

Studio G E O E C O S
Dott. Geol. Gianni MENZIO

Programmazione Territoriale-Geotecnica-Idrogeologia

Sede : Via Cavour 34 - SAMPEYRE (CN)

Tel. 0175977186-Fax 1782737211 Cell. 3402572786 - E-mail: geoecos@libero.it-

Indirizzo di posta elettronica certificata: geoecos@epap.sicurezzapostale.it

Relazione Geologico – Idrogeologico – Geotecnica
(L.R. 56/77 e Circ. P.G.R. 7/ LAP dell’8/5/96)

Comune di ROSSANA

REGIONE PIEMONTE - Provincia di CUNEO

**Progetto: Elaborati Geologici per l’adeguamento
dello Strumento Urbanistico alla Circ. 7/LAP e al PAI**

Committente: Amministrazione Comunale

Maggio 2012

INDICE

<u>FASE 1</u>	3
1 - PREMESSA	4
2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA	6
3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
<i>3.1 - Inquadramento generale</i>	8
<i>3.2 - Litotipi</i>	9
<i>3.3 - Depositi quaternari</i>	10
4 – ASSETTO IDROGEOLOGICO	12
5 – DATI PREGRESSI	14
6 - COMMENTO ALLA CARTA CLIVOMETRICA	16
7 - COMMENTO ALLA CARTA GEOLOGICO-MORFOLOGICA E DEI DISSESTI	18
8 - COMMENTO ALLA CARTA DELLA DINAMICA FLUVIALE, del Reticolo Idrografico minore , delle Opere di Difesa Idraulica censite.	21
<i>8.1 – Analisi</i>	22
<i>8.2 - Risultati</i>	36
8.3 - Approfondimenti di carattere idraulico sul Rio Torto ed alcuni affluenti di sinistra	39
8.4- ANALISI IDROLOGICA DEI BACINI DEI RII MINORI.....	53
8.5- Verifiche Idrauliche	55
8.6- CONCLUSIONI	65
9. CARTA DEGLI ELEMENTI LOCALI PER LA STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA	68
10 – COMMENTO AL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).	89
<u>FASE 2</u>	92
11 - COMMENTO ALLA CARTA DI SINTESI	93
<i>11.1 - Premessa</i>	
<i>11.2 - Descrizione</i>	
<i>11.3 - Risultati</i>	
12 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	100
13 - BIBLIOGRAFIA	102
<hr style="width: 10%; margin-left: 0;"/>	
ALLEGATI	103

“FASE 1”

1. PREMESSA

La presente indagine è finalizzata **alla stesura del Progetto di Variante al PRGC del Comune di Rossana (Provincia di Cuneo), secondo le prescrizioni della L.R. 56/77, della Circolare del P.G.R. n° 7/LAP del 8/5/96, della N.T.E. alla Circ. n.° 7/LAP del Dicembre 1999 e del PAI – Autorità di Bacino del Fiume Po (adottato con Deliberazione n.° 18 /2001).**

Nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), in particolare nell'elaborato n.° 2 "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Inventario dei centri abitati montani esposti a pericolo"(vedi documentazione in allegato), il *Comune di Rossana* è stato inserito in "**classe di rischio totale R2 (medio): per il quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio - economiche**".

La tipologia di dissesto, componente il rischio, è collegata **alla dinamica gravitativa (frana).**

La fase di analisi ha compreso:

- 1 - *L'analisi geomorfologica* del territorio comunale di *Rossana* e del bacino del *Rio Torto* e dei rii minori in modo da individuare eventuali situazioni di pericolosità legate a particolari condizioni idrogeologiche;
- 2 - L'esecuzione di *indagini geologiche* nell'intero territorio comunale, al fine di verificare la compatibilità tra gli interventi edificatori esistenti od in progetto e l'equilibrio geomorfologico ed idrogeologico dell'area;
- 3 - L'analisi dell'*acclività*;
- 4 - La *localizzazione e la funzionalità delle opere di sistemazione idraulica* esistenti;
- 5 - L'esame del *materiale bibliografico* reperibile;
- 6 - L'esame delle *foto aeree*.
7. La ricerca di Dati Progressi.
8. L'esecuzione di 2 prove MASV per determinare la risposta sismica dei depositi.

I dati raccolti, corredati da rilievi cartografici di dettaglio, hanno portato alla stesura di una serie di carte tematiche di Analisi, in scala 1:10.000: "*carta clivometrica*", "*carta geologico - morfologica e dei dissesti*", "*carta della dinamica fluviale, del reticolo idrografico minore, dei*

dissesti e delle opere di difesa idraulica censite”, “carta Litotecnica”, “ Carta degli Elementi Locali per la Stima della Pericolosità Sismica e Litotecnica”

A completamento della suddetta cartografia è stata redatta la *“carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica - 1:10.000”* dell’intero territorio comunale, sulla quale sono riportate le indicazioni sulla propensione urbanistica dell’area, in relazione al livello di pericolosità geomorfologica attualmente esistente, secondo quanto specificato nella Circolare del P.G.R. n° 7/LAP, del 8 maggio ’96.

I Rilievi di campagna sono stati effettuati con la collaborazione del dott. geol. Stefano Tuberga , della dott. geol. Laura Turconi e del dott. Ing. Succio..

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

Il *Comune di Rossana* è compreso all'interno del bacino del *Rio Torto*, tributario destro del *Torrente Varaita*. Il territorio comunale presenta una superficie di circa 20 km² ed è interamente rappresentato nel Foglio n.° 79 della Carta Geografica d'Italia" alla scala 1: 100.000 (I.G.M.I.).

Dal punto di vista altimetrico il territorio è compreso tra quota 490 m s.l.m., del settore di confluenza tra il *Rio Torto* ed il *Torrente Varaita*, in corrispondenza del confine con i Comuni di *Piasco* e *Costigliole Saluzzo*, ed una quota di 1400 m s.l.m. del settore spartiacque con il Comune di *Valmala*.

Morfologicamente il territorio può essere suddiviso in due distinte fasce. La prima è rappresentata dal settore subpianeggiante in corrispondenza del fondovalle, caratterizzato dalla maggior densità urbanistica dell'intero territorio (*Concentrico di Rossana*).

La seconda fascia, contraddistinta da un'acclività da media ad elevata, è posta a quote generalmente superiori ai 550 m s.l.m. ed è contraddistinta dalla presenza di alcune borgate e numerosi casolari isolati.

Il versante vallivo compreso all'interno del *Comune di Piasco* risulta intensamente vegetato, con una copertura arborea fitta e continua, anche in corrispondenza dei settori posti alle quote più elevate.

Le fasce boscate sono costituite dall'alternanza di settori occupati da bosco ceduo, sottoposto a taglio stagionale, e da settori in cui il bosco risulta privo di manutenzione programmata e sottoposto a tagli saltuari. È infine da segnalare la presenza di numerose radure e fasce disboscate, soprattutto in prossimità delle borgate e dei casolari, occupate da prati o da coltivazioni varie. Di particolare importanza risultano essere i popolamenti di castagno, anche se attualmente in fase di regresso.

La zona pianeggiante, in prossimità del corso del *Rio Torto*, è quasi del tutto disboscata e le forme morfologiche risentono notevolmente dell'intervento antropico.

La porzione mediana del territorio comunale è infine contraddistinta dalla presenza di un'importante area di cava: la cava di calcare "Rivasse – Tarditi".

Dal punto di vista climatico l'area può essere classificata come “temperata – continentale”, con un'escursione annuale di circa 20°, media estiva di 19, 2° e media del mese invernale più freddo di 0,37°.

Le precipitazioni sono contraddistinte da valori piuttosto contenuti, di poco superiori agli 800 mm. La distribuzione delle precipitazioni, riferibile al regime sublitoraneo – occidentale, presenta due massimi, uno assoluto primaverile ed uno relativo autunnale, e due minimi, uno assoluto estivo ed uno relativo invernale.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 - Inquadramento generale

La zona esaminata è compresa nel Foglio n.° 78 e 79 “Argentera-Dronero”, II edizione, della Carta Geologica d’Italia alla scala 1: 100.000. I litotipi presenti sono attribuibili al *Complesso del Dora-Maira* ed al *Complesso dei Calcescisti Ofiolitiferi*.

Complesso del DORA-MAIRA

Il Complesso Dora-Maira consiste in un insieme eterogeneo di parascisti pretriassici, in prevalenza micascisti con intercalazioni stratoidi o lenticolari di marmi cristallini ed anfiboliti, oltre a notevoli masse di ortogneiss occhiadini o granitoidi ed è ricoperto da gneiss e scisti psammitici e psefitici grafitici.

Per Michard (1967) e Vialon (1966) si tratta di zoccolo cristallino polimetamorfico, sede di importanti processi di granitizzazione di età Ercinica, sul quale si sono depositate diverse serie detritiche. Le serie detritiche e vulcano - detritiche sono rappresentate in particolare da scisti carboniferi, micascisti ad albite e cloritoide, gneiss minuti, metaconglomerati, porfiroidi arcosici e grafitici.

Zona Piemontese dei CALCESCISTI OFIOLITIFERI

Questa zona può essere suddivisa in due distinte unità strutturali. La prima è la Serie dei Calcescisti con Pietre verdi (compresa una fascia calcareo-dolomitica basale), scollata dal substrato pretriassico; la seconda è il klippe ofiolitico del Monviso. I litotipi rilevati ricadono all’interno della prima unità strutturale. I calcescisti sono costituiti principalmente da calcescisti a letti filladico-grafitici, calcarei ed arenacei. Le ofioliti comprese in questo complesso sedimentario-metamorfico sono rappresentate per lo più da prasiniti con subordinate serpentiniti e rarissimi metagabbri. Mentre le prasiniti costituiscono intercalazioni stratoidi nei parascisti e conservano generalmente rapporti primari di messa in posto effusiva, metagabbri e serpentiniti presentano invece rapporti

secondari: come scaglie tettoniche ed olistoliti entro i calcescisti incassanti (Malaroda, 1957; Michard, 1967).

3.2 - Litotipi

I litotipi rinvenuti nell'area del *Comune di Rossana* sono costituiti da metamorfiti appartenenti al *Complesso del Dora Maira*, al *Complesso dei Calcescisti Ofiolitiferi* ed a sedimenti calcareo – dolomitici appartenenti alla serie dei *Calcescisti Ofiolitiferi*.

In particolare in questa zona si rinvergono:

- *calcescisti, calcescisti filladici e filladi calcaree;*
- *calcari dolomitici e dolomie;*
- *micascisti, talora gneissici, e quarzomicascisti;*
- *quarziti micacee;*
- *anfiboliti e gneiss anfibolici.*

- Calcescisti, calcescisti filladici e filladi calcaree.

Si tratta di calcescisti a letti filladici grafitici, calcarei ed arenacei che incorporano livelli di calcari grigiastri marmorei.

A volte sono rilevabili livelli metrici o decimetrici più scuri costituiti da calcescisti filladici o filladi calcaree, che presentano una foliazione più pervasiva dei normali calcescisti.

- Calcari dolomitici e dolomie.

Sono costituiti da calcari “fetidi” di colore bianco – grigiastro a patina bianco – giallastra e struttura da microcristallina a saccaroide. A volte presentano tessitura isotropa a struttura cristallina. Essi affiorano in bancate metriche con ripetute intercalazioni di marmi scuri, al cui contatto assumono un aspetto marcatamente marmoreo, saccaroide, di un bel colore rosato.

Affiorano come lembi anche di notevole estensione. I più importanti sono localizzati in corrispondenza del settore delle *Fornaci* e della *cava Rivasse – Tarditi* (in quest’ultimo caso vengono attualmente utilizzati per la produzione di calce).

- Micascisti, talora gneissici, e quarzomicascisti.

Costituiscono l'ossatura del settore meridionale del Dora-Maira. Si tratta di un insieme eterogeneo di paraderivati, con micascisti prevalenti, da massicci a filladici, frequentemente a granato e cloritoide.

Tali paraderivati trarrebbero origine da una sequenza argilloso-arenacea a livelli carbonatici del Paleozoico inferiore e manifestano un'impronta metamorfica alpina in facies scisti verdi.

- Quarziti micacee.

Si tratta di quarziti a fengite, di colore biancastro, con orizzonti spesso fortemente alterati e tettonizzati, talora con passaggi graduali a miloniti (in particolare nel settore della cava Rivasse – Tarditi).

- Anfiboliti e gneiss anfibolici.

Tali litotipi sono presenti sotto forma di intercalazioni lenticolari o stratiformi entro i parascisti.

Sono individuabili sia paragenesi di tipo prasinitico, sia prevalenti anfiboliti ad albite a struttura massiva.

Si tratta di antiche rocce a chimismo basico in seguito sottoposte ad un primo episodio metamorfico di alta pressione e successive trasformazioni alpine in facies scisti verdi.

3.3 - Depositi quaternari

Sono rappresentati da depositi fluviali attuali e recenti, da depositi fluvioglaciali, da coperture eluviali e colluviali più o meno alterate, da detrito di falda e da accumuli detritici non stabilizzati.

I depositi fluviali attuali e recenti sono presenti nel tratto medio – inferiore del fondovalle, lungo le aste torrentizie del *Rio Torto*, del *Rio della Colletta*, del *Rio Bruido* e del *Rio Bragamonti*, a

quote inferiori ai 700 m s.l.m. e sono costituite da depositi prevalentemente a granulometria ghiaioso-ciottolosa, immersi in una matrice sabbioso – limosa bruna. Sono interessati da debole pedogenesi (avanzata nel settore delle “terre rosse”) con presenza di una coltre di suolo parzialmente argillificato con spessore di 30 – 50 cm. Presentano una superficie subpianeggiante incisa dalle aste torrentizie che in genere scorrono incassate di 2 – 3 m rispetto al terrazzo circostante.

I depositi fluvioglaciali sono presenti in un unico lembo, allungato in direzione Est – Ovest, delimitato verso Nord dalla scarpata di erosione fluviale del *Torrente Varaita* e a Sud dai depositi fluviali attuali e recenti del *Rio Torto*. Sono costituiti da alluvioni grossolane con ciottoli eterometrici, tondeggianti, con diametro fino a 30 – 40 cm, formati da elementi di micascisti, serpentiniti, gneiss, quarziti, calcari e calcescisti. Tali depositi sono ricoperti da un paleosuolo argilloso di colore giallo – rossastro, potente fino a 3 m.

I terreni di copertura eluviale e colluviale, **a prevalente composizione limoso-sabbiosa**, generalmente presentano spessori che possono variare da meno a più di un metro e sono omogeneamente distribuiti nell'intero territorio comunale di *Rossana*. Questi depositi risultano spesso intensamente alterati, tali da formare **accumuli di “terre rosse”** di potenza anche maggiore di 2 m. Affiorano con continuità nell'ampia conca compresa tra *Ruà Prazzo* e *Cascina Bonardo*.

Gli **accumuli di detrito sparso (detrito di falda e accumuli detritici non stabilizzati)**, dovuti a processi di disgregazione fisica e trasporto di versante, sono invece difficilmente distinguibili e cartografabili, a causa di una copertura continua di depositi eluvio – colluviali. Sono generalmente costituiti da matrice sabbiosa, di colore bruno – rossastro, con percentuale limoso – argillosa variabile dal 10% al 30%, nella quale sono immersi elementi spigolosi prevalentemente quarzosi e calcareo – dolomitici, eterometrici. Talvolta si presentano cementati a causa dei fenomeni di dissoluzione e riprecipitazione dei carbonati.

A ridosso degli affioramenti quarziticci del *Bric Bracalla* e del *Monte Pagliano* tali accumuli sono caratterizzati da sfasciume detritico sciolto, poco potente, con elementi litoidi di dimensioni mediamente centimetriche e componente fine pressoché assente.

Le cause principali della caduta di pietrame dalle pareti rocciose sono da ricercarsi nei processi di disgregazione fisica, fra i quali predomina in assoluto l'azione clastica del gelo sulle porzioni a

maggior fratturazione. L'intensità del fenomeno e le dimensioni dei blocchi sono direttamente collegati al grado di fessurazione della roccia ed alla presenza dei piani di scistosità.

4. ASSETTO IDROGEOLOGICO

La maggior parte del deflusso sotterraneo, all'interno del territorio comunale, avviene nei depositi di copertura eluvio –colluviale, nei detriti di falda e nelle alluvioni di fondovalle. Il substrato cristallino, formato da micascisti, quarziti, calcescisti, filladi calcaree ed anfiboliti, è invece **caratterizzato da un permeabilità per fessurazione da scarsa ad assente. La permeabilità risulta relativamente maggiore nei calcescisti (di origine secondaria)** ed avviene per percolazione delle acque nelle fratturazioni; la presenza di letti calcitici aumenta localmente la loro permeabilità. Nei settori dove vi sono intercalazioni di pietre verdi si possono originare dei piccoli bacini idrogeologici impostati nei calcescisti ma che presentano portate estremamente ridotte.

Nei settori dove sono presenti **affioramenti rocce carbonatiche** si possono invece creare piccoli bacini idrici ipogei che possono emergere all'esterno attraverso sorgenti di contatto (con i litotipi a minore permeabilità). All'interno del condotto ipogeo della *Grotta delle Fornaci* (settore *cava Rivasse – Tarditi*) è infatti rilevabile un moderato deflusso sotterraneo.

Sia nei depositi detritici di versante sia in quelli di fondovalle **la permeabilità presenta in media valori maggiori di 10^{-2} m/s.**

I depositi di copertura eluvio – colluviale caratterizzati da minor permeabilità sono presenti nell'ampia conca sottostante *C.na Bonardo* e *Ruà Prazzo*. Si tratta di depositi fini, limoso – argillosi, potenti anche 4 – 5 m, profondamente alterati, di colore rossastro (terre rosse).

Depositi con permeabilità da media ad elevata sono rappresentati dai terreni detritici che bordano la fascia di raccordo con il fondovalle del *Rio Torto*, tra *C.na Tarditi* ed il *Colletto di Rossana*.

A ridosso degli affioramenti quarziticci di *B.c Bracalla (C.sa Biolet)*, tali depositi sono invece costituiti da sfasciume detritico sciolto, e di conseguenza risultano molto permeabili.

I sedimenti fluviali di fondovalle, presenti lungo le aste torrentizie del *Rio Torto*, del *Rio Bragamonti* e del *Rio Bruido*, **contengono in genere una falda superficiale alla quale si alternano altre falde semiconfinate, separate da orizzonti più o meno cementati**. In particolare nel settore a valle del *Concentrico di Rossana*, è stata rilevata l'esistenza di una prima falda libera nell'orizzonte alluvionale ghiaioso – sabbioso ed una seconda alla profondità di circa 45 m, separata dalla prima da un orizzonte conglomeratico con spessore medio di circa 5 m.

In quest'area il livello piezometrico è stato riscontrato ad una profondità di circa 6 – 9 m in prossimità della zona di raccordo con il versante vallivo, mentre risulta essere subaffiorante (1,5 – 2 m) in vicinanza dell'alveo attuale del *Rio Torto*.

I risultati delle prove di pompaggio, eseguite dallo *Studio Geoecos* nel territorio di Rossana nell'anno 1999 e 2001 (zona stabilimento Bitron), hanno fornito valori medi di **“trasmissività” di circa 3×10^{-4} mq/s, un “coefficiente di immagazzinamento” di 2×10^{-4} e “permeabilità” superiore a 10^{-2} m/s.**

Negli elaborati cartografici **sono riportate anche le sorgenti**, alcune delle quali captate per uso potabile, e le relative fasce di rispetto. Queste ultime sono state realizzate utilizzando il criterio idrogeologico, ai sensi della L.R. 12/4/94, facendo in ogni caso sempre riferimento al D.P.R. 236/88. Il “tempo di sicurezza” considerato per la delimitazione delle aree di rispetto è dato dall'isocrona a 180 giorni (per una conducibilità idraulica di circa 2×10^{-2} m/s). In tutti i casi considerati, data la vicinanza delle sorgenti a dorsali spartiacque, la zona di rispetto è stata estesa fino al culmine delle dorsali stesse: l'area invilupata risulta nei casi esaminati sempre inferiore all'isocrona dei 180 giorni.

5. DATI PREGRESSI

Negli allegati geologici del PRGC vigente (e successive Varianti), nella Banca Dati Geologica Regionale e negli elaborati del PAI (*adottato con Deliberazione n.° 18 /2001*), si segnalano fenomeni di dissesto idrogeologico concentrati essenzialmente nell'ambito dei versanti (*dissesti per frana*), ed in minor misura nel settore di fondovalle (*attività torrentizia*).

L'esame della Banca Dati Geologica Regionale – Foglio 79 “Dronero” (1: 100.000), sulla quale sono riportati vari tematismi in relazione ai fenomeni di dissesto presenti, ha permesso di evidenziare alcuni elementi d'interesse di seguito brevemente descritti.

- Dall'esame della “*Carta dei settori di versante vulnerabili da fenomeni franosi per fluidificazione dei terreni incoerenti della copertura superficiale*” si rilevano condizioni legate a tale dinamica in un ampio settore posto sul versante destro del *Rio Torto*, a monte del *Concentrico* ed in locali ambiti del bacino del *Rio Bruido* e subordinatamente anche del bacino del *Rio Bragamonti*.

