

COMUNE DI SANT'ANDREA DI CONZA
Provincia di Avellino

Relazione di Compatibilità Idraulica
Integrazione

Progetto di ampliamento di una cava di pietra ornamentale, autorizzata con D.D. n. 68 del 12/04/2010, sita alla località Serro delle Serpi, foglio n. 7 part.lla nn. 120 e 176 del Comune di Sant'Andrea di Conza, nell'ipotesi di esondazione del reticolo idrografico del torrente Arso ai sensi delle cartografie e normative dell'Autorità di Bacino della Puglia

*Committente: Andreone Marbles s.r.l.
Sede legale ed operativa nell'area P.I.P. di Sant'Andrea di Conza (AV)*

OGGETTO DELL'ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA ASSEVERATA
ALLEGATI GRAFICI

Rev. 01 del febbraio 2014

COMMITTENTE: ANDREONE MARBLES S.R.L.
Sede Legale: AREA P.I.P. SANT'ANDREA DI CONZA (AV)

IL TECNICO
ING. FELICE MARIA D'ALESSIO
Studio professionale in Battipaglia alla Via del Centenario n°56
Tel. 3477208798 - felicemariadalessio@gmail.com



Sommario

1) Premessa	2
2) Quadro normativo	3
3) Cartografia di base.....	4
4) Classificazione dell'area oggetto di intervento.....	5
5) Breve descrizione del comune di intervento	7
6) Breve Descrizione del progetto	7
7) Ubicazione catastale.....	8
8) Inquadramento dell'area di studio	8
9) Inquadramento dell'alveo in esame	8
10) Compatibilità idraulica	10
11) Considerazioni sulla Compatibilità Idraulica.....	10
12) Modalità per la redazione della relazione di compatibilità	11
13) GNDCI Linea 1. Sintesi del rapporto regionale Puglia.....	11
14) CALCOLI IDROLOGICI	12
15) Legge di crescita delle piogge con il Periodo di Ritorno T.....	15
16) Modello cinematico	17
17) Portate calcolate.....	18
18) Determinazione del tirante idrico in prossimita' dell'area.....	19
19) Caratteristiche del software HEC-RAS.....	19
20) Metodo di calcolo	20
21) CONCLUSIONI.....	21

Relazione di Compatibilità Idraulica

Progetto di ampliamento di una cava di pietra ornamentale, autorizzata con D.D. n. 68 del 12/04/2010, sita alla località Serro delle Serpi, foglio n. 7 part.ile nn. 120 e 176 del Comune di Sant'Andrea di Conza, nell'ipotesi di esondazione del reticolo idrografico del torrente Arso ai sensi delle cartografie e normative dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Committente: Andreone Marbles s.r.l.

Sede legale ed operativa nell'area P.I.P. di Sant'Andrea di Conza (AV)

1) Premessa

Il sottoscritto, ing. Felice Maria D'Alessio, per incarico dell'amministratore unico e legale rappresentante dott. Andreone Giuseppe della ditta Andreone Marbles s.r.l. con sede legale e sede operativa nel Piano Insediamento Produttivo del Comune di Sant'Andrea di Conza (AV) cap 83053, ha redatto uno integrativo allo *studio di compatibilità idraulica* integrativo a quello trasmesso nel novembre 2013 all'Autorità di Bacino della Puglia.

Lo studio è stato redatto ai sensi dell'art. **6 delle Norme Tecniche di attuazione del Piano di Bacino Stralcio assetto idrogeologico PAI dell'Autorità di Bacino della Puglia**, approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 30/11/2005.

Le linee generali, riportate nel documento agli atti della Conferenza dei Servizi tenutasi in data 26/09/2013 presso gli Uffici del Settore Provinciale del Genio Civile di Avellino, sono considerate valide per quel che concerne le ipotesi generali.

La ditta committente ha incaricato, quindi, lo scrivente di individuare l'area di pertinenza della struttura produttiva in Sant'Andrea di Conza (AV), sulle cartografie specifiche predisposte dall'Autorità di Bacino della Puglia e verificarne la sicurezza in relazione alla *pericolosità idraulica* ai sensi delle NTA.

L'incarico è stato esteso anche alla formulazione di un'ipotesi di lavoro per definire le soluzioni tecniche più idonee per la *mitigazione o di eliminazione delle condizioni di rischio* e, quindi di mettere in sicurezza l'attività produttiva.

Lo studio è stato condotto, individuando nelle varie cartografie redatte dall'A.d.B.P., l'area oggetto di intervento, verificando l'esistenza o meno di rischi e classificando la zona.

Una volta classificata la *pericolosità idraulica* dell'area, ai sensi degli articoli 9,10, 11 e 12 delle NTA, è stato redatto lo *studio di compatibilità idraulica integrativo richiesto in sede di Conferenza dei Servizi* (art. 6 delle NTA).

2) Quadro normativo

Riferimenti costituzionali

- Art. 9 Cost.: Tutela del paesaggio ed Art. 32 Cost.: Tutela della salute.

