande dolomitiche grigio chiare, rare calcareniti bioclastiche e marne nerastre, spessore visibile 10 m. RETICO

La struttura anticlinale risulta delimitata sul versante sudoccidentale da un sistema di faglie dirette disposte parallelamente all'asse della struttura con immersione di circa 70-80° verso SO; a questo sistema di fatturazione si affiancano altri sistemi disposti trasversalmente all'alto strutturale di Monsummano, con direzione NNO-SSE per i quali non è stato possibile rilevare il movimento relativo, ovvero il rigetto.

Nella carta geologica allegata si osserva che gli interventi in progetto interessano i terreni di copertura, composti da depositi detritici e da **depositi alluvionali terrazzati e recenti**. Si tratta di un'alternanza di depositi ghiaiosi, sabbiosi, limosi e argillosi, ad andamento lenticolare, con frequenti eteropie laterali, talora con stratificazione incrociata, costituenti i sedimenti più recenti dei corsi d'acqua della Valdinievole. Interessano buona parte dell'area nord ovest del Comune sino alla perimetrazione "arbitraria", in quanto di difficile delimitazione, della zona limitrofa al Padule di Fucecchio con profondità del substrato di decine di metri.

(ALLEGATO 3 –ESTRATTO CARTA GEOLOGICA)

Dal punto di vista geomorfologico il territorio di Monsummano si suddivide in due ambiti distinti: quello collinare e quello di pianura. In questi due contesti la dinamica geomorfologica si esplica in modi e tempi profondamente diversi; nella porzione collinare si rinvengono quelle fenomenologie proprie dei processi gravitativi, erosivi e di dissoluzione chimica che si manifestano sui rilievi con estensione ed intensità variabile in base alle pendenze dei versanti ed ai tipi litologici affioranti. In pianura, dove maggiormente si esplica l'attività e l'impatto antropico, le forme e l'evoluzione della dinamica morfologica sono profondamente influenzate dalla presenza delle infrastrutture ed insediamenti urbani che, in tempi relativamente brevi, hanno contribuito fortemente all'alterazione delle dinamiche fluviali con pesanti ripercussioni sul regime di deflusso delle acque superficiali. Ne consegue che il territorio di collina è ancora soggetto a una lenta e costante evoluzione morfologica mentre in pianura si assiste ad una evoluzione dinamica caratterizzata da improvvisi e sempre più frequenti eventi alluvionali.

L'assetto geomorfologico del colle di Monsummano e dei versanti ad esso sottesi rispecchia dunque il diverso comportamento reologico dei litotipi presenti, nonché il complesso assetto tettonico che caratterizza l'intera zona (faglie, fratture e gradini strutturali). A tale proposito è possibile osservare una netta rottura di pendio marcata dall'inizio dei depositi detritici di versante (depositi eluviali). Questa situazione geomorfologica può essere relazionata alla presenza di un sistema tettonico che ha ribassato i termini più alti della Serie Toscana (gradini tettonici).

I depositi detritici di versante sono costituiti prevalentemente da materiale clastico (da piccole a grandi dimensioni), immerso in matrice limo-argillosa.

Tutta la zona ha subito negli anni una intensa attività antropica che ha modificato il naturale declivio del pendio, che adesso è per la maggior parte terrazzato; nell'estratto della carta geomorfologica di Piano Strutturale allegata, risulta che nell'area di intervento non vi sono sostanziali fenomeni di dissesto gravitativo e/o idrodinamico, ma soltanto piccoli fenomeni franosi non cartografabili fedelmente e movimenti di massa generalizzati che interessano con molta probabilità i terreni nella loro coltre superficiale. Nella stessa carta non sono segnalati elementi di rischio idraulico che interessano l'area di intervento.

(ALLEGATO 4 –ESTRATTO CARTA GEOMORFOLOGICA)

(ALLEGATO 5 –ESTRATTO CARTA LITOTECNICA)

Dal punto di vista idrogeologico l'alto strutturale di Monsummano è interessato da un complesso sistema ipogeo di tipo carsico le cui evidenze sono osservabili sia in affioramento (presso le cave a monte dell'area di intervento) che in corrispondenza della stessa Grotta Giusti.

Localmente i terreni superficiali non sono interessati dalla falda freatica, né tantomeno da una falda artesianica; i terreni superficiali sono costituiti da materiale detritico in matrice limo-argillosa perlopiù impermeabili. Il sistema dei "laghi freddi – carsici" viene alimentato dalle acque meteoriche che cadono sul colle. La circolazione idrica sotterranea viene garantita dal sistema carsico molto evidente e abbastanza sviluppato sul colle.

Il sistema termale di Monsummano Terme può essere quindi correlato ad un unico sistema idrogeologico regionale, con circolazione profonda, che viene alimentato in corrispondenza degli estesi affioramenti di rocce carbonati che della Val di Lima. Le acque infiltratesi in quest'area vanno quindi ad alimentare un serbatoio profondo che ha nelle sue formazioni evaporitiche e calcaree triassico-liassiche della Successione Toscana il suo principale acquifero.

Le acque del serbatoio profondo vengono a giorno là dove sono presenti discontinuità tettoniche (faglie) poste in prossimità dei nuclei carbonatici affioranti (Colle di Monsummano), che diventano una via preferenziale di risalita verso la superficie grazie al gradiente idraulico e al non meno importante gradiente termico.

L'acqua termale defluisce all'estremità nordoccidentale del colle di Monsummano ove è presente anche una estesa placca di travertino (Grotta Parlanti) e defluisce nelle grotte fino a scaricarsi nelle alluvioni di fondovalle del Torrente Fosso Maresi, ipotesi confermata dal fatto che a monte di questa zona di confluenza ci sono due pozzi che producono acqua molto dura.

GROTTA GIUSTI

La Grotta Giusti è la più importante e nota tra le grotte del Colle di Monsummano. Si tratta di una cavità pressoché unica, nel panorama speleologico italiano, per le sue caratteristiche idromorfologiche e climatiche. In essa si trova, infatti, un lago di acqua alla temperatura di circa 34°, alimentato da una falda sotterranea termale, che conferisce alla grotta delle caratteristiche climatiche del tutto particolari. Alla cavità si accede tramite una galleria artificiale in discesa che intercetta alcune piccole cavità in origine riempite di detrito. La grotta, costituita essenzialmente da un'unica galleria a più livelli, presenta uno sviluppo di circa 200 metri relativamente alla parte areata. Il dislivello totale è di 44 metri, di cui 30 in ambiente sommerso. La galleria maggiore, che costituisce l'asse principale della parte emersa, mostra un andamento circa E-O nella parte orientale e ONO-ESE in quella occidentale. Solo il secondo degli orientamenti corrisponde a quello della discontinuità di natura tettonica. Nel settore orientale, infatti, la galleria taglia le principali superfici di fratture, la cui direzione è circa 140° N. La parte sommersa si sviluppa anch'essa lungo la direttrice principale individuata dalla superficie di faglia con direzione 140°N.

Nel complesso la grotta ha le caratteristiche di una cavità originatasi in condizioni freatiche con moto dell'acqua molto lento, probabilmente in una zona di miscelazione tra acque di provenienza profonda e acque fredde di infiltrazione. L'origine freatica è suggerita dalle forme di corrosione a piccoli condotti anastomizzati presenti sul soffitto. L'aspetto morfologico più interessante di questa grotta sta soprattutto nei suoi fenomeni di concrezionamento, che raccontano una complessa evoluzione in condizioni di sommersione ed emersione. Lungo le pareti ed il soffitto della galleria si riscontrano delle forme di concrezionamento definite a "cavolfiore" e a "foglie", mentre sul pavimento le forme più caratteristiche sono delle pseudo stalagmiti coniche. Per tutte queste forme si presume che l'origine sia subacquea o a pelo d'acqua. Limitato a poche e piccole stalattiti è invece in concrezionamento normale da acque di percolazione.

Nel complesso i fenomeni di concrezionamento sono piuttosto abbondanti e ricoprono la quasi totalità delle pareti, con l'esclusione della volta di alcune cupole e di piccole condotte che si spingono verso l'alto. Poiché le concrezioni si sono formate prevalentemente in ambiente subacqueo, questo dimostra che in un qualche momento dello sviluppo della grotta si è avuto il passaggio relativamente rapido da condizioni di sotto-saturazione, in cui le acque avevano un'azione solvente e agivano corrodendo la roccia, a condizioni di sovra-saturazione, in cui ha avuto inizio il concrezionamento. Tale cambiamento non può

ragionevolmente essere attribuito ad una variazione delle caratteristiche chimiche delle acque termali di origine profonda, ma va cercato in qualche fattore esterno. La mancanza di concrezioni nelle zone più elevate della volta delle gallerie, farebbe pensare che la precipitazione della calcite abbia avuto inizio quando il pelo dell'acqua si è abbassato in maniera sensibile al di sotto della volta permettendo l'instaurarsi di una circolazione d'aria, seppur lieve. Il contatto delle acque termali con l'aria avrebbe provocato le condizioni di sovra-saturazione e le acque, da aggressive, sarebbero divenute concrezionanti, almeno nella parte più prossima alla superficie libera. Nel tratto di grotta detto "Il Purgatorio" si riconoscono i segni di almeno quattro livelli di stazionamento dell'acqua, il che dimostra che lo svuotamento della grotta non ha avuto velocità costante.

In merito alla concentrazione dei parametri chimici, l'acqua della Grotta Giusti è classificabile come "Acqua minerale appartenente al gruppo delle acque salso-solfato alcanino-terrose" dato che il valore medio del residuo fisso a 180° è di 2.022 mg/l ("minerale" secondo la vecchia classificazione di Marotta e Sica, 1933).

L'analisi congiunta dei dati geologici, idrogeologici ed idrochimici delle acque termali emergenti presso la Grotta Giusti, indica che si tratta di acque di circolazione profonda che risalgono attraverso strutture tettoniche (faglie) ed affiorano in corrispondenza degli attuali complessi termali della Grotta Giusti e Grotta Parlanti.

(ALLEGATO 5 –ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA)

(ALLEGATO 6 –ESTRATTO CARTA PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE)

2. ASSETTO LITOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

Di seguito vengono sinteticamente riassunti i risultati di una campagna geognostica realizzata nei pressi della piscina, a sud del complesso termale. In corrispondenza della zona di intervento sono presenti terreni detritici e/o alluvionali legati ai processi di alterazione, trasporto e deposizione dei litotipi affioranti a monte; i sondaggi a carotaggio continuo hanno confermato la presenza di depositi detritici limo argillosi con inclusi elementi clastici di medie e piccole dimensioni, appartenenti al litotipo della Serie Toscana.

Le colonne stratigrafiche corrispondenti ai due sondaggi a carotaggio continuo confermano l'ipotesi della presenza di un basso strutturale colmato da materiale detritico prevalentemente limo-argilloso con inclusi elementi clastici di piccole e medie dimensioni di composizione carbonatica e silicea, da mediamente a poco consistenti.

In merito alla presenza di una superficie piezometrica nei terreni indagati, si ritiene che, sulla base dei dati in nostro possesso (colonne stratigrafiche dei sondaggi a carotaggio continuo e misure di livello effettuate nei fori di sondaggio) non siano presenti livelli acquiferi nei primi 10.0 m dal p.c. con riferimento al sondaggio n.1.

Le colonne stratigrafiche di dettaglio, con indicazione della profondità di prelievo dei campioni indisturbati e dei valori di resistenza alla compressione semplice (P.P.) e resistenza di taglio (Tor.) misurati in situ sulle carote di terreno, sono riportate in allegato insieme all'ubicazione degli stessi.

(ALLEGATO 5 –ESTRATTO CARTA LITOTECNICA)

(ALLEGATO 13 – CERIFICATI INDAGINI)

ANALISI DI PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI

1. PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Secondo gli studi prodotti per la variante generale al Piano Strutturale comunale, l'area di intervento ricade in classe di **Pericolosità geologica media G.2** e confina nella zona Nord con un'area a pericolosità G.3. Ai fini della determinazione delle classi di pericolosità, nella classe G.2 sono stati inseriti i seguenti elementi:

- ✓ area interessata da frane non attive;
- ✓ corpo detritico su versante con pendenza inferiore al 25%;
- ✓ area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante:
 - terreni argillosi con pendenze inferiori al 10%;
 - terreni sabbiosi con pendenze inferiori al 25%;
 - terreni litoidi molto fratturati con pendenze inferiori al 35%;
 - terreni litoidi poco fratturati e di buona qualità con pendenze inferiori al 50%.

Nelle aree a Pericolosità geomorfologica media possono essere, dunque, presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente) con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto, nonché corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.

La conferma della modesta pericolosità geologica dell'area è data dalla cartografia allegata al Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno per quanto attiene i fenomeni franosi, che classifica l'area in **P.F. 1 – pericolosità moderata**. In questa classe ricadono le aree apparentemente stabili ed interessate da litologie con caratteri favorevoli alla stabilità dei versanti che, talora, possono essere causa di rischio reale o potenziale moderato.

Secondo quanto previsto dal DPGR 53/R/2011, nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica media **le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.**

Ai sensi, infine, delle NTA del Piano Stralcio Assetto idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Arno, nelle aree P.F.1 si persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 225 di programmi di previsione e prevenzione.

(ALLEGATO 8a –ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA)

(ALLEGATO 8b –ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA – P.A.I. AUTORITA' DI BACINO)

2. PERICOLOSITA' IDRAULICA

Secondo gli studi prodotti per la variante generale al Piano Strutturale comunale, l'area di intervento **NON ricade nelle classe di pericolosità idraulica** ai sensi del DPGR 53/R/2011. La conferma dell'assenza di pericolosità idraulica dell'area è data dalla cartografia allegata al Piano di Gestione del rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno che non assegna una classe di pericolosità all'area in esame.

(ALLEGATO 7 –ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA)

In merito al progetto di deviazione del Rio della Grotta, è stato realizzato nel luglio 2001 uno studio idrogeologico – idrologico in cui sono stati valutati gli afflussi meteorici massimi calcolati sulla base dei tempi di ritorno duecentennali, a partire dai dati di intensità pluviometrica registrati dalle stazioni di Monsummano Terme per diversi intervalli, calcolando anche le equazioni di Gumbel. Di seguito si riporta parte della relazione:

"Valutazione del coefficiente di deflusso secondo il metodo di Kennessy"

"Il metodo si basa sul fatto che il coefficiente di deflusso è essenzialmente funzione di tre grandezze fisiografiche (l'acclività della superficie topografica, la copertura vegetale e la permeabilità delle rocce affioranti), oltretutto, naturalmente delle condizioni climatiche dell'area in studio. Il metodo consiste, in pratica, nel calcolare il coefficiente di deflusso medio annuo (C_d) di un bacino come semplice somma di tre componenti (C_a , C_v , C_p) relative all'influenza esercitata, sul deflusso superficiale, rispettivamente dall'acclività, dalla copertura vegetale e dalla permeabilità.

I valori dei coefficienti relativi alle componenti utilizzate per il calcolo del C_d sono ripartite in quattro classi e quelle da noi utilizzate sono:

ACCLIVITA' (C_a): Tra il 10% e il 35% - coefficiente 0.16.

COPERTURA VEGETALE (C_v): Terra coltivata, boscata - coefficiente 0.11

PERMEABILITA' (C_p): Mediocre - coefficiente 0.16.

In prima battuta si può dare un valore del coefficiente di deflusso " C_d " pari a 0,43.

"Aspetti climatici e considerazioni idrologiche"

È stato effettuato uno studio di tipo idrologico con l'intento di valutare il valore massimo di precipitazioni per "tempi di ritorno" diversi (max 200 anni); questo valore sarà utile per il calcolo dei volumi di pioggia intercettati dall'area a monte del Complesso Termale della Grotta Giusti, da dove si prevede la deviazione del fosso tombato esistente, nell'arco di tempo indicato come "tempo di corrivazione".

Un parametro importante nella gestione delle acque meteoriche è l'intensità con la quale la pioggia cade al suolo che generalmente, nelle stazioni considerate, si registra nei mesi estivi, quando si hanno forti rovesci isolati, ed agli inizi dell'autunno, quando cadono le prime piogge dopo la stasi estiva.

"Elaborazione dei dati pluviometrici"

Le metodologie di elaborazione pluviometrica permettono di calcolare o quanto meno valutare l'altezza massima della lama d'acqua che interesserà una zona in relazione al tempo di corrivazione (t_c), che è proprio del bacino di alimentazione considerato.

Il tempo di corrivazione corrisponde alla durata della pioggia che origina la massima portata, o portata di piena che dovrà essere assunta per il dimensionamento delle varie opere idrauliche (il " t_c " equivale al tempo che occorre ad una ipotetica goccia di pioggia caduta nel punto più lontano del bacino per raggiungere la sezione di chiusura considerata).

I risultati così elaborati permetteranno ai tecnici di progettare una adeguata rete di drenaggio, capace di captare prima e smaltire poi le acque di deflusso superficiale.

Per raggiungere tale scopo sono stati analizzati i dati di massima intensità registrati alle stazioni pluviografiche di Monsummano Terme (Tabella III degli Annali Idrologici del Servizio Idrologico Nazionale), nel periodo compreso tra il 1941 ed il 1974.

L'elaborazione dei dati pluviometrici, adottando i metodi probabilistici, consente di valutare i quantitativi di pioggia caduti in una zona in funzione del tempo di corrivazione (proprio del bacino idrologico di studio) e del tempo di ritorno; in questo caso sono stati adottati i metodi di calcolo probabilistico secondo il modello di Gumbel; i risultati vengono riportati nelle tabelle seguenti.

Calcolo dell'altezza di pioggia secondo Gumbel (in mm), per la stazione di Monsummano Terme:

Durata della precipitazione (t)

Tempo di ritorno	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
5 anni	39	58	72	83	96
10 anni	48	72	89	100	114
20 anni	56	84	105	117	130
30 anni	61	92	114	126	140
50 anni	67	101	125	138	152
100 anni	75	114	141	154	168
200 anni	83	126	156	169	184

Da questi risultati è stato possibile passare alla realizzazione delle curve di Gumbel per tempi di ritorno fino a 200 anni e piogge aventi una durata "t" che va da 1 minuto a 24 ore. Di seguito vengono riportate le curve di Gumbel calcolate nel periodo 1941-1974 per la stazione pluviografica di Monsummano Terme (h in mm di acqua; durata della precipitazione "t_c" in ore, che equivale al tempo di corrivazione):

Monsummano Terme Tr (anni)	Equazione di Gumbel (h in mm; t in ore)
5	$h = 41,289 * t^{0,2806}$
10	$h = 50,975 * t^{0,2703}$
20	$h = 60,278 * t^{0,2633}$
30	$h = 65,634 * t^{0,2601}$
50	$h = 72,331 * t^{0,2567}$
100	$h = 81,367 * t^{0,2530}$
200	$h = 90,374 * t^{0,2499}$

In base al tempo di corrivazione ed all'evento critico, cui si vuol fare riferimento (tempo di ritorno dell'evento piovoso critico), è possibile calcolare il valore della lama d'acqua (in mm) che potrà interessare la zona di intervento, per poi progettare cautelativamente il fosso in progetto.

3. PERICOLOSITA' SISMICA

Secondo gli studi prodotti per la variante generale al Piano Strutturale comunale, l'area di intervento ricade in classe di **Pericolosità sismica locale elevata S.3** e confina nella zona Nord con un'area a pericolosità S.2. Ai fini della determinazione delle classi di pericolosità, nella classe S.3 sono stati inseriti i seguenti elementi:

- ✓ frana quiescente;
- ✓ zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti;
- ✓ zona suscettibile di amplificazione locali dovute ad un alto contrasto d'impedenza sismica tra terreni di copertura e substrato rigido entro 30 metri di profondità

Nelle aree a Pericolosità sismica locale elevata possono essere, dunque, inserite zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che potrebbero subire una riattivazione dovuta in occasione di un evento sismico, zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi, terreni potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica, zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse, zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro la profondità di 30 metri (quest ultimo è il caso in esame).

In riferimento al fatto che le zone collinari sono considerate stabili in quanto costituite da un substrato litoide affiorante o sub-affiorante dove non si verificano effetti di amplificazione così come le zone di pianura in quanto dove il substrato litologico è risulti molto profondo, tutta la fascia pedecollinare che raccorda morfologicamente la pianura alla collina risulta suscettibile di effetti di amplificazione delle onde sismiche. E' questo il caso, infatti, dove lo spessore dei terreni di copertura posti al di sopra del substrato litologico è compreso tra 0 e 30 metri e dove il forte contrasto di impedenza tra le due litologie genera un aumento degli effetti delle onde sismiche che attraversano i terreni detritici e alluvionali.

Per quanto riguarda i possibili effetti di liquefazione nell'area d'indagine non sono state rilevate situazioni litologiche cartografabili alla scala degli elaborati prodotti, che possano dare origine a fenomeni di liquefazione a seguito di un evento sismico. La lettura delle caratteristiche litologiche e geotecniche effettuata sui dati geognostici di base non ha portato ad evidenze di strati di spessore significativo (almeno 1,5 metri) di sabbie "pulite", nei depositi alluvionali e di colmata della pianura dove la superficie della falda è sicuramente posta a profondità inferiore a 15 metri dal piano di campagna. **Con le indagini geognostiche di dettaglio, alla scala progettuale del singolo intervento, si dovrà comunque verificare tale problematica ai sensi del paragrafo 7.11.3.4.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.14 gennaio 2008).**

Anche secondo quanto indicato dal DPGR 53/R/2011, nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata (S3) nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri, come il caso in esame, **sarà necessario prevedere una**

campagna di indagini geofisica (ad esempio profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) **e geotecniche** (ad esempio sondaggi, preferibilmente a c.c.) **che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico.** Nelle zone di bordo della valle, per quanto attiene alla caratterizzazione geofisica, è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo (sismica a rifrazione/riflessione) orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico. (punto 3.5 lettera e dell'Allegato A al DPGR 53/R/2011).