Le informazioni che compongono tale tematismo sono state ottenute attraverso “l'incrocio” dei dati relativi a: pendenza dei terreni, presenza della copertura vegetale, altezza ed intensità delle precipitazioni e tipologia di suoli.

Si precisa che tali movimenti gravitativi interessano principalmente i depositi quaternari che in tale zona sono composti dalle coperture eluvio-colluviali, ovvero da materiali incoerenti ciottoloso–ghiaioso-sabbiosi che ricoprono il substrato e che sono facilmente movimentabili. Nella “carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica” tali settori sono stati inseriti in Classe III indifferenziata e subordinatamente, dove si sovrappongono altre tipologie di dissesto, in Classe IIIa.

- Dalla “*Carta dei tributari minori e delle conoidi potenzialmente attive*” si osservano casi, documentati, di violenta attività torrentizia (1-2 casi di trasporto in massa durante eventi di piena), lungo il corso del *Rio Bruido – Rio Torto*.

Tale casistica è stata rilevata anche per il *Rio di Monte Pagliano*, bacino localizzato sul versante destro della valle principale e nel quale ricade anche parte della porzione settentrionale del *Concentrico*.

Il periodo di osservazione va dal 1830 al 1981.

- Nella carta tematica dei “*danni alla rete viaria ed ai ponti*” vengono segnalati da 1 a 3 casi accertati di interruzioni per frana per la strada di collegamento *Mulino della Valle – S. Anna*. Casi analoghi sono infine segnalati anche per la strada di collegamento *Mulino Varaita – Venasca*. Il ponte sul *Varaita* è infine classificato come “ponte che in occasioni diverse ha subito danni e distruzioni” per attività torrentizia.

- Nella “*Carta delle frane*” infine vengono riportati numerosi fenomeni gravitativi, per lo più antichi, riguardanti il substrato e caratterizzati da diffusa quiescenza. Le dinamiche di frana segnalate riguardano i movimenti traslazionali, associati a crolli, con possibile passaggio a colamenti od a valanghe di roccia.

- **Da un controllo eseguito in Banca Dati e con il Tecnico del Comune, non sono riscontrabili fenomeni recenti imputabili agli anni 2006 e 2008.**

6. COMMENTO ALLA CARTA CLIVOMETRICA

L'importanza di una carta della pendenza dei versanti, ai fini di studi come questo, balza in evidenza dalla constatazione che il progressivo aumento dell'acclività di un versante corrisponde in molti casi ad un aumento del suo grado di instabilità.

Ciò risulta chiaro se si tiene presente l'influenza esercitata dai particolari fenomeni geomorfologici illustrati in seguito.

Una maggiore inclinazione del versante favorisce l'erosione superficiale e quindi la facilità di trasporto solido da parte dell'acqua; tale fenomeno, dovuto all'azione della gravità, determina l'asportazione di porzioni di suolo, materiale detritico e frammenti litici distaccatisi dalla roccia in posto.

Nel caso poi di versanti con inclinazione superiore a 30°, esiste la possibilità che si verifichino crolli o distacchi, soprattutto nel caso di rocce poco cementate (pseudocoerenti e semicoerenti) o intensamente fratturate, sia per fenomeni fisici (gelo-disgelo) che tettonici. D'altro canto il diminuire della pendenza dei versanti, rallentando il deflusso dell'acqua, favorisce eventuali fenomeni chimici e chimico-fisici di alterazione del suolo e del substrato roccioso.

La difesa naturale contro il verificarsi dei fenomeni suddetti è ovviamente rappresentata dalla copertura vegetale, anche se a volte il radicamento delle specie arboree risulta difficoltoso a causa dello scarso spessore del suolo e le difficoltà di ritenzione delle acque di percolazione. Vi è ancora da segnalare che la potenziale pericolosità di un versante fortemente inclinato, può venire accentuata dalle condizioni geologiche esistenti, ed in particolare dal tipo di giacitura degli strati (ove essi esistano) o dalla pseudo giacitura data dai piani scistosità.

La visualizzazione delle pendenze, realizzata mediante questa carta, oltre a fondamentali valutazioni geotecniche, consente di sintetizzare indicazioni anche per l'uso dei suoli da un punto di vista agricolo - forestale.

La scelta delle classi di pendenza si basa su numerosissime osservazioni di campagna e su un attento esame della bibliografia esistente.

La prima classe è compresa tra 0° a 10°: si è potuto constatare che pendii con valori minori di inclinazione, nelle zone collinari ed in quelle montuose, non hanno grande influenza ai fini della stabilità. I 10° inoltre rappresentano il limite delle coltivazioni intense di tipo meccanizzato.

I settori caratterizzati da tali pendenze, com'è possibile osservare dagli allegati cartografici, sono presenti nella zona di fondovalle del *Rio Torto* e del *T. Varaita*, dove sorge il *Concentrico di Rossana*, ed in corrispondenza di numerose porzioni di versante contraddistinte da rotture di pendenza.

La seconda classe è compresa tra 10° e 35°: rappresenta la classe di pendenza maggiormente diffusa; è infatti presente con continuità nel zone di versante poste a quote superiori ai 600 m s.l.m..

La terza classe considera pendenze superiori a 35°:

E' rilevabile in particolare nel settore orientale del territorio comunale, dove tra l'altro sono presenti estesi sbancamenti subverticali dovuti ad estrazioni di cava (*Cava Rivasse – Tarditi*).

Per acclività di questo tipo diviene difficile l'utilizzo del suolo per fini agricoli, a meno di non procedere a lavorazioni esclusivamente manuali. Tale pendenza costituisce inoltre una soglia di rischio per la stabilità dei versanti; in presenza di elevati quantitativi d'acqua di pioggia si verifica infatti la riduzione dell'angolo di attrito interno dei materiali detritici sciolti, con conseguenti possibili smottamenti di terreno.

Per pendenze superiori poi, lo spessore delle coltri detritiche diventa molto esiguo; subentra infatti roccia sub-affiorante o affiorante ed anche lo spessore degli eventuali decorticamenti diventa trascurabile.

7. COMMENTO ALLA CARTA GEOLOGICO-MORFOLOGICA E DEI DISSESTI.

Nella carta, realizzata in seguito a rilevamento di terreno ed alla consultazione di foto aeree, sono rappresentati gli affioramenti rocciosi identificati; essi risultano però percentualmente poco numerosi rispetto alla copertura detritica superficiale. Gli affioramenti sono particolarmente concentrati in corrispondenza dei tagli stradali, degli sbancamenti artificiali (aree di cava) e delle incisioni torrentizie. La maggior parte del territorio comunale è caratterizzata da depositi superficiali sui quali è spesso presente una fitta copertura arborea che rende difficile e a volte impossibile l'identificazione degli affioramenti.

Nel settore occidentale affiorano prevalentemente rocce appartenenti al Complesso del Dora Maira, in particolare **micascisti, micascisti gneissici e quarzomicascisti**. Il passaggio tra questi tre diversi litotipi appare generalmente sfumato e non sempre facilmente distinguibile. Nella carta geologico – morfologica e dei dissesti si è preferito non eseguire una distinzione tra i diversi termini e sono stati per questo cartografati come un'unica unità.

Il settore centro - orientale presenta una maggiore eterogeneità di litotipi. Sono infatti presenti affioramenti di **calcescisti, calcari dolomitici, dolomie, micascisti e quarziti**.

Per quanto riguarda i **depositi quaternari**, sulla “carta geologico - morfologica e dei dissesti”, sono stati distinti in **cinque diverse tipologie**:

- **terreni eluviali e colluviali;**
- **terreni eluviali e colluviali profondamente alterati (terre rosse);**
- **detrito di falda e accumuli detritici non stabilizzati;**
- **depositi fluviali recenti ed attuali;**
- **depositi fluvioglaciali.**

I terreni **eluvio-colluviali** sono stati distinti in funzione del loro spessore; sono stati infatti indicati i depositi con potenza superiore al metro da quelli con potenza inferiore.

I primi occupano le zone a bassa acclività, ovvero i settori di versante dove è più facile l'accumulo e quindi la concentrazione di materiali detritici provenienti dal disfacimento dei versanti; i secondi, al contrario, sono localizzati in zone con pendenze tali da favorire il trasporto e l'allontanamento dei materiali stessi.

I depositi eluvio – colluviali profondamente alterati (terre rosse), affiorano in un unico settore, nella porzione meridionale del territorio comunale, nell'area subpianeggiante formata dall'impluvio del *Rio della Colletta*.

I detriti di falda e gli accumuli detritici non stabilizzati sono stati rilevati lungo i versanti dei maggiori rilievi (*Bric Bracalla e Monte Pagliano*) e lungo il versante destro del *Rio della Colletta*.

I depositi fluviali recenti ed attuali sono ampiamente rappresentati lungo il corso inferiore del *Rio Torto* (*Rio Bruido e Rio Bragamonti*) e del *Torrente Varaita* e sono costituiti essenzialmente da **materiali ghiaioso–ciottolosi, con subordinata matrice medio - fine sabbiosa**. Risultano spesso frammisti a **depositi fluvioglaciali** intensamente rielaborati, tanto che non sempre è possibile individuare con esattezza la natura del deposito osservato ed il passaggio tra i due diversi sedimenti.

Questi ultimi sono stati invece facilmente distinti da quelli attuali in un unico ampio lembo, nella porzione settentrionale del fondovalle del *Rio Torto*. Questi depositi presentano un maggiore grado di alterazione ed addensamento rispetto ai depositi attuali e recenti. Essi hanno composizione analoga a quella dei più recenti depositi alluvionali, in quanto le modalità genetiche che ne hanno consentito la formazione sono da ritenersi identiche a quelle che oggi interessano i depositi di ambiente fluviale – torrentizio, ma sui depositi fluvioglaciali è presente un suolo, con potenze che possono raggiungere in alcuni punti anche i 3 m, testimone di un avanzato processo pedogenetico.

La tipologia di dissesto dissesto più frequente è rappresentata dal colamento lento (soliflusso). Tale fenomeno è legato al lento movimento della coltre detritica superficiale, appesantita e mobilizzata ad opera dell'acqua di precipitazione e dalla presenza di risorgive. La mobilizzazione è infine favorita dall'assetto strutturale delle formazioni che presentano, in molti

settori di versante, una giacitura a franapoggio che funge da superficie di scivolamento per la coltre detritica sovrastante.

Altri fenomeni di dissesto rilevati sono rappresentati da **frane di crollo e ribaltamento**. L'intensità del fenomeno e le dimensioni dei blocchi sono direttamente collegati al grado di fessurazione della roccia ed alla presenza dei piani di scistosità. Gli accumuli di frana più significativi sono localizzati lungo il versante meridionale del *Bric Bracalla* e sul versante Nord – occidentale del *Monte Pagliano*, a monte di *C. Ballatore* e *C. Bastonero*.

Numerose risultano anche essere le **frane per saturazione e fluidificazione della copertura detritica**, contraddistinte da fenomeni con evoluzione estremamente rapida, che si sviluppano in concomitanza di eventi meteorici particolarmente intensi e prolungati e coinvolgono per lo più areali con limitata estensione.

Altri fenomeni di dissesto rilevati sono rappresentati da **frane di scivolamento rotazionale o traslativo**; le prime sono caratterizzate da superfici di rottura concave verso l'alto e coinvolgono depositi eluvio – colluviali o detritici con spessori elevati, le seconde sono invece contraddistinte da superfici di scivolamento piane o debolmente ondulate ed impostate spesso in corrispondenza di discontinuità strutturali, come il contatto tra roccia in posto e detrito sovrastante.

Sono infine presenti **fenomeni gravitativi compositi**, solitamente con **evoluzione da crolli e ribaltamenti a scivolamenti traslativi o colamenti lenti**, come ad esempio l'ampio settore in dissesto che coinvolge il versante sinistro del *Rio Bruido*.

Nella cartografia, i fenomeni di dissesto sono stati classificati con dei **codici identificativi** che, oltre a riportare la tipologia di frana (*1 – ribaltamento, 2 – crollo, 3 – scivolamento rotazionale, 4 – scivolamento traslativo, 5 – colamento lento, 9 – saturazione e fluidificazione della copertura detritica e 10 – movimenti gravitativi compositi*) ed il grado di attività (*A – attiva, Q – quiescente e S – stabilizzata*), indicano anche il materiale in prevalenza coinvolto nel dissesto (*R – roccia priva di matrice e D – detrito con matrice fine*).

8. COMMENTO ALLA CARTA DELLA DINAMICA FLUVIALE, DEL RETICOLO IDROGRAFICO MINORE, DEI DISSESTI E DELLE OPERE DI DIFESA IDRAULICA CENSITE

Il territorio comunale di *Rossana* si trova all'interno del **bacino del Rio Torto** che interessa parzialmente anche il *Comune di Busca*. La direzione di deflusso principale presenta un andamento circa Nord – Sud, con origini nell'areale compreso tra il *Colletto di Rossana*, al confine con il *Comune di Busca*, e la *Valle di Lemma*.

Il **Rio della Colletta** è caratterizzato da portate e da sezioni estremamente ridotte fino in prossimità del *Concentrico di Rossana* dove subisce l'apporto, dalla **Valle di Lemma**, di due importanti corsi d'acqua: il **Rio Bruido** ed il **Rio Bragamonti**. Nel settore a monte della confluenza, il *Rio della Colletta* risente infatti notevolmente delle variazioni stagionali, tanto da presentare l'alveo in secca, con deflusso di subalveo, nei periodi di minor precipitazione.

I bacini laterali posti in destra idrografica del *Rio Torto* e che sboccano in prossimità del *Concentrico di Rossana* sono caratterizzati da valli strette e profonde; i relativi corsi d'acqua scorrono fortemente incassati ed hanno un profilo longitudinale sensibilmente inclinato.

L'acclività dei versanti, la presenza di un substrato cristallino in parte costituito da rocce fortemente degradabili ed il locale sottoadattamento degli alvei, determinano, in caso di abbondanti precipitazioni, un notevole ruscellamento diffuso con forte aumento di portata (soprattutto solida).

Nell'allegata “*carta della dinamica fluviale, del reticolo idrografico minore, dei dissesti e delle opere di difesa idraulica censite*” si possono osservare le possibili direzioni preferenziali di deflusso delle acque, in occasione degli eventi di piena. **Sulla base delle caratteristiche geomorfologiche, delle analisi idrologiche, delle verifiche idrauliche e dei dati storici , è stato possibile individuare la più probabile fascia entro la quale sono contenibili i fenomeni di esondazione e di trasporto solido.**

La zonazione delle aree a maggior rischio per attività torrentizia è stata inoltre ottenuta dall'analisi della “*Carta dei tributari minori e delle conoidi potenzialmente attive – Regione Piemonte (Banca Dati Geologica – CSI); Foglio n.° 79 – Dronero – (scala 1: 100.000)*” e da quanto riportato in “*Osservazioni al PAI – Proposta di delimitazione di dettaglio delle aree Ee – Eb – Em; Costigliole Saluzzo (giugno 2003 – Studio Geoecos)*” (stralci allegati). **In ogni caso alcune considerazioni sul T. Varaita sono superate dalle recenti indicazioni idrauliche fornite dalla**

Regione Piemonte all'interno del Piano per la Gestione dei Sedimenti, in base alle quali si è rettificata la perimetrazione T200 sul Varaita.

Inoltre sono stati realizzati ulteriori **approfondimenti di carattere idraulico sul Rio Torto ed alcuni affluenti di sinistra (verifiche del 2011), interessanti l'area produttiva esistente e l'ampliamento previsto in Variante.**

Nella valutazione della tipologia di **dissesto di carattere torrentizio (lineare od areale)** dei corsi d'acqua **interferenti o non interferenti** con zone abitate o per le quali è prevista l'edificabilità, si sono adottati **criteri di tipo geomorfologico od idraulico**. In linea generale il **criterio geomorfologico** è stato introdotto nel caso di **tratti non interferenti con zone urbanizzate o di prevista urbanizzazione**; per i **corsi d'acqua adiacenti a zone abitate** si è invece utilizzata la **verifica idraulica in "moto uniforme", con approfondimenti nel 2011 (allegati) per l'abitato e l'area produttiva esistente ed il settore di nuovo impianto.**

Per la verifica della **compatibilità idraulica delle opere esistenti (ponti, attraversamenti, tratti intubati, ecc.)** è stata considerata la **piena con tempo di ritorno di 100 anni**, valutando in ogni caso **l'influenza di tali opere sul territorio circostante nel caso di piena con tempo di ritorno di 200 anni** (punto 3.3; Direttiva P.S.F.F.).

Nell'allegata cartografia sono state inoltre indicate le **opere idrauliche censite tramite schedatura SICOD.**

8.1 – ANALISI IDROLOGICHE ED IDRAULICHE DEL TORRENTE VARAITA E DEL RIO TORTO

L'**analisi idrologica** è stata condotta esaminando le porzioni di bacino del *T. Varaita* e del *Rio Torto*, per poterne valutare le dimensioni e conseguentemente ottenere le **effettive potenzialità di portata**. Non esistendo misure dirette di portata per i due corsi d'acqua, nell'ambito territoriale esaminato, sono stati utilizzati metodi indiretti per la loro determinazione.

Per il *Torrente Varaita* il **punto di chiusura del bacino** è stato collocato in corrispondenza del settore delle **Prese di Saluzzo (477 m s.l.m.)**, in prossimità del confine comunale con *Costigliole Saluzzo*. Nel caso del *Rio Torto* la sezione inferiore del bacino è stata posizionata in corrispondenza del **Concentrico, a 527 m s.l.m..**

Per queste sezioni di chiusura sono stati determinati i massimi valori di portata, in occasione di **eventi di piena per precipitazioni con tempi di ritorno di 20, 50, 100, 200 e 500 anni.**

Le **caratteristiche morfologiche principali**, dei settori di bacino considerati, sono riassunte nella tabella sottostante.

	Bacino T. Varaita sezione di chiusura a quota 477 m s.l.m.	Bacino Rio Torto sezione di chiusura a quota 527 m s.l.m.
<i>Superficie totale (km²)</i>	457	26,27
<i>Lunghezza (km)</i>	45,8	8,60
<i>Quota massima (m)</i>	3841	1600
<i>Quota minima (m)</i>	477	527

Per valutare il tempo di ritorno degli eventi pluviometrici sono state analizzate statisticamente le serie storiche dei **valori massimi annui delle precipitazioni intense di durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore**, rilevate ai pluviografi di *Casteldelfino, Venasca e Costigliole S.* (nel caso del bacino del *T. Varaita*) e *Venasca e Costigliole S. e Verzuolo* (per il *Rio Torto*). *Tabelle 1.*

Per tali campioni di osservazione è stata adattata la **funzione di probabilità di Gumbel**, stimando i parametri con il metodo dei momenti.

La legge probabilistica di Gumbel è legata all'equazione:

$$P(h) = e^{-e^{-\frac{h-u}{\alpha}}}$$

nella quale **α** rappresenta “l'intensità di funzione” ed **u** “l'estremo atteso” ed a loro volta α ed u sono legati alla “media della popolazione” $\mu(h)$ ed allo “scarto” $\sigma(h)$ della variabile casuale h dalle relazioni:

$$\alpha = \frac{1,283}{\sigma(h)} \quad \text{e} \quad u = \mu(h) - \frac{0,5772}{\alpha}$$

Adottando il “**metodo dei momenti**” i parametri μ e σ della popolazione vengono stimati assumendoli uguali ai corrispondenti parametri del campione \bar{X} e $S(h)$:

$$\bar{h} = \frac{\sum h_i}{N} \quad e$$

Una volta stimati α ed u (tab. 2) si possono tracciare **nel piano di Gumbel le rette di equazione:**

dove y rappresenta la variabile ridotta. *Grafici 1.*

Nelle *tabelle 3* sono riportate le altezze pluviometriche, espresse in mm, riferite a tempi di ritorno di 20, 50, 100, 200 e 500 anni e per tempi di precipitazione pari a 1, 3, 6, 12, 24 ore.

Queste altezze sono state ricavate dal diagramma di Gumbel precedente e sono servite per ottenere le “curve di possibilità pluviometrica” sul diagramma bilogarithmico (h, t), nel quale la curva si riduce ad una retta di equazione dalla quale, applicando le proprietà dei logaritmi si possono ricavare i due parametri a ed n . *Tabelle 4 e tabelle: 5, 6, 7, 8, 9.*

Il primo sarà fornito dal valore della pioggia corrispondente ad una durata unitaria, il secondo sarà invece ricavabile una volta conosciuto a dalla formula:

dove (h_0, t_0) sono le coordinate di un punto qualunque della retta.

Il modello assunto per la determinazione della portata di piena individua, **come durata critica della precipitazione, quella corrispondente ad un tempo pari a quello di corrivazione.**

Per il calcolo del tempo di corrivazione esistono molte formule elaborate da diversi Autori, in questo caso sono state utilizzate quelle riportate di seguito. I valori ottenuti sono stati infine mediati per avere un dato statistico rappresentativo di tutto il bacino.

Formula di Giandotti: $t_c = (4\sqrt{S} + 1,5L) / (0,8\sqrt{\Delta h})$ (ore)

dove:

L = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino;

Δh = dislivello medio del bacino;

S = superficie del bacino.

Formula di Ventura: $t_c = 0,127 \sqrt{(S/i)}$ (ore)

dove:

i = pendenza media dell'asta fluviale ($\cong 6\%$).