Normativa comunitaria

- 2000/60/CE Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (Direttiva "acque").
- 2006/118/CE Direttiva 2006/118/CE del 12 dicembre 2006 - Parlamento europeo e Consiglio - sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

Normativa nazionale

- Legge n. 183/1989 (abrogata da Dlgs 152/2006): Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.
- 1) Legge n. 253 /1990: Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989, n. 183.
- Legge n. 394/91: Legge quadro sulle aree protette.
 - 2) D.P.R. 07/01/1992: Atto di indirizzo e coordinamento per determinare i criteri di integrazione e coordinamento tra le attività conoscitive dello Stato, delle Autorità di Bacino e delle Regioni per la redazione dei piani di bacino.
 - 3) D.P.R. 14/04/1994: Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale e interregionale.
 - 4) Legge 5 gennaio 1994, n. 36: Disposizioni in materia di risorse idriche.
 - 5) D.P.R. 18/07/1995: Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino.
 - 6) D.M. 14/02/1997 Direttive tecniche per l'individuazione e la perimetrazione, da parte delle Regioni, delle aree a rischio idrogeologico.
 - 7) D.L. n. 180 dell'11/06/1998 (Convertito dalla L. 03/08/1998 n. 267): Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania.
 - 8) Legge n. 267 03/08/1998: Conversione in legge DL 180/98.
 - 9) Legge 11 dicembre 2000, n. 365 (c.d. "Legge Soverato"): La legge converte, con modifiche, il decreto legge 12 ottobre 2000 n. 279, recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali.
 - 10) D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152, recante "Norme in materia ambientale".
 - 11) D. Lgs. n. 284/2006: Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, recante norme in materia ambientale.

3) Cartografia di base

L'area in esame, in merito alla *pericolosità idraulica*, è stata individuata sulla cartografia messa in rete sul sito web dell'Autorità di Bacino della Puglia; la cartografia è aggiornata al 13/10/2013.

Lo studio di compatibilità idraulica è stato altresì condotto riferendosi alla cartografia disponibile con scale di dettaglio in rapporto di 1:100.000; 1:25.000; 1:5.000.

- Carta geografica in coordinate Gauss-Boaga in scala 1:100.000;
- Carte IGM in scala 1:25.000 – Quadrante 186-Tavola N. 27 e Tavola N. 35;
- Carta IGM in scala 1:25.000 – Quadrante 187-Tavola N. 28;
- Carta IGM in scala 1:25.000 -
- Carta tecnica dell'Italia Meridionale Pescopagano Quadrante: 174 in scala 1:5.000;
- Carta tecnica dell'Italia Meridionale Sant'Andrea di Conza Quadrante: 158 in scala 1:5.000.

Le NTA fissano gli interventi possibili nella zona di intervento e che consistono, come già detto, in opere per la mitigazione ed l'eliminazione del rischio.

Il presente studio di compatibilità idraulica intende determinare le condizioni di deflusso con il quale la massima portata di piena due centennale transiterà nel reticolo idrografico e verificare se tale grandezza sia compatibile con le condizioni di sicurezza della struttura produttiva.

4) Classificazione dell'area oggetto di intervento

La zona interessata all'attività di *ampliamento della cava ornamentale* rientra in una zona del territorio comunale di Sant'Andrea di Conza (AV) **su cui non vi sono vincoli di pericolosità idraulica indicate negli articoli 9, 10 e 11 del citato PAI**; in particolare la **zona oggetto di intervento rientra in quelle aree classificate dall'articolo 12 delle NTA**.

Lo scrivente ha convalidato, nelle conclusioni dello studio di compatibilità idraulica, le opere di intervento (paragrafo delle prescrizioni) concordate con il progettista, consistenti nella realizzazione di opere di adeguamento per la messa in sicurezza della struttura produttiva.

L'individuazione dell'area in esame, è riportata nell'allegato cartografico riportata in calce alla presente relazione tecnica.

Allo scopo di introdurre i calcoli idraulici alla base dello studio, si è osservato che l'area oggetto di intervento 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.

Lo studio si può considerare esaustivo: difatti le informazioni idrologiche disponibili all'epoca della sua redazione, e considerato che, per lo stretto lasso di tempo intercorso dalla data di formulazione dello studio ad oggi, sono ancora valide. I parametri di calcolo non sono variati in maniera significativa e, quindi, 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:

a) come varino i valori medi dei massimi annuali delle piogge in un intervallo temporale δ , in funzione di δ , per tutto il territorio Campano;

b) 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.;

c) 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 δ , 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 δ , il valore 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.

5) Breve descrizione del comune di intervento

Sant'Andrea di Conza è uno dei più piccoli comuni della Campania per estensione territoriale, pari a 6,44 km². Il numero di abitanti al 2012 è pari a 1634 con densità pari a 263 ab/Km².

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale individua quale contesto di riferimento territoriale per Sant'Andrea di Conza l'"Alta valle dell'Ofanto", che comprende anche i comuni di Conza della Campania, Calitri, Cairano ed Andretta.

