

# COMUNE DI SANT'ANDREA DI CONZA

Provincia di Avellino

## OGGETTO:

Lavori di coltivazione della "Breccia Irpina" nel rispetto dell'art. 89 comma 14 delle Norme di Attuazione del P.R.A.E.

Località Colle del Monsignore

Area distinta in catasto terreni al foglio n. 7 particella n. 120

## RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

### COMMITTENTE:

ANDREONE MARBLES S.r.l.  
Sant'Andrea di Conza (AV)

ANDREONE MARBLES s.r.l.  
Marmi - Pietre - Graniti  
Sede Leg. e Sede Oper. Piano ins. Prod.  
Tel. 0827 35689 - Fax 35513  
8306 S. Andrea di Conza (AV)  
Partita IVA 02099780634



### IL TECNICO

Ing. Felice Maria D'Alessio

Studio professionale in Battipaglia alla Via del Centenario n°.56  
Tel. 3477208798 - Ordine Ingegneri di Salerno n. 2059



## RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

INDICE	pag. 1
PREMESSA	pag. 2
CARTOGRAFIA DI BASE	pag. 4
TIPOLOGIA DI ATTIVITA' LAVORATIVA	pag. 4
CONDIZIONI GEOLOGICHE E MORFOLOGICHE	pag. 5
CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE ED IDROLOGICHE	pag. 6
COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA	pag. 8
COMPATIBILITA' IDRAULICA	pag. 9
PORTATE CALCOLATE	pag. 14
DIMENSIONAMENTO E VERIFICA SEZIONE TERMINALE	pag. 14
CONCLUSIONI	pag. 14
TABULATI DI CALCOLO	
ALLEGATI GRAFICI	

## PREMESSA

La Società "ANDREONE MARBLES s.r.l." ha incaricato lo scrivente di redigere uno studio di compatibilità Idraulica in ottemperanza alle Norme di Attuazione del Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico PAI predisposte dall'Autorità di Bacino della Puglia L. 183/89, L.R. NN. 109/91 e 110/91, L. n° 267/98, D.P.C.M. 29/09/98 e L. N. 365/00.

Con il presente studio si verificheranno le condizioni di compatibilità idraulica per dar luogo ai lavori di coltivazione della "Breccia Irpina", nel rispetto dell'art. 89 comma 14 delle Norme di Attuazione del P.R.A.E., prevedendo una coltivazione del giacimento per un periodo inferiore ai venti anni.

L'area oggetto di studio è ubicata sui terreni, nell'agro del Comune di Sant'Andrea di Conza, in località Serro la Serpa, noti con il toponimo locale "Toppolo Monsignore", che presentano segni di antichi scavi, risalenti anche al 1800, eseguiti con delle tecniche rudimentali.

L'aerofotogrammetria dell'area, redatte dalla Regione Campania anno 2003, la indica come località *Cava delle Pietre*. E' facile arguire che l'attività estrattiva praticata nella zona risale ad un tempo remoto.

Lo studio è stato richiesto in quanto il Dirigente dell'Ufficio Tecnico (Settore del Territorio e Ambiente del Comune di Sant'Andrea di Conza) ha richiesto lo studio di compatibilità idraulica da inviare all'Autorità di Bacino competente per territorio.

L'area interessata dall'intervento, quindi, rientra in una porzione di territorio comunale di Sant'Andrea di Conza (Av) classificata, nel citato Piano Stralcio, **B.P. Basso Rischio Idraulico**.

L'art. 9 delle Norme di Attuazione è il seguente:

### ARTICOLO 9

#### **Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.)**

1. Nelle aree a bassa probabilità di inondazione sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.
2. Per tutti gli interventi nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.
3. In tali aree, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, il PAI persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti, ai sensi della legge 225/92, di programmi di previsione e prevenzione.

Per l'individuazione dell'area in esame, ci si è riferiti alle cartografie disponibili sul sito WEB dell'Autorità di Bacino della Puglia, allegati in calce alla presente e che sono da intendersi parte integrante della presente relazione.

Allo scopo di introdurre i calcoli idraulici alla base dello studio, si è osservato che l'area oggetto degli interventi ricade all'interno di una regione che è stata, nel passato, oggetto di un ponderoso studio idrologico, condotto a scala regionale, svolto nell'ambito del Progetto Speciale VAPI (Valutazione delle Piene in Italia), dall'Unità Operativa del Gruppo Nazionale per la Previsione e Prevenzione delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI), operante presso l'Università di Salerno.

I risultati dello studio sono stati esposti nel lavoro: "Valutazione delle Piene in Campania", a cura di Fabio Rossi e Paolo Villani, edito dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile.

Poiché detto studio deve considerarsi esaustivo, in relazione alle informazioni idrologiche disponibili all'epoca, e considerato che, per lo stretto lasso di tempo intercorso dalla data dello studio ad oggi, allo stato attuale, queste non possono considerarsi aumentate si è reputato opportuno far riferimento a questa pubblicazione.

Nel sopracitato studio vengono esaminate, separatamente, le piogge e le piene, individuando, con modelli di regionalizzazione:

come varino i valori medi dei massimi annuali delle piogge in un intervallo temporale  $\delta$ , in funzione di  $\delta$ , per tutto il territorio Campano;

come varino i valori medi dei massimi annuali dei colmi di piena, nella stessa regione, in funzione di alcuni parametri caratteristici del bacino come superficie, percentuale di area carbonatica, percentuale di superficie boschiva ecc.;

le leggi regionali di crescita, con il periodo di ritorno, dei massimi annuali sia delle piogge che delle portate.

Tenuto conto della superficie dei bacini interessati dal presente progetto, in relazione alla superficie dei bacini monitorati dal Servizio Idrografico Italiano ed utilizzati per la determinazione delle leggi empiriche di dipendenza delle medie dei massimi annuali delle piene dai sopracitati parametri geomorfologici, nella presente relazione è sembrato opportuno procedere nella seguente maniera:

- assunzione della legge di variazione dei valori medi dei massimi annuali delle piogge con l'intervallo temporale  $\delta$ , così come determinata nel sopracitato studio;
- assunzione della legge regionale di crescita delle piogge con il periodo di ritorno, riportata nel medesimo studio.