Formula di Pezzoli: $t_c = 0,055 L / \sqrt{i}$ (ore)

Formula di Puglisi: $t_c = 6 L^{2/3} (\Delta h_{\max})^{-1/3}$ (ore)

dove:

Δh_{\max} = dislivello massimo del bacino.

	<i>Giandotti</i>	<i>Ventura</i>	<i>Pezzoli</i>	<i>Puglisi</i>
<i>Varaita</i> <i>Tempo di corrivazione (ore)</i>	4,70	1,10	1,03	5,13
<i>Rio Torto</i> <i>Tempo di corrivazione (ore)</i>	1,76	1,29	0,22	2,35

Scartando i due valori inferiori (*Ventura* e *Pezzoli*), nel caso del **T. Varaita**, in quanto sottostimati in relazione alle caratteristiche morfometriche del bacino ed all'azione di laminazione dovuta agli invasi artificiali, e considerando i restanti dati (*Giandotti* e *Puglisi*), è possibile **considerare come accettabile un tempo di corrivazione pari a 5,00 ore.**

Per il **Rio Torto** invece, scartando il valore ottenuto tramite la relazione di *Pezzoli* e mediando i restanti, si ottiene un **tempo di corrivazione pari a 1,80 ore.**

La metodologia adottata per l'**analisi afflussi–deflussi** (calcolo delle portate di piena) si basa su un approccio di tipo indiretto, attraverso una formulazione analitica espressa da:

$$Q = C * i * A / 3,6$$

dove **C** rappresenta il coefficiente di deflusso (o di infiltrazione), **i** l'intensità media delle precipitazioni cadute in un'ora (rapportate al tempo di ritorno) ed **A** l'area del bacino.

Le analisi sono state condotte considerando coefficienti di deflusso pari a 0,40 per il *Varaita* e 0,50 per il *Rio Torto*, che rappresentano la quantità di precipitazione efficace che viene smaltita direttamente attraverso il deflusso superficiale.

Il coefficiente di deflusso è quindi proporzionale alla permeabilità, alla pendenza ed al grado di saturazione del bacino in esame. Mentre i primi due parametri possono essere considerati mediamente costanti all'interno del bacino, la saturazione può essere invece influenzata dal tipo di evento meteorico e dalla sua durata; è verosimile infatti che oltre alla pioggia che cade verso la fine di un evento di elevata durata, si debba tener conto del contributo sorgivo dovuto alla pregressa saturazione del bacino.

I valori delle portate di piena e la fascia potenzialmente esondabile del *T. Varaita*, sono state calcolate anche in base ai risultati ottenuti nelle analisi idrologiche realizzate per *Costigliole Saluzzo* (“Osservazioni al PAI – Proposta di delimitazione di dettaglio delle aree Ee – Eb – Em; Costigliole Saluzzo - giugno 2003; Studio Geoecos”), e per *Venasca*.

	<i>Tempi di ritorno</i>	<i>Portate stimate per il Varaita (m³/sec)</i>
A) Metodo empirico <i>(Costigliole S.)</i>	100	1164
	200	1356
	500	1629
B) Metodo razionale	100	952
	200	1046
	500	1171
C) Autorità di Bacino <i>(Costigliole S.)</i>	100	460
	200	600
	500	890

Le portate di piena del *Varaita*, assunte per le successive elaborazioni, sono state ottenute mediando ed interpretando i precedenti valori come segue:

	<i>Tempi di ritorno</i>	<i>Portate (m³/sec)</i>
Sezione 477 m s.l.m.	100	698
	200	818
	500	1028

Nel definire le portate di piena si è inoltre tenuto conto del massimo storico di 350 m³/sec registrato a *Rore* (Sampeyre) nel 1957.

Per il *Rio Torto* sono state invece considerate le seguenti portate di piena:

	<i>Tempi di ritorno</i>	<i>Portate stimate per il Rio Torto (m³/sec)</i>
A) Metodo razionale	20	101,6
	50	118,2
	100	130,8
	200	143,2
	500	159,7

La velocità media della corrente può essere espressa dalla relazione (Gauckler-Strickler):

$$V_m \text{ (m/s)} = K_s \times R_h^{2/3} \times (i/100)^{1/2}$$

dove:

K_s (m^{1/3}s⁻¹) = coefficiente di resistenza di Strickler;

R_h (m) = raggio idraulico = A / Perimetro bagnato;

i (%) = pendenza dell'alveo nel tratto considerato.

Le portate di piena smaltibili in corrispondenza dei ponti censiti sono di:

	K_s	$R_n^{2/3}$	i (%)	V (m/s)	A (m ²)	Q_s (m ³ /sec)
Torrente Varaita						
GEOEPO006	30	2,25	1	6,7	131	877,7
Rio Torto						
GEOEPO001	25	1,64	2	5,8	35,3	204,7
GEOEPO002	25	1,48	2	5,2	27,0	140,4
GEOEPO003	30	1,41	2	6,0	22,4	134,4
GEOEPO004	35	1,50	2	7,4	27,2	201,3
GEOEAG001	45	1,19	2	7,6	14,8	112,5
Rio Bruido						
GEOEPO005	25	1,50	4	7,5	27,3	204,8

Le portate di piena smaltibili, confrontate con le portate di piena di riferimento, sono riassunte nella seguente tabella:

	Tempo di ritorno	Portate di piena di riferimento (m ³ /sec)	Portate di piena smaltibili Q_s (m ³ /sec)
Torrente Varaita			
	100	698	GEOEPO006: 877,7
	200	818	
	500	1028	
Rio Torto			

	20	101,6	GEOEPO001: 204,7 GEOEPO002: 140,4 GEOEPO003: 134,4 GEOEPO004: 201,3 GEOEAG001: 112,5
	50	118,2	
	100	130,8	
	200	143,2	
	500	159,7	
Rio Bruido <i>Portate di piena riferite alla sez. di chiusura sul Rio Torto</i>			
	20	101,6	GEOEPO005: 204,8
	50	118,2	
	100	130,8	
	200	143,2	
	500	159,7	

ANALISI IDROLOGICA ED IDRAULICA DEI RII MINORI

In aggiunta alle verifiche idrauliche, condotte per il *T. Varaita* e per il *Rio Torto*, è stata effettuata un'analoga valutazione, volta a determinare le portate idriche che potrebbero defluire in corrispondenza dei **tratti intubati o coperti a soletta dei rii minori**.

Le caratteristiche morfologiche principali, dei bacini considerati, sono riassunte nella tabella sottostante.

	<i>Superficie totale (km²)</i>	<i>Lunghezza (km)</i>	<i>Quota massima (m s.l.m.)</i>	<i>Quota minima (m s.l.m.)</i>
<i>Rio di Monte Pagliano</i> ①	0,80	1,59	987	540
<i>Rio del Castello di Rossana</i> ②	0,81	1,34	987	530
<i>Rio C. Bagnasco – Ruà Pilone</i> ③	0,36	1,40	870	530
<i>Rio Gherzino – Ruà Pilone</i> ④	0,47	1,10	800	530
<i>Rio Bric Blua – Ballatore</i> ⑤	0,61	1,30	767	528

I valori delle **portate di piena**, per i rispettivi tempi di ritorno, sono esposti nella tabella che segue.

	<i>Coefficiente di deflusso</i>	<i>Tempo di ritorno</i>	<i>Portata (m³/sec)</i>
<i>Rio di Monte Pagliano</i>			
	0,40	20	5,46
	0,40	50	6,37
	0,40	100	7,06
	0,40	200	7,74
	0,40	500	8,64
<i>Rio del Castello di Rossana</i>			
	0,40	20	5,77
	0,40	50	6,75
	0,40	100	7,47
	0,40	200	8,20
	0,40	500	9,15
<i>Rio C. Bagnasco – Ruà Pilone</i>			
	0,50	20	3,35

	0,50	50	3,92
	0,50	100	4,34
	0,50	200	4,76
	0,50	500	5,32
<i>Rio Gherzino – Ruà Pilone</i>			
	0,50	20	4,14
	0,50	50	4,84
	0,50	100	5,36
	0,50	200	5,88
	0,50	500	6,56
<i>Rio Bric Blua - Ballatore</i>			
	0,50	20	4,74
	0,50	50	5,53
	0,50	100	6,12
	0,50	200	6,72
	0,50	500	7,50

La velocità media della corrente, nei tratti in cui i corsi d'acqua sono costretti entro manufatti (attraversamenti, coperture a soletta, ecc..), può essere espressa dalla relazione (Gauckler-Strickler):

$$V_m \text{ (m/s)} = K_s \times R_h^{2/3} \times (i/100)^{1/2}$$

Nel caso di condotte circolari non in pressione, la precedente relazione può essere scritta nella seguente forma:

$$V_m \text{ (m/s)} = K_s \times (D/4)^{2/3} \times (i/100)^{1/2}$$

dove:

D = diametro della condotta.

Le portate di piena smaltibili sono di:

	K_s	$\frac{R_h^{2/3}}{D/4^{2/3}}$	$i \text{ (%)}$	$V \text{ (m/s)}$	$A \text{ (m}^2\text{)}$	$Q_s \text{ (m}^3\text{/sec)}$
--	-------	-------------------------------	-----------------	-------------------	--------------------------	--------------------------------

<i>Rio di Monte Pagliano</i>						
GEOEAG007	65	0,81	5	11,8	4,4	51,9
GEOEAG008	75	0,39	6	7,2	0,79	5,7
<i>Rio del Castello di Rossana</i>						
GEOEAG006	75	0,52	8	11,0	1,8	19,8
<i>Rio C. Bagnasco – Ruà Pilone</i>						
GEOEAG004	75	0,34	5	5,7	0,50	2,8
<i>Rio Gherzino – Ruà Pilone</i>						
GEOEAG005	75	0,32	10	7,6	0,12	0,91+5,0
<i>Rio Bric Blua - Ballatore</i>						
GEOEAG002	75	0,77	4	11,5	3,6	41,4
GEOEAG003	75	0,31	20	10,4	0,38	3,9

Le portate di piena smaltibili, confrontate con le portate di piena di riferimento, sono:

	<i>Tempo di ritorno</i>	<i>Portate di piena di riferimento (m³/sec)</i>	<i>Portate di piena smaltibili Q_s (m³/sec)</i>
<i>Rio di Monte Pagliano</i>			

	20	5,46	GEOEAG007: 51,9 GEOEAG008: 5,7
	50	6,37	
	100	7,06	
	200	7,74	
	500	8,64	
Rio del Castello di Rossana			
	20	5,77	GEOEAG006: 19,8
	50	6,75	
	100	7,47	
	200	8,20	
	500	9,15	
Rio C. Bagnasco – Ruà Pilone			

	20	3,35	GEOEAG004: 2,8
	50	3,92	
	100	4,34	
	200	4,76	
	500	5,32	
<i>Rio Gherzino – Ruà Pilone</i>			
	20	4,14	GEOEAG005: 5,91
	50	4,84	
	100	5,36	
	200	5,88	
	500	6,56	
<i>Rio Bric Blua - Ballatore</i>			

20	3,35
50	3,92
100	4,34
200	4,76
500	5,32

GEOEAG002: 41,4
GEOEAG003: 3,9

8.2 – Risultati

Analizzando le sezioni minime di deflusso rilevate in corrispondenza dei ponti e degli attraversamenti sul *T. Varaita* e sul *Rio Torto* si può osservare come la maggior parte **risultino correttamente dimensionati rispetto ad eventuali piene con tempo di ritorno di 100 anni ed in due casi (GEOEPO001 e GEOEPO004) in grado di smaltire piene con tempo di ritorno di 500 anni.**

Problemi di deflusso, già a partire da piene con tempo di ritorno di 50 anni, si potrebbero invece verificare **in corrispondenza dell'attraversamento GEOEAG001, in località *Fornaci*.**

Per quanto riguarda i **rii minori** esaminati, risultano **correttamente dimensionati gli attraversamenti GEOEAG002, GEOEAG006 e GEOEAG007.** In tutti i casi si tratta di attraversamenti **in grado di smaltire piene con tempi di ritorno anche superiori a 500 anni.**

Per l'attraversamento **GEOEAG006 è stata cautelativamente introdotta una fascia di rispetto in Classe IIIb4, limitata ai tratti di sede stradale direttamente interessati dalla presenza dell'opera.** Tale scelta deriva dalla necessità di effettuare **periodici ed indispensabili interventi di manutenzione programmata** nel settore di imbocco dell'attraversamento per la **rimozione di eventuali accumuli detritici o vegetali stagionali.** Tale vincolistica inoltre ha lo scopo di mantenere una fascia ineditata, in un settore di *Concentrico* fortemente antropizzato, per permettere possibili modifiche idrauliche del tracciato o di sezione, il possibile recupero di tratti d'alveo a cielo aperto, ecc..

Non dimensionati correttamente sono invece gli **attraversamenti GEOEAG003, GEOEAG004, e GEOEAG008.** In corrispondenza di questi tratti intubati sono state introdotte **fasce di rispetto di 10 m in Classe IIIb2 o in Classe IIIb4,** a seconda della pericolosità rilevata, in quanto tali opere interferiscono con settori urbanizzati, diverso il discorso per **GEOEAG005 che, dopo il recente ripristino del braccio di Rio verso NE, pare in grado di smaltire anche la T200.**

In seguito a più approfondite e puntuali indagini idrogeologiche ed idrauliche di dettaglio sarà necessario stabilire quali interventi di adeguamento dovranno essere realizzati in corrispondenza degli attraversamenti sottodimensionati **(con la stesura di un “cronoprogramma”)**, per garantire le opportune sezioni di deflusso.

Dovranno in ogni caso essere mantenute costantemente efficienti le opere idrauliche esistenti attraverso periodici interventi di pulizia e rimozione degli accumuli solidi stagionali.

Su tutto il reticolo idrografico, principale e secondario, dovrà essere adottata una “fascia di rispetto” pari ad almeno 10 m su entrambe le sponde (a meno di diverse indicazioni puntuali di ampliamento riportate in cartografia o in relazione).

N.B.: per la delimitazione dei settori caratterizzati da dissesti lineari ed areali, di carattere torrentizio (Ee) (*T. Varaita* e *Rio Torto*), comprensivi della fascia di esondazione relativa a piene con tempi di ritorno fino a 500 anni, si sono utilizzati anche parametri non idrologici od idraulici. Sono state infatti analizzate le caratteristiche geomorfologiche dei settori d'alveo (battute di sponda, improvvisi restringimenti, riattivazione di canali secondari o paleoalvei, difficoltà di deflusso per presenza di tratti particolarmente sinuosi, sponde a diversa altezza, presenza di isole fluviali in grado di deviare il flusso, ecc.). Il settore Ee rappresenta la fascia entro la quale l'alveo attuale può subire variazioni del suo corso che non sempre sono connesse alle portate di piena calcolate. Nei settori dove sono state segnalate forti battute di sponda l'alveo attuale potrebbe evolvere lateralmente per successive erosioni di sponda senza che le stesse siano precedute o seguite da fenomeni di esondazione. Questa considerazione deriva anche dalla constatazione che le opere di sistemazione idraulica, esistenti od in progetto, non sempre riescono a svolgere un ruolo di “messa in sicurezza definitiva ed assoluta” di un settore d'alveo (es.: aggiramento dell'opera di difesa).

Sono stati infine presi in considerazione, nella delimitazione delle fasce Ee, anche i dati relativi ad eventi pregressi di esondazione, in occasione di piene dei torrenti in esame.

Per quanto riguarda i **rii minori non interferenti con zone urbanizzate**, sulla base delle verifiche idrauliche effettuate per il *T. Varaita*, per il *Rio Torto* e per i rii interferenti con zone urbanizzate, si ritiene adeguato un valore del **“Contributo Unitario Massimo” $Qu = 8,3 \text{ mc/sec} * \text{kmq}$ per precipitazioni con tempo di ritorno di 100 anni ed un $Qu = 10,0 \text{ mc/sec} * \text{kmq}$ per $Tr = 500$** . Considerando velocità di deflusso medie di 7 m/sec, **sono necessarie sezioni pari rispettivamente a 1,2 mq e 1,4 mq per ogni kmq di bacino.**

Confrontando infine i valori delle precipitazioni per le diverse durate, registrate alla stazione di *Brossasco* durante l'evento alluvionale del giugno 2000, con quelli ottenuti dall'analisi idrologica per il *Torrente Varaita*, si può osservare come tale evento sia collocabile, per le durate di 1, 3 e 24

ore, tra quelli con ricorrenza minore o uguale a 20 anni, mentre le precipitazioni di durata 6 e 12 ore presentano una ricorrenza compresa tra 50 e 100 anni. Si ricorda infine che l'altezza di pioggia totale, registrata sempre a *Brossasco*, durante l'evento del 2000, è stata di 200,6 mm. Sempre nel corso dell'evento del giugno 2000, il livello al colmo registrato a *Rossana*, in corrispondenza del ponte sul *Varaita*, è stato di 2,97 m.

Evento del giugno 2000 (dati Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione – Regione Piemonte)

1 ora 3 ore 6 ore 12 ore 24 ore 29,259,286,2123,6145,2

Valori ricavati dall'analisi idrologica (20 anni)

1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
42,3	58,3	70,4	93,9	142,3

Valori ricavati dall'analisi idrologica (50 anni)

1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
50,3	68,8	81,9	108,9	167,0

Valori ricavati dall'analisi idrologica (100 anni)

1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
56,3	76,6	90,4	120,1	185,6

I valori di portata ottenuti per il *Varaita* a *Rossana* risultano essere ampiamente cautelativi, considerando anche che la “*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica – P.A.I. – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti*” riporta, in Tabella 18: “Portate di piena per il Torrente *Varaita*”, un valore stimato della portata Q200, alla

sezione di chiusura di Costigliole Saluzzo, di 600 m³/sec, mentre il valore da noi utilizzato, relativo a Q200 per la sezione in corrispondenza delle *Prese di Saluzzo* (477 m s.l.m.), è di 818 m³/sec.

In ogni caso queste considerazioni sul T. Varaita sono superate dalle recenti indicazioni idrauliche fornite dalla Regione Piemonte all'interno del Piano per la Gestione dei Sedimenti, in base alle quali si è rettificata la perimetrazione T200 sul Varaita.

8.3 -Approfondimenti di carattere idraulico sul Rio Torto ed alcuni affluenti di sinistra (verifiche del 2011), interessanti l'area produttiva esistente e l'ampliamento previsto in Variante.

Lo studio e le analisi svolte hanno avuto come finalità l'approfondimento delle dinamiche geomorfologiche e di deflusso del rio Torto e degli affluenti di sinistra nel settore dell'area industriale.

Nel seguito vengono illustrate le metodologie ed i risultati dell'analisi idrologica utilizzati nella successiva modellizzazione idraulica. Le portate di piena calcolate si riferiscono a tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

La presente indagine è stata condotta in base ai criteri introdotti dalla D.G.R. n. 45-6656 del 15/07/2002 e dalla D.G.R. 2-11830 del 28/07/2009. In particolare si è sviluppata tramite:

- ❖ ***analisi geomorfologiche;***
- ❖ ***raccolta ed elaborazione dei dati idrologici;***
- ❖ ***rilievo piano – altimetrico delle sezioni di deflusso nei tratti ritenuti a maggiore criticità o più significativi;***
- ❖ ***verifiche idrauliche.***

In fase di realizzazione delle presenti indagini è stata consultata la seguente documentazione tecnica:

Allegati al Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e Integrazioni;

IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia);

Arpa Piemonte – RERCOMF (Rete Regionale di Controllo dei Fenomeni Franosi);

Arpa Piemonte – Banca Dati Geologica (1:100.000);

Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Fogli Argentera-Dronero n. 78-79;

Elaborati geologici allegati al P.R.G.C. Vigente (Studio Geoecos).

8.3.1 ANALISI GEOMORFOLOGICA E MORFODINAMICA

L'area di indagine è localizzata nel settore inferiore del corso del rio Torto, a circa 1 km dalla confluenza con il Torrente Varaita posta immediatamente a valle del ponte sulla Strada Provinciale n. 46 ed in prossimità del confine amministrativo con il Comune di Piasco.

La direzione di deflusso principale presenta un andamento circa Nord-Sud, perpendicolare rispetto alla direzione di deflusso del Torrente Varaita. Il controllo strutturale, legato alle fasi di deformazione di tipo fragile a scala regionale, risulta pertanto aver svolto e svolgere tuttora un ruolo di notevole importanza nell'impostazione delle direttrici di deflusso. Non va infine sottovalutato il comportamento erosivo delle acque incanalate dovuto ad una notevole varietà di litotipi affioranti nel settore di bacino e caratterizzati da forti differenze riguardo la loro suscettibilità alla degradazione chimica ed alla disgregazione fisica. I versanti di destra del bacino del rio Torto-rio del Colletto di Rossana sono contraddistinti da una significativa presenza di litotipi carbonatici fortemente alterabili, mentre i versanti di sinistra sono caratterizzati quasi esclusivamente da litotipi metamorfici come micascisti e gneiss. Lo stesso corso principale del rio del Colletto è impostato in una zona di contatto tra rocce prevalentemente carbonatiche e rocce silicee. L'esistenza di un deflusso idrico ipogeo all'interno delle rocce carbonatiche affioranti nel sottobacino del rio del Colletto è messa in evidenza dalla presenza di un alveo poco inciso, con lunghi periodi privi di deflusso superficiale e con pendenza di fondo estremamente ridotta. Il rio del Colletto, tra il Colletto di Rossana e la confluenza con il rio Bruido, è caratterizzato da una pendenza di fondo del 2%, mentre il rio Bruido-Bragamonti raggiunge la zona di confluenza con una pendenza media, calcolata sulla stessa lunghezza, circa doppia.