La valle è connotata da una morfologia molto articolata: ad eccezione di Sant'Andrea, che è l'unico centro in posizione di pendio, tutti gli altri centri si trovano alla sommità di suggestive emergenze orografiche. Questa circostanza evidenzia un forte collegamento con il territorio della Basilicata, nei confronti del quale si registrano importanti analogie insediative. Sant'Andrea di Conza si colloca lungo il confine regionale con la Basilicata e non distante dal confine provinciale tra Avellino e Salerno.

Dal punto di vista dell'accessibilità l'area risente della strutturale carenza infrastrutturale riscontrabile in gran parte dell'Appennino meridionale. L'itinerario lungo la ex. S.S. 91 e la nuova S.S. 691 costituiscono le principali connessioni con la viabilità autostradale primaria. La ex S.S. 91, infatti, che attraversa il comune di Conza, permette il collegamento con la S.S. 691 – Fondo Valle Sele, importante asse a scorrimento veloce che si connette al casello autostradale di Eboli dell'A3. La stessa ex S.S. 91, con un percorso assai più tortuoso, si connette a nord al casello di Vallata dell'A16. L'autostrada Napoli Canosa A16 è più facilmente raggiungibile percorrendo la S.S. 303 che da Calitri giunge allo svincolo di Lacedonia. Rilevante, per Sant'Andrea di Conza, è la presenza della S.S. 7, il cui nuovo tracciato, modificato dopo gli eventi sismici degli anni ottanta, prende il nome di "Ofantina". La S.S. 7 che interseca il centro storico di Sant'Andrea, permette i collegamenti interni tra Avellino e Potenza.

6) Breve Descrizione del progetto

L'intervento riguarda l'ampliamento di una cava di pietra ornamentale "Breccia Irpina" autorizzata dal settore provinciale del Genio civile di Avellino con D.D. n. 68 del 12/04/2010.

L'ampliamento in progetto avverrà tramite la realizzazione di terrazzamenti che non modificheranno in maniera significativa l'aspetto geomorfologico del reticolo idraulico.

L'intervento nel complesso si può intendere del tipo ad "*invarianza idraulica*" in quanto non trasformerà il territorio con la realizzazione di grandi superfici impermeabili.

7) Ubicazione catastale

L'area insiste sui lotti individuati in catasto al foglio n. 7, part.ile nn. 120 e 176 del Comune di Sant'Andrea di Conza (AV).

8) Inquadramento dell'area di studio

Il territorio comunale di Sant'Andrea di Conza è allocato su di una porzione di versante situato in sponda destra del Fiume Ofanto. Le aree in questione comprendono un ampio settore a morfologia sub – pianeggiante (Piano dell'Incoronata e Piano di Campo), a nord, con quote comprese tra 430 e 530 m s.l.m. ed uno di tipo alto - collinare a sud con quote fino ad 850 m s.l.m. (Serra delle Serpi). Il limite settentrionale del comprensorio comunale coincide con il corso inferiore del Torrente Arso, tributario in destra idrografica del Fiume Ofanto. I tributari minori del Fiume Ofanto che solcano il versante raccordandosi al loro livello di base sono, da ovest, il Vallone Gammario, il Torrente Arso, il Vallone delle Pietre ed il Fosso dei Monaci.

Per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici è possibile fare le seguenti considerazioni. L'ambito territoriale di Sant'Andrea di Conza risulta dislocato nel cuore dell'Appennino Campano - Lucano, in una porzione di territorio che, nel suo complesso, è di tipo alto - collinare.

L'altitudine massima che viene riscontrata all'interno del territorio comunale è pari ad 854 m s.l.m. e la si ritrova a sud, in loc. Serra delle Serpi.

Nella porzione di territorio in studio, l'assetto geomorfologico attuale è da porre in relazione con le condizioni geo-strutturali e l'evoluzione Neotettonica. Il ruolo di quest'ultima, che ha sollevato le successioni carbonatiche e calcareo - marnose in facies di flysch a quote prossime e/o superiori a 1.000 m s.l.m., ha assunto particolare incidenza, soprattutto nel determinare sviluppo ed evoluzione del reticolo drenante e nel conseguente modellamento dei versanti.

9) Inquadramento dell'alveo in esame

Il bacino imbrifero del Torrente Arso comprende il Vallone Gammario, il Vallone delle Pietre ed il Fosso dei Monaci hanno, quale livello di base, il Torrente Arso.

Le linee di impluvio sopra descritte presentano uno sviluppo delle aste drenanti con andamento prevalente SE - NW (appenninico), spesso adattandosi e/o sovrapponendosi al reticolo strutturale.

Tali torrenti presentano uno sviluppo della rete drenante con una morfologia tipica dei torrenti presenti nelle aree alto - collinari e/o montane, impostati su litologie da scarsamente permeabili ad impermeabili, nelle linee generali. Sono, infatti caratterizzati da una

notevole lunghezza e sviluppo delle aste drenanti sul versante, che assume, nel caso specifico, un andamento dendritico, con un ordine gerarchico almeno pari al 4° ordine.

Il loro profilo trasversale risulta essere sempre molto incassato e, specialmente nella parte alta del loro sviluppo, non sono presenti significative aree di fondovalle di accumulo, né, tantomeno, aree golenali. Infatti, nel contesto topografico descritto, prevalgono le fenomenologie erosive, piuttosto che quelle deposizionali.