E' stato così possibile determinare, per l'area di interesse, la curva di probabilità pluviometrica; quest'ultima permette di calcolare, per qualsiasi intervallo temporale  $\delta$ , il valo-

re che la massima altezza di pioggia  $h\delta$  ha di verificarsi, con assegnata probabilità  $(1-\phi)$  di superamento.

Successivamente, mediante un modello di trasformazione afflussi-deflussi, è stato possibile calcolare la massima portata di piena per un qualsiasi bacino, nel consuetudinario assunto che la massima piena, così calcolata, abbia la stessa probabilità di superamento dell'afflusso preso a riferimento.

Nello specifico si è fatto ricorso ad un modello cinematico in cui il tempo critico di pioggia è stato calcolato con la formula di Hazen.

Nel prosieguo della relazione sono riportate ulteriori specificazioni delle ipotesi prese a base delle calcolazioni.

### **CARTOGRAFIA DI BASE**

Lo studio di compatibilità idraulica è stato condotto riferendosi alla cartografia di base disponibile con scale di dettaglio non inferiore alla scala 1:5000 (Aerofotogrammetria della Regione Campania).

Le mappe utilizzate, per studiare i bacini che interessano direttamente l'area oggetto di intervento, sono le Carte Topografiche Programmatiche Regionali della Regione Campania (anno 2003) ed in particolare:

- Quadrante 186 – I Tavola N. 27 – Andretta
- Quadrante 186 – II Tavola N. 35 – Caposele
- Quadrante 187 – IV Tavola N. 28 - Acquilonia

La carta utilizzata maggiormente per desumere informazioni orografiche ed altimetriche caratterizzanti il bacino idraulico sotteso all'area di intervento è la Tavola N. 27.

### **TIPOLOGIA DI ATTIVITA' LAVORATIVA**

La conoscenza delle modalità di lavorazione è indispensabile per poter procedere alla valutazione della stabilità di insieme dell'ammasso e per evidenziare i problemi progettuali legati alla natura ed alle proprietà geomeccaniche della roccia costituente il fronte. Per quanto riguarda i fronti di cava si è sviluppata una ipotesi di sistemazione armonica e funzionale al tipo di coltivazione, molto semplice, in particolare verrà ipotizzata la creazione di n. 1 gradone con altezza media dell'ordine dei 10 metri ed un'unica "banca" per una superficie complessiva di mt. 4.500, anche per facilitare e migliorare il futuro programma di coltivazione ed il recupero ambientale. Così, al fine di programmare in modo razionale ed organico lo sviluppo dell'attività estrattiva, lo studio riguarderà un'area molto più ampia ri-

spetto a quella interessata dalla futura cava, anche perché, nell'ambito del P.R.A.E., i terreni sono ascritti all'area di riserva S29AV.

La zona limitrofa ai terreni in studio, comunque, non ha una valenza agricola rilevante e i terreni che ospiteranno l'intervento di coltivazione, di località Serro la Serpa, non presentano vincoli che vietano l'attività estrattiva: affiora quasi sempre il calcare.

L'impatto della cava, pertanto, sul patrimonio naturale, ambientale e storico è inesistente, anche perché il progetto della nuova cava è finalizzato, fra l'altro, ad una messa in sicurezza totale dell'area in studio, eliminando totalmente anche il potenziale rischio di frana che allo stato interessa a macchie di leopardo il versante in studio.

### **CONDIZIONI GEOLOGICHE E MORFOLOGICHE**

L'area in studio, riportata in Catasto Terreni al foglio 7 part. 120, così come riportato nei vari grafici, ricade lungo il margine sud - orientale del territorio comunale, sul versante settentrionale di "Colle Monsignore" (853,80 mt. s.l.m.), fra quota 790 - 850 metri s.l.m.. La morfologia in questa zona assume una configurazione piano - altimetrica alquanto aspra, rappresentata da pendenze dell'ordine del 45 - 55%, che evolvono in alcuni tratti anche a pareti sub - verticali naturali e/o di origine antropica (vecchio fronte di cava). Nel complesso l'area in studio richiama una monoclinale a blocchi, con giacitura caotica. Nei terreni che ospiteranno il giacimento vi è una rada copertura arborea, su terreni detritici, che maschera un'antica morfologia, scolpita nella roccia, costituita da impluvi più o meno incisi e "cicatrici" di origine tettoniche e carsiche.

I terreni riscontrati sono ascrivibili alla Formazione del flysch rosso, che affiora lungo una fascia estesa in direzione E - O, tra i paesi di S. Andrea e Pescopagano, con una potenza complessiva di circa 300 - 350 metri. Nell'ambito della stessa Formazione è rilevabile un membro siliceo - calcareo - marnoso, inferiore, della potenza di circa 250 metri ed un membro marnoso - argilloso, superiore, di circa 100.

I terreni oggetto di richiesta di coltivazione, chiaramente, sono ascrivibili al membro inferiore, come si evince dall'allegata Carta Geolitologica, in scala 1 : 2.000, costituiti da calcari, calcari marnosi, brecciole e calciruditi, ascrivibile all'Oligocene - Cretacico Superiore. Il rilevamento svolto ha permesso di precisare meglio gli areali d'affioramento ed i loro rapporti di distribuzione. I terreni individuati come "giacimento di pietra da taglio di molto pregiato effetto" presentano una struttura alquanto caotica che ricorda il susseguirsi degli eventi tettonici che hanno portato alla formazione dell'Appennino Campano che circa 200.000 anni fa, fu interessato dall'ultima fase tettonica di una certa entità che determinò rigetti d'alcune decine di metri, as-