In relazione a quanto precedentemente descritto, i principali processi di trasporto solido ed erosivi di fondo alveo e di sponda si esplicano in prevalenza lungo i tratti del rio Bruido, del rio Bragamonti e del rio Torto, a monte della confluenza con il rio del Colletto.

In corrispondenza dell'attuale area industriale, il rio Torto presenta un tratto d'alveo in debole erosione. L'attività erosiva è rilevabile in modo particolare in sponda sinistra, caratterizzata dalla presenza di un muro di c.a. di notevole altezza. Il cordolo di fondazione appare infatti in più punti soggetto a processi erosivi dell'ordine di alcune decine di centimetri. Tale fenomeno risulta in parte accentuato anche dalle dinamiche idrauliche collegate alla presenza della confluenza dei due rii esaminati nel capitolo successivo e dalla soglia esistente a monte del settore terminale del muro di sponda (foto 1). Allo stato attuale è quindi possibile definire il tratto d'alveo in esame come caratterizzato da processi morfodinamici propri di alvei in equilibrio o in debole erosione.

Il rio Torto presenta un alveo monocursale con andamento da subrettilineo a moderatamente sinuoso. A partire da settore di Ruà Pilone e fino alla confluenza nel Varaita, l'andamento diviene più sinuoso con tratti contraddistinti da un ampio raggio di curvatura come nel caso del tratto compreso tra Ruà Pilone e la zona industriale in esame.



Foto 1: fenomeni di erosione localizzata che interessano il cordolo di fondazione del muro di sponda a monte del ponte su Via Circonvallazione

I sedimenti fluviali del fondovalle del rio Torto sono costituiti da materiali eterometrici con una componente ghiaiosa variabile tra il 10% ed 30%. I depositi sono interessati da una debole pedogenesi con presenza di una coltre di suolo parzialmente argillificato con spessore dell'ordine di 0,50 m – 1,00 m. La fascia di fondovalle contiene in genere una falda superficiale alla quale si alternano altre falde semiconfinite, separate da orizzonti più o meno cementati. In particolare, nell'area in esame, indagini pregresse hanno rilevato la presenza di una falda freatica, con soggiacenza di circa 4 m da p.c., impostata nell'orizzonte alluvionale ghiaioso-sabbioso ed una seconda, semiconfinata, alla profondità di circa 45 m da p.c., separata dalla prima da un orizzonte conglomeratico con spessore medio di circa 5 m. I risultati di prove di pompaggio, eseguite dallo

Studio Geocos nel settore di fondovalle nell'anno 1999, hanno fornito valori medi di conducibilità idraulica maggiori di 10^{-2} m/s.

Il rio Torto mostra materiali alluvionali in alveo con granulometria progressivamente decrescente da monte verso valle, pur restando costantemente nell'ambito dei depositi ghiaioso-ciottolosi. Nel settore in esame prevalgono le facies maggiormente grossolane prive di classazione, con locale presenza di blocchi decimetrici, connessi ad un'energia di trasporto relativamente elevata in un ambito di deflussi a carattere torrentizio.

La natura dei clasti riflette strettamente la litologia predominante nell'ambito del bacino, con una grande prevalenza di termini micascisti e subordinatamente calcarei.

Tutto il settore d'alveo esaminato presenta la crescita incontrollata di vegetazione ripariale, anche ad alto fusto. In particolare, il ponte su Via Circonvallazione presenta la luce di destra parzialmente occlusa da depositi detritici e da vegetazione ripariale.

Nei valloni del rio Bruido e del rio Bragamonti la copertura superficiale raggiunge in media potenze dell'ordine di 1-1,5 m. Questi depositi, di colore bruno-giallastro, poco alterati, sono costituiti da una matrice sabbiosa con modesta frazione argillosa nella quale sono immersi frammenti rocciosi angolosi ed eterometrici.

Nell'ampia conca sottostante Ruà Prazzo sono rilevabili potenti depositi di "terre rosse", a prevalente composizione limoso-argillosa e spessori massimi dell'ordine di 4-5 m.

Depositi detritici di versante, stabilizzati e talvolta cementati, bordano la fascia di raccordo con il fondovalle del rio del Colletto, tra Cascina Tarditi ed il Colletto di Rossana.

I versanti della valle principale del rio Torto presentano depositi di copertura più alterati ed argillificati e localmente, come nel caso di Ballatore e di C.le Madala, tali depositi raggiungono spessori superiori ai 3 m. Nonostante il profilo trasversale della valle principale risulti più ampio e meno approfondito, anche in questo settore vi sono aree a maggiore acclività con una coltre sottile, discontinua e poco argillificata (es. zona del Castello di Rossana).

A ridosso degli affioramenti quarzatici di Bric Bracalla sono infine presenti depositi detritici di falda, sciolti, con elementi litoidi di dimensioni variabili dal centimetrico al metrico e matrice terrosa pressoché assente.

Depositi di conoide alluvionale sono infine presenti nel settore di monte del Concentrico di Rossana e costituiscono la terminazione inferiore di una valle laterale posta in destra idrografica del rio Torto. La superficie del conoide è sospesa di circa 3-4 m sui depositi fluviali di fondovalle. I depositi di conoide presentano una composizione sabbioso-ghiaiosa con ciottoli a pezzatura media.

Gli elaborati PAI e IFFI segnalano una serie di fenomeni di dissesto dovuti a frane per scivolamento rotazionale/traslato, in particolare per quanto riguarda i bacini dei rii Bruido e

Bragamonti. Alcune di esse coinvolgono direttamente l'asta principale dei rii in esame, come nel caso dei dissesti ubicati lungo i versanti sinistri vallivi compresi tra il Bric Bracalla e Meira Pilone. In prossimità del tratto del rio Bruido e dei rii minori oggetto di analisi di dettaglio non si segnalano invece fenomeni di dissesto legati alla dinamica di versante. Gli stessi bacini minori esaminati risultano privi di dissesti di versante in atto.

Sotto il profilo termico il clima può essere classificato di tipo "temperato-subcontinentale"; si rilevano infatti una contenuta escursione annuale (20°), calori estivi non molto pronunciati (media trimestre estivo 19,2°) e freddi invernali non troppo rigidi (media del mese più freddo 0,37°). Per quanto riguarda le precipitazioni l'area fruisce di un quantitativo annuo piuttosto contenuto, di poco superiore a 800 mm, sintomo dell'estinzione dell'influsso mediterraneo ancora sensibile nell'attigua Valle Maira.

Sempre sotto il profilo pluviometrico è tipica la depressione estiva che, a fronte di un saldo precipitazione/evapotraspirazione annuale favorevole, registra un deficit idrico, con apice in luglio, dell'ordine di 180 mm.

Il bacino del rio Torto è stato suddiviso, ai fini delle analisi idrologiche ed idrauliche, in tre sottobacini (tavola 1):

- bacino del rio Torto con sezione di chiusura al ponte sulla SP 46 (A+B+C);
- sottobacino del rio di Bric Blua (B);
- sottobacino del rio di Case Marchetti (C).

8.3.2 ANALISI IDROLOGICA DEL BACINO DEL RIO TORTO

– Caratteri morfometrici del bacino

Il bacino del rio Torto, alla sezione di chiusura posta a quota 514 m s.l.m., presenta una superficie di circa 28,2 km² ed una lunghezza dell'asta principale di 8,9 km, ed è compreso in gran parte all'interno del territorio comunale di Rossana e solo parzialmente in territorio di Busca.

I parametri morfometrici caratteristici sono:

<i>Rio Torto – sezione di chiusura su ponte su Via Circonvallazione (SP 46)</i>	
<i>superficie (km²)</i>	28,2
<i>lunghezza asta principale (km)</i>	8,9
<i>Quota media bacino rispetto alla sezione di chiusura (m)</i>	1057

<i>s.l.m.)</i>	
<i>Quota massima bacino rispetto alla sezione di chiusura (m s.l.m.)</i>	1600
<i>Quota sezione di chiusura (m s.l.m.)</i>	514
<i>Inclinazione media dell'asta principale (%)</i>	12

Tabella 1

Le portate di piena per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni sono state calcolate mettendo a confronto il "Metodo di regionalizzazione" introdotto dalla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica – Autorità di Bacino del Fiume Po" ed il "VA.PI. Piemonte – CNR-CUGRI di Salerno". Nel tratto d'alveo analizzato non sono infatti disponibili valori di portata tali da permettere un'analisi statistica dei colmi di piena.

– Calcolo delle portate: metodo di regionalizzazione PAI

Le portate di piena per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni sono state calcolate adottando il "metodo di regionalizzazione" introdotto dalla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica – Autorità di Bacino del Fiume Po".

La determinazione delle portate di piena associate ad eventi pluviometrici con tempi di ritorno di progetto è stata effettuata introducendo i parametri "a" ed "n" delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica fornite dall'Autorità di Bacino¹ e che derivano da un'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette, attraverso un'interpolazione spaziale con il metodo di "Kriging" adottando un reticolo a maglia di 2 km di lato.

I dati relativi alle celle PAI sono:

¹ PAI: "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica; Allegato 3: distribuzione spaziale delle precipitazioni intense".

Parametri a ed n relativi ai tempi di ritorno**Cella****Tr20**
(anni)**Tr100**
(anni)**Tr200**
(anni)**Tr500**
(anni)

nome	a	n	a	n	a	n	a	n
AI135	40,57	0,406	52,14	0,407	57,08	0,410 6	63,60	0,406
AI136	40,22	0,400	51,82	0,399	56,76	0,398	63,29	0,398
AJ134	41,71	0,408	53,76	0,409	58,91	0,409	65,70	0,409
AJ135	41,29	0,401	53,30	0,401	58,43	0,400	65,19	0,400
AJ136	41,12	0,395	53,16	0,393	58,29	0,392	65,07	0,392
AK134	41,81	0,401	54,29	0,400	59,61	0,300	66,64	0,398
AK135	41,83	0,393	54,28	0,392	59,58	0,391	66,59	0,390
AK136	41,88	0,387	54,36	0,385	59,67	0,383	66,70	0,382
AL133	41,92	0,396	54,90	0,394	60,42	0,392	67,73	0,391
AL134	42,09	0,390	54,93	0,388	60,41	0,386	67,64	0,385
AL135	42,32	0,383	55,15	0,380	60,61	0,379	67,84	0,378
AL136	42,55	0,378	55,42	0,374	60,89	0,372	68,14	0,371
AM133	42,55	0,382	55,78	0,378	61,41	0,376	68,86	0,370
AM134	42,57	0,378	55,70	0,374	61,29	0,372	68,68	0,370
AM135	42,77	0,373	55,87	0,369	61,44	0,367	68,81	0,365

Tabella 2: parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica riferiti alle Celle del reticolo di Kriging

Considerando l'elevata variabilità climatica e pluviometrica in relazione all'estensione del bacino analizzato, si è scelto di adottare i parametri maggiormente cautelativi appartenenti alla cella "AM135 (Est UTM 377000; Nord UTM 4931000)".

8.3.3 – Tempo di corrivazione (tc)

Il tempo di corrivazione può essere definito, in via teorica, come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distale del bacino a raggiungere la sezione di chiusura. In

particolare rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre il quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione di chiusura.

Quando sia noto il valore medio delle velocità del deflusso superficiale, il tempo di corrivazione può essere stimato dividendo il percorso più lungo della rete idrografica per tale valore.

Nel caso in esame, il tempo di corrivazione è stato calcolato utilizzando la formula empirica di Giandotti (1934, 1937):

(ore)

dove

$A (km^2)$ = superficie del bacino;

$L (km)$ = lunghezza dell'asta principale;

$H_m (m \text{ s.l.m.})$ = altezza media del bacino;

$H_0 (m \text{ s.l.m.})$ = altezza sezione di chiusura.

Per il rio Torto si hanno i seguenti tempi di corrivazione:

Per il rio Torto si hanno i seguenti tempi di corrivazione:

Rio Torto – sezione di chiusura ponte su Via
Circonvallazione (SP 46)

Tempo di corrivazione t_c (ore)	1,86
-----------------------------------	-------------

Tabella 5

– Equazione di possibilità pluviometrica

La previsione quantitativa delle piogge intense è stata effettuata attraverso la determinazione dell'equazione di possibilità pluviometrica, analizzando la relazione che intercorre tra l'altezza di precipitazione e la sua durata, per un assegnato tempo di ritorno:

Per l'analisi delle precipitazioni intense e di durata pari al tempo di corrivazione, con tempo di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, sono stati quindi adottati i parametri a ed n relativi alla cella AM135.

La relazione relativa alla sezione di chiusura diviene quindi:

□ rio Torto con sezione di chiusura al ponte sulla S.P. 46 (514 m s.l.m.):

$$\begin{aligned}
 &= 42,77 \cdot 1,86^{0,373} = \mathbf{53,86 \text{ mm}} && (20 \text{ anni}) \\
 &= 55,87 \cdot 1,86^{0,369} = \mathbf{70,19 \text{ mm}} && (100 \text{ anni}) \\
 &= 61,44 \cdot 1,86^{0,367} = \mathbf{77,09 \text{ mm}} && (200 \text{ anni}) \\
 &= 68,81 \cdot 1,86^{0,365} = \mathbf{86,23 \text{ mm}} && (500 \text{ anni})
 \end{aligned}$$

– Coefficiente di deflusso (c)

Questo parametro risulta essere un elemento di notevole incertezza nella determinazione della portata. Il suo valore deve infatti tenere conto di tutti quegli aspetti che mettono in relazione la portata di progetto e l'intensità di pioggia media. I fattori di maggiore influenza sono il fattore di ragguaglio della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato, il fattore di trattenuta del terreno ed il fattore di laminazione. In un dato bacino il valore di "c" risulta poi variabile per ogni evento meteorico in funzione delle condizioni climatiche antecedenti. Per la determinazione del coefficiente è possibile fare riferimento a valori riportati dalla letteratura scientifica:

Caratteristiche del bacino	c
Superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte, ecc.)	0.70 – 0.95
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2%)	0.05 – 0.10
Suoli sabbiosi a pendenza media (2 - 7%)	0.10 – 0.15
Suoli sabbiosi a pendenza elevata (7%)	0,15 – 0,20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0,13 – 0,17
Suoli argillosi a pendenza media (2 - 7%)	0,18 – 0,22
Suoli argillosi a pendenza elevata (7%)	0,25 – 0,35

Tabella 5: Coefficienti di deflusso raccomandati da American Society of Civil Engineers e da Pollution Control Federation, con riferimento prevalente ai bacini urbani

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0.20	0.10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0.40	0.30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0.50	0.40

Tabella 5: Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

In base alle caratteristiche del bacino in esame è stato adottato un coefficiente di deflusso medio pari a:

$$c = 0.50$$

– Portata per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni

Per la determinazione dei valori di portata riferita ad eventi meteorici intensi con tempo di ritorno di progetto è possibile utilizzare la relazione propria del “metodo razionale”:

dove:

c = *coefficiente di deflusso*;

A (km²) = *superficie del bacino*;

= *intensità di pioggia con durata pari a quella del tempo di corrivazione.*

8.3.4 – Calcolo portate: dati ricavati dal modello VA.PI. Piemonte

Il VA.PI. Piemonte è un modello operativo composto da una base modellistica idrologica avanzata e da un software applicativo di tipo GIS che consente, per ogni assegnata sezione del reticolo idrografico della Regione, la stima in automatico della relazione tra il valore della portata di piena ed il valore del suo periodo di ritorno.

Il modello proposto è stato realizzato organizzando le conoscenze a priori relative alle fenomenologie di formazione delle portate di piena durante eventi meteorici brevi ed intensi maturate all'interno del Progetto VAPI (Progetto Nazionale per la Valutazione delle Piene in Italia), realizzato nell'arco del decennio 1985-1995 dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI).

Nel caso in questione, è stato adottato un modello di tipo multiparametrico e non-lineare, per tenere conto della molteplicità di fenomeni che influenzano la trasformazione finale delle piene.

Allo scopo, per ognuno dei fattori state distinte delle regioni omogenee, che introducono un altro livello di non-linearità nel modello.

L'applicazione sistematica del modello ha mostrato un comportamento strutturalmente di sovrastima della portata di piena, che è mediamente contenuto al di sotto del 5% per le portate di piena centennali. Sono presenti, però, alcuni casi con scostamenti molto significativi, con locali situazioni in cui lo scostamento, in negativo o in positivo, è superiore al 20%.

Nel caso di piccoli bacini di alta montagna (pochi km²) o di pianura (inferiori a circa 100 km²) i risultati del modello VA.PI. sono puramente orientativi.

Per il bacino del rio Torto con sezione di chiusura al ponte su Via Circonvallazione (514 m s.l.m.) il "Modello geomorfoclimatico VA.PI." ha permesso di ottenere i valori di portata di seguito indicati.

Rio Torto <i>sezione di chiusura ponte su Via Circonvallazione (SP 46)</i>	
<i>Area zona arida (km²)</i>	28,2
<i>Coefficiente d'afflusso</i>	0,43
<i>Celerità C (m/s)</i>	1,2
<i>Parametro a (mm)</i>	21,4
<i>Parametro n</i>	0,40
<i>Tempo di ritardo del bacino (ore)</i>	1,54

Tabella 3: parametri adottati dal codice di calcolo VA.PI.

ed infine:

Rio Torto <i>sezione di chiusura ponte su Via Circonvallazione (SP 46)</i>		
<i>Portata (tempo di ritorno)</i>	<i>Portata (m³/s)</i>	<i>Portata (m³/s km²)</i>
Q₂₀	77	2,7
Q₁₀₀	138	4,9
Q₂₀₀	164	5,8
Q₅₀₀	198	7,0

Tabella 4: portate ottenute adottando il modello geomorfoclimatico VA.PI. Piemonte

Dalla precedente tabella è possibile osservare una perfetta corrispondenza tra le stime di portata duecentennale ottenute con il metodo di regionalizzazione PAI e quelle con il modello VA.PI., con uno scarto udometrico pari a zero. Nel caso dei restati valori di portata si è registrata una maggiore variabilità, con un valore massimo relativo alla stima della portata di piena con tempo di ritorno ventennale.

8.3.5 – Calcolo portate: portate adottate

Per le verifiche idrauliche si è scelto di adottare le portate di piena derivanti da un'analisi ragionata e cautelativa dei valori ottenuti con il "Metodo di regionalizzazione PAI" (tabella 6) e di quelli ricavati dal "Modello VA.PI. Piemonte" (tabella 8). I valori di portata adottati risultano essere:

Rio Torto – portate adottate	
Portata (tempo di ritorno)	Portata (m^3/s)
Q_{20}	98
Q_{100}	145
Q_{200}	164
Q_{500}	190

Tabella 5: portate adottate per le verifiche idrauliche

8.3.6 – Valutazione del trasporto solido

Come descritto nel capitolo 2, il tratto di rio Torto in esame presenta condizioni proprie di un corso d'acqua in equilibrio o in debole erosione. Per poter stimare i correttivi da applicare ai risultati delle elaborazioni idrauliche in relazione al trasporto solido, si è fatto riferimento a quanto indicato al paragrafo 2.4.2.1.4, punto 2, Allegato B, della D.G.R n. 2-11830 del 29 luglio 2009.

La relazione adottata per poter descrivere i fenomeni di interazione tra l'acqua ed il materiale di fondo è assai schematica, a causa delle notevoli indeterminazioni che si incontrano in fase di descrizione e trattazione. I valori ottenuti vanno quindi considerati con le dovute cautele, in quanto corrispondono a sole indicazioni di massima dei fenomeni in esame.

La relazione utilizzata per la stima dello strato di materiale solido in movimento è la seguente:

(Franzi, 2001)

dove

- = strato di materiale solido in movimento (m);
- d = diametro del sedimento, considerato come d_{50} (m) e pari a 0,05 m;
- K_s = assunto pari a 3;
- = coefficiente adimensionale in funzione delle caratteristiche dei granuli, della forma dell'alveo e del numero di Reynolds;
- = angolo di attrito al taglio del materiale d'alveo posto pari a 35°;
- = angolo di inclinazione dell'alveo e pari a 0,012.

Il valore medio della tensione tangenziale sul contorno bagnato in una sezione di riferimento posta a monte del ponte su Via Circonvallazione risulta:

$$N/m^2$$

mentre il valore critico della tensione tangenziale per i depositi presenti in alveo con un d_{50} pari a 0,05 m, assumendo per il moto turbolento un valore di $(Re^*)=0,06$:

$$N/m^2$$

Per lo stesso valore del d_{50} il parametro di Shields risulta essere:

Ed infine:

$$m$$

Tale correttivo è stato applicato ai tiranti idrici ottenuti dalle verifiche idrauliche.