(ALLEGATO 9 –ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' SISMICA)

ANALISI DI FATTIBILITA'

Ai sensi dell'art.127 delle NTA del Regolamento Urbanistico vigente per il comune di Monsummano Terme, nonché del comma 2 dell'art.39 del P.S., la fattibilità degli interventi ammessi dal Regolamento Urbanistico si definisce in relazione alla pericolosità del territorio così come individuata nelle specifiche cartografie di sintesi riportate in allegato e descritte nei paragrafi precedenti:

- *Tav. G05 – Carta delle problematiche idrogeologiche*
- *Tav. G06 – Carta della pericolosità geologica*
- *Tav. G07 - Carta della pericolosità idraulica*
- *Tav. G08 - Carta della pericolosità sismica*
- *Cartografia del Piano stralcio Assetto Idrogeologico dell'autorità di Bacino del Fiume Arno (DPCM 6 maggio 2005)*

La fattibilità delle previsioni del Regolamento Urbanistico che si attuano mediante interventi edilizi diretti si definisce mettendo in relazione la classe di pericolosità geologica, idraulica e sismica con la tipologia degli interventi ammessi secondo lo schema a matrice riportato in Appendice 4. Per gli interventi unitari la cui realizzazione si attua mediante Piani Attuativi e Interventi Convenzionati di iniziativa pubblica e/o privata (Piani Particolareggiati, Piani di Lottizzazione, Piani per l'Edilizia Economica e Popolare, Piani di Recupero, ecc.) le condizioni di fattibilità sono definite, invece, nelle specifiche Schede di fattibilità geologica, idraulica e sismica riportate nella relazione di fattibilità con riferimento alle schede urbanistiche contenute nell'Appendice 1 delle norme tecniche attuative del RU.

Nel caso in esame, non essendo prevista una scheda specifica di fattibilità per il comparto f6.1 "Stabilimento termale Grotta Giusti", sono state utilizzate come base valutativa di partenza le tabelle di fattibilità di cui all'Allegato 4, dalle quali, sommando le considerazioni ed i dati derivanti dal quadro conoscitivo più ampio sopra descritto e tenendo in considerazione la natura urbanistica del progetto, si è ottenuta una fattibilità specifica in un

ambito unitario di riferimento. In questo modo è stato possibile indicare le soluzioni progettuali necessariamente da adottare per il superamento delle specifiche problematiche locali già al livello dell'atto di governo del territorio.

Secondo quanto previsto dal DPGR 53/R/2011, come riportato anche all'art.127 delle NTA del RU comunale, le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali possono essere differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità:

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Fattibilità limitata (F4): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Alla luce, quindi, delle considerazioni circa la pericolosità/vulnerabilità riportate nei paragrafi precedenti e della tipologia di intervento previsto, è possibile assegnare agli interventi compresi nel progetto unitario le seguenti classi di fattibilità:

- **FATTIBILITA' GEOLOGICA CON NORMALI VINCOLI (F2):** l'attuazione degli interventi previsti è subordinata alla effettuazione, a livello esecutivo, dei normali studi geologico-tecnici previsti dalla normativa vigente in materia, in particolare il D.M. 14/01/08 e il DPGR. n.36/R/09, e finalizzati alla verifica del non aggravio dei processi geomorfologici presenti nell'area di intervento.
- **FATTIBILITA' IDRAULICA CON NORMALI VINCOLI (F2):** questa classe è stata assegnata principalmente per la realizzazione dell'intervento idraulico previsto sul Rio della Grotta. A tale fine sarà necessario adottare per la fase esecutiva, tutti i sistemi tecnico-costruttivi adeguati alle opere in oggetto e quindi realizzare una campagna geognostica mirata alla caratterizzazione geomeccanica dei terreni interessati dall'intervento.

- **FATTIBILITA' SISMICA CONDIZIONATA (F3):** nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri, come il caso in esame, sarà necessario prevedere in fase esecutiva una campagna di indagini geofisica (ad esempio profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (ad esempio sondaggi, preferibilmente a c.c.) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico. Nelle zone di bordo della valle, per quanto attiene alla caratterizzazione geofisica, è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo (sismica a rifrazione/riflessione) orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico. (punto 3.5 lettera e dell'Allegato A al DPGR 53/R/2011).

CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

Sulla base dell'indagine svolta e dei risultati acquisiti mediante l'analisi di campagna e dei dati derivanti dagli studi geologici di supporto al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico comunale, è possibile confermare la **fattibilità condizionata degli interventi** in progetto per il Piano Attuativo "Terme Grotta Giusti" come sopra esposto.

Vista la presenza del sistema termale come descritto nei paragrafi precedenti, è comunque opportuno che tutti gli interventi in progetto assicurino la salvaguardia della risorsa geomineraria da possibili effetti negativi, diretti o indiretti, derivanti appunto dalla realizzazione delle opere in oggetto. Questa non è una limitazione alla realizzazione degli interventi bensì una raccomandazione a tutela del sistema idrotermale che alimenta anche il complesso termale della Grotta Giusti.

Ai fini del superamento dei condizionamenti alla fattibilità delle opere, si renderà necessario, in fase esecutiva, lo svolgimento della seguente campagna di indagini:

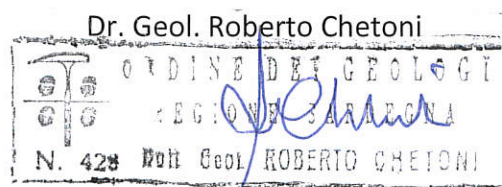
1. **Studio geologico-tecnico di dettaglio** come previsto dalla normativa vigente in materia, in particolare dal D.M. 14/01/08 e il DPGR. n.36/R/09, finalizzato alla verifica del non aggravio dei processi geomorfologici presenti nell'area di intervento ed alla caratterizzazione geomeccanica dei terreni interessati dall'intervento;
2. **Campagna di indagini geofisica** (ad esempio profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (ad esempio sondaggi, preferibilmente a c.c.) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico, nel rispetto della normativa vigente in materia (punto 3.5 lettera e dell'Allegato A al DPGR 53/R/2011).

Ai fini del proseguimento autorizzativo, sarà infine opportuno rispettare le seguenti prescrizioni e/o raccomandazioni:

- Risorsa termale: Verificare la presenza di orizzonti acquiferi superficiali, e nel caso di esito positivo predisporre un sistema di monitoraggio dell'escursione stagionale della piezometrica, al fine di redigere una carta piezometrica aggiornata e sito specifica; Determinare lo spessore dei terreni interessati dai manufatti e la loro permeabilità specifica, nell'ottica di valutare il grado di vulnerabilità della falda termale rispetto al rischio di contaminazione. Sulla base dei risultati così ottenuti, si dovrà indicare al progettista una serie di ipotesi mirate a mitigare il rischio di contaminazione sia durante che dopo la realizzazione delle opere; Svolgere tutti gli approfondimenti che il tecnico incaricato riterrà necessario al fine di salvaguardare la risorsa geomineraria, sia durante la fase esecutiva che durante il normale esercizio;
- Verificare i possibili effetti di liquefazione mediante indagini geognostiche di dettaglio, alla scala progettuale del singolo intervento, ai sensi del paragrafo 7.11.3.4.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.14 gennaio 2008).
- Determinare la presenza in situ di specifici fenomeni gravitativi e/o idrodinamici (colamenti, smottamenti, erosione diffusa e concentrata, etc..). Nel caso si riscontrasse la presenza di quanto indicato, il progettista dovrà proporre soluzioni più idonee al risanamento/bonifica dei luoghi nel rispetto dei vincoli presenti nell'area (paesaggistico, termale, idrogeologico);
- Opere di scavo: durante la realizzazione degli scavi si consiglia di verificare la presenza di eventuali zone di terreno scadente e di bonificarle immediatamente, in modo da non peggiorare e alterare le caratteristiche geomeccaniche del terreno; si consiglia di mantenere i fronti di scavo con una inclinazione non superiore a 70° in modo da non compromettere la stabilità opera/terreno. Inoltre, se verranno realizzati scavi superiori a 2 m di altezza, dovranno essere sostenuti con palancole e/o sbatacchie tute.
- Ripulitura e risagomatura alveo: questi interventi dovranno essere realizzati in modo da non determinare fenomeni erosivi sia delle spalle dell'alveo che del fondo;
- Argini in terra: nell'eventualità di realizzare dei nuovi argini è importante che il rilevato sia omogeneo e semipermeabile, mentre non occorre eseguire un forte costipamento per ottenere caratteristiche meccaniche elevate; l'utilizzo di un materiale argilloso con elevata plasticità dà luogo a fenomeni di ritiro e rigonfiamento e quindi deve essere protetto perché non si presentino vistosi fenomeni di fessurazione. Nei punti di maggiore erosione delle sponde dovranno comunque essere rinforzate.
- Realizzare, dove mancante, la rete di drenaggio in maniera da consentire un corretto smaltimento delle acque superficiali verso i corpi idrici collettori;

Ponte a Egola, li 31/10/2016

Dr. Roberto Chetoni
geologo





ALLEGATI ALLA RELAZIONE DI FATTIBILITA':

ALLEGATO 1 – INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

ALLEGATO 2 – PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO ATTUATIVO

ALLEGATO 3 – ESTRATTO CARTA GEOLOGICA

ALLEGATO 4 – ESTRATTO CARTA GEOMORFOLOGICA

ALLEGATO 5 – ESTRATTO CARTA LITOTECNICA

ALLEGATO 6 – ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA

ALLEGATO 7 – ESTRATTO CARTA PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

ALLEGATO 8 – ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Estratto carta della pericolosità idraulica comunale

Estratto carta del PGRA del Bacino del fiume Arno

ALLEGATO 9a– ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

ALLEGATO 9b– ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO, P.A.I. FENOMENI FRANOSI

ALLEGATO 10 – ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' SISMICA

ALLEGATO 11 – ESTRATTI INVARIANTI PIT- PPR

Carta dei caratteri del paesaggio

Carta dei sistemi morfogenetici

Carta della rete ecologica

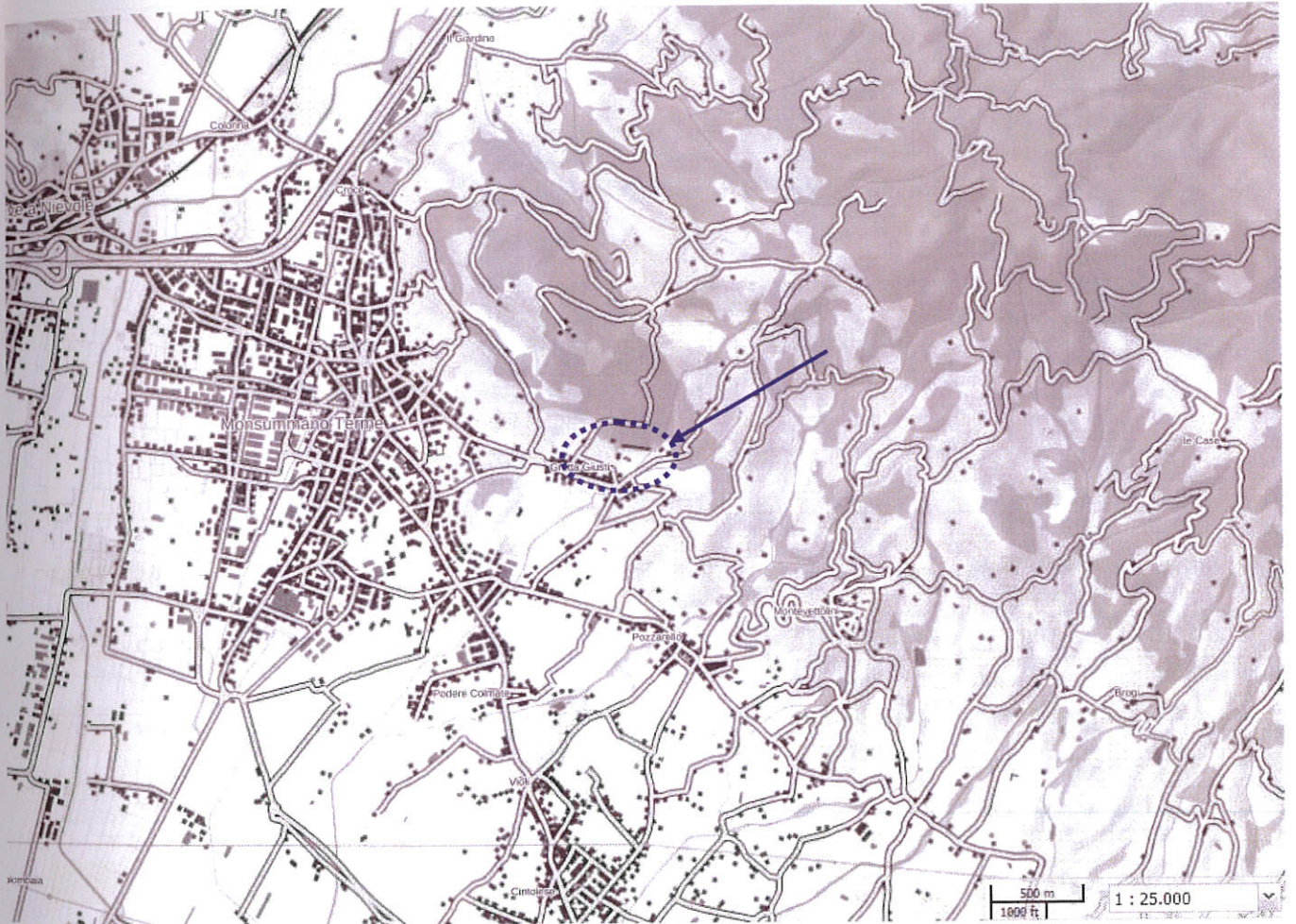
Carta del territorio urbanizzato

ALLEGATO 12 – ESTRATTI CARTE VINCOLI

ALLEGATO 13 – CERTIFICATI DELLE INDAGINI EFFETTUATE

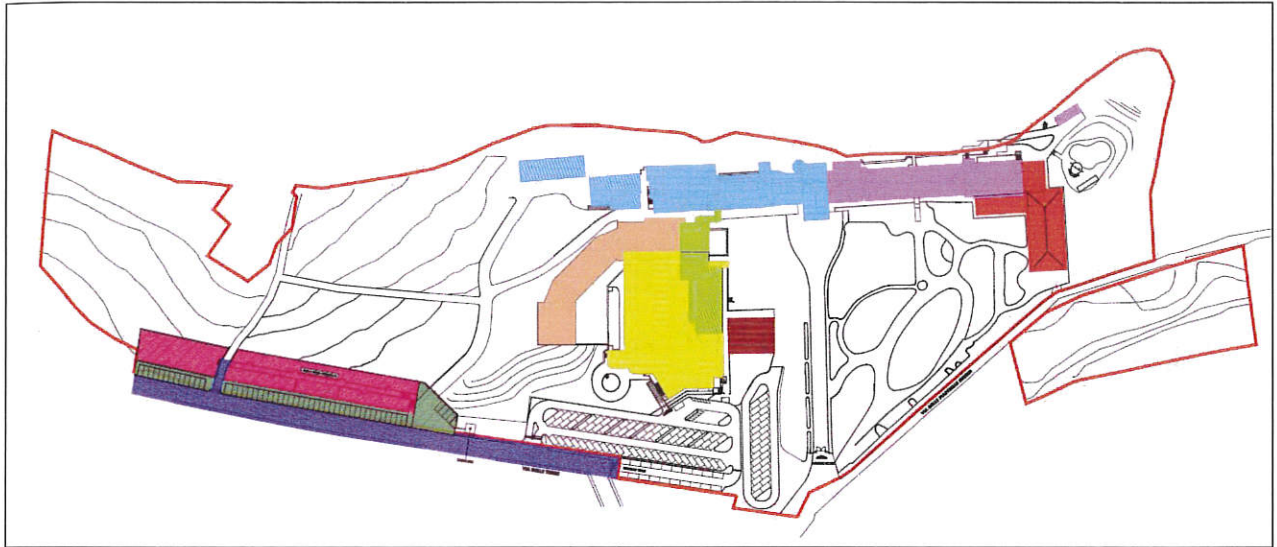
ALLEGATO 14 – STUDIO IDRAULICO

ALLEGATO 1 – INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO



Area di intervento

ALLEGATO 2 – PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO ATTUATIVO



LEGENDA

- CONFINI DI PROPRIETA' COMPRESO ALL'INTERNO DEL PERIMETRO DELLA ZONA F6.1 DEL R.U.
- VOLUME ALBERGO
- VOLUME TERME
- VOLUME ESISTENTE FUORI TERRA AUTORIZZATO CON CONCESSIONE N° 19/2004 E SUCCESSIVE VARIANTI
- VOLUME ESISTENTE INTERRATO AUTORIZZATO CON CONCESSIONE N° 19/2004 E SUCCESSIVE VARIANTI
- VOLUME MAGAZZINO
- AMPLIAMENTO ALBERGO IN PROGETTO
- AMPLIAMENTO TERME IN PROGETTO
- AREA A VERDE DA CEDERE
- PARCHEGGI DA CEDERE
- STRADE

DATI TECNICI

REGOLAMENTO URBANISTICO	
SUPERFICIE FONDIARIA	70.115 MQ
VOLUME MAX	80.000 MC
AREE DA CEDERE	20% S.F. = 14.023 MQ
RAPPORTO DI COPERTURA	15% S.F. = 10.517, 25 MQ
ALTEZZE MASSIME	10 ML

DATI DI PROGETTO P.A. APPROVATO

DELIBERA CONSILIARE N° 58 DEL 29/03/2003

VOLUME ESISTENTE AL 23/03/2003	31.871 MC
VOLUME DI PROGETTO AL 23/03/2003	25.000 MC

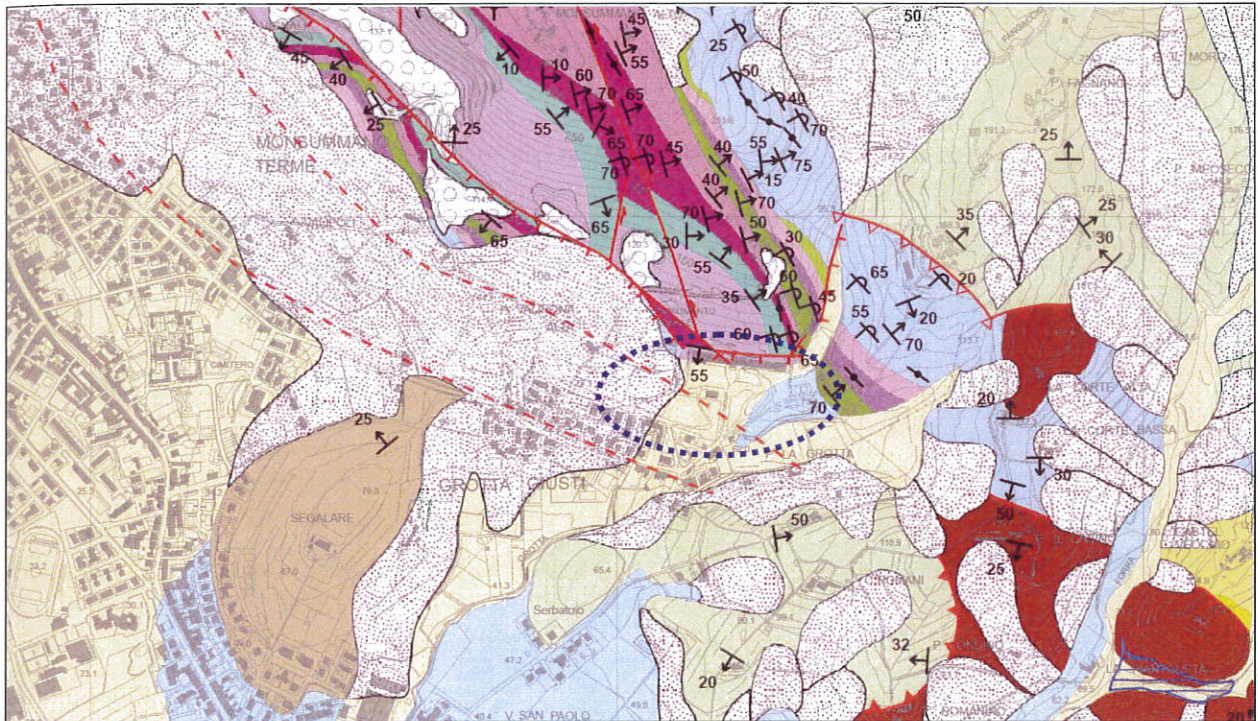
DATI DI PROGETTO

VOLUME DI PROGETTO	24.000 MC
VOLUME CONCESSIONE N°19/2004	4.587 MC
AMPLIAMENTO ALBERGO	8.000 MC
AMPLIAMENTO TERME	11.413 MC
TOTALE VOLUME DA REALIZZARE IN PROGETTO	19.413 MC

AREE DA CEDERE IN PROGETTO

AREA A VERDE	8.500 MQ
STRADA PREVISTA NEL P.A. APPROVATO C.C. N°58 DEL 29/03/2003 GIÀ REALIZZATA	2.244 MQ
STRADA	72 MQ
PARCHEGGIO IN PROGETTO	1.266 MQ
AREA A VERDE	1.964 MQ
TOTALE	14.046 MQ
VERIFICA	14.046 > 14.023 MQ

ALLEGATO 3 – ESTRATTO CARTA GEOLOGICA



Legenda

DEPOSITI ALLUVIONALI

- attuali e recenti
- terrazzati
- di colmata
- palustri
- conoide alluvionale

DEPOSITI DI ACCUMULO

- depositi eluviali
- detrito di versante
- detrito di cava
- travertini e calcari continentali

UNITA' TETTONICHE LIGURI

Unità tettonica Ottone

- Flysch di Ottone (Cretaceo sup. - Paleocene inf.)
- Flysch di Ottone (Argilliti di Monte Verdi) (Cretaceo sup. - Paleocene inf.)

Unità tettonica Morello

- Formazione di M. Morello (Eocene inf. - Eocene medio/? sup.)
- Formazione di Sillano (Albiano inf. - Campaniano inf.)