sumendo in questo modo l'attuale fisionomia. La successiva stasi tettonica, caratterizzata solo da lievi sollevamenti avvertibili attraverso la sismicità della zona, ha favorito l'attività esogena che ha raccordato i dislivelli e le asperità d'origine tettonica. I terreni presenti nell'area sono costituiti da una successione di età compresa tra l'Anisico e l'Aquitano - Langhiano, con terreni basali neritici seguiti da depositi basali. La deposizione di tali successioni è avvenuta nel bacino sito fra la piattaforma campano - lucana e quella abruzzese - campana, noto in letteratura come Bacino lagonegrese. Trattasi di terreni molto complessi strutturalmente, poiché i valori di direzione ed immersione degli strati variano da luogo a luogo. Nel Langhiano questo bacino fu interessato dalla tettonogenesi ed al suo posto si impostò il bacino irpino; in seguito a tale fase si ebbe inoltre la sovrapposizione tettonica delle facies marginali occidentali su quelle distali (Scandone 1972 - D'Argenio e altri 1973, Ippolito ed altri 1973). Si riconoscono quindi, secondo la letteratura scientifica, due unità tettonicamente sovrapposte: unità inferiore (Unità lagonegrese I) rappresentata dalle successioni con facies distali e unità superiore (Unità lagonegrese II) costituita dalle successioni con facies prossimali. Quest'ultima successione costituisce l'anticlinale, orientata O - E, su cui ricadono i terreni di proprietà della Società Androne Marbles s.r.l..

### **CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE ED IDROLOGICHE**

La maggior parte delle acque pluviali che precipitano nell'area in studio è smaltita per ruscellamento superficiale attraverso una rete idrografica caratterizzata da una serie di Valloni, Rii e Torrenti caratterizzati da un regime torrentizio i quali confluiscono nel Fiume Ofanto che presenta un regime perenne in quanto costantemente alimentato dal bacino idrografico cui appartiene.

Di tutte le acque che precipitano, una discreta percentuale d'acqua piovana è assorbita dalla coltre alterata del litotipo di base e dai terreni lapidei, dando luogo a delle riserve d'acqua che alimentano i vari pozzi e le emergenze idriche, caratterizzati da un regime stagionale, mentre la restante parte si disperde lungo il versante favorendo le attività di erosione. Nei terreni in studio, di proprietà del committente, non sono state rilevate falde idriche e/o sorgenti di interesse regionale. I terreni in studio e delle zone limitrofe sono caratterizzati dalle seguenti classi di permeabilità:

1. bassa per porosità nei terreni di natura detritici eluviali di copertura, costituiti dalla frazione pelitica del flysch rosso, con spessori > 1,00 metri;

2. medio – alta ove i calcari sono affioranti e/o subaffioranti, mentre la permeabilità si riduce in corrispondenza delle coltri con spessori > 1,00 metri;
3. alta per fessurazione, con un alto coefficiente di infiltrazione, ove i calcari affiorano nell'area di cava.

I bacini dell'area sono influenzati dal massiccio del Monte Putrella e dal Monte Calvo, che fungono da spartiacque tra gli afflussi – deflussi del Bacino del Sele e del Bacino dell'Ofanto.

L'Area golenale che maggiormente interessa il modellamento attivo del torrente è ubicata a valle dell'area oggetto di intervento ed in particolare vi è una sezione, riportata nell'aerofotogrammetria, in cui si concentrano i deflussi del versante.

L'orografia dell'area interessata dall'attività estrattiva influenza in parte il ruscellamento superficiale delle acque meteoriche.

In particolare l'intervento idraulico da porre in essere a valle della zona estrattiva dovrà consistere in una serie di opere idrauliche atte a consegnare in detta sezione la portata di ruscellamento gravante sull'area. La proposta è quella di realizzare un canale a sezione rettangolare in terra in grado di convogliare la massima portata duecentennale.

L'intervento progettuale complessivo dovrà completarsi, quindi, con la realizzazione di un canale in terra capace di riconsegnare nel punto di intersezione dei tre piccoli torrenti, a quota 725 mslm, la portata calcolata per il bacino.

Difatti l'attività estrattiva non dovrà in alcun modo deviare le acque di ruscellamento che il bacino naturalmente convogliava nella sezione in esame.

Si rileva, infine, che nella Cava di Serro la Serpa, poiché si lavora solo "la pietra", che poi si trasporta successivamente al piazzale di lavorazione sito nell'area industriale di S. Andrea di Conza, cioè non si produce né calcestruzzo né bitume, in tutte le fasi di lavorazione del ciclo produttivo, non si impiegano sostanze inquinanti: è stata rilevata esclusivamente una lavorazione meccanica per la produzione di blocchi di breccia irpina. Si ricorda, a tal proposito, che nelle cave di breccia irpina i blocchi vengono estratti in dimensioni di circa 3 mc che pur non essendo un volume ottimale è però significativo e di buona qualità.

## COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA

Il piano stralcio per la tutela del rischio idrogeologico prevede lo studio di compatibilità idrogeologica allo scopo di dimostrare:

- la compatibilità del progetto con quanto previsto dalla presente normativa di salvaguardia, con particolare riferimento alle garanzie ed alle condizioni espressamente richieste per ogni singolo tipo di intervento in base a quanto riportato nel programma per la mitigazione del rischio;
- che le realizzazioni garantiscono, secondo le caratteristiche e le necessità relative a ciascuna fattispecie, la sicurezza del territorio in coerenza a quanto disposto dagli articoli 6, 7, 8, 9 e 10 del PAI e la legge quadro sulla difesa del suolo L. 183/89 e s.i.m.

L'inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico, ha messo in evidenza che non sussistono nei siti indagati le condizioni predisponenti a fenomeni franosi.

Dal punto di vista geostatico l'esame geomorfologico di dettaglio ha evidenziato che l'area è stabile, non si rinvencono, infatti, tracce di movimenti antichi o recenti del terreno, inoltre dal punto di vista della successione litostratigrafica che delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni investigati, presenta una sufficiente omogeneità.

L'area interessata dall'intervento, come già detto in precedenza, rientra in un'area di rischio idraulico **B.P.** nelle quali è prevista la possibilità di svolgere l'attività estrattiva previa la verifica dell'esonazione per una portata con periodo di ritorno di 200 anni.