In particolare, le due aste drenanti che attraversano l'attuale tessuto urbano e/o industriale del comune di Sant'Andrea di Conza, sono il Torrente Arso ed il Vallone delle Pietre.

I corsi d'acqua che solcano il territorio comunale di Sant'Andrea di Conza sono, da ovest, il Vallone Gammario (il cui corso segna il confine amministrativo con il comune di Conza della Campania), il Torrente Arso, il Vallone delle Pietre ed il Fosso dei Monaci, che assume, così come il Torrente Arso nel suo tratto inferiore nord - orientale, anche il ruolo di confine amministrativo con la Regione Basilicata.

Essi scorrono con direzione sud - est, nord - ovest (andamento appenninico) e confluiscono nel Torrente Arso, affluente in destra idrografica del Fiume Ofanto. In particolare, il Vallone delle Pietre confluisce nel Vallone Arso a nord - ovest del centro abitato, in prossimità del Campo Sportivo.

Il loro regime idraulico è torrentizio, condizionato esclusivamente, o quasi, dagli eventi meteorici. Pertanto, nelle attuali condizioni climatiche, essi sono pressoché asciutti, o con il transito di una portata annuale non molto significativa, per buona parte dell'anno. Quanto sopra esposto, assume particolare rilevanza specialmente nell'ultimo decennio, contraddistinto da una tendenza climatica rappresentata da prolungati periodi siccitosi, specialmente in concomitanza con la stagione estiva.

Inoltre, anche le stagioni tradizionalmente piovose, come l'autunno - inverno e parte della primavera, attualmente, sono caratterizzate da precipitazioni estremamente ridotte, specialmente se confrontate con i cicli piovosi degli anni '50 - '70 del secolo scorso.

Nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esclusivamente il Vallone Arso ed, in parte, il Vallone delle Pietre, esercitano una qualche dinamica di modellamento sui versanti.

Infatti, il Vallone Arso, pur essendo dotato di briglie realizzate alcuni decenni or sono dal Genio Civile di Avellino (immediatamente a monte ed a valle del ponte della rotabile S.S. n°7 - Via Appia), possiede una spiccata tendenza all'erosione laterale di sponda, in quanto, nel tratto compreso tra la loc. Serra la Serpa ed il ponte sulla S.S. n°7 - Via Appia, esso scorre su di un substrato geologico costituito da litologie molto erodibili, essenzialmente riferibili alle Argille varicolori scagliose.

10) Compatibilità idraulica

L'area interessata dall'intervento ricade in prossimità di un reticolo idrografico individuato su carta IGM in scala 1:25.000.

Come già detto in precedenza, rientra in un'area in cui non vi sono particolari condizioni di pericolosità idraulica.

L'area si può classificare come area di pertinenza fluviale, ovvero porzioni di territorio esterne all'alveo attivo del fiume, in genere impegnate da piene straordinarie ed in ogni caso la cui genesi è riconducibile alla presenza del fiume e/o lago. Tali aree possono essere altresì necessarie per l'adeguamento del corso d'acqua all'assetto definitivo previsto dal presente Piano e per la sua riqualificazione ambientale.

Ai fini della tutela e dell'adeguamento dell'assetto complessivo della rete idrografica il PAI dell'A.d.B.P. ha individuato le fasce di pertinenza fluviale.

In dette aree sono consentiti gli interventi idraulici e di sistemazione ambientale atti a ridurre il rischio idraulico, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino, tali da migliorare le condizioni di funzionalità idraulica, da non aumentare il rischio di inondazione a valle e da non pregiudicare la possibile attuazione di una sistemazione idraulica definitiva.

All'interno delle fasce di pertinenza fluviale è consentita la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del PAI e con la pianificazione degli interventi d'emergenza di Protezione Civile.

All'interno delle fasce di pertinenza fluviale può essere inoltre prevista la realizzazione di nuovi fabbricati costituenti pertinenze funzionali di fabbricati ed attività esistenti, o espansioni contermini al territorio urbanizzato non diversamente localizzabili, a condizione che le aree interessate dagli interventi non siano passibili di inondazione e/o sottoposte ad azioni erosive dei corsi d'acqua in riferimento ad eventi di pioggia con tempo di ritorno 200 anni.

11) Considerazioni sulla Compatibilità Idraulica

Il piano stralcio per la tutela del rischio idrogeologico prevede lo studio di compatibilità idraulica 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 3, 17 e 31 della 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, inoltre dal punto di vista della successione litostratigrafica che delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni investigati, presenta una sufficiente omogeneità.

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.

12) Modalità per la redazione della relazione di compatibilità

Il torrente Arso, inoltre, in prossimità dell'area oggetto di intervento, non è classificato come "acqua pubblica".