UNITA' TETTONICHE TOSCANE

Falda Toscana

- Macigno (Oligocene sup. - Miocene inf.)
- Macigno (facies olistostromica) (Oligocene sup. - Miocene inf.)
- Scaglia Toscana (Aptiano inf. - Oligocene sup.)
- Scaglia Toscana (Membro delle Calcarenti di Monte Grossi) (Cretaceo inf. ? - Paleocene)
- Maiolica (Turoniano sup. - Aptiano inf.)
- Diaspri (Bajociano sup./ Batoniano inf. - Turoniano sup.)
- Calcarea Selcifera della Val di Lima (Bajociano sup./ Batoniano inf. - Turoniano sup.)
- Marne a Posidonia (Pliensbachiano sup./ Toarciano inf. - Bajociano sup./ Batoniano inf.)
- Calcarea Selcifera di Limano (Pliensbachiano sup. - Pliensbachiano sup./ Toarciano inf.)
- Rosso Ammonitico (Sinemuriano s.s./ Pliensbachiano inf. - Pliensbachiano sup.)
- Calcani ad angulati (Hettangiano sup./ Sinemuriano s.s. - Pliensbachiano inf.)
- Calcarea Massiccio (Hettangiano - Hettangiano sup./ Sinemuriano s.s.)

LINEAZIONI TETTONICHE

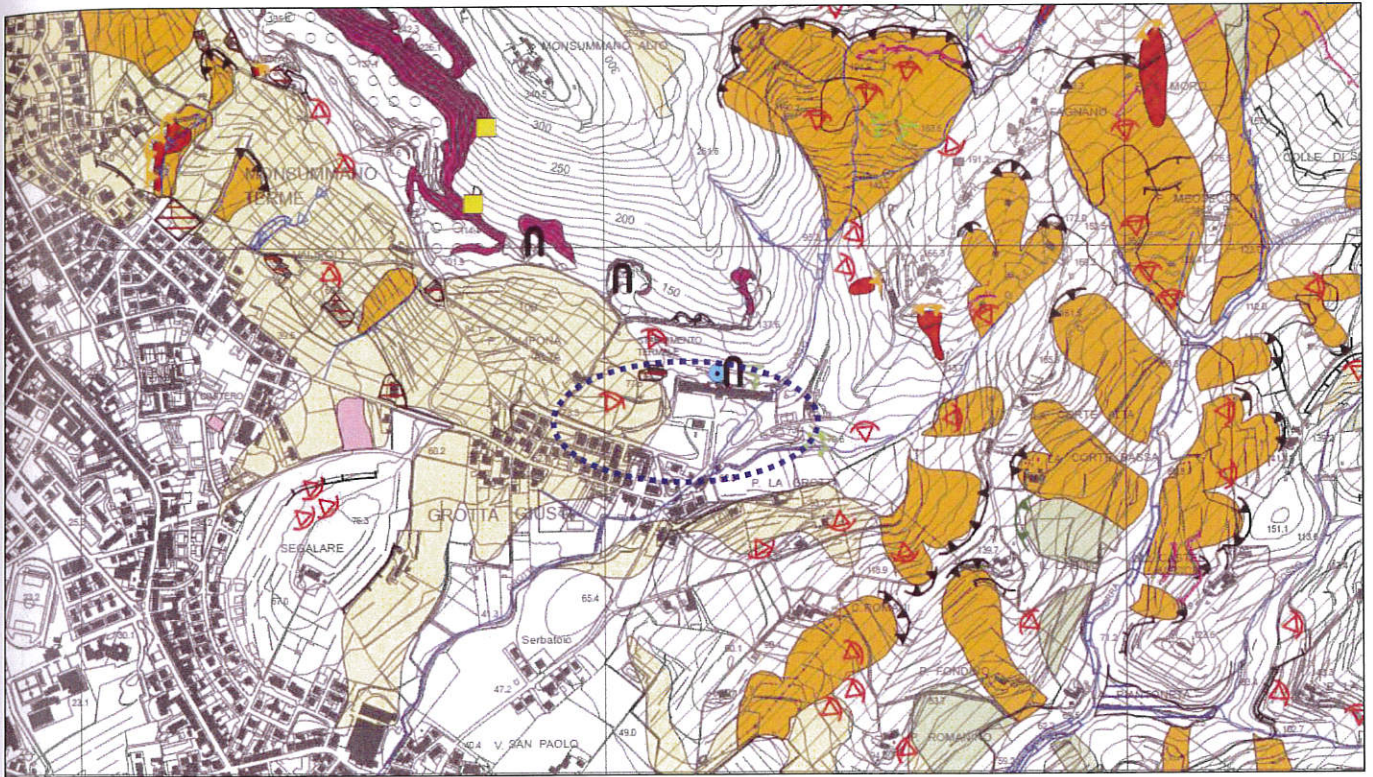
- faglia diretta
- faglia inversa
- faglia con prevalente componente trascorrente (destra)
- faglia con prevalente componente trascorrente (sinistra)
- faglia incerta o sepolta
- sovrascorrimento principale

MISURE DI STRATO

- strati dritti
- strati rovesciati
- strati orizzontali a polarità sconosciuta
- strati verticali a polarità sconosciuta

traccia di sezione

ALLEGATO 4 – ESTRATTO CARTA GEOMORFOLOGICA



DINAMICHE DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Forme di erosione

- alveo in approfondimento
- ruscellamento superficiale diffuso
- erosione lineare severa
- scarpata d'erosione fluvio-torrentizia

Forme di accumulo

- forma relitta di conoide alluvionale inattiva

Forme carsiche e termali

- cavità carsica superficiale
- manifestazione termale
- grotta

DINAMICHE GRAVITATIVE

Forme di denudazione

- nicchia di frana attiva
- nicchia di frana quiescente
- nicchia di frana inattiva
- scarpata di degradazione quiescente
- scarpata di degradazione inattiva
- frana non cartografabile

Forme di accumulo

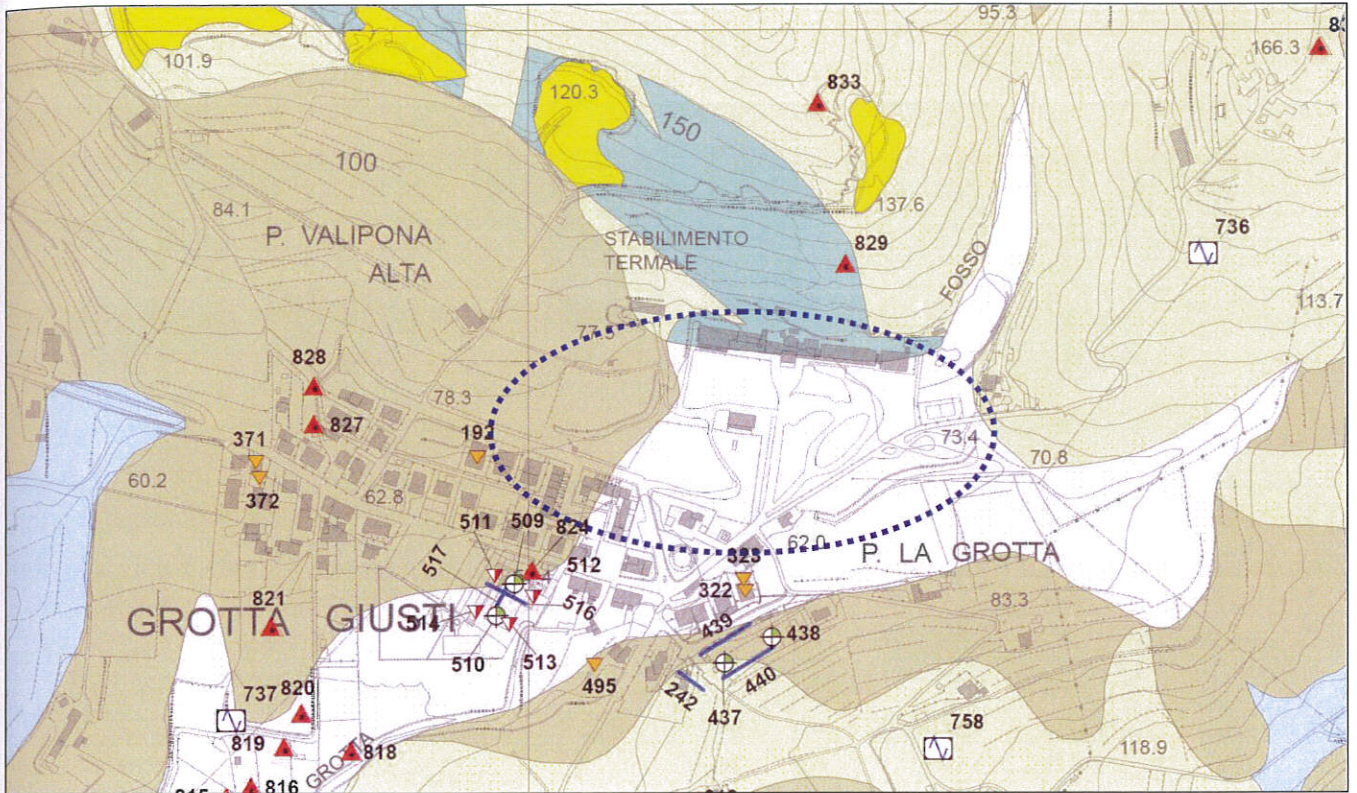
- frana attiva di scivolamento
- frana attiva di crollo (scarpata di cava)
- frana quiescente di scivolamento
- frana inattiva di scivolamento
- detrito di versante
- deposito eluviale
- detrito di cava

DINAMICHE ANTROPICHE

Forme e manufatti

- area terrazzata
- area stabilizzata artificialmente
- rilevato stradale
- terreno di riporto
- discarica attiva
- area ex discarica
- corpo d'acqua

ALLEGATO 5 – ESTRATTO CARTA LITOTECNICA



Legenda

Terreni lapidei

- rocce a struttura massiva (calcare massiccio)
- rocce stratificate competenti (calcaree e arenacee)
- rocce stratificate a componente mista (calcareo-arenacea e argillitica)
- rocce stratificate a prevalente componente argillitica
- depositi calcarei di origine chimica a struttura vacuolare (travertini)

Terreni sciolti

- depositi alluvionali recenti e terrazzati
- depositi palustri e di colmata
- detrito di versante e depositi eluviali
- detrito di cava

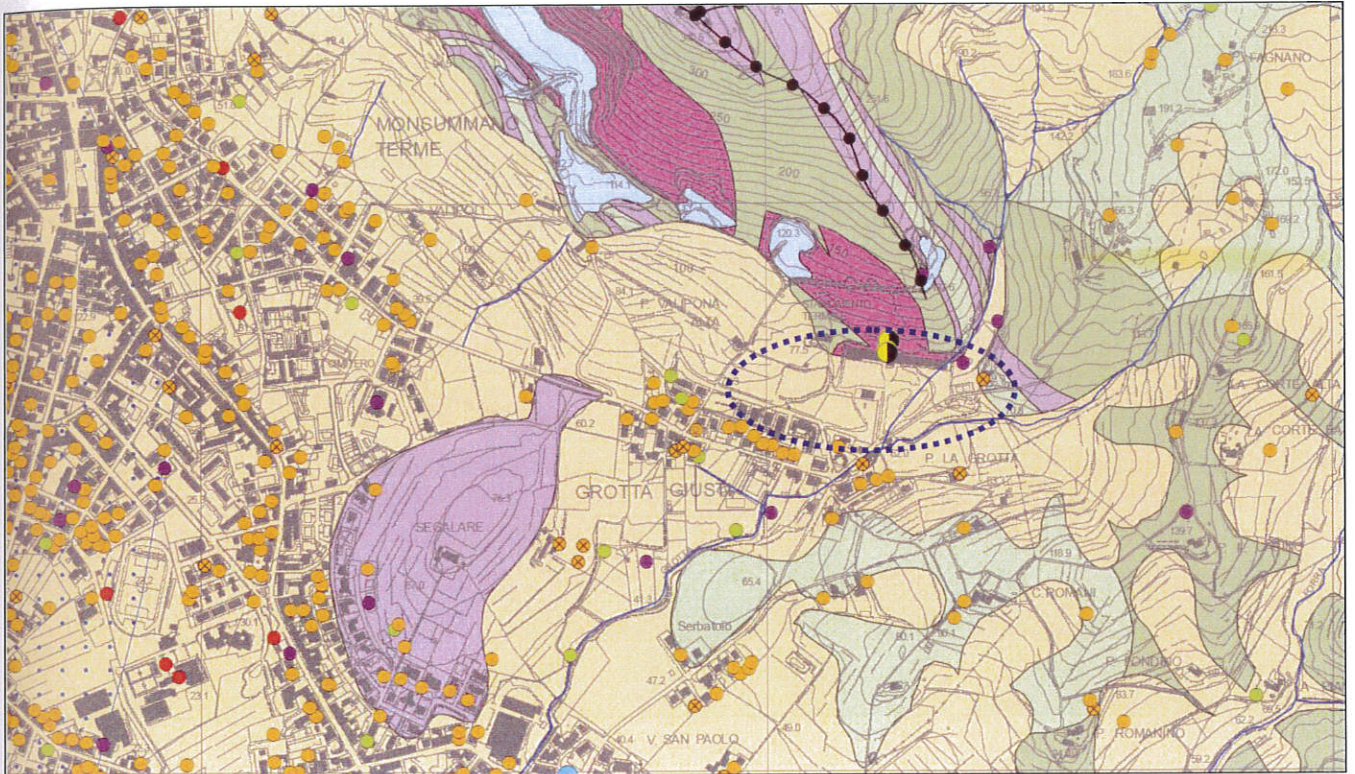
Terreni di origine antropica

- riporto/rialzamento
- rilevato delle infrastrutture viarie

Indagini geognostiche

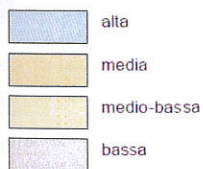
- 20 prova penetrometrica statica
- 18 prova penetrometrica dinamica leggera
- 11 prova penetrometrica dinamica pesante
- 3 saggio con escavatore
- 16 saggio manuale
- 5 sondaggio a carotaggio continuo
- 56 sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni
- 31 prova scissometrica
- 73 prova sismica in foro tipo Down-Hole
- 49 misura di frequenza HVSR
- 90 profilo sismico a rifrazione
- 85 profilo sismico con metodologia MASW
- 33 pozzo con stratigrafia riportato nel P.R.G. del 1991
- 51 pozzo con stratigrafia e profondità superiore a 30 metri (da database I.S.P.R.A.)

ALLEGATO 6 – ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA

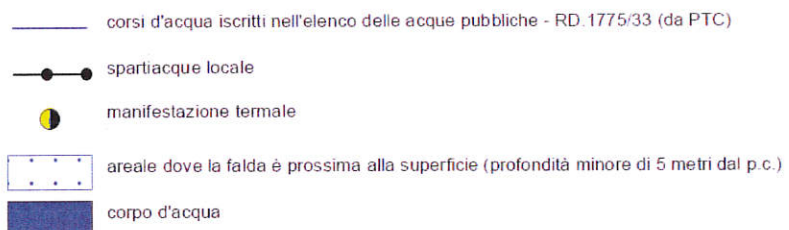


PERMEABILITA' DEL SUBSTRATO

primaria per porosità



secondaria per fratturazione



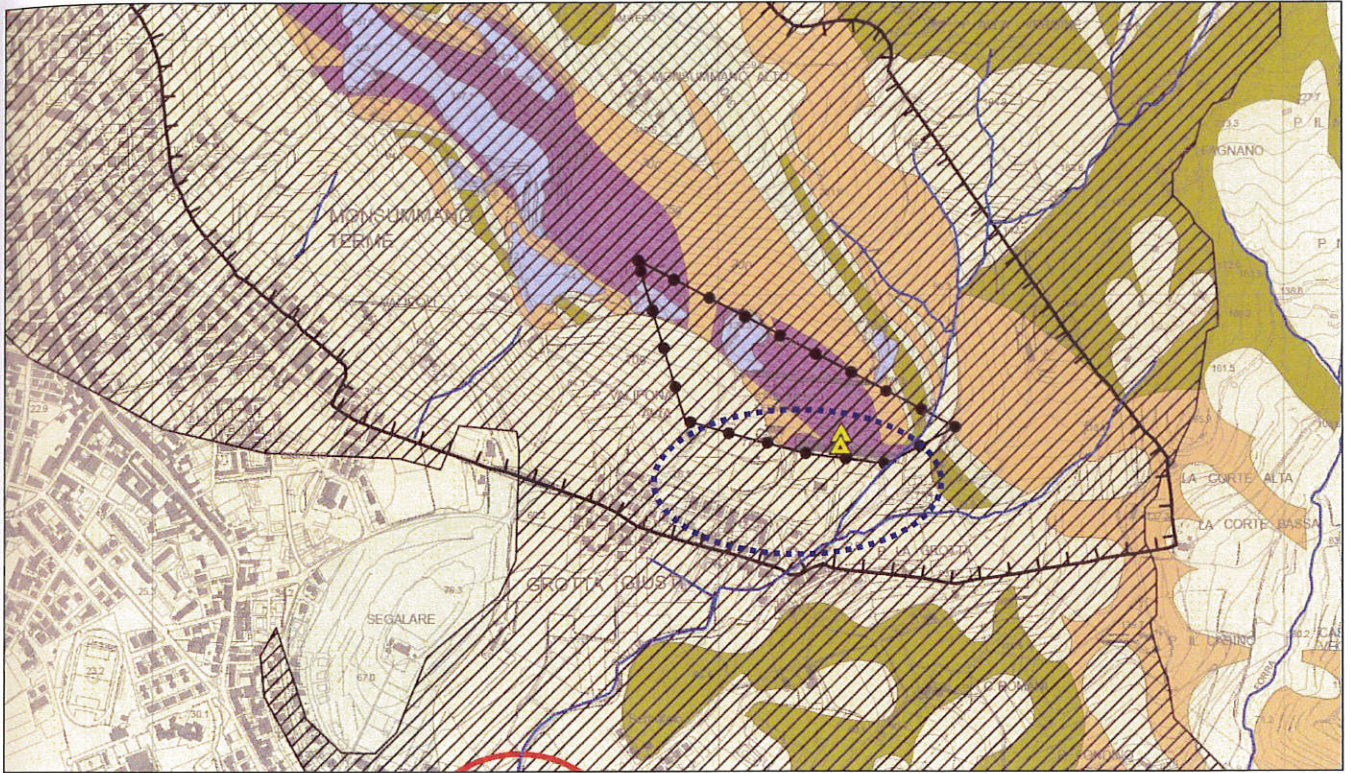
Approvvigionamento idrico dell'acquedotto



Pozzi di vario utilizzo



ALLEGATO 7 – ESTRATTO CARTA PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE



VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Formazioni litoidi

- alta
- media
- medio-bassa
- bassa

Terreni sciolti

- alta
- media
- medio-bassa
- bassa

corsi d'acqua iscritti nell'elenco delle acque pubbliche - RD 1775/33 (da PTC)

lago artificiale

TERMALISMO

manifestazione termale

zona di rispetto delle sorgenti e dei pozzi ad uso termale (art. 18 della L.R. n.38 del 27/07/2004)

zona di protezione ambientale delle aree di ricarica delle falde termali (art. 18 della L.R. n.38 del 27/07/2004)

APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DELL'ACQUEDOTTO

pozzo

sorgente

area di rispetto dei pozzi e delle sorgenti ad uso acquedottistico (D.Lgs.n°152/06)

area di ricarica delle sorgenti

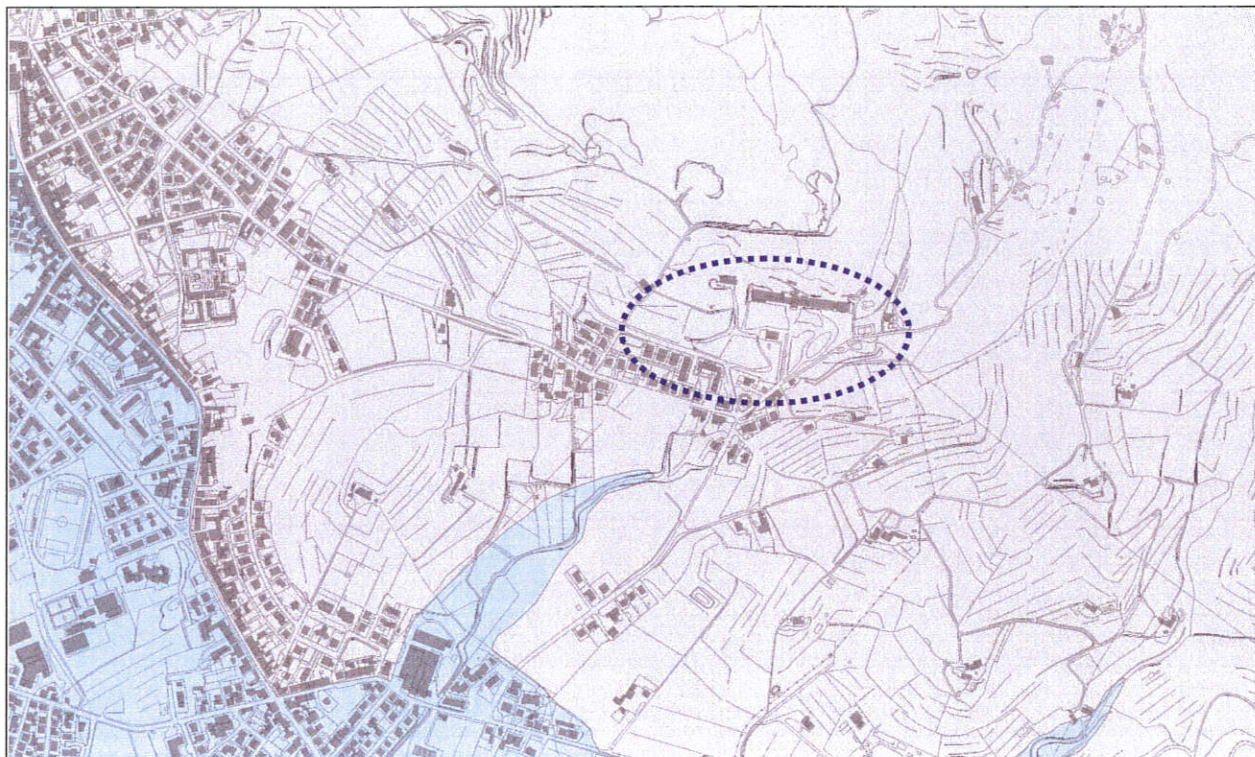
Autorità di Bacino del fiume Arno - Piano Stralcio Bilancio Idrico

area di potenziale interferenza significativa con il reticolo idrografico superficiale (art.15)