Da quanto esposto si ritiene che gli interventi da realizzare sull'area sono tali da non modificare né la circolazione idrica sotterranea e superficiale, né di innescare fenomeni di instabilità di tipo gravitativi e il progetto è fattibile e compatibile con le norme vigenti.

## COMPATIBILITÀ IDRAULICA

### Premessa

Lo studio idrologico è stato condotto individuando il bacino nella **zona pluviometrica omogenea A3**.

### LEGGE DI DIPENDENZA DELLA MEDIA DEI MASSIMI ANNUALI DELLE ALTEZZE DI PIOGGIA DALLA DURATA DELL'INTERVALLO TEMPORALE

Indichiamo con:

- $\delta$  l'ampiezza dell'intervallo temporale, in ore;
- $h_\delta$  il massimo annuale dell'altezza di pioggia che si può verificare nell'intervallo  $\delta$ , in mm;
- $\mu(h_\delta)$  la media dei valori di  $h_\delta$ .

Nel caso che il punto d'interesse sia sede di una stazione pluviografica è possibile stimare la funzione

$$\mu(h_\delta) = f(\delta) \quad (1)$$

dai dati registrati per il passato.

Attualmente si tende ad interpretare il legame espresso dalla (1) attraverso una relazione a tre parametri del tipo:

$$\mu(h_\delta) = \frac{I_0 \delta}{\left(1 + \frac{\delta}{\delta_c}\right)^\beta} \quad (2)$$

in cui i parametri  $I_0$ ,  $\delta_c$  e  $\beta$  rappresentano rispettivamente:

- $I_0$  la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia per la durata  $\delta$  tendente a zero;
- $\delta_c$  il fattore di scala delle durate, in ore;
- $\beta$  il fattore di decadimento della legge di pioggia.

Se nel punto di interesse non vi sono dati registrati, i valori dei parametri  $I_0$ ,  $\delta_c$  e  $\beta$  possono essere stimati unicamente ricorrendo a criteri di similitudine idrologica con quanto si verifica nei pluviografi posti nell'intorno del punto.

Lo studio preso a riferimento, e citato in premessa, basandosi su tutti i dati pluviometrici e pluviografici registrati per il passato nella regione Campania, divide questa in più zone caratterizzate dagli stessi valori dei parametri  $I_0$ ,  $\delta_c$  e  $\beta$ .

In particolare per quest'ultimo riconosce anche una dipendenza dalle grandezze che influenzano la maggiore o minore piovosità nel punto, quali altitudine, distanza dal mare o da un assegnato spartiacque ecc.

Nel caso specifico dell'area di *Sant'Andrea di Conza*, questa ricade all'interno della zona pluviometrica A3 (fig. 1), caratterizzata dai seguenti valori dei parametri:



$$\mu(a_\delta) = \frac{83.85 \delta}{\left(1 + \frac{\delta}{0.3312}\right)^{0.746}} \quad (3)$$

in cui:

$\mu(a_\delta)$  è espresso in *mm*;

e  $\delta$  è espresso in *h*.

L'intensità media di afflusso  $i_\delta = a_\delta/\delta$  in *mm/h* sarà data, a sua volta, dalla relazione:

$$\mu(i_\delta) = \frac{83.85}{\left(1 + \frac{\delta}{0.3312}\right)^{0.746}} \quad (3bis)$$

#### LEGGE DI CRESCITA DELLE PIOGGIE CON IL PERIODO DI RITORNO T

Se indichiamo con  $h_\delta$  il massimo annuale delle altezze di pioggia che possono verificarsi nell'intervallo  $\delta$ , questo, assumendo valore diverso di anno in anno, rappresenta una variabile idrologica.

Indicata con  $\phi$  la probabilità che si verifichi l'evento  $h_\delta^* \leq h_\delta$ , il valore di  $\phi$  è legato ad  $h_\delta$  da una relazione monotona crescente che prende il nome di Distribuzione di Probabilità Cumulata.

Nell'ambito del progetto VAPI è stato messo a punto un approccio metodologico per valutare la distribuzione di probabilità cumulata dei massimi annuali delle piogge e delle piene basato su:

- un modello probabilistico TCEV (*Two-Component Externe Value*) particolarmente adatto a descrivere la variabilità di dette grandezze idrologiche, poiché spiega in maniera plausibile la presenza dei valori straordinari che caratterizzano le serie storiche di queste grandezze;
- una tecnica di regionalizzazione di tipo gerarchico capace di ridurre al minimo l'incertezza nella stima dei parametri regionali, dal momento che stima quelli con variabilità campionaria più elevata su aree via via più vaste e quindi in base ad un numero di dati più elevati;
- l'utilizzazione di tutta l'informazione idrologica disponibile.

La funzione di distribuzione di probabilità cumulata dal modello TCEV è:

$$\phi\{x\} = \exp\left[-\lambda_1 e^{-x/\theta_1} - \lambda_2 e^{-x/\theta_2}\right] \quad (4)$$

in cui

$x$  è la variabile idrologica  $> 0$  e i parametri della distribuzione  $\theta_1$  e  $\theta_2$ ,  $\lambda_1$  e  $\lambda_2$  rispondono alle condizioni:

$$\theta_2 > \theta_1 > 0$$

$$\lambda_1 > \lambda_2 > 0$$

Se indichiamo con  $T$  il periodo di ritorno, inteso come il numero medio di anni tra due superamenti successivi, possiamo esprimere la probabilità di non superamento  $\phi$  in funzione di  $T$  tramite la relazione

$$\phi = 1 - \frac{1}{T} \quad (5)$$

e pertanto la distribuzione di probabilità cumulata può essere scritta in funzione del periodo di ritorno  $T$ , invece che della probabilità di non superamento  $\phi$ .