In base ai dati ottenuti è inoltre possibile stimare la portata solida in volume per unità di larghezza, utilizzando la formula proposta da Franzi (2003):

dove

- K' = portata solida in volume per unità di larghezza ($m^3/s \cdot m$);
- K' = coefficiente pari a 1,2;
- u_* = velocità d'attrito (m/s);
- d = diametro del materiale solido (assimilabile al d_{50});
- J = angolo di inclinazione dell'alveo.

Dalle precedente relazione si è dunque ottenuto il seguente valore di trasporto solido per unità di larghezza:

$$m^3/s \cdot m$$

8.4 - ANALISI IDROLOGICA DEI BACINI DEI RII MINORI

8.4.1 – Caratteri morfometrici dei bacini

I bacini, tra loro contigui, del rio di Bric Blua e di Case Marchetti sono caratterizzati da un reticolo idrografico allo stato embrionale e con notevoli fluttuazioni stagionali di portata. Tali caratteristiche sono connesse alle ridotte estensioni superficiali dei due bacini, alla presenza di una copertura detritico-colluviale continua ed un'estesa copertura arborea ed arbustiva. Non di secondaria importanza nei riguardi della conformazione del reticolo idrografico e della morfologia dei bacini riveste la presenza di un substrato roccioso con lembi più o meno estesi di litotipi carbonatici, caratterizzati da valori di permeabilità per fessurazione molto variabili da settore a settore anche in funzione della possibile presenza di circuiti carsici non facilmente rilevabili da un rilievo di superficie.

I tratti terminali del reticolo idrografico, fino alla confluenza nel rio Torto, sono artificializzati mediante tombatura, di varia sezione e localmente visibilmente sottodimensionata, in corrispondenza dei settori edificati e della viabilità comunale.

I parametri morfometrici caratteristici sono:

<i>Rio di Bric Blua – sottobacino B</i>	
<i>superficie (km²)</i>	0,50
<i>lunghezza asta principale (km)</i>	0,95
<i>Quota media bacino rispetto alla sezione di chiusura (m s.l.m.)</i>	643
<i>Quota massima bacino rispetto alla sezione di chiusura (m s.l.m.)</i>	766
<i>Quota sezione di chiusura (m s.l.m.)</i>	520
<i>Inclinazione media dell'asta principale (%)</i>	26

Tabella 6

Rio di Case Marchetti – sottobacino C	
<i>superficie (km²)</i>	0,12
<i>lunghezza asta principale (km)</i>	0,41
<i>Quota media bacino rispetto alla sezione di chiusura (m s.l.m.)</i>	610
<i>Quota massima bacino rispetto alla sezione di chiusura (m s.l.m.)</i>	700
<i>Quota sezione di chiusura (m s.l.m.)</i>	520
<i>Inclinazione media dell'asta principale (%)</i>	44

Tabella 7

8.4.2 – Calcolo portate: dati ricavati dal modello VA.PI. Piemonte

Le ridotte dimensioni dei due bacini minori non hanno consentito l'applicazione diretta del codice di calcolo VA.PI. Piemonte. Si è quindi proceduto al calcolo della portata di piena tramite un'analisi di similitudine idrologica tra il bacino del rio Torto ed i bacini minori, calcolando, per i vari tempi di ritorno analizzati, il coefficiente di crescita K_T da applicare al massimo annuale della portata media nella durata D , Q_D , ed al suo valore con assegnato periodo di ritorno T , $Q_{D,T}$, dove:

mentre per la valutazione del valore medio $m(Q_D)$ si può fare riferimento alla seguente espressione:

in cui $m(Q)$ è la piena media annua (piena indice) mentre $r(D)$ prende il nome di fattore di riduzione dei colmi di piena.

Rio di Bric Blua						
<i>sezione di chiusura a 520 m s.l.m.</i>						
<i>Portata (tempo di ritorno)</i>	<i>m(Q)</i> <i>(m³/s)</i>	<i>r(D)</i> -	<i>m(Q_D)</i> <i>(m³/s)</i>	<i>K_T</i> <i>(m³/s)</i>	<i>Portata</i> <i>(m³/s)</i>	<i>Portata</i> <i>(m³/s km²)</i>
Q₂₀	0,56	0,95	0,53	2,44	1,3	2,6
Q₁₀₀	0,56	0,95	0,53	4,33	2,3	4,6
Q₂₀₀	0,56	0,95	0,53	5,15	2,7	5,4
Q₅₀₀	0,56	0,95	0,53	6,22	3,3	6,6

Tabella 8: portate ottenute adottando il metodo geomorfoclimatico VA.PI:

Rio di Case Marchetti						
<i>sezione di chiusura a 520 m s.l.m.</i>						
<i>Portata (tempo di ritorno)</i>	<i>m(Q)</i> <i>(m³/s)</i>	<i>r(D)</i> -	<i>m(Q_D)</i> <i>(m³/s)</i>	<i>K_T</i> <i>(m³/s)</i>	<i>Portata</i> <i>(m³/s)</i>	<i>Portata</i> <i>(m³/s km²)</i>
Q₂₀	0,16	0,95	0,15	2,44	0,4	3,3
Q₁₀₀	0,16	0,95	0,15	4,33	0,6	5,0
Q₂₀₀	0,16	0,95	0,15	5,15	0,8	6,7
Q₅₀₀	0,16	0,95	0,15	6,22	0,9	7,5

Tabella 9: portate ottenute adottando il metodo geomorfoclimatico VA.PI:

A partire dal tratto intubato rappresentato dalla sezione 2.2 i rii convergono e pertanto, ai fini delle verifiche, le portate sono state tra loro sommate.

La luce di sbocco del tratto intubato nel rio Torto, risulta sommersa per ogni condizione di portata analizzata, ad esclusione della portata ventennale per la quale lo sbocco avviene a superficie libera.

8.5- VERIFICHE IDRAULICHE

Le verifiche idrauliche sono state condotte analizzando i tratti d'alveo del rio Torto e dei rii minori maggiormente significativi ai fini della valutazione della compatibilità idraulica della zona industriale oggetto di nuove previsioni urbanistiche. Sono state per questo individuate e rilevate alcune sezioni d'alveo ritenute maggiormente rappresentative anche dei settori e delle porzioni adiacenti.

Il calcolo dei livelli di piena è stato realizzato in moto permanente gradualmente vario a portata costante, mediante la risoluzione delle equazioni di bilancio energetico. E' stato per questo adottato il codice di calcolo HEC – RAS 3.1.3 (*US Army Corps of Engineers; Hydrologic Engineering Center*); il codice applicato consente anche di calcolare variazioni di profilo (dovute alla presenza di ostacoli al deflusso, restringimenti di sezione, passaggio di stato di una corrente).

Il codice di calcolo esegue la determinazione del profilo del pelo libero nelle condizioni di moto permanente monodimensionale. Il profilo del pelo libero è calcolato per ogni sezione trasversale risolvendo l'equazione dell'energia con una procedura iterativa denominata standard step method ampiamente descritta nei testi classici dell'idraulica delle correnti a pelo libero.

L'equazione dell'energia fra due sezioni trasversali (1) e (2), con la sezione 1 ubicata a valle della sezione 2, viene scritta nella forma classica, riferita all'unità di peso del liquido:

dove:

- = profondità della corrente nella sezione (m);
- = quota del fondo (m);
- = velocità media della corrente nella sezione (portata totale/area totale);
- = coefficiente di Coriolis che tiene conto della forma della sezione;
- = accelerazione di gravità (9.81 m/s^2);
- = perdita di energia (m).

La portata che defluisce nelle sezioni è calcolata dalla formula:

$$(\text{m}^3/\text{s})$$

dove:

- indica la capacità di convogliamento di ciascun settore che compone la sezione;
- = coefficiente di scabrezza ($\text{m}^{-1/3} \text{ s}$) secondo Manning;
- = area della sezione di deflusso (m^2);
- = raggio idraulico (m).

Le ipotesi di calcolo relative alle condizioni al contorno sono le seguenti:

- ✓ **adozione di sezioni trasversali derivanti da rilievi topografici. Sono state introdotte n. 23 sezioni principali;**
- ✓ **introduzione delle portate elencate nelle tabelle 9, 12 e 13 (in m³/s), in particolare:**

- **sezioni 1.1/10.1 (rio Torto)**

$$\begin{aligned} Q_{20} &= 98 \\ Q_{100} &= 145 \\ Q_{200} &= 164 \\ Q_{500} &= 190 \end{aligned}$$

- **sezioni 2.3/8.2 (rio di Bric Blua)**

$$\begin{aligned} Q_{20} &= 1,3 \\ Q_{100} &= 2,3 \\ Q_{200} &= 2,7 \\ Q_{500} &= 3,3 \end{aligned}$$

- **sezioni 3.3/5.3 (rio di Case Marchetti)**

$$\begin{aligned} Q_{20} &= 0,4 \\ Q_{100} &= 0,6 \\ Q_{200} &= 0,8 \\ Q_{500} &= 0,9 \end{aligned}$$

- **sezioni 2.2/1.2 (rio di Bric Blua + rio di Case Marchetti)**

$$\begin{aligned} Q_{20} &= 1,7 \\ Q_{100} &= 2,9 \\ Q_{200} &= 3,5 \\ Q_{500} &= 4,2 \end{aligned}$$

- ✓ **condizione di monte: altezza critica;**
- ✓ **condizione di valle: altezza critica, nel caso del rio Torto;**
- ✓ **condizione di valle: altezze idrometriche calcolate per il rio Torto tra le sezioni 7.1 ed 8.1, nel caso dei rii di Bric Blua e di Case Marchetti. In dettaglio:**

$$\begin{aligned} Q_{20} &= 511,33 \text{ m s.l.m.} \\ Q_{100} &= 511,84 \text{ m s.l.m.} \\ Q_{200} &= 512,02 \text{ m s.l.m.} \\ Q_{500} &= 512,27 \text{ m s.l.m.} \end{aligned}$$

- ✓ **coefficiente di scabrezza (*Manning*), costante per tutti i tratti d'alveo esaminati, così suddiviso:**
 - **0,050: aree esterne all'alveo inciso;**

- **0,040:** alveo principale e sponde del rio Torto;
 - **0,035:** alveo principale e sponde dei rii minori;
 - **0,030:** fondo in terra irregolare con erba e strade in terra battuta;
 - **0,025:** sponde in muratura irregolare, in pietrame o in roccia e strade asfaltate;
 - **0,019:** sponde in calcestruzzo e tratti intubati.
- ✓ metodo di calcolo del profilo di corrente: "corrente mista";
 - ✓ nel caso del rio Toto i livelli idrici sono stati incrementati di un valore correttivo pari a 0,12 m (vedi § 3.5);
 - ✓ metodo di calcolo del flusso in corrispondenza dei ponti/attraversamenti ed in corrispondenza della zone di confluenza: "metodo dell'energia".

I risultati delle elaborazioni sono riportati nelle successive tabelle. I parametri descritti sono:

- **River Sta:** sezione di calcolo;
- **Profile:** profilo (portata adottata in relazione al tempo di ritorno);
- **Q Total (m³/s):** portata totale di calcolo;
- **Min Ch El (m s.l.m.):** quota minima della sezione (fondo alveo);
- **W.S. Elev (m s.l.m.):** quota del pelo libero dell'acqua;
- **Crit W.S. (m s.l.m.):** quota altezza critica dell'acqua;
- **E.G. Elev (m s.l.m.):** quota della linea dell'energia;
- **Vel Chnl (m/s):** velocità media della corrente;
- **Flow Area (m²):** area interessata dal deflusso;
- **Top Width (m):** massima larghezza del pelo libero;
- **Froude Chl:** numero di Froude della corrente in alveo.

5.1 – Tabella riassuntiva dei parametri idraulici – Rio Torto

<i>Rio Torto</i>

River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m s.l.m.)	W.S. Elev (m s.l.m.)	W.S. Elev + trasp.soli (m s.l.m.)	Crit W.S. (m s.l.m.)	E.G. Elev (m s.l.m.)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude Chl
Sezione 10.1	Q20	98.00	509.75	513.14	513.26	512.52	513.63	3.11	31.48	13.91	0.66
Sezione 10.1	Q100	145.00	509.75	513.82	513.94	513.10	514.44	3.51	41.35	15.13	0.68
Sezione 10.1	Q200	164.00	509.75	514.06	514.18	513.30	514.73	3.64	45.01	15.56	0.68
Sezione 10.1	Q500	190.00	509.75	514.36	514.48	513.57	515.10	3.82	49.74	16.10	0.69
Sezione 9.1	Q20	98.00	509.65	512.32	512.44	512.32	513.26	4.30	22.81	12.07	1.00
Sezione 9.1	Q100	145.00	509.65	512.94	513.06	512.94	514.07	4.71	30.76	13.54	1.00
Sezione 9.1	Q200	164.00	509.65	513.16	513.28	513.16	514.36	4.85	33.80	14.06	1.00
Sezione 9.1	Q500	190.00	509.65	513.45	513.57	513.45	514.73	5.01	37.95	14.74	1.00
Sezione 8.1	Q20	98.00	509.25	511.61	511.73	511.86	512.85	4.93	19.86	11.83	1.22
Sezione 8.1	Q100	145.00	509.25	512.14	512.26	512.46	513.66	5.46	26.55	13.05	1.22
Sezione 8.1	Q200	164.00	509.25	512.33	512.45	512.68	513.95	5.64	29.07	13.48	1.23
Sezione 8.1	Q500	190.00	509.25	512.58	512.70	512.96	514.32	5.85	32.50	14.05	1.23
Sezione 7.1	Q20	98.00	508.94	511.05	511.17	511.42	512.46	5.27	18.61	12.13	1.36
Sezione 7.1	Q100	145.00	508.94	511.54	511.66	512.00	513.29	5.86	24.73	12.89	1.35
Sezione 7.1	Q200	164.00	508.94	511.72	511.84	512.21	513.59	6.05	27.10	13.18	1.35
Sezione 7.1	Q500	190.00	508.94	511.96	512.08	512.48	513.96	6.27	30.31	13.55	1.34
Sezione 6.1	Q20	98.00	508.59	510.60	510.72	511.00	512.06	5.35	18.32	13.48	1.45
Sezione 6.1	Q100	145.00	508.59	511.02	511.14	511.52	512.91	6.10	23.79	13.81	1.45
Sezione 6.1	Q200	164.00	508.59	511.18	511.30	511.72	513.21	6.32	25.96	13.90	1.44
Sezione 6.1	Q500	190.00	508.59	511.40	511.52	511.98	513.60	6.57	28.91	14.03	1.42
Sezione 5.5	Bridge										

Sezione 5.1	Q20	98.00	508.70	510.63	510.75	510.80	511.64	4.46	21.97	15.32	1.18
Sezione 5.1	Q100	145.0 0	508.70	510.86	510.98	511.29	512.51	5.69	25.48	15.37	1.40
Sezione 5.1	Q200	164.0 0	508.70	510.99	511.11	511.47	512.82	6.00	27.33	15.39	1.42
Sezione 5.1	Q500	190.0 0	508.70	511.15	511.27	511.70	513.22	6.37	29.84	15.42	1.45
Sezione 4.1	Q20	98.00	508.74	511.02	511.14	510.68	511.49	3.06	32.06	18.56	0.74
Sezione 4.1	Q100	145.0 0	508.74	511.69	511.81	511.14	512.22	3.22	44.98	19.83	0.68
Sezione 4.1	Q200	164.0 0	508.74	511.93	512.05	511.30	512.48	3.30	49.73	20.28	0.67
Sezione 4.1	Q500	190.0 0	508.74	512.23	512.35	511.52	512.82	3.40	55.87	20.84	0.66
Sezione 3.1	Q20	98.00	508.35	510.95	511.07	510.47	511.41	3.02	32.47	16.76	0.69
Sezione 3.1	Q100	145.0 0	508.35	511.59	511.71	510.98	512.15	3.30	43.91	18.65	0.69
Sezione 3.1	Q200	164.0 0	508.35	511.83	511.95	511.18	512.41	3.40	48.31	19.32	0.69
Sezione 3.1	Q500	190.0 0	508.35	512.12	512.24	511.41	512.75	3.51	54.17	20.51	0.68
Sezione 2.1	Q20	98.00	507.99	510.38	510.50	510.38	511.23	4.08	24.03	14.25	1.00
Sezione 2.1	Q100	145.0 0	507.99	510.92	511.04	510.92	511.96	4.53	32.02	15.52	1.01
Sezione 2.1	Q200	164.0 0	507.99	511.12	511.24	511.12	512.23	4.66	35.19	16.00	1.00
Sezione 2.1	Q500	190.0 0	507.99	511.37	511.49	511.37	512.56	4.83	39.37	17.90	1.00
Sezione 1.1	Q20	98.00	507.49	509.83	509.95	509.98	510.87	4.53	21.64	13.33	1.13
Sezione 1.1	Q100	145.0 0	507.49	510.38	510.50	510.54	511.63	4.95	29.28	14.48	1.11
Sezione 1.1	Q200	164.0 0	507.49	510.58	510.70	510.74	511.90	5.09	32.21	14.90	1.11
Sezione 1.1	Q500	190.0 0	507.49	510.84	510.96	511.00	512.24	5.25	36.20	15.45	1.09

Tabella 10: Rio Torto - tabella standard 1

8.5.1 – Verifica del franco idraulico del ponte su Via Circonvallazione (SP 46)

Nelle verifica del franco minimo sono stati esaminati i seguenti parametri:

- **livelli idrici, franchi minimi e franchi cinetici per Q20, Q100 e Q200 anni;**

- **livelli idrici in condizioni critiche, franchi minimi e franchi cinetici per Q20, Q100 e Q200 anni.**

Per "franco minimo cinetico" si intende il valore relativo a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente. Con "franco minimo di verifica" viene indicato il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte. In base alla Direttiva del PAI il valore del franco minimo di verifica non deve essere inferiore al valore del franco minimo cinetico ed in ogni caso superiore ad 1,0 m. Nel caso di ponti con impalcati non rettilinei, il franco minimo di verifica deve essere assicurato per almeno i 2/3 della luce totale. Nelle seguenti tabelle con L1 si indica la luce totale del ponte con impalcato non rettilineo, mentre con L2 la luce libera in condizioni di piena di progetto comprensiva del franco minimo di sicurezza. Per ottemperare alla verifica deve essere rispettata la relazione $L2 \geq 2/3 L1$.

<i>Rio Torto – ponte su Via Circonvallazione (SP 46)</i>										
River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	W.S. Elev (m s.l.m.)	E.G. Elev (m s.l.m.)	Vel Chnl (m/s)	h cinetica (m)	franco minimo cinetico (m)	L1 (m)	L2 (m)	franco minimo di verifica (m)
Sezione 5.5	Q ₂₀	98.00	510.72	511.99	5.09	1.27	0.63	15.42	14.33	2.30
Sezione 5.5	Q ₁₀₀	145.00	511.14	512.85	5.89	1.71	0.85	15.42	12.50	1.88
Sezione 5.5	Q ₂₀₀	164.00	511.30	513.15	6.12	1.85	0.92	15.42	10.82	1.72

Tabella 11: verifica del franco minimo

<i>Rio Torto – ponte su Via Circonvallazione (SP 46)</i>										
River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Crit W.S. (m s.l.m.)	E.G. Elev (m s.l.m.)	Vel Chnl (m/s)	h cinetica (m)	franco minimo cinetico (m)	L1 (m)	L2 (m)	franco minimo di verifica (m)
Sezione 5.5	Q ₂₀	98.00	511.00	511.99	5.09	0.99	0.49	15.42	12.48	2.02
Sezione 5.5	Q ₁₀₀	145.00	511.52	512.85	5.89	1.33	0.66	15.42	10.77	1.50
Sezione 5.5	Q ₂₀₀	164.00	511.73	513.15	6.12	1.42	0.71	15.42	10.70	1.29

Tabella 12: verifica del franco minimo in condizioni critiche

Il ponte sulla SP 46 consente il transito di tutte le portate di piena analizzate. Il deflusso di piena avviene in condizioni di corrente veloce. Il debole aumento di quota del fondo alveo, a valle del ponte, genera un innalzamento del pelo libero con la formazione di rigurgiti e passaggio attraverso le condizioni critiche.

I franchi minimi risultano sempre verificati in quanto il franco minimo risulta garantito per almeno i 2/3 della luce totale. Il franco minimo di verifica è inoltre sempre superiore al franco minimo cinetico e maggiore di 1,0 m.