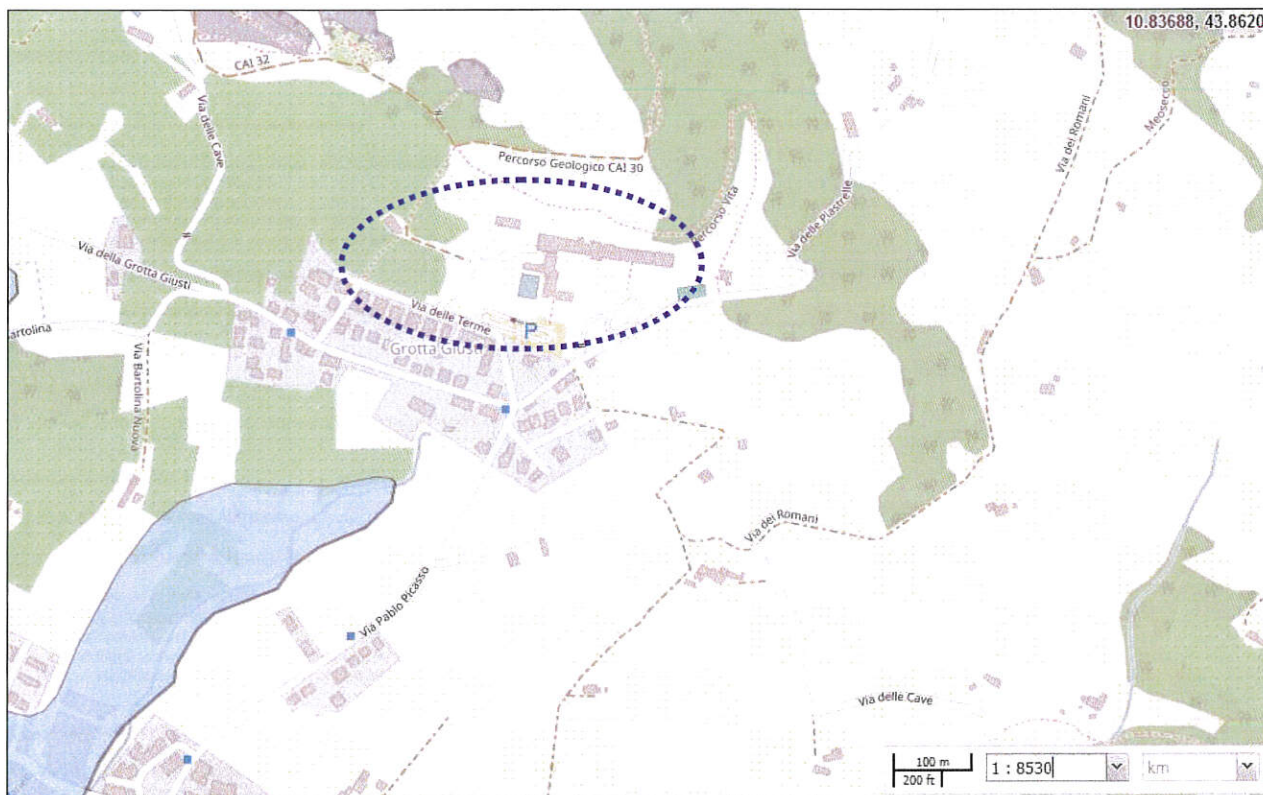
area di ricarica dell'acquifero della Valdnievole

ALLEGATO 8 – ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA

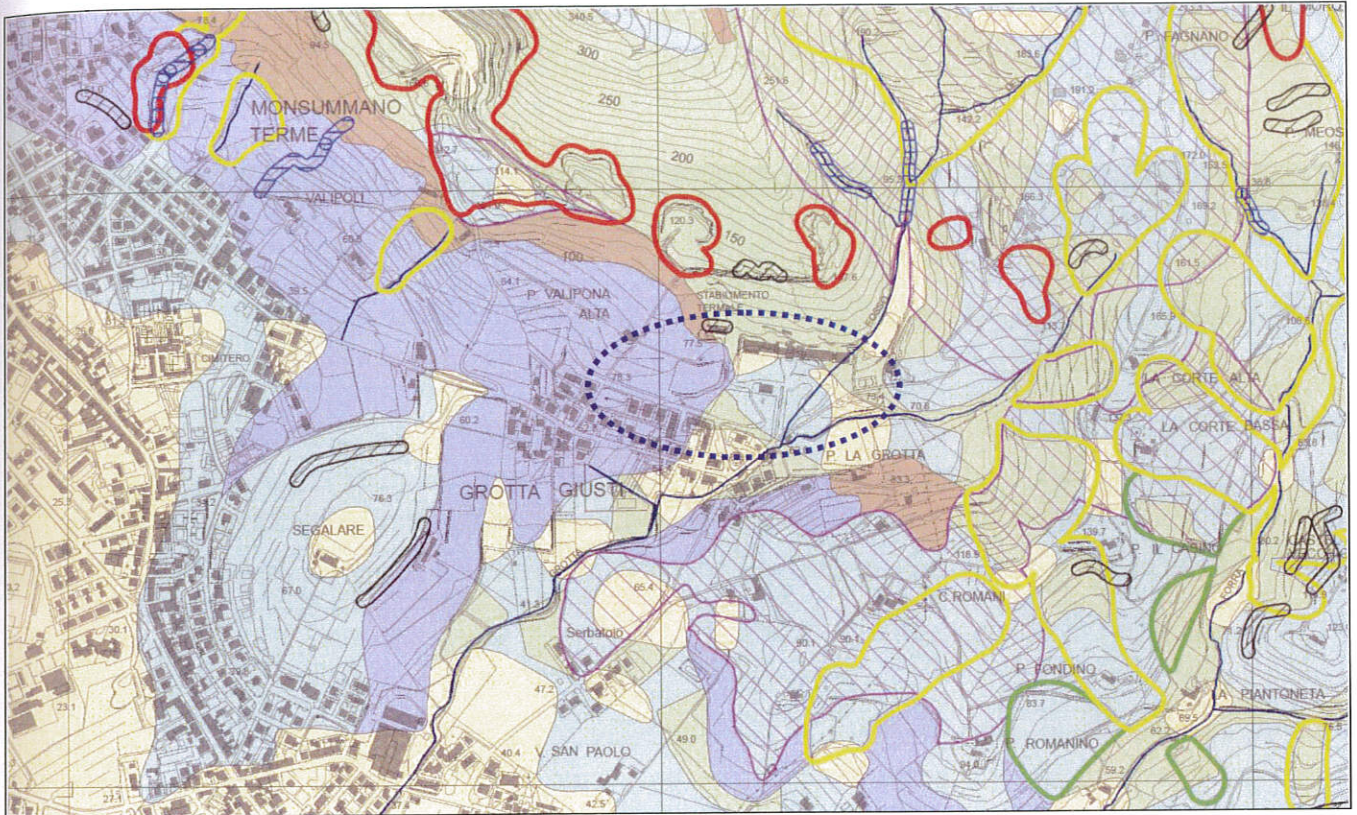
Estratto carta della pericolosità idraulica comunale



Estratto carta del PGRA del Bacino del fiume Arno



ALLEGATO 9a – ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA



Pericolosità geologica molto elevata (G.4)

- frana attiva
- alveo in approfondimento

Pericolosità geologica elevata (G.3)

- frana quiescente
- area potenzialmente instabile in base alla giacitura delle formazioni stratificate
- area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante:
 - terreni argillosi con pendenze >10%
 - terreni sabbiosi con pendenze >25%
 - terreni litoidi molto fratturati con pendenze >35%
 - terreni litoidi poco fratturati e di buona qualità con pendenze >50%
- corpo detritico su versante con pendenza >25%
- area interessata da rilevanti manomissioni antropiche
- corpo d'acqua e relativo paramento
- scarpata di erosione non attiva o quiescente
- area caratterizzata da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche

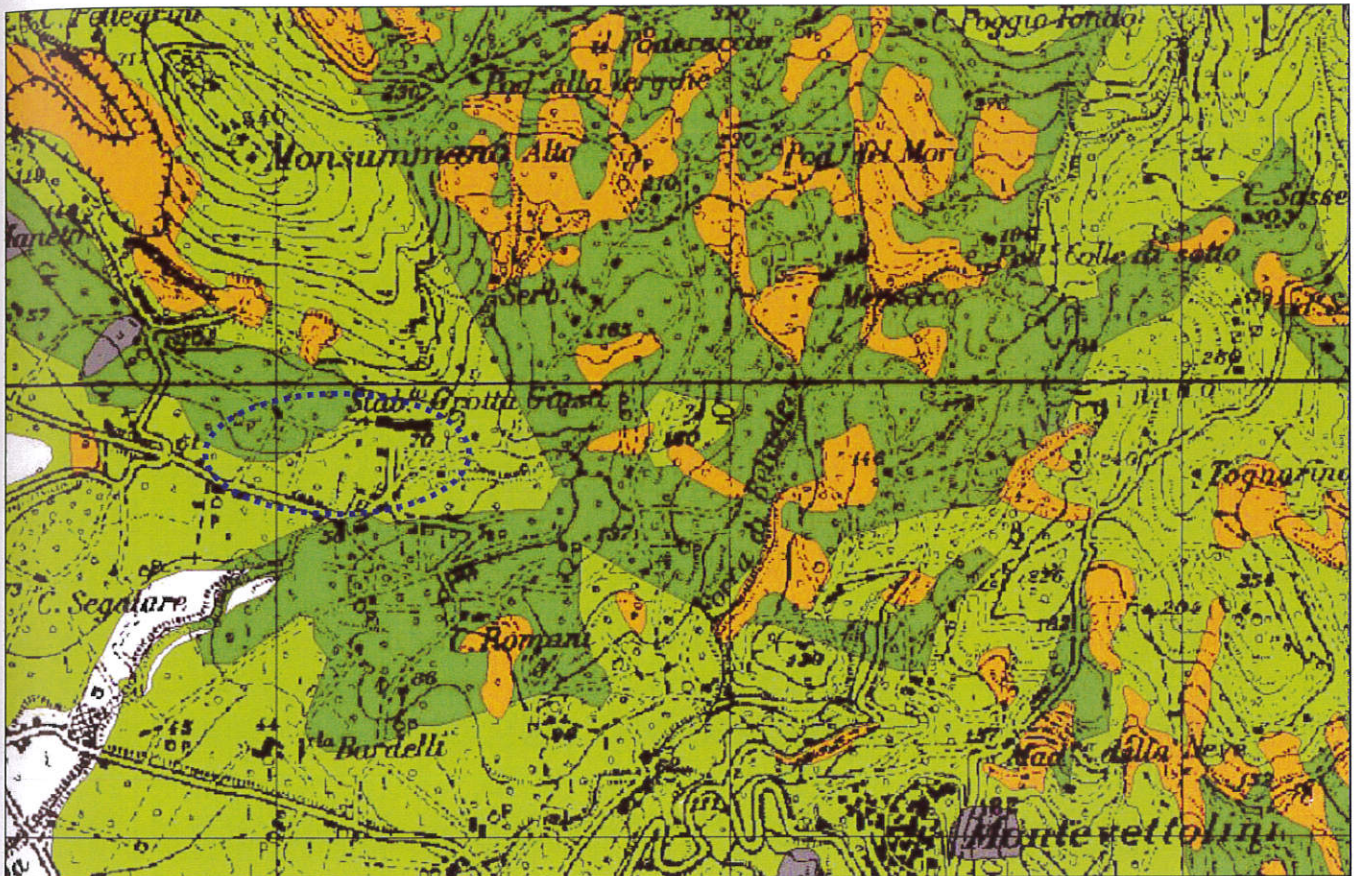
Pericolosità geologica media (G.2)

- area interessata da frane non attive
- corpo detritico su versante con pendenza <25%
- area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante:
 - terreni argillosi con pendenze <10%
 - terreni sabbiosi con pendenze <25%
 - terreni litoidi molto fratturati con pendenze <35%
 - terreni litoidi poco fratturati e di buona qualità con pendenze <50%

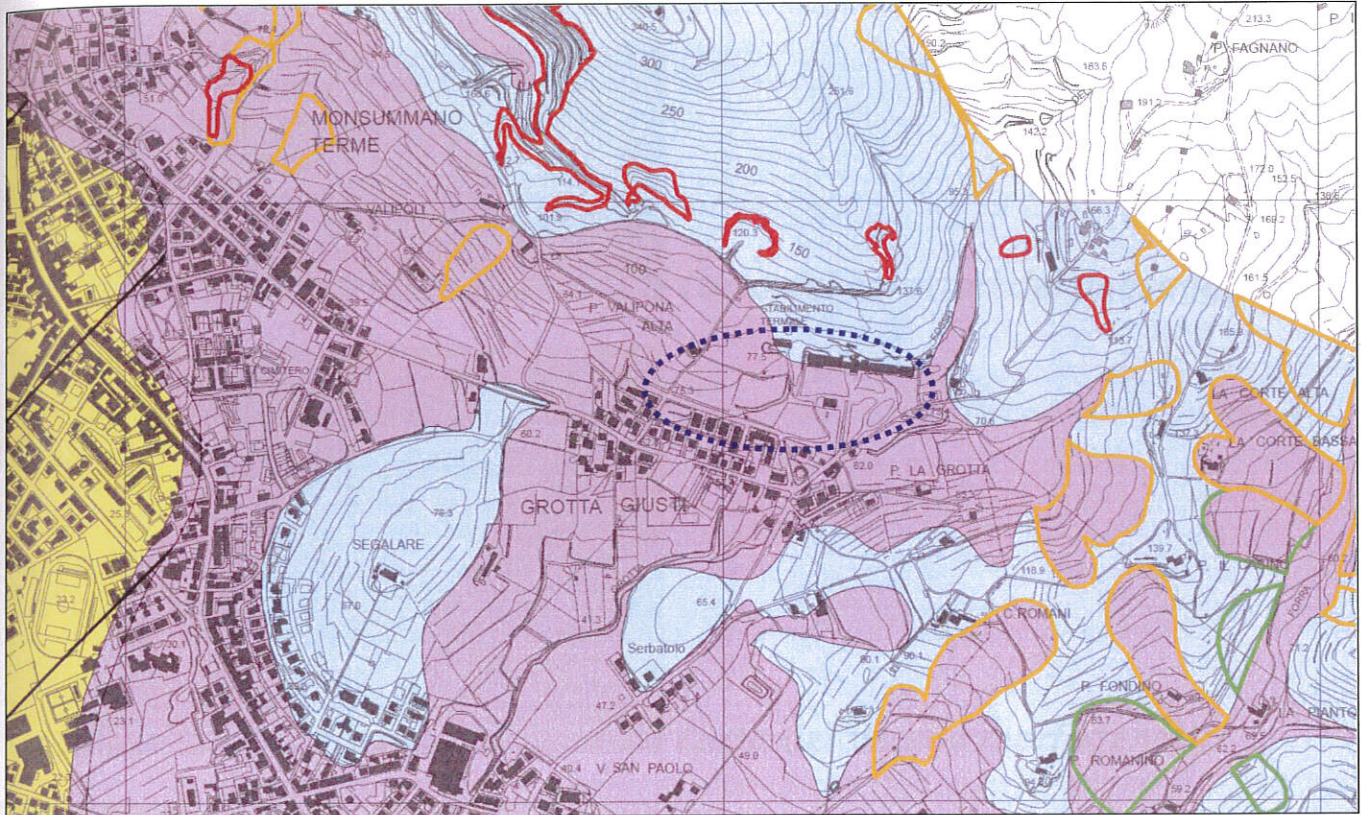
Pericolosità geologica bassa (G.1)

- area in cui non sussistono fattori litologici e giaciture predisponenti il verificarsi di processi morfoevolutivi

ALLEGATO 9b- ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA
AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO, P.A.I. FENOMENI FRANOSI



ALLEGATO 10 – ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' SISMICA

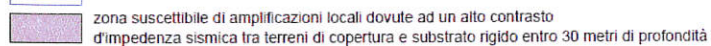


Legenda

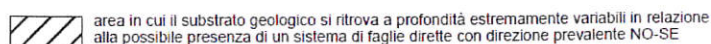
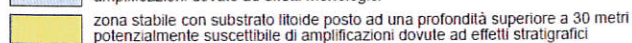
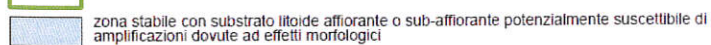
Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)



Pericolosità sismica locale elevata (S.3)



Pericolosità sismica locale media (S.2)