In forma schematica, indicando con  $h_{\delta T}$  il valore che la grandezza  $h_\delta$  può assumere per un prefissato periodo di  $T$  anni si può porre:

$$h_{\delta T} = K_T \mu(h_\delta) \quad (6)$$

in cui  $K_T$  è un fattore probabilistico di crescita, dipendente dal periodo di ritorno  $T$  e dal valore dei parametri della distribuzione di probabilità cumulata.

L'applicazione del modello *TCEV* alle piogge di tutto il territorio peninsulare dell'Italia ha mostrato che la Campania è un'unica zona, caratterizzata, per tutti i pluviometri e pluviografi, dagli stessi valori dei parametri  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\theta_1$  e  $\theta_2$ , e pertanto il fattore probabilistico di crescita  $K_T$  varia unicamente con  $T$  mentre è unico per tutta la Campania e per tutti gli intervalli  $\delta$ .

In particolare, rinviando alla pubblicazione più volte citata per quanto riguarda la determinazione dei valori dei diversi parametri, il fattore di crescita  $K_T$  delle piogge varia con il periodo di ritorno  $T$  secondo quanto riportato nella seguente tabella

$T$ (anni)	$K_{\delta T}$ (piogge)
2	0.87
5	1.16
10	1.38
20	1.64
25	1.72
40	1.92
50	2.03
100	2.36
200	2.71
500	3.17
1000	3.53

Note le relazioni (3) e, per quanto precedentemente detto, (3bis) nonché i valori del fattore di crescita  $K_T$  riportati nella precedente tabella, sarà possibile valutare, per ogni bacino, quale sia il massimo afflusso di pioggia, in un prefissato intervallo  $\delta$ , che può essere superato mediamente una volta ogni  $T$  anni.

Nel caso specifico si è considerato un periodo di ritorno di 10 anni a cui corrisponde un fattore di crescita  $K_T$  pari a 1.38.

#### Modello cinematico

Il modello cinematico di trasformazione afflussi-deflussi pone che la massima portata di piena di un bacino è data da

$$Q_T = \varphi \frac{i_{\delta,T} S}{360} \quad (8)$$

dove  $Q_T$  è la massima portata che si può verificare nella sezione di chiusura, con assegnato periodo di ritorno  $T$ , in  $m^3/s$ ;

$\varphi$  è il coefficiente di afflusso relativo ad eventi intensi, di periodo di ritorno  $T$ ;

$S$  è la superficie del bacino, in  $ha$ ;

$i_{\delta,T}$  è l'intensità media di afflusso sul bacino, in un intervallo di tempo critico  $\delta_{cr}$  che si può verificare con assegnato periodo di ritorno  $T$ , in  $mm/h$ .

Nel caso specifico dei bacini in esame, stante la costituzione geologica, si è assunto per  $\varphi$  un valore di 0.85 per le future aree asfaltate e 0.35 per i terreni.

La durata critica della pioggia  $\delta_c$  è stata calcolata, invece, con la formula di Hazen, stante l'esigua estensione.

Questa è data dalla relazione:

$$\delta = 0.0198 \frac{L^{0.77}}{i_m^{0.38}} \quad (9)$$

con:  $\delta$  in  $min$

$L$  lunghezza dell'asta principale, in  $m$

$i_m$  pendenza media del bacino in  $m/m$ .

## PORTATE CALCOLATE

In base ai criteri esposti nei paragrafi precedenti, si sono valutate le portate da considerare nelle verifiche della sezione in prossimità della zona investigata.

Le opere da realizzare canale in terra di sezione 60 x 40 a valle della zona oggetto di relazione, rientrano in quelle classificabili come sistemazione idraulica del tratto vallivo e definisce e distingue l'alveo di magra da quella di piena e ristabilisce le sezioni idrauliche sufficienti per il deflusso in condizioni di piena ed anche di stabilizzare la tortuosità dell'andamento planimetrico nella zona ove sorge la struttura da realizzare.

Visto le caratteristiche geologiche dei materiali costituenti il bacino, da poter sicuramente classificare come calcari fortemente fratturati, si è ritenuto opportuno considerare un coefficiente di afflusso  $\phi$  non superiore a 0.30.

Area Bacino (ha)	Coeff. Afflusso $\phi$	Lunghezza Asta (ml)	I(media) (m/m)	$\delta$ (min)	$\mu$ (i $\delta$ ) (mm/h)	Q <sub>100</sub> (mc/sec)
12	0.60	2500	0,008	43,18	48,19	<b>2,612</b>

I risultati riportati in tabella, evidenziano una portata calcolata, nell'ambito del bacino imbrifero dell'incisione, per la sezione oggetto di studio di compatibilità idraulica, con un periodo di ritorno pari a 200 anni.

## DIMENSIONAMENTO E VERIFICA SEZIONE TERMINALE

La sezione esaminata per il calcolo della portata di piena duecentennale ha una forma rettangolare, le cui dimensioni sono riportate nell'allegato di calcolo.

Di seguito si allegano le calcolazioni del tirante idrico, avendo assunto per la pendenza il valore dell'otto per mille, pendenza dell'alveo determinata partendo dalle quote note lette sull'aerofotogrammetria del comune di Sant'Andrea di Conza (AV).

L'allegato "Scala di Deflusso" indica il valore del tirante idrico al transito della portata centennale innanzi determinata.

## CONCLUSIONI

Lo studio di compatibilità idraulica, effettuato nella zona oggetto di intervento e con tutte le approssimazioni fatte per i parametri idraulici più significativi, si può asserire che la parte di alveo esaminata, che porterebbe la portata duecentennale ad esondare sui terreni oggetto di intervento progettuale di proprietà Androne Marbles a sezione rettangolare rivestita in terra fa transitare le portate, calcolate con un periodo di ritorno pari a 200 anni, con un tirante idrico inferiore a 40 cm

Prima di definire le prescrizioni da adottare per il rispetto del Disciplinare già citato occorre fare alcune precisazioni necessarie per definire meglio le ipotesi assunte nei calcoli idraulici.