8.5.2 – Tabella riassuntiva dei parametri idraulici – Rio di Bric Blua

Rio di Bric Blua										
River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m s.l.m.)	W.S. Elev (m s.l.m.)	Crit W.S. (m s.l.m.)	E.G. Elev (m s.l.m.)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude Chl
Sezione 8.2	Q20	1.3	531.49	532.21	532.21	532.39	1.88	0.69	1.96	1.01
Sezione 8.2	Q100	2.3	531.49	532.39	532.39	532.62	2.11	1.09	2.49	1.01
Sezione 8.2	Q200	2.7	531.49	532.45	532.45	532.69	2.15	1.26	2.67	1.00
Sezione 8.2	Q500	3.3	531.49	532.53	532.53	532.79	2.24	1.47	2.90	1.00
Sezione 7.2	Q20	1.3	530.70	531.56	531.23	531.59	0.78	1.67	3.33	0.35
Sezione 7.2	Q100	2.3	530.70	531.95	531.39	531.98	0.72	3.19	4.47	0.27
Sezione 7.2	Q200	2.7	530.70	532.01	531.44	532.04	0.78	3.46	4.64	0.29
Sezione 7.2	Q500	3.3	530.70	532.10	531.51	532.13	0.85	3.87	4.89	0.31
Sezione 6.2	Q20	1.3	530.36	531.57	530.86	531.58	0.40	3.24	4.33	0.15
Sezione 6.2	Q100	2.3	530.36	531.96	531.01	531.97	0.46	5.09	5.28	0.14
Sezione 6.2	Q200	2.7	530.36	532.02	531.06	532.03	0.51	5.41	5.42	0.15
Sezione 6.2	Q500	3.3	530.36	532.11	531.12	532.12	0.57	5.92	6.19	0.17
Sezione 5.2	Q20	1.3	530.21	531.57	530.69	531.58	0.32	4.12	4.70	0.11
Sezione 5.2	Q100	2.3	530.21	531.96	530.82	531.97	0.39	6.15	6.30	0.11

Sezione 5.2	Q200	2.7	530.21	532.02	530.87	532.03	0.43	6.54	6.79	0.12
Sezione 5.2	Q500	3.3	530.21	532.11	530.93	532.12	0.49	7.18	7.53	0.13
Sezione 4.25		Culvert								
Sezione 4.2	Q20	1.3	520.27	520.93	520.81	521.11	1.86	0.70	1.06	0.73
Sezione 4.2	Q100	2.3	520.27	521.70	521.06	521.79	1.39	2.01	3.56	0.37
Sezione 4.2	Q200	2.7	520.27	521.80	521.15	521.89	1.46	2.37	4.17	0.38
Sezione 4.2	Q500	3.3	520.27	522.00	521.27	522.08	1.40	3.36	5.49	0.34
Sezione 3.2	Q20	1.3	519.86	521.04	520.24	521.05	0.44	2.97	2.81	0.14
Sezione 3.2	Q100	2.3	519.86	521.76	520.38	521.77	0.46	5.05	3.60	0.11
Sezione 3.2	Q200	2.7	519.86	521.85	520.42	521.86	0.51	5.43	4.16	0.12
Sezione 3.2	Q500	3.3	519.86	522.04	520.49	522.06	0.55	6.29	4.61	0.12
Sezione 2.2	Q20	1.7	519.74	521.04	520.13	521.05	0.54	3.16	2.53	0.15
Sezione 2.2	Q100	2.9	519.74	521.75	520.29	521.77	0.58	4.99	3.22	0.13
Sezione 2.2	Q200	3.5	519.74	521.84	520.36	521.86	0.67	5.32	3.64	0.15
Sezione 2.2	Q500	4.2	519.74	522.03	520.43	522.06	0.72	6.01	3.64	0.15
Sezione 1.25		Culvert								

Tabella 13: Rio di Bric Blua - tabella standard 1

8.5.3 – Tabella riassuntiva dei parametri idraulici – Rio di Case Marchetti

Rio di Case Marchetti										
River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m s.l.m.)	W.S. Elev (m s.l.m.)	Crit W.S. (m s.l.m.)	E.G. Elev (m s.l.m.)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude Chl
Sezione 5.3	Q20	0.4	524.54	524.87	524.83	524.91	0.94	0.43	2.57	0.73
Sezione 5.3	Q100	0.6	524.54	524.92	524.88	524.98	1.06	0.57	2.92	0.74
Sezione 5.3	Q200	0.8	524.54	524.96	524.92	525.03	1.18	0.69	3.08	0.76

Sezione 5.3	Q500	0.9	524.54	524.98	524.94	525.06	1.24	0.74	3.15	0.77
Sezione 4.3	Q20	0.4	524.30	524.63	524.63	524.71	1.28	0.31	1.91	1.01
Sezione 4.3	Q100	0.6	524.30	524.68	524.68	524.78	1.39	0.43	2.25	1.01
Sezione 4.3	Q200	0.8	524.30	524.73	524.73	524.84	1.47	0.54	2.53	1.01
Sezione 4.3	Q500	0.9	524.30	524.75	524.75	524.87	1.50	0.60	2.66	1.00
Sezione 3.3	Q20	0.4	523.17	523.80	523.51	523.81	0.43	1.12	3.61	0.21
Sezione 3.3	Q100	0.6	523.17	523.96	523.57	523.97	0.42	1.78	4.58	0.18
Sezione 3.3	Q200	0.8	523.17	524.12	523.62	524.12	0.40	2.54	5.52	0.16
Sezione 3.3	Q500	0.9	523.17	524.19	523.65	524.20	0.39	2.98	6.16	0.15
Sezione 2.25		Culvert								
Sezione 2.2	Q20	1.7	519.74	521.04	520.13	521.05	0.54	3.16	2.53	0.15
Sezione 2.2	Q100	2.9	519.74	521.75	520.29	521.77	0.58	4.99	3.22	0.13
Sezione 2.2	Q200	3.5	519.74	521.84	520.36	521.86	0.67	5.32	3.64	0.15
Sezione 2.2	Q500	4.2	519.74	522.03	520.43	522.06	0.72	6.01	3.64	0.15
Sezione 1.25		Culvert								

Tabella 14: Rio di Case Marchetti - tabella standard 1

8.6 - CONCLUSIONI

6. CONCLUSIONI

In linea generale, per la classificazione delle aree in funzione del livello di pericolosità geomorfologica ed idraulica, è stata applicata la metodologia descritta al punto 3.3, Allegato 2, della D.G.R. n. 45 – 6656 del 15/07/2002 e al punto 5, Allegato B, della D.G.R. n. 2-11830 del 29/07/2009.

- Pericolosità/intensità molto elevata (EeA): aree soggette ad esondazioni per piene ricorrenti; aree inondabili da acque con elevata energia e tiranti ingenti ($h > 40$ cm), caratterizzate dalla presenza di rilevanti fenomeni di erosione o deposito (trasporto solido, solchi e tracce d'erosione, divagazione dell'alveo, riattivazione di canali abbandonati, ecc.); aree ad alta probabilità di inondazione (per piene con tempo di ritorno di 20-50 anni) sulla scorta delle verifiche idrauliche.
- Pericolosità/intensità elevata (EbA): aree inondabili da acque con tiranti ingenti ($h > 40$ cm), caratterizzate dalla presenza di modesti fenomeni di erosione/deposito; aree a moderata probabilità di inondazione (Tr 100-200 anni) sulla scorta delle verifiche idrauliche.
- Pericolosità/intensità media e moderata (EmA): aree inondabili, esterne alle precedenti, individuate su evidenze morfologiche; aree inondabili da acque con bassa energia e/o tiranti modesti ($h < 40$ cm) legate ad esondazioni del reticolo artificiale di pianura oppure ad allagamenti dovuti a difficoltà di drenaggio in settori disgiunti dai corsi d'acqua naturali; aree a bassa probabilità di inondazione (Tr 300-500 anni).

In presenza di incertezze dovute alla spaziatura delle sezioni rilevate od alla non significativa differenza nei livelli dei tiranti idrici calcolati è stato seguito un criterio di classificazione cautelativo.

6.1 – Rio Torto

Il ponte su Via Circonvallazione (SP 46) consente il transito di tutte le portate di progetto considerate e risulta verificato nei confronti del franco minimo di sicurezza relativo alla portata duecentennale. Il deflusso delle portate attraverso la luce del ponte avviene attraverso il passaggio nelle condizioni critiche e la successiva formazione di un risalto idraulico. A valle del risalto il deflusso ritorna in condizioni di corrente veloce.

Le verifiche delle condizioni di deflusso delle portate di progetto sono state realizzate considerando l'incremento dei tiranti idrici dovuto agli effetti del trasporto solido di fondo così come calcolato nel § 3.5.

Per l'intero tratto analizzato non si registrano fenomeni di allagamento od esondazioni e le porte di piena risultano contenute all'interno dell'alveo inciso che, in tale settore, risulta fortemente artificializzato per la presenza di un lungo tratto di sponda sinistra protetto da un muro di contenimento in c.a..

Le velocità di deflusso registrano valori compresi tra 3,0 m/s e 6,5 m/s.

Il tratto d'alveo analizzato è caratterizzato da una pericolosità molto elevata (EeA) e pertanto può essere inserito in Classe IIIa.

Per quanto riguarda i tratti di rio Torto posti a monte e a valle all'area di indagine, è stata mantenuta la perimetrazione di pericolosità desunta dagli elaborati geologici redatti dallo Studio Geocos in fase di adeguamento del P.R.G.C. al PAI ed alla 7/LAP (Luglio 2003).

6.2 – Rio di Case Marchetti

Il rio di Case Marchetti confluisce nel rio di Bric Blua in corrispondenza del settore edificato posto su Strada San Bernardo e pertanto a partire da tale settore la delimitazione in classi di pericolosità è proposta per il rio di Bric Blua. Il settore di rio analizzato, posto a monte della confluenza, presenta un tratto tombato che consente il transito delle portate di piena analizzate. In dettaglio il deflusso delle portate inferiori avviene con imbocco a superficie libera, mentre per le portate Q200 e Q500 si ha un imbocco con deflusso a battente. Vista la luce di imbocco di diametro ridotto, risulta di fondamentale importanza, al fine di un corretto smaltimento delle acque di piena, garantire un'adeguata manutenzione e pulizia di tale settore in modo tale da mantenere l'imbocco sgombro da accumuli vegetali e detritici.

6.3 – Rio di Bric Blua

Il tratto d'alveo analizzato presenta un limitato tratto iniziale ad elevata naturalità mentre per la quasi totalità del suo corso inferiore esso risulta fortemente antropizzato e tombato al di sotto della sede stradale di Strada San Bernardo. Il transito della portata Q20 avviene in condizioni di imbocco con deflusso a battente e corrente veloce, con valori massimi di velocità di poco inferiori ai 4,0 m/s. Per tutti gli altri valori di piena considerati, il manufatto non consente il totale smaltimento delle portate e si potrebbero verificare esondazioni che potrebbero interessare in modo particolare il settore stradale di Via San Bernardo. I battenti di esondazione calcolati

risultano in ogni caso non superiori a 40 cm, con valori variabili da 10 cm, nel caso della portata Q200, a 30 cm per la portata Q500. Le velocità di deflusso calcolate risultano inferiori a 2,5 m/s.

L'intero tratto tombato di Strada San Bernardo è stato classificato a pericolosità elevata (EbA). Parte delle acque di allagamento potrebbero inoltre interessare, in modo marginale e con battenti di pochi centimetri, alcune aree edificate poste in prossimità della sede stradale e parte dell'area adibita a parcheggio; tali settori sono stati pertanto inseriti in classe a pericolosità moderata (EmA).

Per quanto riguarda l'idoneità all'utilizzazione urbanistica, il settore stradale non edificato, a pericolosità elevata, può essere inserito in Classe IIIa, mentre per i settori edificati e per l'area a parcheggio, a pericolosità moderata, risulta appropriato un loro inserimento in Classe IIIb2.

9. CARTA DEGLI ELEMENTI LOCALI PER LA STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 che prevedeva una revisione della classificazione sismica del territorio italiano ed il D.G.R. n. 61-11017 del 17 novembre 2003 hanno portato il territorio comunale di Rossana ad essere classificato in Zona 3. **I progetti per le nuove costruzioni dovranno quindi essere redatti nel rispetto della normativa tecnica di cui al D.M. 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni).**

L'elaborato cartografico, realizzato sulla base delle indagini geologiche, geomorfologiche e litostratigrafiche, ha lo scopo di evidenziare quelle **situazioni morfologiche del territorio che possono intervenire sulla risposta sismica del sito**, attraverso il possibile verificarsi di effetti di amplificazione locale o di eventi indotti (frane, fenomeni di densificazione, cedimenti, cedimenti differenziali, ecc..). L'identificazione delle situazioni di pericolosità è avvenuta mediante il confronto delle caratteristiche locali con situazioni tipo desunte da esperienze e studi nel settore.

L'area montana e pedemontana del cuneese è caratterizzata da una frequente attività sismica, per lo più con eventi a bassa energia ma, talora, anche con scosse di discreta intensità.

Viene di seguito riportata una descrizione dei parametri relativi all'intensità ed all'energia di un sisma (Cosenza E. & Manfredi G., 2000).

Scala Mercalli modificata

La scala Mercalli, proposta nel 1909 con una suddivisione in 10 gradi, e successivamente modificata con l'introduzione di altri due gradi, misura l'intensità sismica in relazione agli effetti provocati sulle persone, sugli oggetti e sulle costruzioni. Si tratta, quindi, di una scala non strumentale, ma basata esclusivamente sulle osservazioni fatte dalle persone che hanno avvertito il fenomeno sismico e, eventualmente, sulla valutazione dei danni riscontrati sulle costruzioni.

Per ciascun grado sono assunte indicazioni di natura diversa proprio per allargare la gamma degli elementi cui potersi riferire nell'attribuire ad un evento sismico la giusta collocazione nella scala. Ciononostante essa non consente una valutazione obiettiva dell'intensità di un evento sismico, perché essa non si riferisce ad una grandezza strumentale, bensì a valutazioni soggettive facilmente variabili.

Accanto a questa osservazione, che riguarda principalmente i terremoti di debole intensità che non lasciano tracce tangibili sulle strutture (di grado inferiore al VI della scala Mercalli), altre parimenti valide se ne possono aggiungere per i terremoti più violenti. Infatti, nella scala Mercalli l'entità dei danni subiti dalle costruzioni definisce il grado dell'evento sismico, indipendentemente dall'effettiva resistenza delle strutture, cioè prescindendo dalle caratteristiche, in termini di risposta sismica, del patrimonio edilizio considerato.

All'aumentare della distanza dall'epicentro gli effetti dei sismi si riducono e con essi l'intensità Mercalli, che risente in misura sostanziale, quindi, della distanza dell'osservatore dall'epicentro: questa circostanza consente di tracciare sulla regione colpita delle linee, dette isosisme, che congiungono i punti del territorio dove gli effetti verificatisi sono paragonabili.

Magnitudo

La magnitudo M è una misura dell'energia E rilasciata dal terremoto e si determina attraverso la valutazione dello spostamento massimo del terreno fornito da un sismografo standard posto alla distanza di 100 km dall'epicentro.

Quest'ultima convenzione, che potrebbe sembrare fortemente limitativa, non è in pratica determinante in virtù dell'osservazione che segue. Se si riportano su un diagramma cartesiano, per due eventi sismici diversi, che indichiamo come evento 1 ed evento 2, le misure effettuate con lo strumento standard, ponendo sull'asse delle ascisse le distanze Δ in km e sulle ordinate il logaritmo decimale dello spostamento massimo A , si ottengono due curve sensibilmente parallele, cioè tali che la differenza ($\log A_1 - \log A_2$) risulta praticamente indipendente dalla distanza dello strumento.

Si definisce, pertanto, magnitudo del terremoto 1 la differenza:

$$M = \log A_1 - \log A_0$$

se con A_0 si indica lo spostamento massimo provocato da un terremoto campione. Richter, che propose nel 1934 questa unità di misura, fissò convenzionalmente quale terremoto campione quello che provoca alla distanza di 100 km uno spostamento massimo A_0 , misurato con lo strumento standard, pari a 0,001 m.

Per terremoti più deboli di quello campione, quindi, la magnitudo risulta negativa, ma occorre subito precisare che questa possibilità non è di interesse per l'ingegneria sismica, trattandosi di eventi così deboli da non essere neanche percepiti dall'uomo: solo per valori della magnitudo superiori a 2, infatti l'evento sismico è generalmente avvertito dalle persone.

La magnitudo fornisce una misura oggettiva dell'energia rilasciata: la correlazione, che trova maggiori consensi da parte dei sismologi, fra la magnitudo M e l'energia E è fornita da:

$$\log E = 11,8 + 1,5 M$$

(con E espressa in Ergon) e mostra che quest'ultima aumenta sensibilmente per un incremento unitario della magnitudo.

Poiché l'energia rilasciata è proporzionale alla lunghezza L della faglia generatrice può istituirsi una correlazione teorica fra tale lunghezza e la magnitudo. Analogamente, in base alle osservazioni fatte, si è riscontrato un aumento progressivo della durata di un terremoto con l'aumentare della magnitudo.

Per quanto riguarda l'influenza della distanza Δ dall'epicentro, all'aumentare di essa si manifesta una attenuazione degli effetti e cioè dei valori massimi, dell'accelerazione, della velocità e dello spostamento del terreno; il contenuto in frequenza della funzione accelerazione del terreno, inoltre, subisce una trasformazione nel senso che il periodo dell'armonica predominante aumenta all'aumentare della distanza Δ .

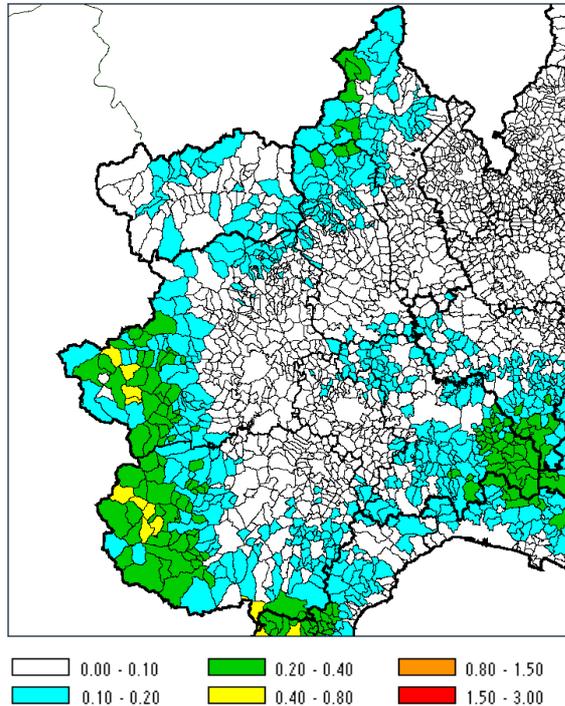
Anche, il tipo di terreno attraverso il quale si propagano le onde sismiche risulta determinante, comprendendo eventuali fenomeni di locale amplificazione, che possono trasformare in maniera sensibile gli effetti dell'evento sismico.

Si elencano, di seguito, gli **eventi sismici di maggiore rilevanza per il settore cuneese** con i valori delle intensità massime osservate o delle intensità epicentrali (dati del “Catalogo Parametrico dei terremoti Italiani al di sopra della soglia di danno”; G.N.D.T. – I.N.G. – S.S.N., 1998):

DATA	LOCALITA'	INTENSITA' (MCS)
1502	Tarantasca	7°
1550	Cuneo	6° - 7°
1564	Alpi Marittime	8° - 9°
1584	Dronero	6° - 7°
1644	Alpi Marittime	8° - 9°
1835	Boves	6° - 7°
1854	Liguria Occ. - Francia	7° - 8°
1878	S. Damiano	7°
1883	Revello	6°
1887	Celle di Macra	6°
1901	Boves	6°
1905	Valdieri	5° - 6°
1913	Valdieri	5° - 6°
1916	Vinadio	5°
1947	Alpi Occidentali	7° - 8°
1955	Alpi Cozie	6° - 7°
1956	M. Viso	6°
1958	Dronero	6°
1966	Cuneese	6° - 7°
1971	Celle di Macra	6°

Il comune di Rossana è ubicato in un'area con un valore delle massime intensità osservate pari a 6° (dati G.N.D.T., figura seguente). Si ricorda che con un valore di intensità pari a 6° ci si riferisce ad un sisma con un'accelerazione media di picco compresa tra 0,06 g e 0,07 g che è *“avvertito da tutti, molti spaventati corrono all'aperto. Spostamenti di alcuni mobili pesanti; alcuni casi di caduta di intonaco e di danni ai comignoli. Danni lievi. (Scala Mercalli modificata, versione abbreviata)”*.

Nella cartografia di seguito riportata viene indicato il danno totale annuo atteso per comune, espresso in percentuale della superficie abitativa (G.N.D.T., 1996). Il territorio comunale di Rossana presenta un valore percentuale variabile tra 0,20 e 0,40.



Le indagini realizzate nel territorio comunale di Rossana hanno permesso di distinguere **otto situazioni che sono in grado di intervenire sulla risposta sismica del sito**, sia attraverso il verificarsi di effetti di amplificazione locale sia attraverso eventi indotti. Queste perimetrazioni areali delle diverse situazioni morfostratigrafiche non sono ordinate secondo criteri di pericolosità in quanto ciascuna di esse possiede una propria particolarità sia in relazione alle caratteristiche geologiche e morfologiche sia a quelle dell'evento sismico.

- *Zona caratterizzata da ammassi rocciosi affioranti comprensivi dell'eventuale strato di alterazione superficiale con spessore massimo di 3 m: (tipologia 1- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4).* si tratta di aree dove, per la presenza del substrato roccioso da affiorante a subaffiorante, il valore dell'accelerazione massima orizzontale su suolo rigido di riferimento risulta essere quella definita per le aree di Zona 3 (0,15 g). Il suolo di fondazione è di tipo A.
- *Zona con depositi detritico-colluviali con spessore compreso tra 1 m e 20 m: (tipologia 4- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4)* tali zone presentano caratteristiche stratigrafiche analoghe a quelle previste per i sottosuoli di fondazione di tipo E (A se con spessore inferiore a m.3)..