Lo studio di compatibilità idraulica è stato fortemente condizionato da una cartografia di difficile consultazione. Difatti l'area ricade sul limite di confine regionale (Campania – Basilicata) e quindi per poter ricostruire il bacino idrografico si è dovuto commettere un'ipotesi di lavoro del tipo frazionata. Il bacino sotteso alla sezione di confluenza del torrente Arso con le altre aste tributarie secondarie (in prossimità della strada SS 771 a quota) è stato ricostruito sulla cartografia disponibile di confine Sant'Andrea di Conza (SA) e Pescopagano (PZ). In fase di quantificazione finale delle estensioni areali si sono sommate le superfici dei due sottobacini imbriferi; si è ottenuto in questo modo un dato accettabile anche tenendo conto che le aste torrentizie del bacino non sono classificate dal punto di vista idraulico pericolose; in breve l'ipotesi di individuazione del bacino è compatibile con il livello di rischio dell'area.

Il modello di calcolo della portata di piena due centennale scelto è quello afflusso – deflusso, in quanto per il torrente Arso non si conoscono le osservazioni idrometriche e quindi si ricostruisce la statistica delle piene con la statistica delle piogge.

13) GNDCI Linea 1. Sintesi del rapporto regionale Puglia

Premessa

In questa breve nota vengono sintetizzati i risultati salienti del Progetto VAPI per la stima delle portate di assegnato tempo di ritorno, per qualsiasi sezione del reticolo idrografico dei corsi d'acqua della Puglia, con particolare riguardo ai bacini compresi tra il fiume

Ofanto a sud e il torrente Candelaro a nord. La sintesi è stata articolata con riferimento a indagini effettuate nella modellazione dei dati pluviometrici ed idrometrici della regione, contenute nel Rapporto Regionale pubblicato, Valutazione delle Piene in Puglia [Copertino e Fiorentino, 1994], a cui si rimanda per ogni ulteriore approfondimento.

La presentazione sintetica dei risultati, che si riporta nel seguito, fornisce unicamente le indicazioni essenziali all'applicazione delle procedure proposte.

Base dati utilizzata

Pluviometria

I dati pluviometrici utilizzati sono gestiti quasi tutti dalla sezione di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN).

La rete pluviometrica del SIMN al 1985 risultava composta da 100 stazioni di misura delle piogge con almeno 1 anni di osservazione.

Idrometria

La consistenza della rete di misura idrometrica è molto variata nel corso degli anni; fino al 1970 risultavano complessivamente, per il Compartimento di Bari, 20 stazioni idrometriche.

Si distinguono nel seguito i dati relativi a: **massimi annuali delle portate istantanee**: si tratta complessivamente di 20 stazioni idrometrografiche con numerosità compresa fra 7 e 53 anni; **massimi annuali delle portate** in più ore consecutive: in tal caso si tratta di dati che nella quasi totalità non sono mai stati pubblicati e sono stati ricavati appositamente ricorrendo alla lettura delle strisce idrometrografiche originali o delle tabelle in cui il dato idrometrico è stato già corretto, attraverso la scala di deflusso appropriata, in dato di portata. Complessivamente sono state analizzate 8 serie idrometrografiche con numerosità fra i 12 e 24 anni per durate fra 0.5 e 48 ore.

Una particolare attenzione è stata posta nell'analisi delle scale di deflusso delle stazioni idrometrografiche, con ricostruzione dei valori incerti attraverso una metodologia statistica per la messa a punto di una scala di deflusso di piena.

14) CALCOLI IDROLOGICI

Legge di dipendenza della media dei massimi annuali delle altezze di pioggia dalla durata dell'intervallo temporale

Indichiamo con:

δ l'ampiezza dell'intervallo temporale, in ore;

h_δ il massimo annuale dell'altezza di pioggia che si può verificare nell'intervallo δ , in mm;

$\mu(h_\delta)$ la media dei valori di h_δ .

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 , δ_c e β rappresentano rispettivamente:

I_0 la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia per la durata δ tendente a zero;

δ_c il fattore di scala delle durate, in ore;

β il fattore di decadimento della legge di pioggia.

Se nel punto di interesse non vi sono dati registrati, i valori dei parametri I_0 , δ_c e β 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 , δ_c e β .

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 (AV)*, questa ricade all'interno della zona pluviometrica 4b(fig. 1), caratterizzata dai seguenti valori dei parametri:

$$I_0 = 117 \text{ mm/h,}$$

$$\delta_c = 0.0976 \text{ ore,}$$

mentre β varia con la quota z sul livello del mare secondo la relazione

$$\beta = 0.00007738 z + 0.7031 \text{ con } z \text{ in } m.$$

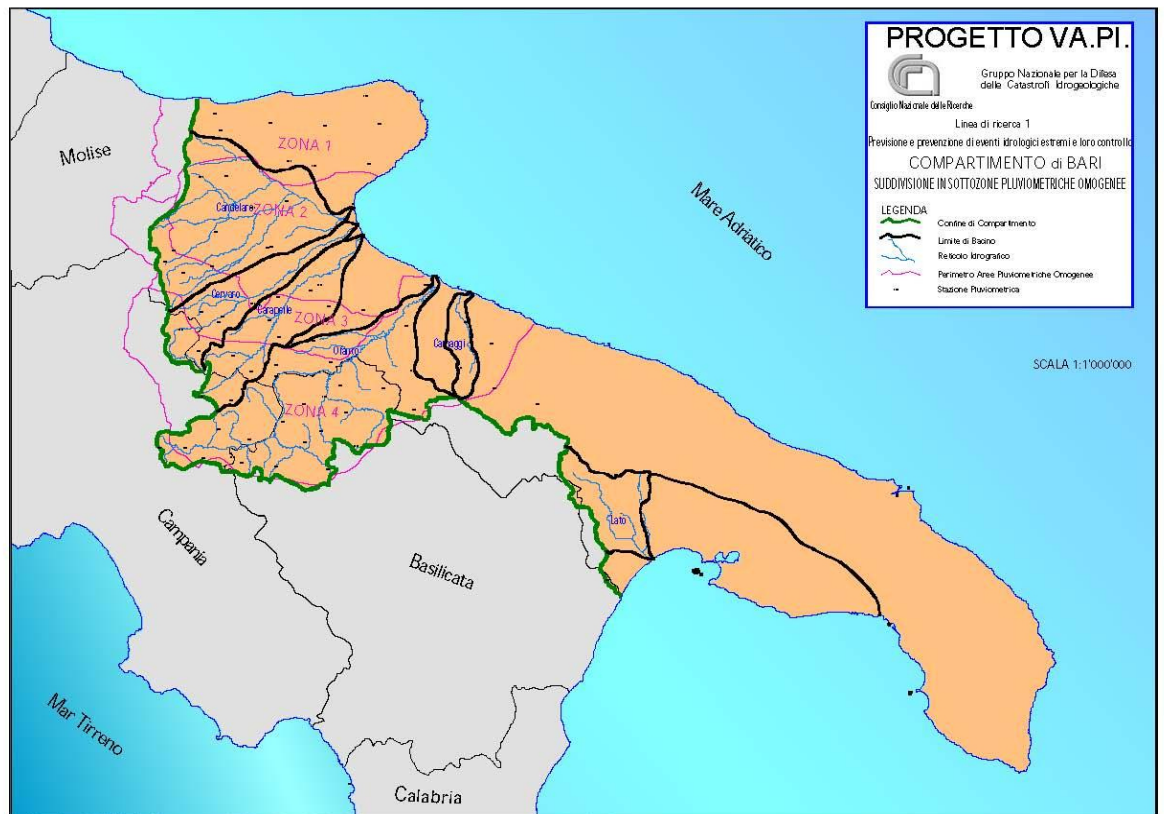


Fig.1 – Zone pluviometriche omogenee della Puglia – Progetto VA.P.I.

Tenuto conto che i bacini sono di dimensioni ridotte, se dalle piogge nei singoli punti h_δ si vuol passare all'afflusso medio sul bacino a_δ , si può considerare che vi sia la contemporaneità dei massimi, tralasciando l'effetto di mitigazione dovuto alla estensione areale. Pertanto per gli afflussi medi sui singoli bacini si può assumere una relazione del tipo (2), facendo riferimento alla quota media sul mare del bacino stesso.

Tenuto inoltre conto che nell'area d'interesse, la quota media sul mare dei singoli bacini varia dai 1000 ai 500 *m.s.m.*, nel caso specifico si è assunto per z il valore precauzionale di 750 *m.s.m.* pervenendo alla relazione:

$$\mu(a_\delta) = \frac{117 \delta}{\left(1 + \frac{\delta}{0.3312}\right)^{0.746}} \quad (3)$$

in cui:

$\mu(a_\delta)$ è espresso in *mm*;

e δ è espresso in *h*.

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

$$\mu(i_\delta) = \frac{117}{\left(1 + \frac{\delta}{0.3312}\right)^{0.746}} \quad (3bis)$$

15) Legge di crescita delle piogge con il Periodo di Ritorno T

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

Indicata con ϕ la probabilità che si verifichi l'evento $h_\delta^* \leq h_\delta$, il valore di ϕ è legato ad h_δ 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 θ_1 e θ_2 , λ_1 e λ_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 ϕ 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 ϕ .

In forma schematica, indicando con $h_{\delta T}$ il valore che la grandezza h_{δ} 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 λ_1 , λ_2 , θ_1 e θ_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 δ .

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	0.83
5	1.39
10	1.85
20	2.37
25	2.55
40	2.95
50	3.15
100	3.76
200	4.39
500	5.22
1000	5.84

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 δ , che può essere superato mediamente una volta ogni T anni.

Nel caso specifico si è considerato un periodo di ritorno di 200 anni a cui corrisponde un fattore di crescita K_T pari a 1.38.

16) 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 ;

φ 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 δ_c , 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 φ un valore di 0.85 per le future aree asfaltate e 0.35 per i terreni.

La durata critica della pioggia δ_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: δ in min

L lunghezza dell'asta principale, in m

i_m pendenza media del bacino in m/m .

17) Portate calcolate

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 idrologici, per avere delle informazioni storiche su eventuali onde di piena con conseguenti esondazioni significative.