*La scelta di tale ambito territoriale è stata effettuata per caratterizzare le problematiche relative ad un tratto di corso d'acqua con esondazioni in ambiente non densamente urbanizzate.*

*Le condizioni di moto che si instaurano all'interno di tali zone non sono più modellabili con un approccio classico, di tipo unidimensionale, per cui risulta necessario l'utilizzazione di una modellistica più completa e, pertanto, elaborata, quale quella fornibile solo da una modellazione bidimensionale. Tale modellazione deve essere particolarmente studiata, soprattutto con riferimento al dominio di integrazione e alle condizioni al contorno.*

*Si è dunque applicato un modello matematico bi-dimensionale, atto ad analizzare i fenomeni che si sviluppano lungo due direzioni tra loro ortogonali e sostanzialmente parallele al fondo, applicato ad una zona di estensione limitata data la complessità del dominio di integrazione.*

La scelta dei parametri idraulici è stata effettuata tenendo conto della complessità della problematica idraulica *complessità del dominio di integrazione*, riferendosi il più possibile a quanto riportato nella letteratura tecnica in materia di idraulica fluviale in ambiente fortemente antropizzati e dalla consultazione di tutti i documenti utili, ad esempio alcuni annali ideologici, per avere delle informazioni storiche su eventuali onde di piena con conseguenti esondazioni significative.

Tutto ciò premesso si prescrive:

- di effettuare con periodicità gli interventi di manutenzione ordinaria riguardanti cicliche ispezioni dei canali e dei torrenti e alla manutenzione delle aree limitrofe drenanti;
- realizzazione di un collegamento idraulico tra il canale in terra e il torrente immediatamente a valle dell'area in grado di dissipare l'eventuale carico cinetico. Il collegamento dovrà articolarsi con un raccordo di allargamento della sezione.

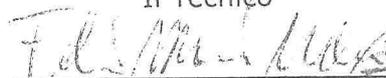
L'intervento in progetto risponde al Titolo II, IV, V e VI del PAI, inerente le prescrizioni comuni per le aree a rischio idraulico di cui al regolamento tecnico allegato alle carte del rischio messe a punto dall'Autorità di Bacino.

Infatti l'opera di costruzione di un canale in terra, in grado di riconsegnare la portata di ruscellamento sull'area oggetto di attività estrattiva, è da intendersi quale intervento finalizzato a mitigare il rischio di esondazione, di migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica, di non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate, di non pregiudicare le sistema-

zioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;

Gli accorgimenti prima indicati contribuiranno alla mitigazione del rischio di inondazione fluviale e alla salvaguardia dell'area interessata all'attività estrattiva.

Il Tecnico



Ing. Felice Maria D'Alessio



## Definizioni

Portata di piena ordinaria		Portata con periodo di ritorno 2-5 anni
Portata di piena standard		Portata pari all'80% di quella centennale
$\delta$	ore	Intervallo temporale
$h\delta$	mm	massimo annuale dell'altezza di pioggia che si può verificare nell'intervallo $\delta$
$\mu(h\delta)$	mm	media dei valori $h\delta$
$\mu(a\delta)$	mm	indica l'afflusso medio sul bacino di valore pari al precedente
$\mu(i\delta)$	mm/h	intensità media di afflusso
$l_0$	mm/h	media del massimo annuale dell'intensità di pioggia per la durata $\delta$ tendente a zero
$\delta c$	ore	fattore di scala delle durate in ore
$\beta$	m	fattore di decadimento della legge di pioggia
$z$	m.s.m	quota media del bacino

## MODELLO CINEMATICO

$$QT = \varphi \cdot i\delta t \cdot S / 360$$

dove

QT	massima portata che si può verificare nella sezione di chiusura con assegnato periodo di ritorno T [mc/s]
$\varphi$	coefficiente di afflusso
$i\delta t$	intensità media di afflusso sul bacino in un intervallo di tempo critico $\delta c$
S	superficie del bacino [ettari]

S	$\varphi$	L	im	$\delta$	$\mu(i\delta)$	$Q_{2-5}$	$Q_{10}$	$Q_{20}$	$Q_{100}$	$Q_{200}$	$Q_{500}$
ha	-	m	m/m	min	mm/h	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s
12	0,6	2000	0,008	43,18	48,19	0,964	0,479	1,581	2,275	2,612	3,055

Nel caso in cui  $\delta$  è minore di cinque minuti si procede come segue:

Calcolo di  $\mu(a\delta)$  ovvero  $\mu(i\delta)$  considerando  $z=...m$ ,  $\delta=5$  minuti

z	$l_0$	$\delta$	$\delta c$	$\beta$	$\mu(a\delta)$	$\mu(i\delta)$
m	mm/h	ore	ore	m	mm	mm/h
841	117	0,08	0,3312	0,76818	8,21	98,47

Al valore  $\mu(i\delta)$  così calcolato corrisponde un coefficiente udometrico, per T=200 anni:

UD  
mc/s.ha  
0,143

La portata Q2 sarà pari a:

S	Q2
ha	mc/s
12	1,713

## Definizioni

Portata di piena ordinaria		Portata con periodo di ritorno 2-5 anni
Portata di piena standard		Portata pari all'80% di quella centennale
$\delta$	ore	Intervallo temporale
$h\delta$	mm	massimo annuale dell'altezza di pioggia che si può verificare nell'intervallo $\delta$
$\mu(h\delta)$	mm	media dei valori $h\delta$
$\mu(a\delta)$	mm	indica l'afflusso medio sul bacino di valore pari al precedente
$\mu(i\delta)$	mm/h	intensità media di afflusso
$l_0$	mm/h	media del massimo annuale dell'intensità di pioggia per la durata $\delta$ tendente a zero
$\delta c$	ore	fattore di scala delle durate in ore
$\beta$	m	fattore di decadimento della legge di pioggia
$z$	m.s.m	quota media del bacino