- *Zona con depositi detritico-colluviali ed alluvionali con spessore maggiore di 30 m: (tipologia 3- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4) si tratta di aree caratterizzate da sottosuoli di fondazione con caratteristiche stratigrafiche analoghe a quelle previste per i tipi B, C e D.*
- *Depositi di terreni con abbondante matrice fine e/o profondamente alterati, con spessore compreso tra 3 m e 20 m: (tipologia 2- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4) tali aree presentano caratteristiche geotecniche scadenti e stratigrafiche proprie di sottosuoli di tipo E.*
- *Zona caratterizzata da dissesti gravitativi in fase attiva o quiescenti: (tipologia 5- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4) si tratta di aree dove i fenomeni di instabilità, in atto o potenziali, possono subire un'accentuazione o una riattivazione in seguito al verificarsi di eventi sismici.*
- *Zona di dorsale/cresta o rilievo isolato caratterizzata da una larghezza << dell'altezza e da un'acclività dei versanti orientativamente maggiore di 30°: (tipologia 6- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4) queste situazioni morfologiche comportano un'amplificazione del moto del suolo in seguito alla focalizzazione delle onde sismiche per effetto di riflessioni multiple lungo i pendii. Queste aree si collocano sulle principali dorsali spartiacque ed in corrispondenza di cocuzzoli isolati.*
- *Zona di nicchia/orlo di terrazzo o lineamento tettonico affiorante: (tipologia 7- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4) risultano settori vulnerabili proprio per la presenza di discontinuità tettonico-strutturali che possono subire dislocazioni, anche se minime, in concomitanza di eventi sismici.*
- *Zona di raccordo tra versante e fondovalle con cambio netto di pendenza (conoidi, falde detritiche): (tipologia 5- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4) in questi settori possono verificarsi amplificazioni del moto sismico in seguito alla focalizzazione delle onde sismiche. All'interno di queste fasce ricadono inoltre la maggior parte delle zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (es: depositi fluviali o fluvioglaciali di fondovalle – substrato roccioso da affiorante a subaffiorante). Nelle immediate vicinanze del contatto tra due materiali con caratteristiche fisico-meccaniche tra loro difformi, possono verificarsi vibrazioni del terreno con ampiezze e frequenze diverse. Si possono quindi instaurare fenomeni di cedimento o costipamento differenziale nei depositi superficiali.*

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO		Vs30	Param. Geotec.
Tipo B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</i>	da 360m/s a 800 m/s	N _{SPT} >50 Cu>250 kPa

In allegato vengono riportati la stratigrafia del sondaggio a carotaggio continuo, i risultati relativi all'elaborazione dei segnali sismici e la documentazione fotografica.

Tutte le situazioni precedentemente descritte richiedono in ogni caso un approfondimento di indagini in fase di strumento urbanistico esecutivo o di singolo progetto, in relazione alle caratteristiche geologico-morfologiche del sito, alle problematiche geotecniche ed alle tipologie edilizie previste. Tutte le indagini devono fare riferimento al D.M. 14.01.2008.

Vengono di seguito riportati, a scopo puramente indicativo, i parametri medi o gli intervalli più probabili relativi alla velocità delle onde di taglio (Vs), al coefficiente di Poisson (ν), al modulo di taglio iniziale (Go) ed al coefficiente di smorzamento interno ($\xi\%$). Tali valori sono stati ricavati dalla letteratura e si riferiscono ad alcuni litotipi analoghi a quelli rilevati all'interno del territorio comunale di Rossana.

Terreni di copertura (per Vs crescenti)	Vs (m/s)	ν	Go (MPa)	$\xi\%$
Eluvio - colluviale	300	0.35	162	0.03
Detritico - colluviale	400	0.35	320	0.01
Depositi limoso - argillosi	400	0.4	320	0.04
Alluvioni sabbioso - ghiaiose	400-700	0.35	320-980	0.01
Formazioni del substrato (bedrock)	Vs (m/s)	ν	Go (MPa)	$\xi\%$
Calcari, calcari dolomitici e dolomie	2300	0.25	10000	0.005
Calcescisti, micascisti e serpentinoscisti	3000	0.25	23000	0.005

9.1 Per avere una valutazione più precisa, si illustrano le risultanze delle indagini geofisiche eseguite in comune di Rossana in data 23.03.2011, relativamente al settore che dovrebbe ospitare le nuove aree produttive e residenziali, a valle del concentrico di Rossana.

Le indagini geofisiche integrano le conoscenze sui depositi presenti e sono in particolare finalizzate all'acquisizione del parametro Vs30, che è rappresentativo della velocità di propagazione delle onde di taglio per i primi 30 m di profondità dal piano di campagna.

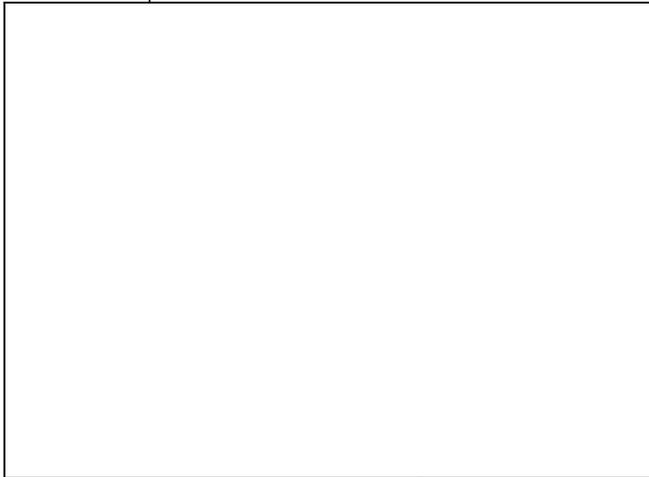
A tal proposito sono stati eseguiti due stendimenti, posizionati rispettivamente in sponda destra e sinistra del rio Torto, come si può vedere dall'allegata tavola di ubicazione indagini.

Nei capitoli seguenti si illustrano nel dettaglio:

- la metodologia di analisi dei segnali sismici, prodotti nel corso della prova;
- la strumentazione impiegata;
- i risultati ottenuti dal metodo.

LOCALIZZAZIONE DEI SITI DI PROVA

Scala 1: 5.000



9.2 METODO D'INDAGINE GEOFISICA

- GENERALITA'

Lo scopo della prova consiste nel determinare il profilo di rigidità del sito tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie di *Rayleigh* (V_R), a cui segue un successivo processo di inversione.

Nelle analisi di microzonazione sismica, in generale, uno dei parametri più importanti per la caratterizzazione dei terreni e per la modellazione della risposta sismica dei siti è indubbiamente il valore di velocità di propagazione delle onde di taglio nei mezzi, cioè la V_S (Nunziata et alii, 1997).

Per la determinazione di questo parametro vengono spesso impiegate diverse tecniche quali le prove cross-hole e le prove down-hole, che utilizzano le onde di corpo, e le tecniche SASW o FK (MASW "Multichannel Analysis of Surface Waves"), che si basano sulle onde superficiali.

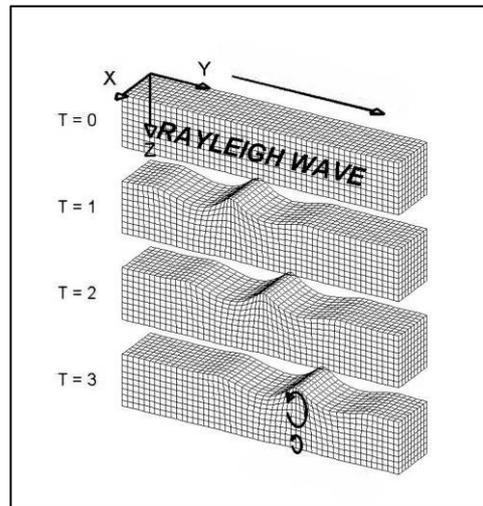
Nel caso di un mezzo quale il terreno, quando le onde di volume (prodotte da una sorgente interna al mezzo) raggiungono la superficie di separazione si generano le **onde di superficie** che si propagano attraverso la superficie stessa.

Le onde di superficie sono principalmente di due tipi:

-ONDE DI RAYLEIGH

-ONDE DI LOVE

Le onde di Rayleigh producono vibrazioni che sono la risultante di una vibrazione polarizzata su un piano verticale, in direzione perpendicolare alla direzione di propagazione, e di una vibrazione orizzontale polarizzata lungo la direzione di propagazione. Il moto risultante è ellittico retrogrado. La deformazione indotta è sia di taglio sia di compressione.



– CAMPO D'APPLICAZIONE DELLA PROVA

La prova si applica quando la profondità delle coperture da esplorare è compresa tra i 10 ed i 50 m. Essa si rende necessaria soprattutto quando interessano dati medi relativi ad ampi volumi di terreno e quando i risultati da ottenere devono essere di qualità e precisione buone.

Per l'esecuzione della prova è necessaria una superficie pianeggiante più o meno ampia, in relazione alla profondità di indagine.

Ipotesi alla base della prova

Si suppone che il volume di terreno, interessato dalle indagini, sia stratificato orizzontalmente e che all'interno di ogni strato il comportamento del terreno possa essere considerato elastico, omogeneo ed isotropo.

Schema della prova

La prova consiste nel produrre sulla superficie del terreno, in corrispondenza del sito da investigare, una sollecitazione dinamica verticale in un determinato campo di frequenze, opportunamente regolabile, e nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate.

L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di rigidezza può scomporsi in due fasi fondamentali:

- Deduzione della curva di dispersione* (velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza) caratteristica del sito in esame;
- Processo di inversione*, finalizzato ad ottenere, partendo dalla curva suddetta, una stima del profilo di rigidezza ad essa associato.

Ai fini di questa prova di tutte le componenti di moto, prodotte nel terreno dalla sorgente, interessano quelle che si trasmettono lungo la superficie (onde superficiali) e di queste quelle di *Rayleigh*, polarizzate sul piano verticale e caratterizzate sia da componenti longitudinali sia trasversali. Tali onde si propagano lungo fronti d'onda cilindrici, coassiali rispetto alla sorgente, con attenuazione proporzionale a $\frac{1}{r}$ (dove r è la distanza dalla sorgente) inferiore all'attenuazione delle onde di volume (proporzionale invece a $1/r$) e perciò già a distanze non molto grandi le onde di superficie tendono a prevalere nettamente su quelle di volume.

La componente verticale del moto, indotta dalle onde di *Rayleigh*, è predominante su quella orizzontale e si attenua con la profondità rapidamente fino a diventare insignificante ad una quota di poco superiore alla lunghezza d'onda λ della sollecitazione indotta. Perciò per indagare profondità sempre maggiori e ricavare la velocità caratteristica delle onde di *Rayleigh* è opportuno aumentare progressivamente la lunghezza d'onda della sollecitazione prodotta dalla sorgente, costruendo così una curva in cui sia riportata al variare della lunghezza d'onda λ , e quindi della profondità investigata, la velocità delle onde di *Rayleigh* calcolata (curva di dispersione). La velocità V_R risulta sperimentalmente assai prossima a quella delle onde di taglio V_S (variando in funzione del coefficiente di *Poisson* tra 0,86 e 0,95). Tramite la V_R si possono ricavare le cunzione del coefficiente di *Poisson* tra 0,86 e 0,95). Tramite la V_R si possono ricavare le caratteristiche meccaniche del terreno per mezzo delle relazioni precedentemente citate.

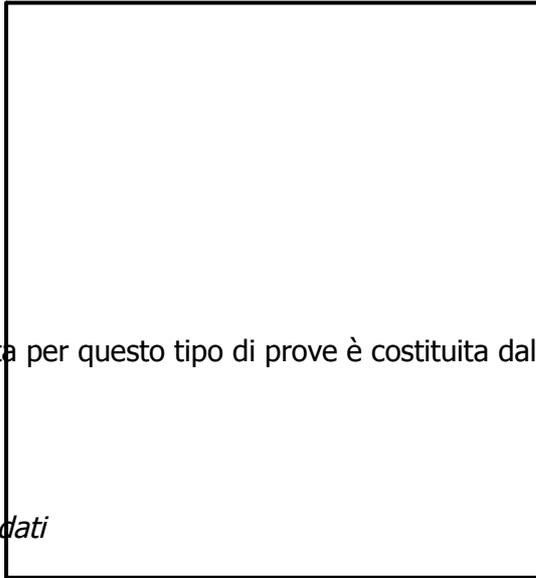
Apparecchiatura

L'apparecchiatura utilizzata per questo tipo di prove è costituita dalle seguenti parti:

a. sistema sorgente

b. sistema di ricezione

c. sistema di acquisizione dati



a. Sistema sorgente. La sorgente sismica deve essere di tipo meccanico, a impulsi transitori e varia a seconda del campo di lunghezze d'onda da generare e quindi delle profondità da investigare: si passa da martelli di massa modesta (compresa tra 50 e 500 g), in grado di produrre onde di lunghezza ridotta e quindi con elevato contenuto in frequenza, a elementi di massa notevole (compresi tra 2 e 3 t), fatti cadere da un camion o da una benna da altezze comprese tra 2 e 3 m. In ogni caso è opportuno verificare ogni volta, sperimentalmente, il tipo di sorgente da adottare in funzione della quantità di energia da produrre, del campo di frequenze da eccitare e delle condizioni della superficie del deposito.

Nello specifico caso esaminato la prova (energizzazione) è stata eseguita adottando una massa battente (mazza da 5 kg), in caduta su apposita piastra di battuta, dimensionata per un'adeguata trasmissione dell'impulso al terreno.

b. Sistema di ricezione. Tale sistema si compone di almeno due ricevitori verticali (trasduttori di velocità). I trasduttori devono possedere appropriate caratteristiche di frequenza e sensibilità tali da poter ricevere in maniera adeguata il treno d'onde prodotto dalla sorgente e vanno quindi selezionati in funzione della banda di frequenza che si intende acquisire (generalmente compresa

tra 1 Hz e 10 Hz). La risposta in frequenza dei trasduttori non deve variare più del 5% su un campo di frequenze compreso tra metà e due volte la frequenza predominante del treno d'onde che si propaga all'interno del mezzo.

In questo caso sono stati adottati due cavi MASW PASI composti da 12 geofoni a 4,5 Hz per un totale di stendimento pari a 24 geofoni, con distanza intergeofonica di 2,0 m.

- c. **Sistema di acquisizione dati.** Si tratta di un sistema multicanale in grado di registrare su ciascun canale, in forma digitale, le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa. Esso è collegato a ciascuno dei trasduttori di velocità e consente quindi di registrare in forma numerica e visualizzare come forme d'onda, su un apposito monitor, le vibrazioni così come rilevate ai trasduttori dei ricevitori (**Sismografo EEG BR24 - C**).

ci.

– MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE PROVE

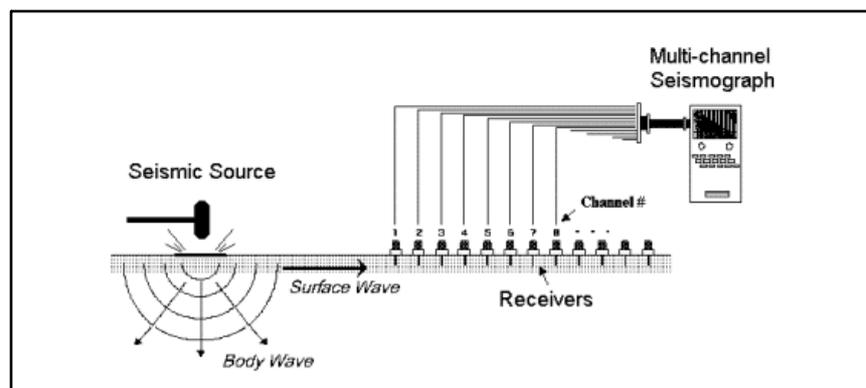
Prova SASW (Spectral Analysis Surface Wave) e prova Multicanale FK (MASW)

Per una migliore e più corretta acquisizione dei dati la configurazione geometrica più vantaggiosa consiste nel disporre la sorgente e i ricevitori in modo che risultino allineati ed equidistanti tra loro, con i due ricevitori dalla stessa parte rispetto alla sorgente (*common receivers midpoint geometry*).

L'utilizzo di tecniche di analisi multicanale (MASW) presenta diversi vantaggi rispetto all'elaborazione dei segnali a coppie, come usualmente avviene nel metodo SASW. Tali vantaggi derivano essenzialmente dall'utilizzo contestuale di dati rilevati in diversi punti sulla superficie.

Ciò conferisce a questa tecnica una notevole robustezza e fornisce garanzie nei confronti di possibili effetti locali. Proprio tali proprietà consentono l'abbandono della configurazione di prova basata sulla geometria *common receivers midpoint*.

-Schema della prova SASW -



-Schema della prova MASW -

Determinazione delle velocità d'onda

Per determinare la velocità di propagazione delle onde sismiche con le tecniche *SASW* o *MASW* si ricorre al metodo della *cross-correlazione* nel dominio della frequenza, sfruttando quindi la presenza di due o più ricevitori.

La funzione di cross-correlazione, associata a due segnali $h(t)$ e $g(t)$ registrati dai ricevitori relativamente allo stesso impulso-sorgente, è una funzione del ritardo T , ottenuta integrando, nel dominio del tempo, il prodotto tra il segnale registrato dal ricevitore più lontano $h(t)$ e il segnale registrato dal ricevitore più vicino, ritardato però di un tempo T :

Il valore di T , per cui questo integrale assume valore massimo, rappresenta anche il valore per cui le funzioni $h(t)$ e $G(t- \tau)$ sono più simili e perciò lo si assume come tempo di ritardo esistente tra i ricevitori, nella registrazione dello stesso impulso sorgente, nonché tempo di propagazione delle onde sismiche tra i ricevitori.

Anziché ricavare direttamente tale funzione, si preferisce calcolare la sua trasformata di Fourier nel dominio della frequenza f , $CS(f)$, detta anche spettro di cross-correlazione e dato dal prodotto della trasformata del segnale registrato dal ricevitore più vicino, $G(f)$, e dal complesso coniugato della trasformata del segnale registrato dal ricevitore più lontano, $H(f)$.

Quindi si considera l'angolo di fase $\Phi(f)$, espresso in gradi, dello spettro di cross-correlazione e si ricava, come funzione della frequenza f , il tempo di viaggio delle onde sismiche tra i ricevitori, $t(f)$, e, nota la distanza d , anche la velocità:

$$t(f) = \frac{\phi(f)}{360 \cdot f} \qquad v(f) = \frac{d}{t(f)}$$

Si considera l'intervallo di frequenza all'interno del quale la coerenza dello spettro di correlazione è assai prossima ad 1 e si assumono, come valori accettabili della velocità $v(f)$, quelli corrispondenti a tale campo di frequenza, considerandone una media.

La velocità delle onde di Rayleigh V_R può anche essere rappresentata in termini di lunghezza d'onda L_R :

ottenendo la cosiddetta curva di dispersione.

Una stima approssimata del profilo delle velocità delle onde S (V_S) può essere ottenuta assumendo che $V_R / V_S = 0.92$ e che la profondità corrispondente a ciascun valore di velocità $V_R(L_R)$ sia pari a $1/2 \div 1/3$ la corrispondente lunghezza d'onda. Tale stima può considerarsi valida nel caso di mezzi stratificati aventi rigidità crescente con la profondità, ma in generale è richiesto un processo di inversione più accurato, basato su metodi di simulazione della propagazione delle onde superficiali.

Nelle tabelle seguenti si riepiloga la configurazione degli stendimenti di prova.

Tab. 3 - Linea sismica ST1 (M1)

Geofoni n.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Distanza progressiva (m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28					38	40	42	44	46
514,0222 22222222 22222222 22Quota mediaDista nza parziale (m) (m s.l.m.)	0																							

22

Tab. 4 - Linea sismica ST2 (M2)

02468101214 16182022242 62830323436 3840424446G	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Geofoni n. 517,0222 2222222 2222222 2222Quot a mediaDista nza parziale (m)Distanz a progressiva (m) (m s.l.m.)	0																							

22

Tab. 5 – ST1 (M1): coordinate UTM-WGS84 dei geofoni G1 e G24

	Geofono n. 1 (G1)	Geofono n. 24 (G24)
N	4934214	4934190
E	375747	375708

Tab. 6 – ST2 (M2): coordinate UTM-WGS84 dei geofoni G1 e G24

	Geofono n. 1 (G1)	Geofono n. 24 (G24)
N	4934270	4934279
E	375510	375465

Nella pagina seguente viene invece riportato lo schema operativo completo della prova.

9.3 RISULTATI DELLE PROVE MASW

L'elaborazione delle informazioni derivanti dai due sismogrammi consente l'analisi della seguente serie di dati:

- 1.definizione dei tempi di propagazione delle onde di taglio, lette in corrispondenza di ciascuno dei 24 geofoni, per ciascuno stendimento;
- 2.elaborazione della linea indicatrice delle velocità sismiche delle onde S (onde di taglio), ottenuta per le varie profondità di prova, fino alla profondità di 30,0 m da p.c.;
- 3.definizione della curva di dispersione;
- 4.determinazione della media pesata delle velocità V_s per ciascun orizzonte di terreno e definizione del valore richiesto, di V_{s30} ;
- 5.determinazione del modulo di taglio dinamico G_d .