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 esistenti (rivestimento in alcuni tratti a monte della sezione di calcolo dell'alveo con calcestruzzo e alveo rivestito per la maggior parte dell'asta con golena in terreno) nella zona oggetto di relazione, rientrano in quelle classificabili come sistemazione idraulica del tratto vallivo e definiscono e distinguono l'alveo di magra da quella di piena e ristabiliscono le sezioni idrauliche sufficienti per il deflusso in condizioni di piena ed anche di stabilizzare la tortuosità dell'andamento planimetrico nella zona ove sorge il complesso commerciale.

Visto le caratteristiche geologiche dei materiali costituenti il bacino, da poter sicuramente classificare come terreni alluvionali, si è ritenuto opportuno considerare un coefficiente di afflusso φ non superiore a 0,30.

Il calcolo è stato redatto con l'ausilio di foglio elettronico e i cui risultati sono stati allegati alla presente e che sinteticamente possono essere riassunti come di seguito:

Area Bacino (ha)	Coeff. Afflusso φ	Lunghezza Asta (ml)	I(media) (m/m)	δ (min)	μ (i δ) (mm/h)	Q₂₀₀ (mc/sec)
40	0.60	170	0,008	43,18	48,19	12,40

I parametri idraulici da assumere nel calcolo della portata di piena duecentennale con la teoria del modello VAPI di Rossi e Villani sono l'area del Bacino, il coefficiente di afflusso e la lunghezza dell'asta fluviale.

Il coefficiente di afflusso φ è stato assunto pari a 0,60 così come consigliato dalla letteratura tecnica per la tipologia del bacino del Torrente Arso.

I risultati riportati in tabella, evidenziano una portata **Q₂₀₀** 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, pari a **12,40 m³s⁻¹**.

18) Determinazione del tirante idrico in prossimità dell'area

La sezione esaminata per il calcolo della portata di piena duecentennale ha una forma sub-trapezoidale, le cui dimensioni sono riportate negli allegati.

Il tirante idrico, in funzione della portata di piena, è stato determinato in maniera analitica e i risultati sono stati desumibili numericamente dallo studio in moto permanente.

La pendenza dell'asta, assunta per la costruzione analitica e grafica della scala di deflusso, è stata stimata intorno al valore 0,1% (valore medio per aste torrentizie).

Il valore massimo del tirante idrico al transito della portata centennale di piena è stato determinato per interpolazione lineare, tra i valori analitici riportati nella "Scala di Deflusso" in prossimità del valore di $Q_{200} = 12,40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ e che è pari a circa **1,20 metri** (valore stimato in eccesso a vantaggio di idraulica).

19) Caratteristiche del software HEC-RAS

Il software hec-ras offre la possibilità di disegnare complesse reti di canali tracciando lo schema ad albero della rete di canali, permette un facile inserimento delle sezioni trasversali, visualizzabili sullo schermo, dei coefficienti di Manning, delle distanze parziali fra le sezioni, i coefficienti di Manning possono avere valori diversi nelle varie parti della sezione trasversale (ad esempio sul fondo, sulle sponde del canale e sulle golene).

E' possibile inoltre copiare e modificare automaticamente i dati delle sezioni trasversali; modificare le quote e le ascisse dei punti che definiscono la sezione trasversale, moltiplicando le coordinate per un fattore o aggiungendo o sottraendo una costante.

Consente l'interpolazione automatica delle sezioni trasversali; quando la variazione della geometria del terreno può essere ritenuta lineare, è possibile far inserire al programma, tra due sezioni contigue, un numero a piacere di sezioni interpolate.

Permette l'inserimento di punti singolari quali ponti anche con pile in alveo, sottopassi anche ad aperture multiple, manufatti di sbarramento con paratoie e sfioratori superficiali, di sfioratori laterali muniti, eventualmente, di paratoie per la simulazione delle casse di espansione laterali; le casse di espansione possono poi essere dotate di uscite sia a sfioro che con tubi al livello del fondo la cui portata può essere mandata di nuovo nel corso d'acqua od in un altro corso d'acqua.

E' consentita inoltre la scelta del regime di flusso; l'utente può scegliere il regime di flusso in corrente lenta, in corrente veloce o misto; in quest'ultimo caso è necessario fornire le condizioni al contorno sia a valle sia a monte della rete, ed il programma automati-

camente si servirà dell'una o dell'altra condizione secondo il regime che si verificherà nei vari rami. Dopo l'assegnazione delle condizioni geometriche del caso in esame si passa all'inserimento delle portate di progetto e dunque il programma può procedere al calcolo, in particolare il programma permette: calcolo dei profili del pelo libero in moto permanente a portata variabile; l'utente ha la possibilità di variare la portata in qualsiasi sezione trasversale lungo il ramo; calcolo delle perdite d'energia tramite coefficienti d'attrito (Manning) e coefficienti di contrazione – espansione; calcolo del profilo locale in corrispondenza di punti singolari (ponti, sottopassi, ecc.); il programma passa automaticamente a controllare la possibilità che si verifichi il flusso in pressione quando il pelo libero (o, a scelta dell'utente, la linea dell'Energia) raggiunge l'intradosso d'impalcato; se viene superato l'estradosso d'impalcato, il programma valuta anche il flusso a stramazzo; calcolo dell'erosione in corrispondenza dei ponti; gestione automatica dell'alternanza di correnti lente e veloci che può verificarsi in uno stesso tratto in regimi misti, con gestione del risalto idraulico nel passaggio da corrente lenta a veloce; visualizzazione con animazione dell'andamento dell'onda di piena in funzione del tempo di percorrenza del corso d'acqua.