ALLEGATO 11 – ESTRATTI INVARIANTI PIT-PPR



Carta dei caratteri del paesaggio



Carta dei sistemi morfogenetici

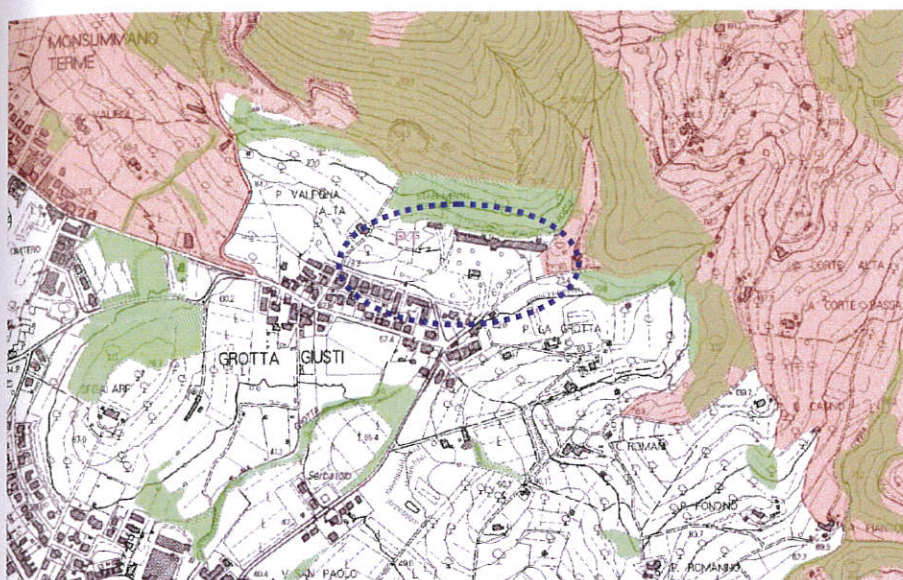


Carta della rete ecologica

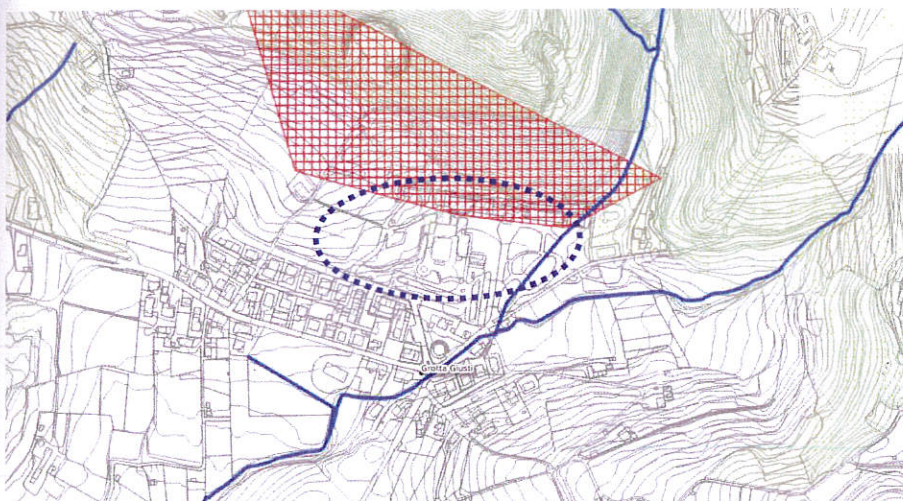


Carta del territorio urbanizzato

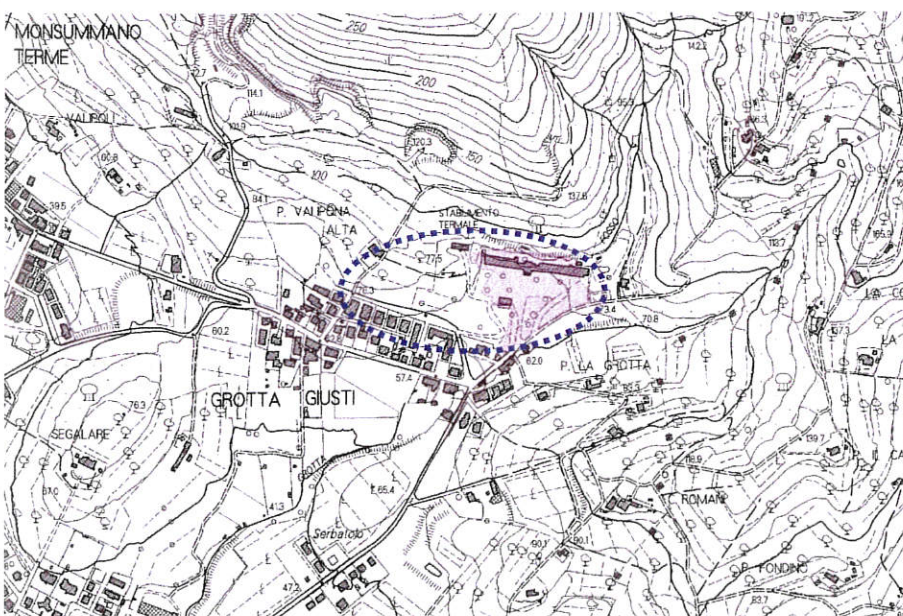
ALLEGATO 12 – ESTRATTI CARTE VINCOLI



***Vincolo idrogeologico
da Regione Toscana***



***Vincolo idrogeologico
da Piano Strutturale***

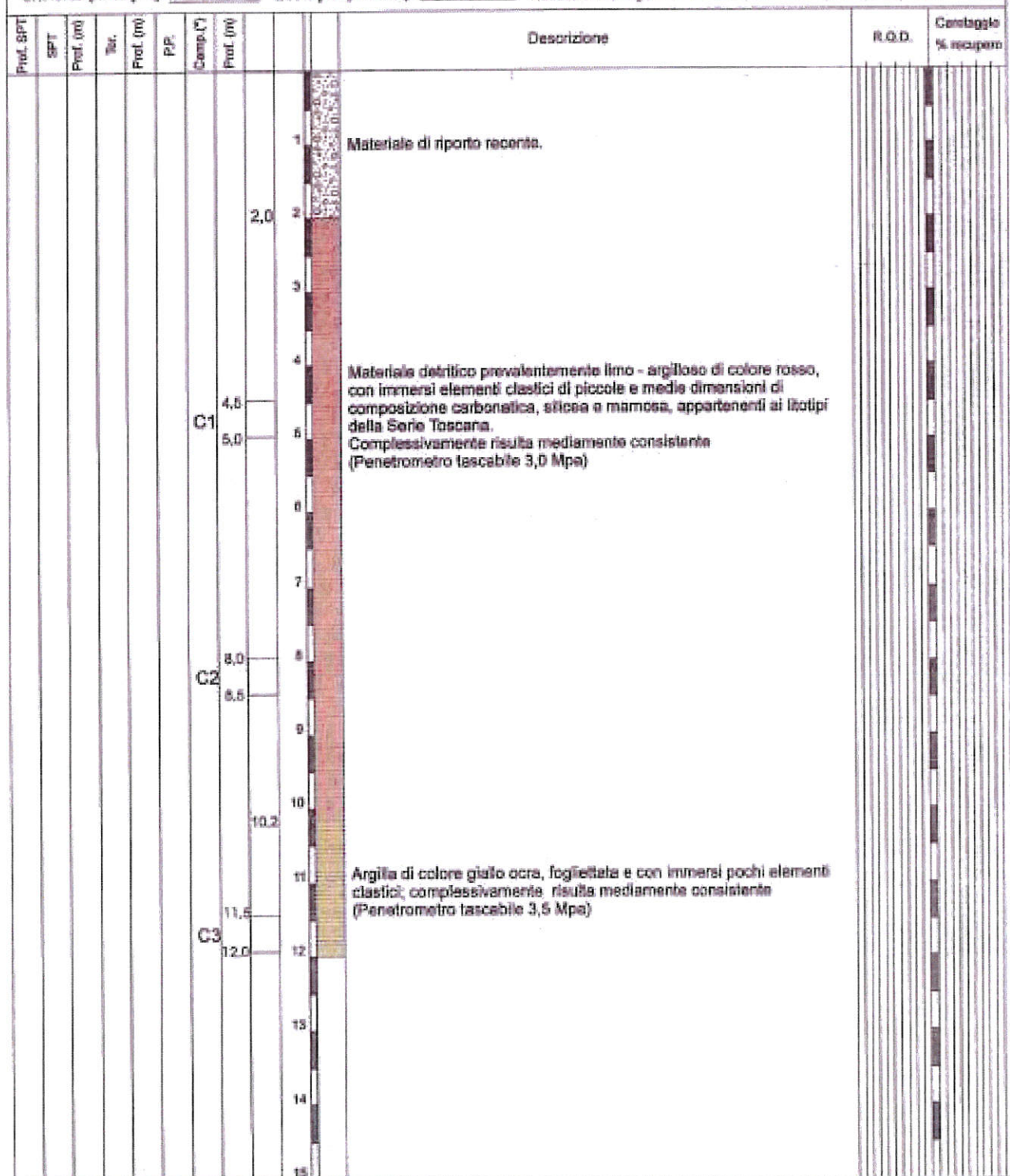


***Vincolo paesaggistico
da Piano Strutturale -
Beni architettonici
tutelati***

ALLEGATO 13 – CERTIFICATI DELLE INDAGINI EFFETTUATE

Società Geologica Sondaggi s.a.s. Piazza La Pace, 8 - 56028 S. Miniato Basso (PI) tel./fax 0571/43213	Committente: Stabilimento Grotta Giusti S.p.A. Via della Grotta Giusti, Monsummano Terme (PT)
--	---

Cantiere: <u>Grotta Giusti</u>	Località: <u>Monsummano Terme (PT)</u>	Data inizio: <u>05/09/00</u>	Data fine: <u>05/09/00</u>
Sondaggio n.: <u>1</u>	Metodo perfor.: <u>Carotaggio continuo</u>	Diamm. (mm): <u>100</u>	
Liv. falda (m da p.c.): <u> </u>	Quota p.c. (m s.l.m.): <u>57.5</u>	Redattore stratigrafia: <u>Montagnani Mosè / Latini Debora</u>	



PT - L.L.L. - s = Shallow spt - Debris D = Osterberg spt - altri A, K, C - comp. sondaggio PPT = Parametro di consistenza Tm = Sollecitazione tangenziale U.P.L. = Estimated Penetration Test V.E. = Vane Test (plugging non-occurring) R.O.D. = Rock Quality Designation	<table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:20px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black;"></td> <td style="font-size: x-small;">Terreno di riporto</td> </tr> <tr> <td style="width:20px; height: 15px; background-color: #e0e0e0; border: 1px solid black;"></td> <td style="font-size: x-small;">Materiale detritico limo-argilloso</td> </tr> <tr> <td style="width:20px; height: 15px; background-color: #d3d3d3; border: 1px solid black;"></td> <td style="font-size: x-small;">Argilla giallo ocra, con clasti</td> </tr> </table>		Terreno di riporto		Materiale detritico limo-argilloso		Argilla giallo ocra, con clasti	<table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:20px; height: 15px; border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td style="width:20px; height: 15px; border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td style="width:20px; height: 15px; border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;"></td> </tr> </table>							NOTE: _____ _____ _____
	Terreno di riporto														
	Materiale detritico limo-argilloso														
	Argilla giallo ocra, con clasti														

Società Geologica Sondaggi s.a.s. Piazza La Pace, 8 - 56028 S. Miniato Basso (PI) tel./fax 0571/43213	Committente: Stabilimento Grotta Giusti S.p.A. Via della Grotta Giusti, Monsummano Terme (PT)
--	--

Cantiere: <u>Grotta Giusti</u>	Località: <u>Monsummano Terme (PT)</u>	Data inizio: <u>05/09/00</u>	Data fine: <u>05/09/00</u>
Sondaggio n.: <u>2</u>	Metodo perfor.: <u>Carotaggio continuo</u>	Diamm. (mm): <u>101</u>	
Liv. falda (m da p.c.): <u>56,0</u>	Quota p.c. (m s.l.m.): <u>67,0</u>	Redattore stratigrafia: <u>Montagnani Mosè / Latini Debora</u>	

Prof. SPT	SPT	Prof. (m)	Tor.	Prof. (m)	P.P.	Camp. (°)	Prof. (m)	Descrizione	R.O.D.	Carotaggio % recupero
							1	Materiale di riporto recente.		
							2,2	Materiale detritico prevalentemente limo argilloso di colore marrone, con immersi elementi clastici di medie e piccole dimensioni (la loro composizione rispecchia le formazioni appartenenti alla Serie Toscana); complessivamente risulta da poco a mediamente consistente (Penetrometro Tascabile 2,5 Mpa).		
							3			
							4	Come sopra, con predominanti elementi clastici sulla matrice limo-argillosa di colore marrone.		
							4,5	Argilla di colore bordó con immersi piccoli elementi clastici; complessivamente poco consistente.		
							5			
							6,0	Materiale argilloso di colore bordó, debolmente stratificato e scistoso; complessivamente di medio / bassa consistenza (Penetrometro Tascabile 2,5 Mpa).		
							7			
							7,5	Argille di colore bordó con evidenti strutture di stratificazione e/o scistosità; su tutto lo spessore indagato sono presenti fratture (Scaglia della Serie Toscana)		
							8			
							8,5			
							9			
							10			
							11			
							11,5			
							12			
							13			
							14			
							15			

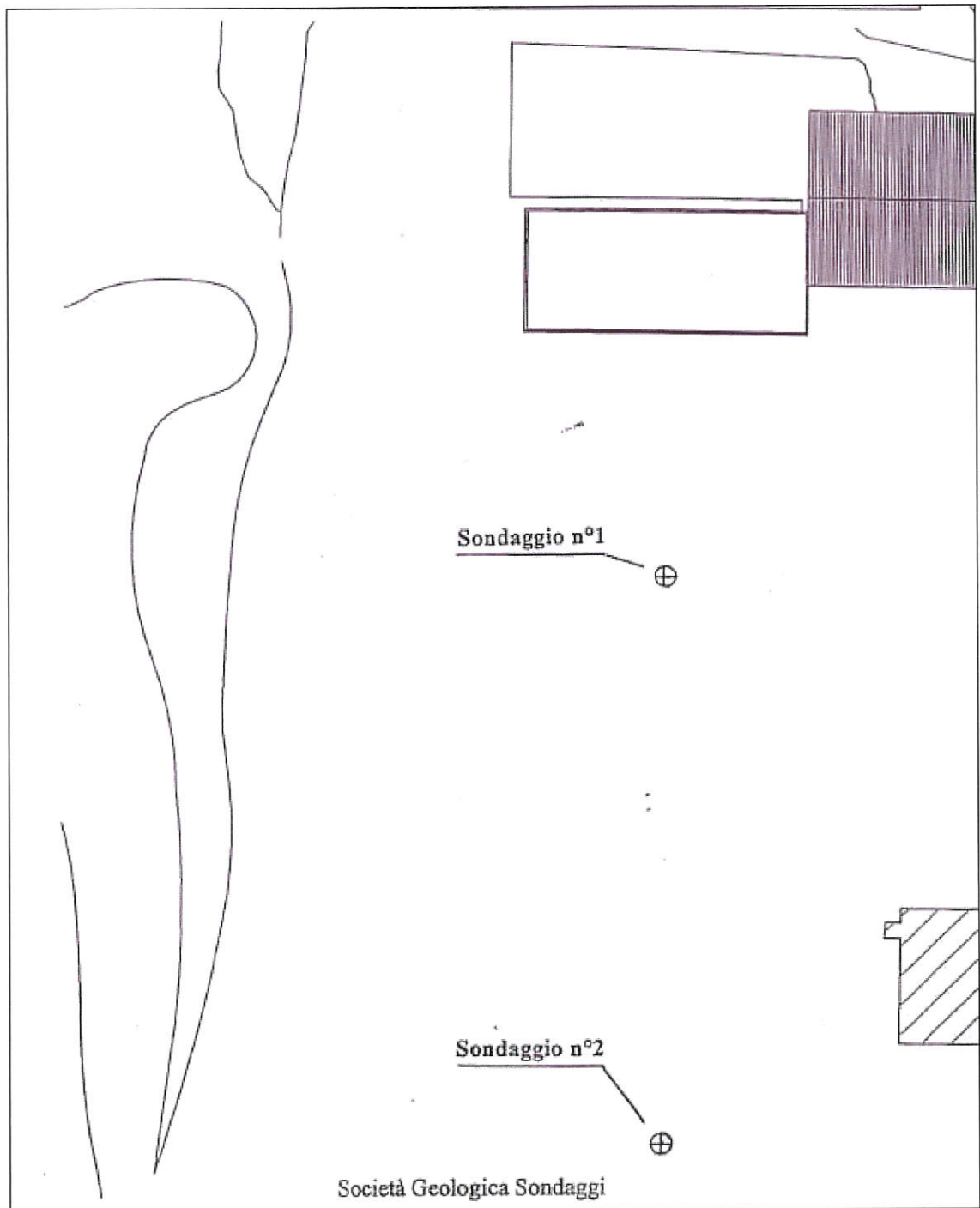
H) 133... SPT Quality SPT Distance
 G = Corollario g = m/30
 A, B, C... Camp. - Waning
 P.P. = Penetrometro Tascabile
 Tor. = Torque
 S.P.L. = Standard Penetration Test
 T.T. = True Test (genuine) data reduction
 R.O.D. = Rock Quality Designation

Terrano di riporto
Materiale argilloso rossastro
Argilla bordó

Materiale argilloso
Argilla di colore bordó

NOTE: _____

Ubicazione delle indagini



ALLEGATO 14 –STUDIO IDRAULICO

COPIA

Deviazione del Rio della Grotta
ed Adeguamento del Fosso Maresi

RELAZIONE TECNICA

STUDIO IDRAULICO



Fedi & Bomberini
Società d'ingegneria s.r.l.

Dr. ing. Fabrizio R.Fedi

Dr. ing. Luca Bomberini

SOCIETA' di INGEGNERIA srl

V.Maestri del Lavoro,1 51030 Pistoia

Tel. 0573-570102 - Fax. 0573-572445

e-mail:fedibomb@tin.it

OGGETTO: Deviazione del RIO DELLA GROTTA
o FOSSO DEL MANETO
ed adeguamento del FOSSO MARESI.

UBICAZIONE: Via Grotta Giusti, 1411
Comune di Monsummano Terme (PT)

COMMITTENTE: GROTTA GIUSTI SpA

Il progettista e DD. LL.
dr.ing. Luca Bomberini

Il committente

L' impresa

TAVOLA:

0

RIF. ZA092/03

SCALA

TEC. C.C.

DATA 31/07/02

mod.

COMMITTENTE : Stabilimento Termale Grotta Giusti S.p.A. (Comune di Monsummano Terme (PT), via Grotta Giusti 171).

OGGETTO : Progetto di deviazione di un fosso in Comune di Monsummano Terme (PT), località "La Grotta Giusti".

Progettista degli interventi: **Ing. Luca Bomberini**

RELAZIONE TECNICA STUDIO IDRAULICO

1. Generalità

Si tratta di realizzare una deviazione del fosso demaniale, denominato Rio della Grotta, che attualmente sottopassa i piazzali antistanti lo stabilimento termale e la cui regolazione ed intubazione è avvenuta fin dagli inizi della attività dello stabilimento stesso.

Questa presenza rende difficoltoso lo sviluppo dell'attività termale, per la quale, fra l'altro, è prevista la realizzazione di una piscina termale, nonché l'ampliamento degli edifici delle terme e dell'albergo.

La deviazione del Rio della Grotta permetterebbe di liberare la zona antistante lo stabilimento dai vincoli demaniali e consentirebbe più facilmente la realizzazione degli interventi previsti e di quelli futuri.

Il rilievo topografico dell'area da destinare alla deviazione del Rio della Grotta e delle sezioni del Rio e del Fosso Maresi è stato fatto utilizzando una stazione totale Leica TCR307.

2. Analisi idrologica

2.1. Generalità

L'analisi idrologica si è svolta considerando un tempo di ritorno dell'evento piovoso pari a 200 anni in analogia a quanto previsto dall'art. 39 comma 10 del Piano Strutturale del Comune di Monsummano Terme, pur trovandosi in un'area esterna all'ambito B al quale nella suddetta legge si fa riferimento.

Le altezze di pioggia critica per i bacini studiati sono state ricavate facendo l'ipotesi, comunemente accettata, che la durata dell'evento sia pari al tempo di corrivazione del bacino t_c ; i valori delle altezze di pioggia sono così stati ottenuti sostituendo t_c a t della curva di possibilità climatica:

$$p = at^n$$

I parametri a ed n sono stati ricavati sulla base dei valori di massima intensità di pioggia registrati nel periodo compreso tra il 1941 e il 1974 dalla stazione pluviometrica di Monsummano Terme; l'elaborazione dei dati, dalla quale risulta $a =$

90,374 e $n = 0,249$, è stata eseguita dalla Società Geologica Sondaggi in uno studio del Luglio 2001.

Il tempo di corrivazione necessario per determinare p e conseguentemente valutare le portate che vengono convogliate nel corso d'acqua è stato calcolato con la formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{a\sqrt{A} + bL}{C\sqrt{H_m}}$$

dove:

A = area del bacino

H_m = altezza media bacino

L = lunghezza della valle

con $a = 4$, $b = 1,5$, $C = 0,8$.

La portata è definita come:

$$Q = KJpA$$

I coefficienti K e J sono caratteristici del bacino e nell'impossibilità di determinarne statisticamente il valore, sono stati definiti sulla base delle esperienze in situazioni analoghe.

$J = 1$ = coefficiente di ragguaglio date le modeste dimensioni del bacino

$K = 0,277 \phi \tau / \Gamma$ essendo:

$\phi = 0,387$ = coefficiente di afflusso ottenuto come media pesata sulla aree (con riferimento al bacino AS₀) dei coefficienti di afflusso $\phi = 0,9$ per aree urbanizzate e $\phi = 0,36$ per aree agricolo-forestali (vedi tabella 1).

Il valore $\phi = 0,36$ è stato ottenuto come media pesata sulle aree dei valori $\phi = 0,3$ per le aree boscate e $\phi = 0,4$ per le aree agricole ed a verde.

Area urbanizzata (kmq)	Area agr-for (kmq)	ϕ_{medio}
0,049	0,948	0,387

Tabella 1

$\Gamma = 13$ = rapporto fra durata della piena e tempo di corrivazione; tale valore è dovuto al fatto che le piogge hanno generalmente una durata variabile tra le 6 e le 8 ore.

$\tau = 20$ = rapporto fra portata di colmo e portata media; tale valore è dovuto alle piccole dimensioni del bacino ed al fatto che le piene sono a carattere torrentizio accentuato dalla brevità dell'asta.

Si ottiene pertanto $K = 0,1653$.

2.2. Bacino AS₀ - Rio della Grotta + Fosso Maresi

Il bacino imbrifero AS₀ fa riferimento alla sezione di chiusura S₀ del Rio della Grotta situata a valle del punto di immissione del Fosso Maresi alla situazione attuale (vedi allegato A). L'estensione di tale bacino è pari a 0,998 Km².

Il calcolo della portata influente risulta necessaria in questo caso, per verificare la compatibilità della sezione del fosso a valle dell'immissione. Tale verifica mantiene la

sua validità anche nel caso in cui si realizzi la deviazione del Rio in oggetto.

Altezza media bacino	$H_m = 103,50 \text{ m}$
Lunghezza della valle	$L = 1,605 \text{ Km}$
Tempo di corrivazione	$t_c = 0,79 \text{ ore}$
Altezza di pioggia per un tempo di ritorno di 200 anni	$p = 85,2 \text{ mm}$
Portata	$QS_0 = 14,00 \text{ mc/s.}$

2.3. Bacino AS₁ - Fosso Maresi

Il bacino imbrifero AS₁ è relativo alla sezione di chiusura S₁ del Fosso Maresi (fosso ricettore) situata a valle del punto di immissione della deviazione del Rio Grotta ipotizzata dal progetto (vedi allegato A). L'estensione di tale bacino è pari a 0,809 Km² e comprende anche l'area del bacino (AS₂) del Rio della Grotta riferita al nuovo tracciato.

Il calcolo della portata influente risulta necessaria in questo caso per verificare se le dimensioni attuali delle sezioni del fosso ricettore (Maresi) e sono in grado di smaltire le portate che qui vengono convogliate in seguito al nuovo afflusso di acqua proveniente dalla deviazione del Rio Grotta.

Altezza media bacino	$H_m = 112,11 \text{ m}$
Lunghezza della valle	$L = 1,645 \text{ Km}$
Tempo di corrivazione	$t_c = 0,72 \text{ ore}$
Altezza di pioggia per un tempo di ritorno di 200 anni	$p = 83,3 \text{ mm}$
Portata	$QS_1 = 11,10 \text{ mc/s.}$

2.4. Bacino AS₂ - Rio della Grotta con percorso del tratto finale modificato

Il bacino imbrifero AS₂ è relativo alla sezione di chiusura S₂ del nuovo corso del Rio della Grotta ed ha un'estensione pari a 0,515 Km² (vedi allegato A).

Altezza media bacino	$H_m = 122,7 \text{ m}$
Lunghezza della valle	$L = 1,325 \text{ Km}$
Tempo di corrivazione	$t_c = 0,55 \text{ ore}$
Altezza di pioggia per un tempo di ritorno di 200 anni	$p = 77,8 \text{ mm}$
Portata influente	$QS_2 = 6,60 \text{ mc/s.}$

2.5. Bacino AS₃ - Fosso Maresi attuale

Il bacino imbrifero AS₃ è relativo alla sezione di chiusura S₃, del Fosso Maresi, situata a valle del punto di immissione della deviazione del Rio Grotta allo stato attuale (vedi allegato A). La sezione S₃ coincide in pratica con la sezione S₁, ma il bacino AS₃ in questo caso non comprende la porzione di bacino relativa al Rio della Grotta.

Il bacino AS₃ ha una estensione pari a 0,296 Km².

Il calcolo della portata influente in questo caso risulta necessario per verificare se attualmente le dimensioni del fosso Maresi nel tratto a monte dell'ingresso del Rio della Grotta sono sufficienti a garantire il regolare deflusso di tale portata.

Altezza media bacino	$H_m = 58,33 \text{ m}$
Lunghezza della valle	$L = 1,005 \text{ Km}$
Tempo di corrivazione	$t_c = 0,61 \text{ ore}$
Altezza di pioggia per un tempo di ritorno di 200 anni	$p = 79,9 \text{ mm}$
Portata	$QS_3 = 3,89 \text{ mc/s.}$

2.6. Bacino AS₄ - Rio della Grotta percorso residuo a seguito della deviazione

Il bacino imbrifero AS₄ è relativo alla sezione di chiusura S₄ del corso del Rio della Grotta che rimane a seguito della deviazione ed ha un'estensione pari a 0,193 Km² (vedi allegato A).