## MODELLO CINEMATICO

$$QT = \varphi \cdot i\delta t \cdot S / 360$$

dove

QT	massima portata che si può verificare nella sezione di chiusura con assegnato periodo di ritorno T [mc/s]
$\varphi$	coefficiente di afflusso
$i\delta t$	intensità media di afflusso sul bacino in un intervallo di tempo critico $\delta c$
S	superficie del bacino [ettari]

S	$\varphi$	L	im	$\delta$	$\mu(i\delta)$	Q <sub>2-5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>
ha	-	m	m/m	min	mm/h	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s
12	0,6	2000	0,008	43,18	48,19	0,964	0,479	1,581	2,275	2,612	3,055

Nel caso in cui  $\delta$  è minore di cinque minuti si procede come segue:

Calcolo di  $\mu(a\delta)$  ovvero  $\mu(i\delta)$  considerando  $z=...m$ ,  $\delta=5$  minuti

z	$l_0$	$\delta$	$\delta c$	$\beta$	$\mu(a\delta)$	$\mu(i\delta)$
m	mm/h	ore	ore	m	mm	mm/h
841	117	0,08	0,3312	0,76818	8,21	98,47

Al valore  $\mu(i\delta)$  così calcolato corrisponde un coefficiente udotometrico, per T=200 anni:

UD  
mc/s.ha  
0,143

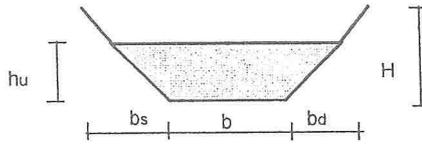
La portata Q2 sarà pari a:

S	Q2
ha	mc/s
12	1,713

*m*

**SCALA DI DEFLUSSO**

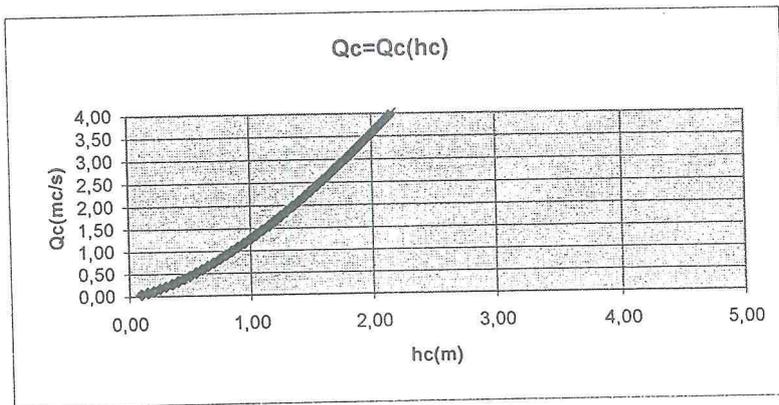
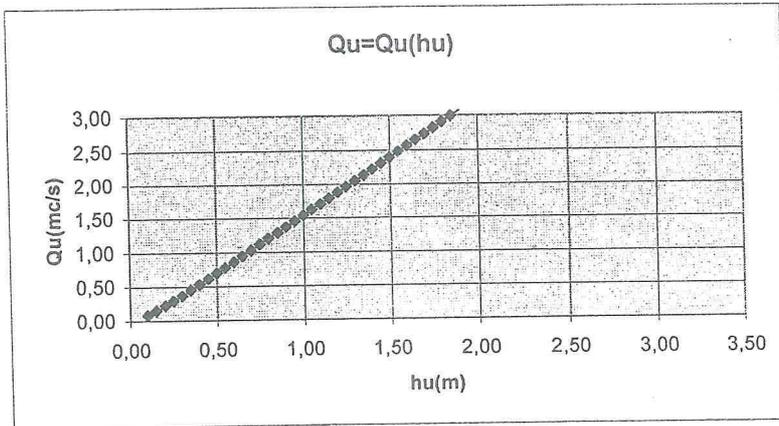
b	0,40	m
bs	0,00	m
bd	0,00	m
H	0,60	m
dh	0,05	m
i	0,10	m/m
K	40,00	canali in terra
Q	280,00	



hu o hc	Area	P	Ri	Qu mc/s	Qc	Vu	Vc	Hu	Hc	hu o hc /H
0,10	0,04	0,600	0,067	0,08	0,04	2,08	0,99	0,32	0,15	0,17
0,15	0,06	0,700	0,086	0,15	0,07	2,46	1,21	0,46	0,23	0,25
0,20	0,08	0,800	0,100	0,22	0,11	2,73	1,40	0,58	0,30	0,33
0,25	0,10	0,900	0,111	0,29	0,16	2,92	1,57	0,69	0,38	0,42
0,30	0,12	1,000	0,120	0,37	0,21	3,08	1,72	0,78	0,45	0,50
0,35	0,14	1,100	0,127	0,45	0,26	3,20	1,85	0,87	0,53	0,58
0,40	0,16	1,200	0,133	0,53	0,32	3,30	1,98	0,96	0,60	0,67
0,45	0,18	1,300	0,138	0,61	0,38	3,39	2,10	1,03	0,68	0,75
0,50	0,20	1,400	0,143	0,69	0,44	3,46	2,21	1,11	0,75	0,83
0,55	0,22	1,500	0,147	0,77	0,51	3,52	2,32	1,18	0,83	0,92
0,60	0,24	1,600	0,150	0,86	0,58	3,57	2,43	1,25	0,90	1,00
0,65	0,26	1,700	0,153	0,94	0,66	3,62	2,53	1,32	0,98	1,08
0,70	0,28	1,800	0,156	1,02	0,73	3,66	2,62	1,38	1,05	1,17
0,75	0,30	1,900	0,158	1,11	0,81	3,70	2,71	1,45	1,13	1,25
0,80	0,32	2,000	0,160	1,19	0,90	3,73	2,80	1,51	1,20	1,33
0,85	0,34	2,100	0,162	1,28	0,98	3,76	2,89	1,57	1,28	1,42
0,90	0,36	2,200	0,164	1,36	1,07	3,78	2,97	1,63	1,35	1,50
0,95	0,38	2,300	0,165	1,45	1,16	3,81	3,05	1,69	1,43	1,58
1,00	0,40	2,400	0,167	1,53	1,25	3,83	3,13	1,75	1,50	1,67
1,05	0,42	2,500	0,168	1,62	1,35	3,85	3,21	1,81	1,58	1,75
1,10	0,44	2,600	0,169	1,70	1,45	3,87	3,28	1,86	1,65	1,83
1,15	0,46	2,700	0,170	1,79	1,55	3,89	3,36	1,92	1,73	1,92
1,20	0,48	2,800	0,171	1,87	1,65	3,90	3,43	1,98	1,80	2,00
1,25	0,50	2,900	0,172	1,96	1,75	3,92	3,50	2,03	1,88	2,08
1,30	0,52	3,000	0,173	2,04	1,86	3,93	3,57	2,09	1,95	2,17
1,35	0,54	3,100	0,174	2,13	1,97	3,95	3,64	2,14	2,03	2,25
1,40	0,56	3,200	0,175	2,22	2,08	3,96	3,71	2,20	2,10	2,33
1,45	0,58	3,300	0,176	2,30	2,19	3,97	3,77	2,25	2,18	2,42
1,50	0,60	3,400	0,176	2,39	2,30	3,98	3,84	2,31	2,25	2,50
1,55	0,62	3,500	0,177	2,47	2,42	3,99	3,90	2,36	2,33	2,58
1,60	0,64	3,600	0,178	2,56	2,54	4,00	3,96	2,42	2,40	2,67
1,65	0,66	3,700	0,178	2,65	2,66	4,01	4,02	2,47	2,48	2,75
1,70	0,68	3,800	0,179	2,73	2,78	4,02	4,08	2,52	2,55	2,83
1,75	0,70	3,900	0,179	2,82	2,90	4,02	4,14	2,58	2,63	2,92
1,80	0,72	4,000	0,180	2,90	3,03	4,03	4,20	2,63	2,70	3,00