Il programma dopo i calcoli restituisce come output rappresentazioni grafiche della rete di canali, delle sezioni trasversali, dei profili longitudinali ed idrici ed altro, crea tabelle predefinite e permette all'utente di crearne di personalizzate.

Tutti i risultati possono essere visualizzati sullo schermo, stampati od esportati ad altro software (es. Word processor, Autocad® ecc.).

20) Metodo di calcolo

Sono state considerate le condizioni di moto stazionario di tipo monodimensionale, con portata costante nel tronco considerato, sono state inserite le sezioni del canale ricavate dal rilievo piano altimetrico effettuato lungo il tracciato principale e con successiva rielaborazione delle sezioni inserite con interpolazione circa ogni 5,00 m.

Il compluvio presenta una geometria quasi regolare con sezione più ampia nel tratto centrale (tra le sezioni 20 e 40), più stretta nel tratto iniziale (sezione 50) e più larga verso valle in corrispondenza del tombino della strada interna a servizio della cava.

Le condizioni al contorno assegnate sono quelle proprie di moto permanente, calcolate in automatico dal programma mediante le formule di Manning in base alla pendenza della linea di energia che per le ipotesi considerate è equivalente alla pendenza del pelo libero, equivalente a sua volta alla pendenza del fondo del canale.

Per questo motivo si sono inseriti i valori di "Normal depth" ovvero della pendenza del

fondo del canale sia nel tratto di monte che nel tratto di valle, non essendo noto a priori il tipo di corrente che si instaura nei tratti oggetto della verifica.

Successivamente, dall'analisi dei risultati e in particolare dal valore assunto dal Numero di Froude si potrà riconoscere se, il regime che si instaura nel particolare tratto di compluvio verificato, è di corrente lenta o di corrente veloce a seconda che il suddetto coefficiente assuma rispettivamente un valore inferiore o superiore all'unità.

Come detto in precedenza, la portata viene considerata costante per il tratto compreso tra le sezioni. Il valore di portata adottato nella simulazione è quello relativo al tempo di ritorno di 200 anni ovvero pari a 12,40 mc/s per il tratto di torrente ubicato in zona cava.

I coefficienti di scabrezza di Manning sono stati desunti dal manuale d'uso del codice di calcolo HEC-RAS. In base alle caratteristiche di scabrezza delle sezioni relative al tratto verificato, osservando dal sopralluogo effettuato la presenza di vegetazione, si è scelto di assegnare un valore del coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,04 s·m^{1/3} per il tratto di torrente in esame.

21) CONCLUSIONI

Lo studio di compatibilità idraulica, con tutte le ipotesi di lavoro fatte per i parametri idraulici più significativi, evidenzia che nella zona di torrente esaminato, la portata due centenaria sarà contenuta in alveo.

La forma della sezione dell'alveo, è del tipo sub-trapezia con savanella a sezione rettangolare in terra e zona golenale in terreno vegetale.

L'area, quindi, nel corso del fenomeno di piena non sarà invasa da portate significative e queste saranno smaltite in tempi non istantanei; una maggiore precisione potrà desumersi una volta costruito l'idrogramma di piena, che in questa fase si può considerare solo concettualmente, in quanto i dati reali, necessari per la sua costruzione, sono solo ipotizzabili. Non è possibile nemmeno stabilire con esattezza l'istante in cui l'onda di piena investirà la zona.

Tutto ciò premesso è possibile stimare la durata del transito del picco di piena consultando la letteratura tecnica specifica per aste similari. In via preliminare detta durata si può ipotizzare non inferiore alle 3 ore. Mentre come già detto nulla si può dire, in questa fase, sull'istante in cui l'onda investirà l'area.

L'intervento non porterà alla trasformazione del territorio aumentando la percentuale di zona impermeabile con conseguente alterazione del deflusso naturale del torrente.

L'ampliamento della cava nei fatti lascerà alterata la percentuale di superficie permeabile, consentendo alle acque meteoriche raccolte dal torrente di defluire secondo le attuali condizioni di deflusso di modellamento stabilizzatosi negli anni.

Le acque di lavorazione saranno raccolte da opportuna canalizzazione con sbocco in una vasca di decantazione che fungerà anche da "vasca di laminazione". In questo modo durante gli eventi meteorici significativi le acque piovane saranno restituite in tempo differito all'alveo. Si ipotizza che durante gli eventi di pioggia le attività di lavorazione della breccia irpina sia sospesa e che, pertanto, i canali di raccolta delle acque di lavorazione possano fungere da invasi.

Sono necessari interventi di manutenzione del torrente, in particolare con eliminazione di detriti o altro che possa interferire con il deflusso delle portate di piena.

S. Andrea di Conza, febbraio 2014

Il Tecnico

Ing. Felice Maria D'Alessio