Altezza media bacino	$H_m = 66,55$ m
Lunghezza della valle	$L = 0,43$ Km
Tempo di corrvazione	$t_c = 0,37$ ore
Altezza di pioggia per un tempo di ritorno di 200 anni	$p = 70,5$ mm
Portata influente	$QS_2 = 2,21$ mc/s.

	Tempo di corrvazione (h)	Portate (mc/s)	Riferimento tavola
Bacino AS ₀	0,79	14,00	Allegato A - Bac. AS ₀
Bacino AS ₁	0,72	11,10	Allegato A - Bac. AS ₁
Bacino AS ₂	0,55	6,60	Allegato A - Bac. AS ₂
Bacino AS ₃	0,61	3,89	Allegato A - Bac. AS ₃
Bacino AS ₄	0,37	2,21	Allegato A - Bac. AS ₄

Tabella 2

3. Verifica delle sezioni defluenti

Sulla base dei valori delle portate valutate nel capitolo 2 e del rilievo topografico, lo studio idraulico ha consentito di:

1- individuare quei tratti di Fosso Maresi insufficienti a smaltire le portate che qui vengono convogliate nella situazione attuale e in seguito alla realizzazione della deviazione del Rio della Grotta

2- dimensionare gli interventi di adeguamento delle sezioni del Fosso Maresi necessari per garantire il passaggio del picco di piena con un franco pari almeno al 20% della distanza tra sponda e fondo alveo come stabilito dalla norma

3- dimensionare tutte le sezioni del tratto di deviazione del Rio della Grotta che nel suo nuovo corso va ad immettersi nel Fosso Maresi con una canalizzazione a cielo aperto immediatamente a valle del piazzale sterrato adibito a parcheggio.

Quanto detto è stato svolto facendo riferimento ai bacini AS₁, AS₂, AS₃, descritti nel capitolo 1.

Le verifiche idrauliche, i cui risultati sono tutti riportati nelle tabelle dell'allegato B, sono stati svolti considerando lo schema di moto uniforme facendo riferimento all'equazione di Manning

$$U = \frac{R^{2/3} \cdot i_v^{1/2}}{n}$$

dove:

U = velocità della corrente

R = raggio idraulico

i_r = pendenza del fondo

n = indice di scabrezza di Manning.

3.1. Bacino AS₃ - Fosso Maresi-stato attuale (da sez. 48-48 a sez. 0-0)

Si analizzano le sezioni del fosso Maresi per verificarne la compatibilità in relazione all'attuale afflusso di acqua (QS₃ fino alla sezione 6, QS₀ dalla sezione 5 alla sezione 0). Tutte le relative tabelle di calcolo sono riportate nell'allegato B.1.

I tratti che allo stato attuale non necessitano di modifiche o interventi di ripulitura dell'alveo per smaltire tali portate non vengono riportati nell'elenco che segue.

3.1.1. Tratto presso sezione 48-48

Il tratto in corrispondenza della sezione 48-48 risulta incompatibile per la attuale portata affluente, pertanto si rende necessario un'allargamento del fondo alveo di 80 cm.

3.1.2. Tratto presso sezione 43-43

Il tratto in corrispondenza della sezione 43-43 risulta decisamente insufficiente per la attuale portata affluente, pertanto si rende necessario aumentare la pendenza della livelletta scavando il fondo e abbassandolo di 30 cm. La sezione viene riprofilata con le dimensioni attuali.

3.1.3. Tratto presso sezione 40-40

Il tratto in corrispondenza della sezione 40-40 risulta incompatibile per la attuale portata affluente, pertanto si rende necessario una modifica della geometria dell'alveo.

3.1.4. Tratto da sezione 37-37 a 36-36

Il tratto compreso tra le sezioni 37-37 e 36-36 risulta insufficiente per la attuale portata affluente, pertanto si rende necessario allargare il fondo dell'alveo portandolo a 1,20 m. L'allargamento può essere effettuato in sponda destra dell'alveo.

3.1.5. Tratto da sezione 34-34 a 33-33

Il tratto compreso tra le sezioni 34-34 e 33-33 risulta incompatibile per la attuale portata affluente, pertanto si rende necessario aumentare la pendenza dell'alveo, portandola al 2,4%. Le dimensioni della sezione restano identiche.

3.1.6. Tratto da sezione 18-18 a 13-13

Il tratto compreso tra le sezioni 18-18 e 13-13, presentava, in origine, caratteristiche geometriche simili a quelle dell'alveo subito a monte di questo. Attualmente, in seguito ad un'opera di tombamento, l'alveo è stato realizzato con scatolari rettangolari in calcestruzzo di dimensioni (in cm) 60x60 e 70x70, e con un tubo, sempre in calcestruzzo, di 80 cm di diametro. L'intero tratto risulta insufficiente per convogliare l'attuale portata affluente. La modifica necessaria per garantire il regolare deflusso delle acque prevede di utilizzare un tubo in calcestruzzo del diametro di 100 cm.

3.1.7. Tratto da sezione 4-4 a 3-3

Il tratto compreso tra le sezioni 4-4 e 3-3 risulta incompatibile per la attuale portata affluente (QS₀), a causa della scarsa pendenza della livelletta. Per garantire il regolare deflusso delle acque, mantenendo un tubo del diametro di 100 cm, è necessario aumentare la pendenza dell'alveo, portandola almeno al 2%.

Il tratto compreso tra le sezioni 3-3 e 2-2 risulta insufficiente per consentire il passaggio dalla portata QS₀, pertanto risulta necessario un allargamento del fondo della

sezione di 0,4 m nonché un aumento della pendenza del fondo alveo che passa dallo 0,5% ad un valore medio del 3%.

3.1.7. Tratto presso sezione 1-1

Il tratto in corrispondenza della sezione 1-1 risulta incompatibile per la attuale portata affluente, per renderlo in grado di smaltire la portata QS_0 è sufficiente la sola ripulitura dell'alveo.

Conclusioni

Lo studio ha rivelato, allo stato attuale considerando un evento con un tempo di ritorno di 200 anni, la necessità dei seguenti interventi:

- Tratto presso sez. 48-48: allargamento della sezione
- Tratto presso sez. 43-43: riprofilatura del fondo
- Tratto presso sez. 40-40: riprofilatura del fondo e allargamento della sezione
- Tratto da sez. 37-37 a 36-36: allargamento della sezione
- Tratto da sez. 18-18 a 13-13: demolizione del tombamento non autorizzato esistente e sostituzione con nuova tubazione
- Tratto da sez. 4-4 a 3-3: riprofilatura del fondo
- Tratto da sez. 3-3 a 2-2: riprofilatura del fondo e allargamento della sezione
- Tratto presso sez. 1-1: ripulitura dell'alveo.

3.2. Bacino AS₁ - Fosso Maresi-stato di progetto (da sez. 48-48 a sez. 0-0)

L'immissione nel Fosso Maresi della deviazione del Rio della Grotta, comporta un aumento della portata affluente, che passa dall'attuale $QS_3 = 3,89$ mc/s, alla nuova $QS_1 = 11,10$ mc/s (tutte le relative tabelle di calcolo sono riportate nell'allegato B.2).

Il collegamento tra i due corsi d'acqua si effettua mediante un tratto di raccordo, ad alvei paralleli, della lunghezza di circa 12 m.

3.2.1. Tratto da sezione 48-48 a 47-47

Il tratto di Fosso Maresi individuato dalle sezioni 48-48 e 47-47, come già detto precedentemente, necessita di una risagomatura dell'alveo per renderlo in grado di smaltire l'attuale portata QS_3 . La risagomatura comporta un allargamento del fondo che passa dagli attuali 1,40 m a 2,20 m. L'allargamento avviene in sponda destra in quanto la sinistra segna la linea di confine di proprietà e quindi non può essere modificata.

3.2.2. Tratto da sezione 47-47 a 45-45

Il tratto compreso tra le sezioni 47-47 e 45-45, in corrispondenza dell'immissione nel Rio della Grotta, a seguito di un'opera di pulitura e manutenzione dell'alveo tale da comportare un abbassamento della scabrezza, risulta compatibile con la nuova portata affluente (QS_1).

3.2.3. Tratto da sezione 45-45 a 36-36

Il tratto compreso tra le sezioni 45-45 e 36-36 risulta insufficiente per la nuova portata affluente, pertanto si rende necessaria una modifica della geometria dell'alveo e delle pendenze della livelletta di fondo. La nuova sezione è trapezoidale con base del fondo 2,20 m, altezza 1,00 m e scarpa delle sponde 1:1. Le pendenze di progetto in questo tratto del fosso sono le seguenti:

- 5,8% tra le sezioni 45-45 e 43-43;
- 10,4% tra le sezioni 43-43 e 40-40;
- 5,7% tra le sezioni 40-40 e 36-36.

3.2.4. Tratto da sezione 36-36 a 34-34

Il tratto compreso tra le sezioni 36-36 e 34-34 risulta incompatibile per la nuova portata affluente, pertanto anche qui si rende necessaria una modifica della geometria dell'alveo e della pendenza della livelletta di fondo. La nuova sezione è trapezoidale, identica a quella precedente: base del fondo 2,20 m, altezza 1,25 m e scarpa delle sponde 1:1. La pendenza di questo tratto del fosso è del 2,3%.

3.2.5. Tratto da sezione 34-34 a 33-33

Il tratto compreso tra le sezioni 34-34 e 33-33 risulta incompatibile per la nuova portata affluente. Per evitare un ulteriore allargamento del fondo alveo e conseguentemente un brusco restringimento immediatamente a monte della sezione di progetto 33-33 è stato scelto di collocare nel tratto uno scatolare in cemento armato gettato in opera a sezione trapezoidale con una larghezza del fondo pari a 1,30 m, in testa 1,65 m e un'altezza di 1,45 m (vedi relazione particolari costruttivi punto 1). La pendenza di questo tratto del fosso è del 2,3%.

3.2.6. Tratto da sezione 33-33 a 31-31

Il tratto compreso tra le sezioni 33-33 e 31-31 presenta attualmente un tubo in calcestruzzo di 100 cm di diametro, il quale risulta insufficiente per convogliare la nuova portata affluente, pertanto si rende necessario sostituirlo con uno scatolare in cemento armato gettato in opera a sezione trapezoidale con una larghezza del fondo pari a 1,30 m, in testa 1,65 m e un'altezza di 1,45 m come nel tratto di monte. La pendenza di progetto per questo tratto del fosso è del 2,3%. Qui è inoltre necessaria la posa in opera di una copertura dello scatolare: la scelta progettuale è quella di adottare un solaio a lastra (per i calcoli di dimensionamento vedi relazione particolari costruttivi punto 2).

3.2.7. Tratto da sezione 31-31 a 28-28

Il tratto compreso tra le sezioni 31-31 e 28-28 presenta attualmente un alveo coperto di forma trapezoidale. Tale sezione risulta insufficiente per convogliare la nuova portata affluente, pertanto si rende necessario effettuare un rialzamento della parte superiore della sezione con conseguente rifacimento della copertura. L'altezza della sezione passa da 1,06 m a 1,45 m. La pendenza di questo tratto del fosso è del 2,3%. Come per il tratto più a monte, tale intervento richiede la posa in opera di una nuova copertura da ancorare a dei cordoli di cemento armato che poggiano sul muro in pietra esistente. Per le caratteristiche ed il dimensionamento della copertura si rimanda al punto 2 della relazione dei particolari costruttivi.

3.2.8. Tratto da sezione 28-28 a 26-26

Il tratto compreso tra le sezioni 28-28 e 26-26 presenta attualmente un alveo scatolare chiuso con volta di mattoni. Tale sezione risulta compatibile con la nuova portata affluente.

3.2.9. Tratto da sezione 26-26 a 18-18

Il tratto compreso tra le sezioni 26-26 e 18-18 è costituito da un fossa a cielo aperto con argini in muratura di pietrame. Tale tratto del Fosso Maresi risulta per gran parte sufficiente a smaltire la nuova portata affluente; nei brevi tratti in cui il franco non viene garantito per la scarsa altezza della sponda di destra, si prevede che questa venga rialzata con muretti di dimensioni adeguate.

3.2.10. Tratto da sezione 18-18 a 13-13

Il tratto compreso tra le sezioni 18-18 e 13-13, non essendo in grado di smaltire la portata QS_3 , a maggior ragione risulta insufficiente per convogliare la nuova portata affluente QS_1 . Le modifiche che si rendono dunque necessarie per garantire il deflusso della nuova portata nel tratto in questione sono state suddivise in due diverse tipologie di intervento:

- per il tratto fra la sezione 18-18 e la sezione 15-15 (fino al termine dell'edificio, costruito lungo la sponda destra), si prevede di ripristinare l'alveo originario, realizzandone allo stesso tempo una nuova copertura con intradosso a quota +1,85 m rispetto all'attuale fondo alveo
- per il tratto fra la sezione 15-15 e la sezione 13-13 si prevede di utilizzare uno scatolare in calcestruzzo di dimensioni (in cm) 180x100. Il ricorso a questa soluzione progettuale, ossia alla scelta di uno scatolare con altezza non superiore ad 1 m, è dovuto alla necessità di evitare rialzamenti del lastricato sovrastante.

Le caratteristiche e dimensioni della nuova copertura progettata per il tratto tra la sezione 18-18 e la sezione 15-15 sono riportate al punto C della relazione dei particolari costruttivi.

3.2.11. Tratto da sezione 13-13 a 6-6

Il tratto compreso tra le sezioni 13-13 e 6-6 presenta attualmente un alveo scatolare chiuso. L'indagine conoscitiva su tale tratto del fossa Maresi non è dettagliata e richiederebbe la realizzazione di saggi, per la conferma della posizione e della geometria dell'alveo. La sezione, così riportata, risulta incompatibile con la nuova portata affluente, pertanto si rende necessario aumentarne l'altezza, che passa dagli attuali 0,90 m a 1,35 m. E' necessario quindi progettare una nuova copertura le cui caratteristiche e dimensioni sono riportate al punto 4 della relazione di particolari costruttivi.

3.2.12. Tratto da sezione 6-6 a 5-5

Il tratto compreso tra le sezioni 6-6 e 5-5 è quello corrispondente alla camera d'ispezione, nella quale confluisce il tracciato originale del Rio della Grotta.

A valle di questa sezione dunque la verifica del Fosso Maresi viene effettuata facendo riferimento alla portata affluente $QS_0 = 14 \text{ mc/s}$.

Il fondo della camera d'ispezione ha una pendenza prossima allo 0%. A monte della sezione 6 il tracciato ha una pendenza del 3,4%, pertanto per il tratto compreso fra le sezioni 6-6 e 5-5 si considera una pendenza del 1,5%. Con tale assunzione la verifica mostra che la camera d'ispezione risulta compatibile con la nuova portata affluente, pertanto non si rende necessario effettuare delle modifiche.

3.2.13. Tratto da sezione 5-5 a 3-3

Il tratto compreso tra la camera d'ispezione e la sezione 3-3 presenta attualmente un

tubo in calcestruzzo di 100 cm di diametro, il quale risulta insufficiente per convogliare la nuova portata affluente, pertanto si rende necessario la sostituzione di tale tubo con uno scatolare rettangolare delle dimensioni (in cm) 200x150. Questo nuovo scatolare viene posto in opera con una pendenza dell'1,2%.

3.2.14. Tratto da sezione 3-3 a 1-1

Il tratto compreso tra le sezioni 3-3 e 1-1 necessita di un allargamento e di una riprofilatura del fondo alveo: nel tratto a monte della sezione 2-2 la pendenza viene portata al 4,6%, nel tratto a valle al 4,9%.

3.2.15. Tratto da sezione 1-1 a 0-0

Conseguentemente all'aumento di pendenza nel tratto a monte, il tratto tra la sezione 1-1 e la sezione nella quale terminano gli interventi (sez. 0-0) subisce una diminuzione di pendenza (si arriva al 3,7%); tale riduzione di pendenza risulta comunque compatibile con la portata affluente $C = 14 \text{ mc/s}$.

La verifica idraulica è stata fatta anche per un tratto a valle della sezione 0-0 lungo 100 m; i risultati ottenuti confermano la compatibilità con la portata affluente Q_{S_0} e dunque con gli interventi previsti nel progetto.

Conclusioni

Lo studio ha rivelato, allo stato di progetto considerando un evento con un tempo di ritorno di 200 anni, la necessità dei seguenti interventi (la sottolineatura indica tutti quei tratti che totalmente, od in parte, necessitano di modifiche anche allo stato attuale):

- Tratto presso sez. 48-48: allargamento della sezione
- Tratto da sez. 47-47 a 45-45: ripulitura dell'alveo
- Tratto da sez. 45-45 a 34-34: riprofilatura del fondo e allargamento della sezione
- Tratto da sez. 34-34 a 33-33: costruzione di uno scatolare aperto in c.a.
- Tratto da sez. 33-33 a 31-31: costruzione di uno scatolare chiuso in c.a.
- Tratto da sez. 18-18 a 15-15: demolizione dell'esistente copertura non autorizzata di fosso demaniale e rifacimento di una nuova copertura

3.3.1. Tratto da sezione 104-104 a 93-93

Le sezioni in tale tratto sono del "Tipo 1" con alveo a cielo aperto in terra e pendenza del fondo del 2,9% (vedi figura 1). Tali sezioni permettono lo smaltimento di una portata di deflusso di 6,65 mc/s, con una altezza di moto uniforme di 0,88 m. L'altezza totale della sezione, pari a 1,50 m, permette quindi di smaltire la portata influente calcolata per il bacino AS₂ (QS₂ = 6,60 mc/s), e di mantenere un franco di 62 cm, superiore al valore minimo del 20% dell'altezza, stabilito dalla norma. Per tale tratto è stata assunto un coefficiente di scabrezza secondo Manning di 0,03 m^{-1/3} s.

3.3.2. Tratto da sezione 93-93 a 66-66

Le sezioni in tale tratto sono del "Tipo 1" (vedi figura 1) con alveo a cielo aperto in terra e pendenza del fondo del 2%. Tali sezioni permettono lo smaltimento di una portata di deflusso di 6,67 mc/s, con una altezza di moto uniforme di 0,98 m. L'altezza totale della sezione, pari a 1,50 m, permette quindi di smaltire la portata influente calcolata per il bacino AS₂ (QS₂ = 6,60 mc/s), e di mantenere un franco di 52 cm, superiore al valore minimo del 20% dell'altezza, stabilito dalla norma. Per tale tratto è stata assunto un coefficiente di scabrezza secondo Manning di 0,03 m^{-1/3} s.

Lungo il tratto sono presenti 7 salti di fondo di altezza 0,70 m (vedi allegato C).

3.3.3. Tratto da sezione 66-66 a 65-65

Il tratto compreso è interessato da un sovrappasso pedonale della larghezza di 6 m.

La sezione in tale tratto è del "Tipo 2" (vedi figura 2) con alveo rettangolare a cielo aperto in calcestruzzo prefabbricato, di dimensioni 160x100 cmxcm (tipo LP PREFABBRICATI) e pendenza del fondo del 2% (vedi figura 2). Tale sezione permette lo smaltimento di una portata di deflusso di 6,75 mc/s, con una altezza di moto uniforme di 0,65 m. L'altezza totale della sezione, pari a 1,00 m, permette quindi di smaltire la portata influente calcolata per il bacino AS₂ (QS₂ = 6,60 mc/s), e di mantenere un franco di 35 cm, superiore al valore minimo del 20% dell'altezza, stabilito dalla norma. Per tale tratto è stata assunto un coefficiente di scabrezza secondo Manning di 0,011 m^{-1/3} s.

3.3.4. Tratto da sezione 65-65 a 60-60

Tale tratto del Rio della Grotta è l'ultimo caratterizzato da un alveo in terra e precede la parte finale corso d'acqua, costituita da alveo in elementi di calcestruzzo prefabbricati. Le sezioni in tale tratto sono pertanto del "Tipo 1" e pendenza del fondo del 2% (vedi figura 1). Tali sezioni permettono lo smaltimento di una portata di deflusso di 6,67 mc/s, con una altezza di moto uniforme di 0,98 m. L'altezza totale della sezione, pari a 1,50 m, permette quindi di smaltire la portata influente calcolata per il bacino AS₂ (QS₂ = 6,60 mc/s), e di mantenere un franco di 52 cm, superiore al valore minimo del 20% dell'altezza, stabilito dalla norma. Per tale tratto è stata assunto un coefficiente di scabrezza secondo Manning di 0,03 m^{-1/3} s.

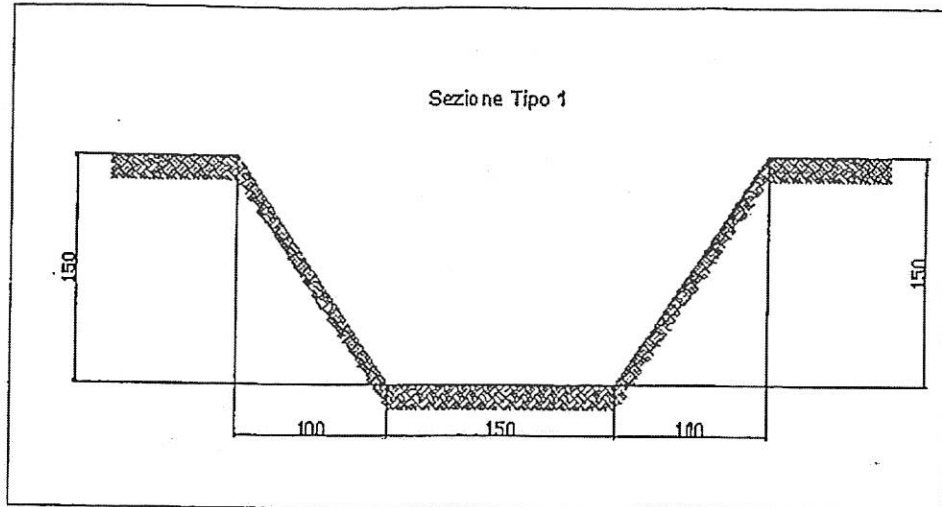


Figura 1

3.3.5. Tratto da sezione 60-60 a 57-57

Le sezioni in tale tratto sono del "Tipo 2" con alveo rettangolare a cielo aperto in calcestruzzo prefabbricato, di dimensioni 160x100 cmxcm (tipo LP PREFABBRICATI) e pendenza del fondo del 1.6% (vedi figura 2). Tali sezioni permettono lo smaltimento di una portata di deflusso di 6,75 mc/s, con una altezza di moto uniforme di 0,70 m. L'altezza totale della sezione, pari a 1,00 m, permette quindi di smaltire la portata influente calcolata per il bacino AS₂ (QS₂ = 6,60 mc/s), e di mantenere un franco di 30 cm, superiore al valore minimo del 20% dell'altezza, stabilito dalla norma. Per tale tratto è stata assunto un coefficiente di scabrezza secondo Manning di 0,011 m^{-1/3} s.