*Handwritten signature or initials.*

$i > i_c$  per  $i > 0,008$   
 $i < i_c$  per  $i < 0,001$





AUTORITA' DI BACINO DELLA PUGLIA  
ESTRATTO DALLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' FRANE

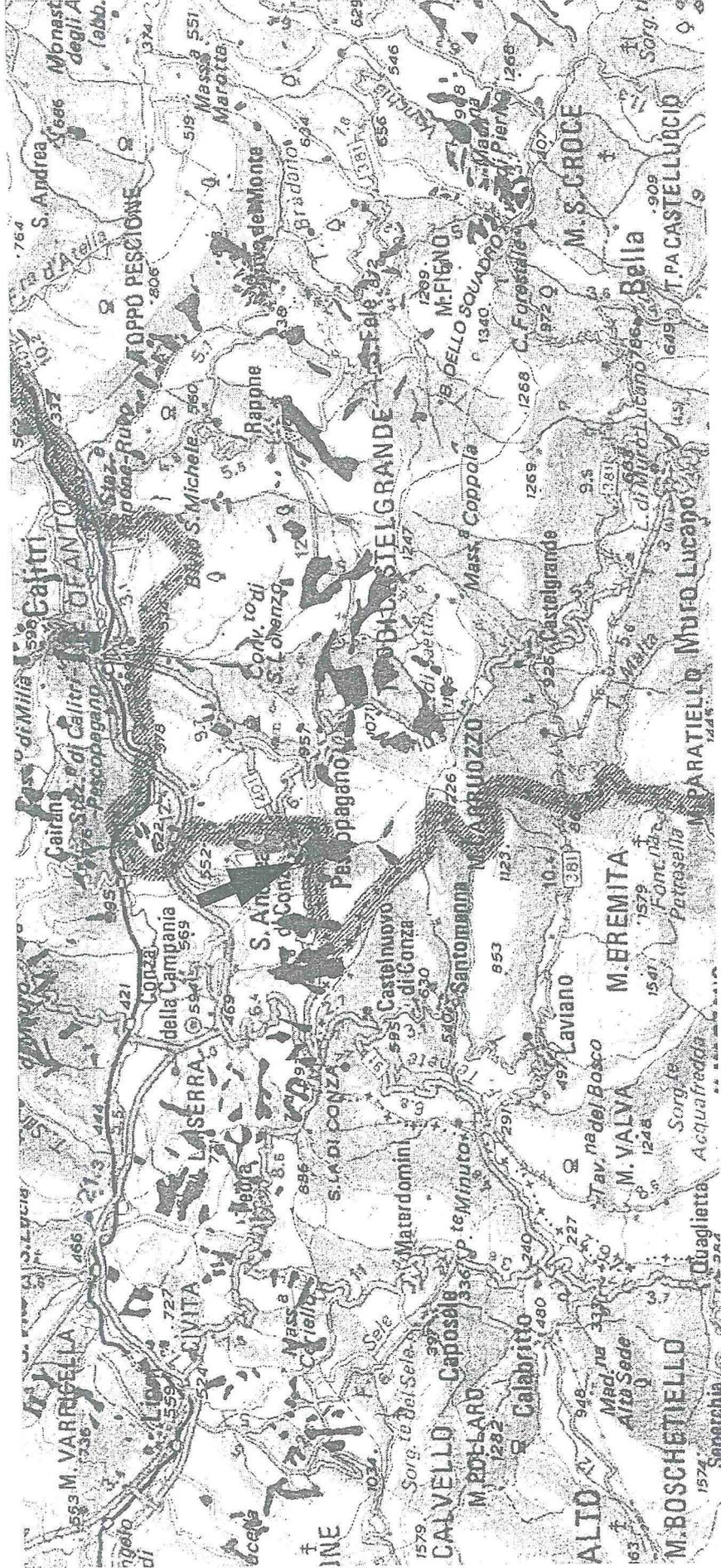
Legenda  
Freccia indica l'individuazione dell'area



12

AUTORITA' DI BACINO DELLA PUGLIA  
ESTRATTO DALLA CARTA DEL RISCHIO

Legenda  
Freccia indica l'individuazione dell'area



3