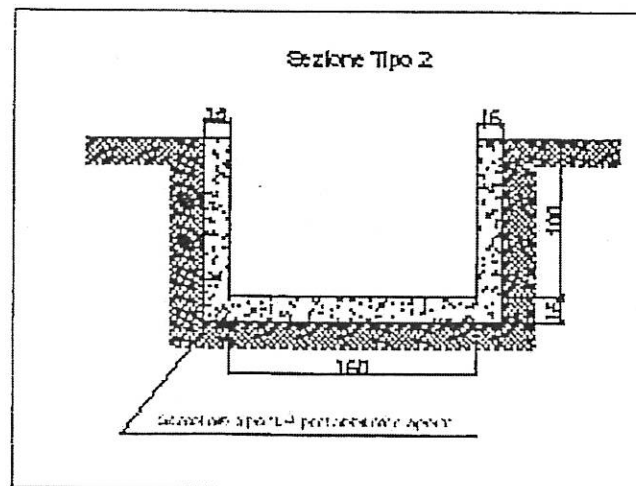


Figura 2

3.3.6. Tratto da sezione 57-57 a 55-55

Si tratta del tratto del Rio della Grotta che sottopassa Via delle Piastrelle e presenta un alveo del "Tipo 3" (vedi figura 3), costituito da uno scatolare in calcestruzzo prefabbricato di dimensioni 160x100 cmxcm (tipo LP PREFABBRICATI), con una pendenza del fondo del 1,5%.

La quota di posa dello scatolare, sotto Via delle Piastrelle, è di -2,10 m dal piano stradale, in considerazione della presenza della condotta di distribuzione del Gas

Metano, posta ad una quota di -0,70 m dallo stesso piano stradale.
 Le sezioni dello scatolare, come le precedenti a cielo aperto, permettono lo smaltimento di una portata di deflusso di 6,72 mc/s, con una altezza di moto uniforme di 0,72 m. L'altezza totale della sezione, pari a 1,00 m, permette quindi di smaltire la portata influente calcolata per il bacino AS₂ (QS₂ = 6,60 mc/s), e di mantenere un franco di 28 cm, superiore al valore minimo del 20% dell'altezza, stabilito dalla norma. Per tale tratto è stata assunto un coefficiente di scabrezza secondo Manning di 0,011 m^{-1/3} s.

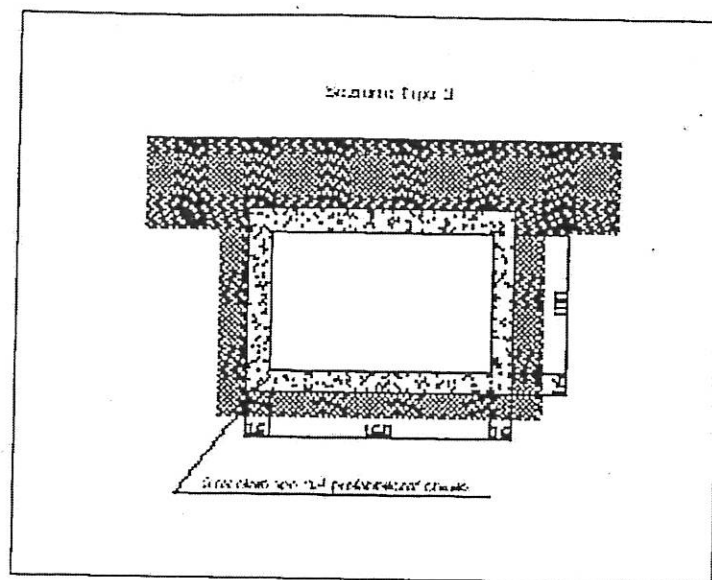


Figura 3

3.3.7. Tratto da sezione 55-55 a 52-52

Le sezioni in tale tratto sono del "Tipo 4" (vedi figura 4) con alveo rettangolare a cielo aperto in calcestruzzo prefabbricato (tipo EUROAMBIENTE Mod. 180/135), di dimensioni 135/180x125 cmxcm e pendenza del fondo del 1,6%. Tali sezioni permettono lo smaltimento di una portata di deflusso di 6,67 mc/s, con una altezza di moto uniforme di 0,74 m. L'altezza totale della sezione, pari a 1,25 m, permette quindi di smaltire la portata influente calcolata per il bacino AS₂ (QS₂ = 6,60 mc/s), e di mantenere un franco di 51 cm, superiore al valore minimo del 20% dell'altezza, stabilito dalla norma. Per tale tratto è stata assunto un coefficiente di scabrezza secondo Manning di 0,011 m^{-1/3} s.

3.3.8. Tratto da sezione 52-52 a 50-50

Le sezioni in tale tratto sono del "Tipo 4" (vedi figura 4) con alveo rettangolare a cielo aperto in calcestruzzo prefabbricato (tipo EUROAMBIENTE Mod. 180/135), di dimensioni 135/180x125 cmxcm e pendenza del fondo del 4%. Tali sezioni permettono lo smaltimento di una portata di deflusso di 6,82 mc/s, con una altezza di moto uniforme di 0,55 m. L'altezza totale della sezione, pari a 1,25 m, permette quindi di smaltire la portata influente calcolata per il bacino AS₂ (QS₂ = 6,60 mc/s), e di mantenere un franco di 70 cm, superiore al valore minimo del 20% dell'altezza, stabilito dalla norma. Per tale tratto è stata assunto un coefficiente di scabrezza secondo Manning di 0,011 m^{-1/3} s.

3.3.9. Tratto da sezione 50-50 fino ad 1.20 m a valle della 49-49

Le sezioni in tale tratto sono del "Tipo 4" (vedi figura 4) con alveo rettangolare a cielo aperto in calcestruzzo prefabbricato (tipo EUROAMBIENTE Mod. 180/135), di dimensioni 135/180x125 cmxcm e pendenza del fondo del 3,3%. Tali sezioni permettono lo smaltimento di una portata di deflusso di 6,70 mc/s, con una altezza di moto uniforme di 0,58 m. L'altezza totale della sezione, pari a 1,25 m, permette quindi di smaltire la portata influente calcolata per il bacino AS₂ (QS₂ = 6,60 mc/s), e di mantenere un franco di 67 cm, superiore al valore minimo del 20% dell'altezza, stabilito dalla norma. Per tale tratto è stata assunto un coefficiente di scabrezza secondo Manning di 0,011 m^{-1/3} s.

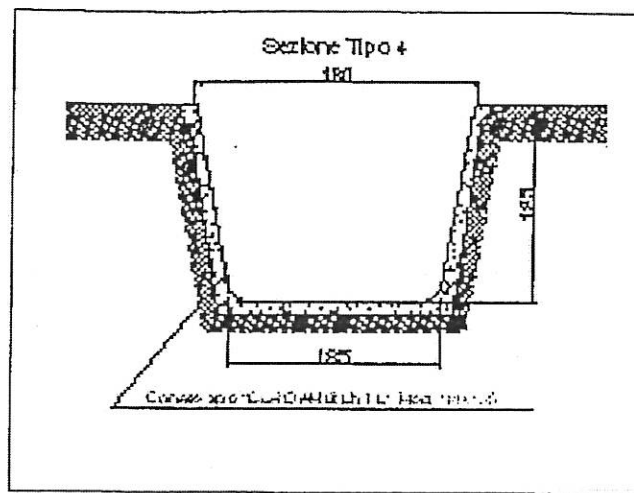


Figura 4

3.3.10. Tratto da 1.20 m a valle della sezione 49-49 a 47-47

La sezione del Rio della Grotta in questo tratto è rettangolare a cielo aperto in cemento armato gettato in opera di dimensioni 135x125 cmxcm e spessore di 25 cm. Assumendo un coefficiente di scabrezza secondo Manning pari a 0,011 m^{-1/3} s, con pendenza del fondo del 3,3%, tale sezione permette lo smaltimento di una portata di deflusso di 6,65 mc/s con una altezza di moto uniforme di 0,63 m con un franco quindi del 50%.

In questo tratto è stato necessario modificare nuovamente la sezione per ragioni costruttive. Lo scatolare adottato precedentemente non essendo incassato nel terreno come a monte e dovendo sostenere dal lato destro un rilevato in terra dell'altezza di 3,08 m risultava di dimensioni insufficienti. È stato quindi necessario ricorrere ad una struttura scatolare aperta in cemento armato di dimensioni tali da garantire il sostegno del suddetto rilevato presente sul lato destro (vedi il punto 5 della relazione dei particolari costruttivi).

3.3.11. Tratto da sezione 47-47 a 45-45

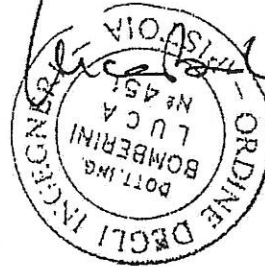
Nel tratto in corrispondenza dell'immissione del fosso Maresi, è stata data continuità all'opera in cemento armato progettata per il tratto di monte lungo il lato destro per sostenere il rilevato in terra mentre lungo il lato sinistro, per far confluire le acque del Rio Grotta con quelle del Maresi appunto, non è più presente il muro di sponda. Per le verifiche di stabilità ed il dimensionamento della struttura si rimanda al punto 6 della relazione dei particolari costruttivi.

La deviazione del percorso del Rio della Grotta fa sì che nella parte di tracciato che rimane in essere a seguito della deviazione vengano convogliate le acque raccolte dal bacino AS₄ e quelle provenienti dallo scarico della piscina all'interno dello stabilimento termale pari a 30 l/s, dunque pressochè ininfluenti rispetto a quella della massima piena.

Lungo tutto questo tratto la sezione evidentemente più critica è quella in corrispondenza della confluenza con il Fosso Maresi dove è presente un tubo del diametro di 80 cm con pendenza del 3,1%. La verifica svolta ha mostrato che la sezione è compatibile con la portata affluente QS₄ pari a 2,21 mc/s.

Pistoia, 26/07/2002

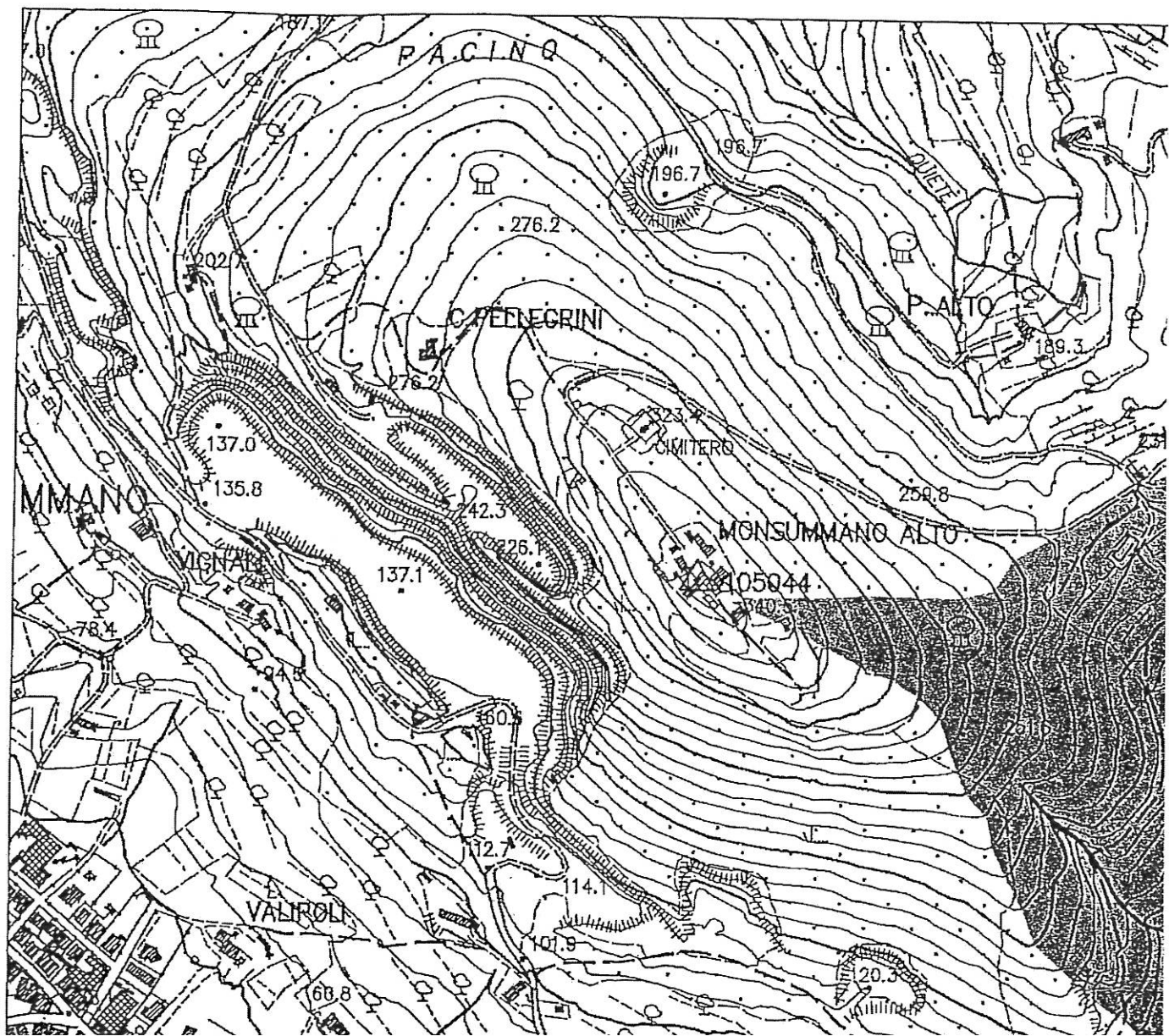
Ing. Luca Bomberini

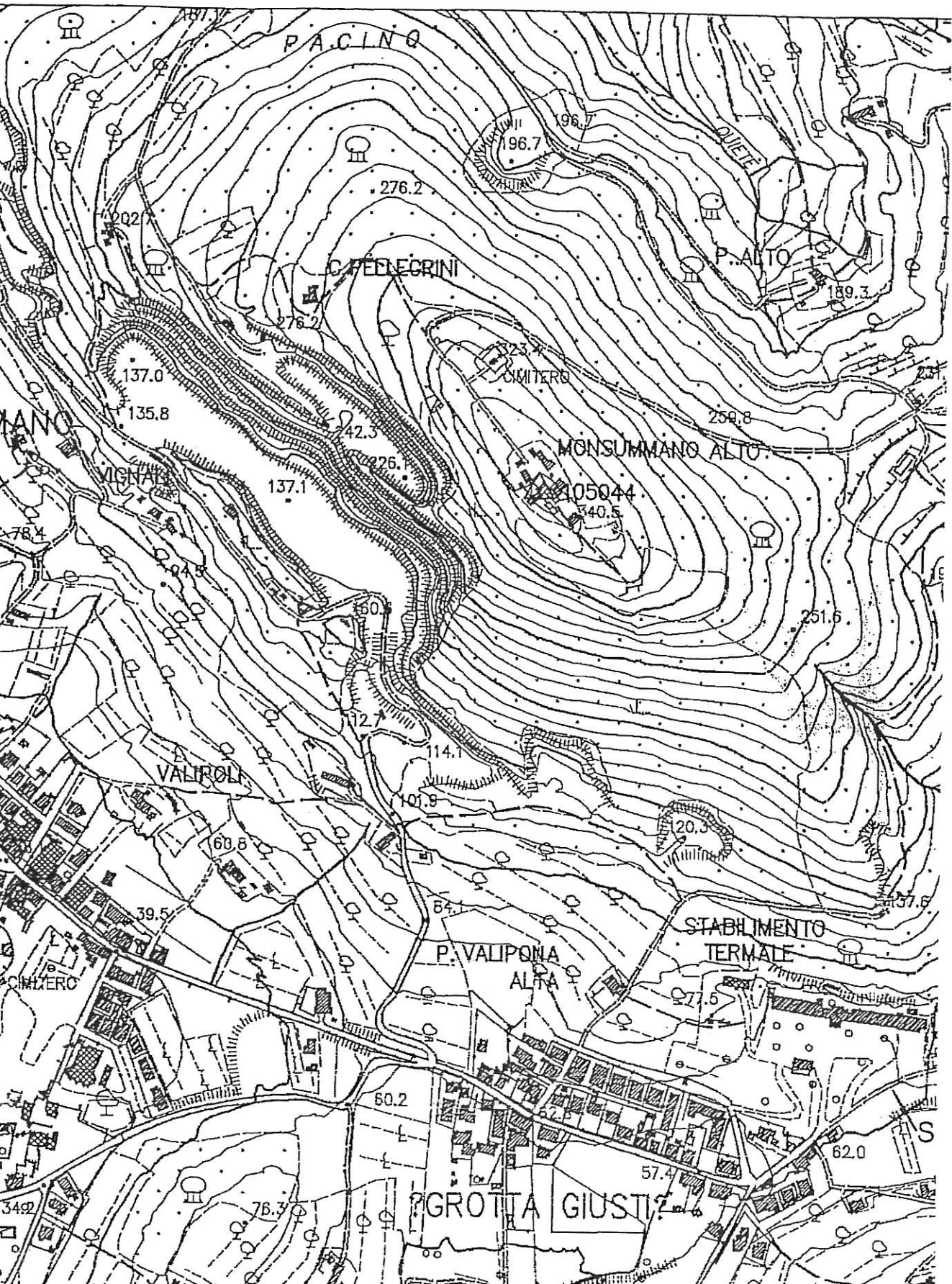


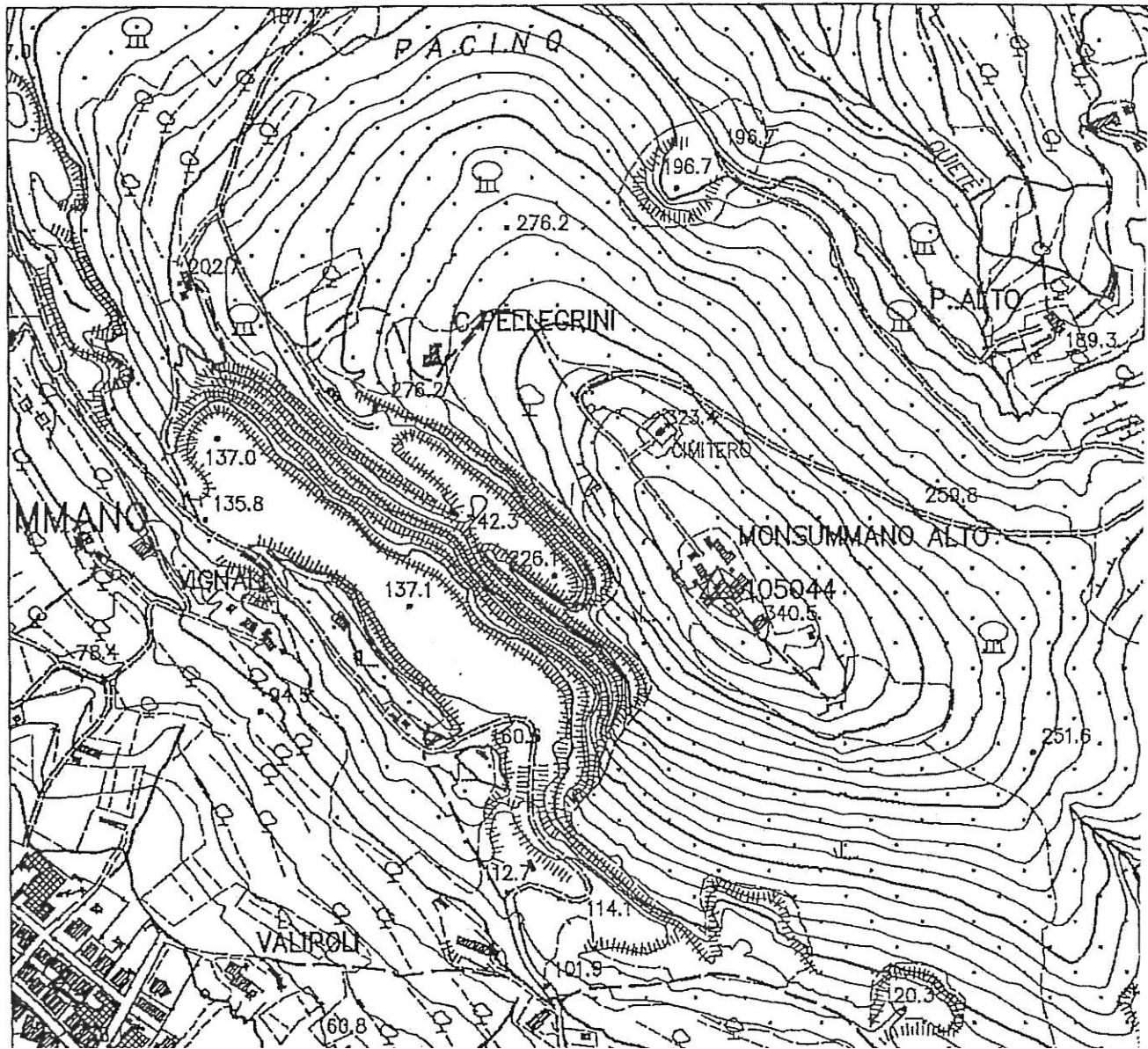
ALLEGATO A – BACINI IDROGRAFICI

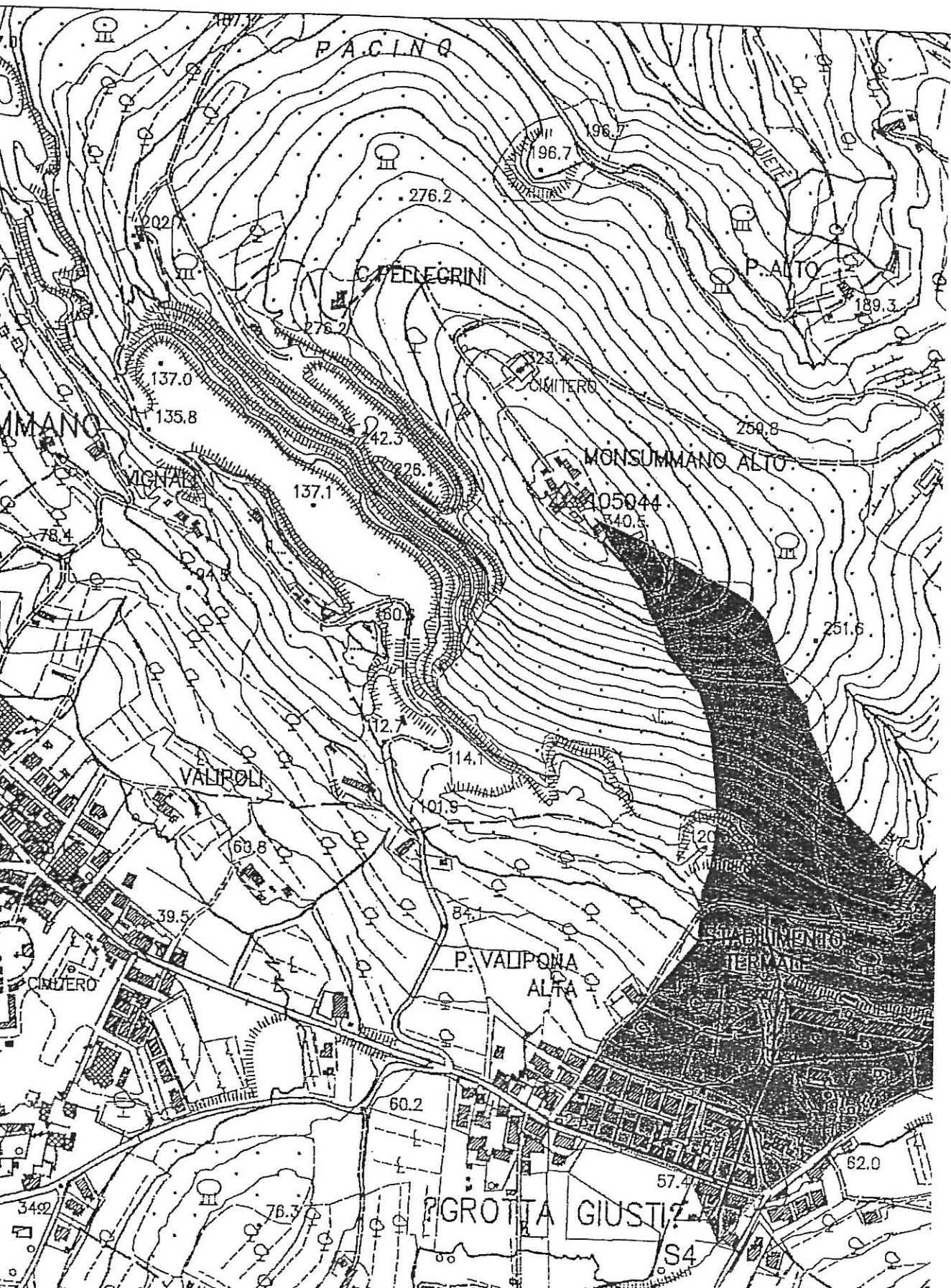
ALLEGATO B – TABELLE CALCOLI IDRAULICI











forme - Fosso Maresi stato attuale

1,3
1,05
0,71
1,14
1,25
0
0,20
0,78
2,48
0,31
0,13
5,02
3,90
45

Soz.22	
H sez (m)	1,3
b (m)	1,05
Y (m)	0,82
B(m)	1,14
Pend sponda sx	1,12
Pend sponda dx	0,13
If	0
Area bag (m)	0,047
Perim bag (m)	0,56
Ragglo ldr (m)	2,10
n Manning	0,27
U (m/s)	0,013
Q (mc/s)	6,94
Franco	60

Soz.21	
H sez (m)	1,6
b (m)	0,95
Y (m)	0,68
B(m)	1,07
Pend sponda sx	0,18
Pend sponda dx	0
If	0,028
Area bag (m)	0,69
Perim bag (m)	2,33
Ragglo ldr (m)	0,29
n Manning	0,013
U (m/s)	5,70
Q (mc/s)	3,92
Franco	58

1,8
1,75
0,88
0,88
1,15
0
0,28
0,72
53
28
13
56
92
51

Soz.18	
H sez (m)	1,8
b (m)	0,8
Y (m)	0,76
B(m)	1,04
Pend sponda sx	0,318
Pend sponda dx	0
If	0,028
Area bag (m)	0,70
Perim bag (m)	2,40
Ragglo ldr (m)	0,29
n Manning	0,013
U (m/s)	5,67
Q (mc/s)	3,97
Franco	58

Tratto sez.18-17 - scatt. 00x60	
H min (m)	0,6
b (m)	0,6
Y (m)	0,6
B(m)	0,60
Pend sponde	0,000
If	0,027
Area bag (m)	0,36
Perim bag (m)	1,80
Ragglo ldr (m)	0,20
n Manning	0,011
U (m/s)	5,11
Q (mc/s)	3,04
Franco	0

39
4
4
1
8
0

Tratto sez.15-14 - tubo	
Q (mc/s)	3,89
r (m)	0,4
If	0,036
n Manning	0,011
Y (m)	0,8
U (m/s)	0,8
Q max (mc/s)	3,18

Soz.13 - tubo	
Q (mc/s)	3,09
r (m)	0,4
If	0,029
n Manning	0,011
Y (m)	0,8
U (m/s)	0,8
Q max (mc/s)	2,06

Allegato B.1 - Verifiche idrauliche con schema di moto uniforme - Fosso Maresi stato attuale

Sezioni che non necessitano di interventi

Tratto sez 12-7	
H min (m)	0.9
b (m)	1.4
Y (m)	0.48
B(m)	1.40
Pend sponde	0
if	0.032
Area bag (m)	0.67
Perim bag (m)	2.36
Raggio idr (m)	0.20
n Manning	0.013
U (m/s)	5.92
Q (mc/s)	3.98
Franco	47

Tratto sez 6-5	
H min (m)	1.35
b (m)	3
Y (m)	0.6
B(m)	3.00
Pend sponde	0
if	0.034
Area bag (m)	1.80
Perim bag (m)	4.20
Raggio idr (m)	0.43
n Manning	0.013
U (m/s)	8.08
Q (mc/s)	4.51
Franco	56

Sez 2	
H sez (m)	0.7
b (m)	1.4
Y (m)	0.7
B(m)	2.64
Pend sponda sx	1.21
Pend sponda dx	0.56
if	0.005
Area bag (m)	1.42
Perim bag (m)	3.60
Raggio idr (m)	0.39
n Manning	0.03
U (m/s)	1.42
Q (mc/s)	2.01
Franco	0

Sez 1	
H sez (m)	1
b (m)	2
Y (m)	1
B(m)	3.00
Pend sponda sx	1.00
Pend sponda dx	0.00
if	0.063
Area bag (m)	2.50
Perim bag (m)	4.03
Raggio idr (m)	0.52
n Manning	0.03
U (m/s)	5.39
Q (mc/s)	3.39
Franco	0

Sez 4 - tubo	
Q (mc/s)	14
r (m)	0.5
if	0.005
n Manning	0.011
Y (m)	1
U (m/s)	
Q max (mc/s)	2.19

Sez 3	
H sez (m)	1.21
b (m)	1.15
Y (m)	1.21
B(m)	1.65
Pend sponda sx	0
Pend sponda dx	
if	0.005
Area bag (m)	1.59
Perim bag (m)	3.57
Raggio idr (m)	0.47
n Manning	0.03
U (m/s)	1.43
Q (mc/s)	2.43
Franco	0

Sez 0	
H sez (m)	1.8
b (m)	1.8
Y (m)	0.9
B(m)	4.05
Pend sponda sx	1.39
Pend sponda dx	1.111
if	0.053
Area bag (m)	2.63
Perim bag (m)	4.49
Raggio idr (m)	0.59
n Manning	0.03
U (m/s)	5.39
Q (mc/s)	4.19
Franco	50

Allegato B.2 - Verifiche idrauliche con schema di moto uniforme - Fosso Maresi stato di progetto

Sezioni che non necessitano di interventi

Tratto sez.48-47	
H min (m)	0,5
b (m)	2,2
Y (m)	0,4
B(m)	3,00
Pend sponde	1
if	0,023
Area bag (m)	1,04
Perim bag (m)	3,33
Raggio idr (m)	0,31
n Manning	0,018
U (m/s)	3,88
Q (mc/s)	0,03
Franco	20

Tratto sez.47-45	
H min (m)	0,8
b (m)	2,2
Y (m)	0,56
B(m)	3,54
Pend sponde	1,2
if	0,054
Area bag (m)	1,81
Perim bag (m)	3,95
Raggio idr (m)	0,41
n Manning	0,018
U (m/s)	7,09
Q (mc/s)	0,03
Franco	30

Tratto sez.45-43	
H min (m)	0,87
b (m)	2,2
Y (m)	0,56
B(m)	3,32
Pend sponde	1
if	0,058
Area bag (m)	1,55
Perim bag (m)	3,78
Raggio idr (m)	0,41
n Manning	0,018
U (m/s)	7,39
Q (mc/s)	0,03
Franco	36

Tratto sez.43-40	
H min (m)	1
b (m)	2,2
Y (m)	0,63
B(m)	3,46
Pend sponde	1
if	0,104
Area bag (m)	1,78
Perim bag (m)	3,98
Raggio idr (m)	0,45
n Manning	0,03
U (m/s)	6,29
Q (mc/s)	0,03
Franco	37

Tratto sez.40-36	
H min (m)	1
b (m)	2,2
Y (m)	0,75
B(m)	3,70
Pend sponde	1
if	0,037
Area bag (m)	2,21
Perim bag (m)	4,32
Raggio idr (m)	0,51
n Manning	0,03
U (m/s)	5,10
Q (mc/s)	0,03
Franco	25

Tratto sez.36-34	
H min (m)	1,25
b (m)	2,2
Y (m)	0,97
B(m)	4,14
Pend sponde	1
if	0,023
Area bag (m)	3,07
Perim bag (m)	4,94
Raggio idr (m)	0,62
n Manning	0,03
U (m/s)	3,65
Q (mc/s)	0,03
Franco	22

Tratto sez.34-31	
H min (m)	1,45
b (m)	1,3
Y (m)	1,15
B(m)	1,58
Pend sponde	0,123
if	0,023
Area bag (m)	1,66
Perim bag (m)	3,62
Raggio idr (m)	0,46
n Manning	0,013
U (m/s)	6,87
Q (mc/s)	0,03
Franco	21

Tratto sez.31-28	
H min (m)	1,45
b (m)	1,3
Y (m)	1,15
B(m)	1,58
Pend sponde	0,123
if	0,023
Area bag (m)	1,66
Perim bag (m)	3,62
Raggio idr (m)	0,46
n Manning	0,013
U (m/s)	6,87
Q (mc/s)	0,03
Franco	21

Sez 27	
H sez (m)	1,5
b (m)	1,85
Y (m)	0,9
B(m)	1,85
Pend sponde	0
if	0,024
Area bag (m)	1,67
Perim bag (m)	3,65
Raggio idr (m)	0,46
n Manning	0,013
U (m/s)	7,06
Q (mc/s)	0,03
Franco	40

Sez 26	
H sez (m)	1,6
b (m)	1,4
Y (m)	1,45
B(m)	1,30
Pend sponde sx	0,18
Pend sponde dx	0
if	0,030
Area bag (m)	1,78
Perim bag (m)	4,05
Raggio idr (m)	0,44
n Manning	0,016
U (m/s)	6,27
Q (mc/s)	0,03
Franco	9

Sez.25	
H sez (m)	1,85
b (m)	1,1
Y (m)	1,71
B(m)	1,61
Pend sponde sx	0,3
Pend sponde dx	0
if	0,015
Area bag (m)	2,32
Perim bag (m)	4,67
Raggio idr (m)	0,60
n Manning	0,016
U (m/s)	4,80
Q (mc/s)	0,03
Franco	8

Sez 24	
H sez (m)	1,6
b (m)	1,5
Y (m)	0,93
B(m)	1,62
Pend sponde sx	0,125
Pend sponde dx	0
if	0,031
Area bag (m)	1,45
Perim bag (m)	3,37
Raggio idr (m)	0,43
n Manning	0,013
U (m/s)	7,71
Q (mc/s)	0,03
Franco	42

Allegato B.2 - Verifiche idrauliche con schema di moto uniforme - Fosso Maresi stato di progetto

Sezioni che non necessitano di interventi

Sez.23	
H sez (m)	1,6
b (m)	1,5
Y (m)	0,93
B(m)	1,62
Pend sponda sx	0,125
Pend sponda dx	0
if	0,031
Area bag (m)	1,45
Perim bag (m)	3,37
Raggio idr (m)	0,43
n Manning	0,013
U (m/s)	7,71
Q (mc/s)	13,17
Franco	42

Sez.22	
H sez (m)	1,6
b (m)	1,05
Y (m)	1,13
B(m)	1,20
Pend sponda sx	0,13
Pend sponda dx	0
if	0,047
Area bag (m)	1,27
Perim bag (m)	3,33
Raggio idr (m)	0,38
n Manning	0,013
U (m/s)	8,77
Q (mc/s)	14,13
Franco	29

Sez.21	
H sez (m)	1,85
b (m)	0,95
Y (m)	1,47
B(m)	1,21
Pend sponda sx	0,18
Pend sponda dx	0
if	0,028
Area bag (m)	1,59
Perim bag (m)	3,94
Raggio idr (m)	0,40
n Manning	0,013
U (m/s)	7,04
Q (mc/s)	14,18
Franco	21

Sez.20	
H sez (m)	2
b (m)	0,95
Y (m)	1,5
B(m)	1,18
Pend sponda sx	0,15
Pend sponda dx	0
if	0,028
Area bag (m)	1,59
Perim bag (m)	3,98
Raggio idr (m)	0,40
n Manning	0,013
U (m/s)	0,99
Q (mc/s)	14,18
Franco	25

Sez.19	
H sez (m)	2
b (m)	0,9
Y (m)	1,58
B(m)	1,14
Pend sponda sx	0,15
Pend sponda dx	0
if	0,028
Area bag (m)	1,61
Perim bag (m)	4,10
Raggio idr (m)	0,39
n Manning	0,013
U (m/s)	6,91
Q (mc/s)	11,11
Franco	21

Tratto sez.18-15	
H min (m)	1,85
b (m)	0,8
Y (m)	1,48
B(m)	1,27
Pend sponda	0,318
if	0,032
Area bag (m)	1,53
Perim bag (m)	3,91
Raggio idr (m)	0,39
n Manning	0,013
U (m/s)	7,33
Q (mc/s)	12,4
Franco	20

Tratto sez.15-13	
H min (m)	1
b (m)	1,8
Y (m)	0,8
B(m)	1,80
Pend sponda	0
if	0,032
Area bag (m)	1,44
Perim bag (m)	3,40
Raggio idr (m)	0,42
n Manning	0,013
U (m/s)	7,72
Q (mc/s)	14,18
Franco	20

Tratto sez.13-6	
H min (m)	1,35
b (m)	1,4
Y (m)	1,05
B(m)	1,40
Pend sponda	0
if	0,031
Area bag (m)	1,47
Perim bag (m)	3,50
Raggio idr (m)	0,42
n Manning	0,013
U (m/s)	7,80
Q (mc/s)	14,18
Franco	22

Tratto sez.6-5	
H min (m)	1,35
b (m)	3
Y (m)	0,98
B(m)	3,00
Pend sponda	0
if	0,015
Area bag (m)	2,94
Perim bag (m)	4,96
Raggio idr (m)	0,69
n Manning	0,018
U (m/s)	4,80
Q (mc/s)	14,12
Franco	27

Tratto sez.5-3	
H min (m)	1,5
b (m)	2
Y (m)	1,08
B(m)	2,00
Pend sponda	0
if	0,012
Area bag (m)	2,18
Perim bag (m)	4,16
Raggio idr (m)	0,52
n Manning	0,011
U (m/s)	6,51
Q (mc/s)	14,05
Franco	28

Tratto sez.3-2	
H min (m)	1,25
b (m)	1,8
Y (m)	1
B(m)	3,64
Pend sponda sx	1
Pend sponda dx	0,837
if	0,046
Area bag (m)	2,72
Perim bag (m)	4,41
Raggio idr (m)	0,62
n Manning	0,03
U (m/s)	5,20
Q (mc/s)	14,14
Franco	20

Tratto sez.2-1	
H min (m)	1,4
b (m)	2
Y (m)	1,1
B(m)	2,70
Pend sponda sx	0,714
Pend sponda dx	0,000
if	0,049
Area bag (m)	2,63
Perim bag (m)	4,20
Raggio idr (m)	0,63
n Manning	0,03
U (m/s)	5,42
Q (mc/s)	14,14
Franco	21

Sezioni chi non necessitano di interventi

	1,8
	2
	0,95
	4,38
	1,39
	1,111
	0,037
	3,03
	4,84
	0,63
	0,03
	4,67
	47

Tratto sez. 0-21/11/1994	
H min (m)	1,8
b (m)	1,8
Y (m)	1,97
B (m)	4,48
Pend sponda sx	1,30
Pend sponda dx	1,11
If	0,027
Area lag (m)	3,36
Perim lag (m)	5,00
Ruggio ltr (m)	0,67
n Manning	0,03
U (m/s)	4,20
Q (mc/s)	47
Fianco	41

Allegato B.3 - Verifiche idrauliche con schema di moto uniforme - Rio della Grotta stato di progetto

Tratto sez 104-93	
H min (m)	1,5
b (m)	1,5
Y (m)	0,88
B(m)	2,68
Pend sponde	0,67
if	0,029
Area bag (m)	1,84
Perim bag (m)	3,62
Raggio ldr (m)	0,51
n Manning	0,03
U (m/s)	3,61
Q (mc/s)	16,65
Franco	41

Tratto sez 93-60	
H min (m)	1,5
b (m)	1,5
Y (m)	0,98
B(m)	2,81
Pend sponde	0,67
if	0,020
Area bag (m)	2,11
Perim bag (m)	3,86
Raggio ldr (m)	0,55
n Manning	0,03
U (m/s)	3,16
Q (mc/s)	16,57
Franco	35

Tratto sez 66-65	
H min (m)	1
b (m)	1,6
Y (m)	0,65
B(m)	1,60
Pend sponde	0
if	0,020
Area bag (m)	1,04
Perim bag (m)	2,90
Raggio ldr (m)	0,36
n Manning	0,011
U (m/s)	6,49
Q (mc/s)	16,75
Franco	35

Tratto sez 65-60	
H min (m)	1,5
b (m)	1,5
Y (m)	0,98
B(m)	2,81
Pend sponde	0,67
if	0,020
Area bag (m)	2,11
Perim bag (m)	3,86
Raggio ldr (m)	0,55
n Manning	0,03
U (m/s)	3,16
Q (mc/s)	16,57
Franco	35

Tratto sez 60-57	
H min (m)	1
b (m)	1,6
Y (m)	0,7
B(m)	1,60
Pend sponde	0
if	0,016
Area bag (m)	1,12
Perim bag (m)	3,00
Raggio ldr (m)	0,37
n Manning	0,011
U (m/s)	5,96
Q (mc/s)	16,68
Franco	30

Tratto sez 57-55	
H min (m)	1
b (m)	1,6
Y (m)	0,72
B(m)	1,60
Pend sponde	0
if	0,015
Area bag (m)	1,15
Perim bag (m)	3,04
Raggio ldr (m)	0,38
n Manning	0,011
U (m/s)	5,83
Q (mc/s)	16,72
Franco	28

Tratto sez 55-52	
H min (m)	1,25
b (m)	1,35
Y (m)	0,74
B(m)	1,62
Pend sponde	0,18
if	0,016
Area bag (m)	1,10
Perim bag (m)	2,85
Raggio ldr (m)	0,38
n Manning	0,011
U (m/s)	6,08
Q (mc/s)	16,84
Franco	41

Tratto sez 52-60	
H min (m)	1,25
b (m)	1,35
Y (m)	0,55
B(m)	1,55
Pend sponde	0,18
if	0,040
Area bag (m)	0,80
Perim bag (m)	2,47
Raggio ldr (m)	0,32
n Manning	0,011
U (m/s)	8,06
Q (mc/s)	16,92
Franco	56

Tratto sez 50-49	
H min (m)	1,25
b (m)	1,35
Y (m)	0,58
B(m)	1,56
Pend sponde	0,18
if	0,033
Area bag (m)	0,84
Perim bag (m)	2,53
Raggio ldr (m)	0,33
n Manning	0,011
U (m/s)	7,94
Q (mc/s)	6,70
Franco	54

Tratto sez 49-47	
H min (m)	1,25
b (m)	1,35
Y (m)	0,73
B(m)	1,35
Pend sponde	0
if	0,0225
Area bag (m)	0,99
Perim bag (m)	2,81
Raggio ldr (m)	0,35
n Manning	0,011
U (m/s)	6,78
Q (mc/s)	16,68
Franco	42

Pianta

95