La sopra indicata serie analitica è riprodotta, in modo schematico e completo, nelle tavole in allegato. Da queste tavole si ricava, attraverso la media pesata delle varie profondità, il valore della velocità delle onde di taglio.

Per questi siti si sono determinate velocità di:

ST1 (M1) - **$V_{s30} = 1041 \text{ m/s}$**

ST2 (M2) - **$V_{s30} = 487 \text{ m/s}$**

I valori di V_{s30} , così determinati, vengono messi in relazione con le indicazioni contenute al capitolo 3, paragrafo 3.2, del D.M. 14.01.2008. In tal modo è possibile assegnare ai terreni indagati una categoria di sottosuolo di fondazione, indicati in tab. 5.

Tab. 7 – Categorie di sottosuolo di fondazione.

CATEGORIA	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	Vs30	Param. Geotec.
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie un strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m</i>	> 800 m/s	
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</i>	da 360m/s a 800 m/s	N _{SPT} >50 Cu>250 kPa
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</i>	da 180 m/s a 360 m/s	15<N _{SPT} <50 70<Cu<250 kPa
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</i>	<180 m/s	N _{SPT} <15 Cu<70 kPa
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs>800 m/s)</i>	come per categorie C e D	
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10<Cu>20 kPa), che includono strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche	<100 m/s	10<Cu<20 kPa
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti		

Come si può vedere dalla tabella, **le categorie di sottosuolo individuate risultano essere:**

- **ST1: categoria di sottosuolo E;**
- **ST2: categoria di sottosuolo B.**

In corrispondenza dello stabilimento Bitron S.p.A., ad una distanza di circa 160 m dallo stendimento ST2, è stato realizzato, nell'anno 1999, un pozzo per acqua che presenta la stratigrafia di seguito indicata e che conferma quanto ricavato tramite l'indagine sismica (dati stratigrafici "Fratelli Barbero s.n.c. – Cherasco"). Per quanto riguarda lo stendimento ST1 non si

hanno dati di sondaggi per poter effettuare una correlazione, ma la relativa vicinanza del versante roccioso conferma la tipologia di sottosuolo individuata con l'indagine sismica.

Tab. 8 – stratigrafia del pozzo per acqua della ditta Bitron S.p.A.

(dati forniti da "Fratelli Barbero s.n.c. – Cherasco")

<i>Da [m]</i>	<i>A [m]</i>	<i>Descrizione litologica</i>
00.00	03.00	argilla rossastra
03.00	12.00	ghiaia, ciottoli ed argilla rossastra
12.00	18.00	argilla rossastra e ghiaietto
18.00	26.00	argilla rossastra, sabbia e ghiaia
18.00	26.00	Argilla
26.00	45.00	conglomerato fessurato
45.00	48.00	roccia bluastro (trovante?)
48.00	56.00	conglomerato fessurato compatto
56.00	60.00	ghiaia

Si fornisce infine il dimensionamento del modulo di taglio dinamico sui due stendimenti con riferimento all'andamento sui primi 5 m di interesse per le opere di fondazione. Il modulo G_d è legato alla velocità di propagazione delle onde di taglio in base alla relazione:

dove

= densità del mezzo (in kN/m^3);

v_s = velocità delle onde sismiche (in m/s).

Dalla precedente relazione si ottiene:

ST1 (M1): modulo G_d (5 m) = da 530 MPa a 1478 MPa

ST2 (M2): modulo G_d (5 m) = da 65 MPa a 295 MPa

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

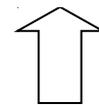
-

Stendimento ST1 (M1)

Stendimento ST2 (M2)

TAVOLA DI UBICAZIONE DEGLI STENDIMENTI SISMICI

Ubicazione degli stendimenti ST1 ed ST2
(scala 1:5.000)



10. COMMENTO AL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Come descritto nel capitolo 5 (Dati pregressi), nella valutazione dei settori interessati da fenomeni dissestivi, da dinamica torrentizia e da trasporto solido, si fa riferimento anche alle indagini geologiche svolte in fase di stesura delle osservazioni al “PAI – Autorità di Bacino del Fiume Po”. Tali osservazioni, a suo tempo non accolte dai Funzionari Regionali, sono state ulteriormente approfondite ed integrate, sia per il miglior dettaglio di scala utilizzato per l’adeguamento dello strumento urbanistico, sia per il maggior tempo a disposizione nell’analizzare i settori in dissesto, ed infine perché le indagini sono state estese a tutto il territorio comunale.

Il presente capitolo esamina quanto indicato nell’ *“atlante dei rischi idraulici e idrogeologici; delimitazione delle aree in dissesto – scala 1: 25.000”* tramite un confronto con i risultati da noi ottenuti tramite fotointerpretazione, ricerca storica e rilevamento di terreno.

Le considerazioni che seguono sono pertanto di fondamentale importanza per capire le motivazioni che hanno consentito la definizione finale della *Carta di Sintesi*.

FRANE

- Dissesti del versante settentrionale e Nord – Occidentale del *Monte Pagliano*.

Nell’Atlante PAI sono indicati due dissesti attivi (Fa).

1 e 2 nelle precedenti Osservazioni.

In seguito ai sopralluoghi effettuati ed alla fotointerpretazione si è potuto osservare, per tali settori in frana, un’estensione maggiore rispetto a quanto indicato nell’Atlante PAI, pertanto negli elaborati allegati si riporta l’esatta perimetrazione delle aree coinvolte. Si tratta in particolare di due porzioni di versante caratterizzate da frane di crollo e ribaltamento, da attive a quiescenti in detrito (FA1-2D e FQ1-2D). In entrambi i casi sono ancora riconoscibili le nicchie di distacco.

- Dissesto di località *“C. Bertola”*.

Nell’Atlante PAI il dissesto è indicato come attivo (Fa).

3 nelle precedenti Osservazioni.

L’areale in dissesto risulta più esteso verso monte rispetto a quanto indicato nel PAI; si tratta di un dissesto superficiale caratterizzato da colamento lento (FA5D).

- Dissesto di “*Biolet - Prasecco*”.

Nell’Atlante PAI è indicata un’unica area di frana attiva (Fa).

4 nelle precedenti Osservazioni.

In seguito ai sopralluoghi effettuati si è potuto osservare come il dissesto caratterizzato da una frana di crollo e ribaltamento, attiva in detrito (FA1-2D). La zona di testata si trova ad una quota di circa 800 m sl.m. ed il corpo di frana è delimitato dall’impluvio che separa le frazioni di *Biolet* e di *Prasecco*.

- Dissesto di “*Ruà l’Erede – Ciavari*”.

Nell’Atlante PAI è indicata un’unica area di frana attiva (Fa).

5 nelle precedenti Osservazioni.

L’ampia area di frana di crollo e ribaltamento, quiescente in detrito (FQ1-2D) è impostata sulle pendici meridionali del *Bric Bracalla* ed è ancora rilevabile la nicchia di distacco. Sono compresi nel settore in dissesto anche le frazioni di *Ruà l’Erede* e di *Ciavari*.

- Dissesto di “*Ruà Melle*”.

Nell’Atlante PAI è indicata un’unica area di frana attiva (Fa).

6 nelle precedenti Osservazioni.

Il settore in dissesto è caratterizzato da colamento lento all’interno dei depositi detritici superficiali (FQ5D); sono presenti rigonfiamenti e gibbosità nelle porzioni prative anche se non sono stati rilevati indizi di attività recente.

- Dissesto di “*C. la Pritta*”.

Nell’Atlante PAI è indicata un’unica area di frana attiva (Fa).

7 nelle precedenti Osservazioni.

L’impluvio a monte di località *C. la Pritta* risulta interessato da un’esteso accumulo di frana di crollo e ribaltamento, non si segnalano indizi di attività recente (FQ1-2D). Gli edifici di *C. la Pritta* sono esterni all’areale in dissesto.

- Dissesto di “*C. Galop*”.

Nell’Atlante PAI è indicata un’unica area di frana attiva (Fa).

8 nelle precedenti Osservazioni.

Il settore di versante di fronte alla frazione *Galop* presenta indizi di franosità quiescente, in particolare è stato possibile distinguere un ampio areale caratterizzato da frana di crollo e ribaltamento in detrito (FQ1-2D).

- Dissesto di “*Cherasco – Varet – C. Cichet*”.

Nell’Atlante PAI è indicata un’unica area di frana attiva (Fa).

9 nelle precedenti Osservazioni.

In seguito ai sopralluoghi effettuati ed alla fotointerpretazione è stato possibile identificare, nell’impluvio compreso tra le frazioni *Cherasco, Varet* e *C. Cichet*, un dissesto attivo caratterizzato da frana di colamento lento (FA5D).

- Dissesto di “*Giangustin - Cului*”.

Nell’Atlante PAI è indicata un’unica area di frana attiva (Fa).

10 nelle precedenti Osservazioni.

I settori edificati di *Giangustin* e di *Cului* sono compresi all’interno di un ampio settore in frana, caratterizzato da crolli e ribaltamenti con evoluzione in scivolamenti traslativi e colamenti (FA10D). Gli indizi di dissesto sono particolarmente evidenti nei settori disboscati e rappresentati da avvallamenti e contropendenze.

- Dissesti del settore di testata del *Rio Bruido*.

Nell’Atlante PAI sono indicate due aree di frana attiva (Fa).

11 e 12 nelle precedenti Osservazioni.

Tramite rilevamento di terreno sono stati identificati due areali in dissesto, esterni a settori edificati, alla testata del *Rio Bruido*. Si tratta in particolare di una frana di colamento lento (FA5D) e di una frana di crollo e ribaltamento, quiescente in detrito (FQ1-2D).

“FASE 2”

11. COMMENTO ALLA CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

11.1 - Premessa

La Carta di Sintesi è stata redatta in conformità con le disposizioni di cui alla Circolare del Presidente della Giunta Regionale n° 7/LAP approvata in data 8 maggio 1996, della successiva N.T.E. del dicembre 1999 e del PAI. Sono state quindi adottate tre Classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica, corrispondenti ad altrettanti gradi di pericolosità geomorfologica crescente.

Il livello di pericolosità geomorfologica è stato definito mediante:

- la sovrapposizione dei dati provenienti dalle carte tematiche, redatte sulla base del rilevamento di terreno;
- l'analisi in stereovisione delle fotografie aeree;
- l'analisi dei dati storici raccolti, dei dati bibliografici, degli allegati al precedente PRGC ed alle successive Varianti, dei dati relativi al PAI (Autorità di Bacino del Fiume Po) e delle Carte Tematiche della Banca Dati Geologica della Regione Piemonte.

11.2 – Descrizione

Sulla base degli elementi descritti nei capitoli precedenti, il territorio del *Comune di Rossana* può essere suddiviso nelle seguenti Classi:

CLASSE I: aree caratterizzate dall'assenza di pericolosità geomorfologica.

Rientrano in questa Classe alcune aree urbanizzate subpianeggianti del *Concentrico principale*, caratterizzate dall'assenza di indizi di dissesto in atto o potenziale e prive di falda freatica prossima al piano campagna.

Nelle aree comprese in questa classe non vi sono limitazioni nelle scelte urbanistiche e gli interventi sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/88.

CLASSE II: aree con condizioni di moderata pericolosità geomorfologica.

Tale classe è applicabile a:

- aree site in prossimità di corsi d'acqua dove la pericolosità è connessa con modesti episodi di esondazione per acque a bassa energia;
- settori in cui è possibile prevedere l'esistenza della falda freatica in prossimità del piano campagna (soggiacenza minore di 4 m);
- versanti a media acclività (compresa tra 10° e 30°), senza indizi di dissesto in atto, coperti da sottili coltri eluvio - colluviali su substrato subaffiorante o da coltri detritiche superficiali stabilizzate e vegetate.

L'utilizzazione urbanistica di tali aree è vincolata all'adozione ed al rispetto di modesti accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo, nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante, finalizzati al superamento degli elementi di pericolosità geomorfologica.

CLASSE III: aree ad elevata pericolosità geomorfologica.

Comprende le porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio, derivanti questi ultimi dall'urbanizzazione dell'area, sono tali da **impedirne l'utilizzo qualora inedificate o richiedendo, viceversa, l'opportunità di interventi di riassetto territoriale nei casi di tutela del patrimonio esistente**. Le Classi **IIIa** e **IIIb** sono caratterizzate dal medesimo grado di pericolosità geomorfologica ma con condizioni di rischio maggiore nella seconda, in ragione della presenza di edifici o piccoli nuclei abitati, tali da rendere necessari interventi di bonifica, secondo quanto previsto dalla Circ. 7/LAP.

Sono ovviamente ammesse tutte le opere di sistemazione idrogeologica, di tutela del territorio e di difesa del suolo.

Nell'ambito della **Classe III** sono state individuate aree ricadenti in:

- **Classe IIIa;**
- **Classe IIIb:**
 - **Classe IIIb₂**
 - **Classe IIIb₄**

La **Classe IIIa** identifica porzioni di territorio inedificate con caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono **inidonee a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabili, aree alluvionabili da acque di esondazione a media ed elevata energia o con rilevante trasporto solido, calcolate per piene con tempi di ritorno fino a 500 anni).**

In settori edificati, ricadenti nella Classe IIIb, nuovi interventi saranno invece ammessi solo a seguito di riassetto territoriali volti all'eliminazione o minimizzazione del rischio. In assenza di opere di riassetto territoriale saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico (Circ. 7/LAP). Escludendo i settori con grave pericolosità geomorfologica, si potranno prevedere adeguamenti che consentano una più razionale fruizione degli edifici esistenti (N.T.E. – Circ. 7/LAP- punto 7.3).

Gli interventi di riassetto territoriale devono prevedere ad esempio, come intervento minimale, un programma di manutenzione ordinaria per la pulizia degli alvei; si ricorda infine che le opere di monitoraggio non sono sufficienti a garantire la mitigazione della pericolosità geomorfologica.

Come sopra accennato la Classe IIIb è stata suddivisa in ulteriori sottoclassi, scelte in relazione alla pericolosità rilevata ed alle opere di sistemazione idrogeologica presenti o prevedibili. Le loro caratteristiche sono di seguito descritte.

- **Classe IIIb₂: a seguito della realizzazione delle opere di riassetto sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti.**
- **Classe IIIb₄: anche a seguito della realizzazione di opere di sistemazione, indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile alcun incremento del carico antropico.**

Nella stesura della “carta di sintesi” è stata utilizzata la “Classe III indifferenziata” anche per i settori in cui sono presenti edifici isolati. Tale scelta deriva anche dalle discrepanze rilevate nel confronto effettuato tra la base topografica utilizzata (CTR – 1: 10.000), il rilevamento di terreno e la cartografia catastale: la rappresentazione di settori edificati e della rete viaria, riportati sulla CTR, in molti casi non è conforme con quanto da noi rilevato o rappresentato sulla base catastale.

In accordo con quanto previsto dalla N.T.E. alla Circ. 7/LAP, ai punti 6.1 e 6.2, per gli edifici ricadenti in Classe III, ma esterni a zone di dissesto attivo o incipiente, è consentita la manutenzione dell'esistente e, dove realizzabile, eventuali ampliamenti funzionali e di ristrutturazione. Questi interventi potranno però essere realizzati solo in seguito ad indagini geologico – tecniche di dettaglio in grado di valutare puntualmente la reale pericolosità

geomorfologica esistente. La Classe III non differenziata si riferisce infatti ad aree complessivamente in Classe IIIa, con locali aree in Classe IIIb ed eventuali aree in Classe II non cartografabili alla scala utilizzata. Sino ad ulteriori indagini di dettaglio in Classe III indifferenziata valgono le limitazioni previste per la Classe IIIa.

Sono ovviamente consentite tutte le opere di sistemazione idrogeologica, di tutela del territorio e di difesa del suolo.

Le aree in Classe III non sono idonee all'utilizzo urbanistico: saranno ammessi esclusivamente interventi di carattere pubblico non altrimenti localizzabili, (secondo l'art. 31 della L.R. 56/77). Cambi di destinazione d'uso saranno consentiti solo in seguito ad una verifica del grado di pericolosità geomorfologica ed alla riduzione del rischio.

Nella stesura della "Carta di Sintesi" sono stati utilizzati sovrasimboli per indicare e perimetrare gli ambiti di dissesto connessi con i singoli processi geomorfologici ed inseriti in Classe IIIa o Classe IIIb l.s.:

- ◆ **ambiti di dissesto connessi con la dinamica di versante:** vengono indicate con questo simbolo le zone in frana, con attività di tipo "attiva" o "quiescente" (*FA, FQ*);
- ◆ **ambiti di dissesto connessi con la dinamica fluviale del *Torrente Varaita* e del *Rio Torto* e del reticolo idrografico minore:** sono indicati con questo simbolo le zone potenzialmente esondabili da acque a media ed elevata energia (dissesti areali) e le aree caratterizzate da dissesti lineari (erosioni di sponda, d'alveo, ecc..) (*Ee*). Questi settori sono pertanto da evitare in sede di scelte urbanistiche in quanto andrebbero a modificare l'assetto idrogeologico e la tendenza evolutiva naturale dei bacini. Sarebbe buona norma prevedere periodici interventi di pulizia degli alvei in corrispondenza dei tratti intubati o delle opere idrauliche censite, al fine di garantire un adeguato smaltimento delle acque di piena, ripristinando le originali sezioni di deflusso.

11.3 – Risultati

Sulla base delle indicazioni espone nei paragrafi precedenti è stato possibile assegnare le Classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica per tutto il territorio comunale. I risultati sono

presentati nell'allegata "carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica".

a) La Classe I è stata assegnata a:

- le porzioni di fondovalle con pendenze inferiori a 10° e alle aree dove, per le caratteristiche morfologiche delle zone stesse o di quelle adiacenti e per le proprietà geotecniche dei terreni di fondazione, non siano ipotizzabili eventi di natura idrogeologica di tipologia ed intensità tale da pregiudicare eventuali interventi urbanistici;
- risultano tali alcuni settori edificati del *Concentrico di Rossana*.

b) La Classe II è stata assegnata a:

- **ampi settori urbanizzati, di prevista urbanizzazione od aree adiacenti ad essi, ricadenti nel settore di fondovalle del *Rio Torto*.**

L'inserimento della porzione subpianeggiante, priva di dissesti in atto o potenziali, in Classe II è stato valutato anche in base alla stima della soggiacenza della falda freatica. La natura del suolo, unita ai caratteri geoidrologici locali, porta infatti a ritenere che il livello statico della falda possa attestarsi, in seguito a periodi particolarmente piovosi e prolungati, a quote confrontabili con quelle di eventuali piani interrati (quote dell'ordine di 4 m da p.c.). Tale situazione genera quindi condizioni di moderata pericolosità, comunque superabili attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo, esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante.

Le borgate, sia quelle principali che quelle minori, ed i nuclei edificati sono stati invece inseriti in tale Classe poiché si è tenuto conto di possibili problematiche relative alla realizzazione di opere su pendio, per le quali possono essere previste, in fase di realizzazione dell'intervento edificatorio, modeste opere di scavo, di riporto ed, eventualmente, anche di sostegno.

Si tratta in tutti i casi descritti di **aree ubicate in settori stabili, con acclività inferiore a 30°**.

Gli accorgimenti tecnici dovranno essere definiti attraverso indagini geologico-tecniche, in grado di valutare l'assetto geologico-morfologico di dettaglio e l'influenza che gli interventi edificatori avranno sulle aree limitrofe (sarà ad esempio necessario definire, attraverso indagini dirette, la soggiacenza della falda freatica o valutare la presenza di possibili

infiltrazioni interferenti con le strutture in progetto od eseguire adeguate verifiche di stabilità nel caso di interventi su pendio).

Tutti gli interventi dovranno in ogni caso fare riferimento alle prescrizioni del D.M. 11/03/88- 14/1/2008.

c) La Classe III indifferenziata è stata assegnata a:

- **la quasi totalità dei versanti e le aree ad elevata acclività (maggiore di 30°).** Per gli insediamenti o gli edifici sparsi ricadenti in questa Classe sono consentiti la **manutenzione dell'esistente e, dove realizzabili, eventuali ampliamenti funzionali e di ristrutturazione, solo in seguito ad indagini geologico – tecniche** in grado di valutare puntualmente la reale pericolosità geomorfologica esistente;
- **settori adiacenti ai versanti in frana;**
- porzioni di versante e del fondovalle senza indizi di dissesto in atto o potenziale ma per i quali **sono necessarie più approfondite indagini geologico – morfologiche – tecniche di dettaglio in scala migliore.**

Si ricorda che sino ad ulteriori indagini di dettaglio, da sviluppare in Varianti future dello strumento urbanistico, in Classe III indifferenziata valgono le limitazioni previste per la Classe IIIa.

d) La Classe IIIa è stata assegnata a:

- aree di fondovalle del *T. Varaita* e del *Rio Torto* ed alle **zone adiacenti** (valutate per piene con tempi di ritorno fino a 500 anni) soggette a dissesti areali e lineari di carattere torrentizio con esondazione di acque a media ed elevata energia (**Ee**) ed alle fasce di rispetto dei rii minori per una profondità non inferiore ai 10 m per sponda;
- a settori di versante caratterizzati da frane attive o quiescenti; risultano ad esempio tali ampie porzioni delle pendici Nord - occidentali del *Monte Pagliano* e settori, talora anche urbanizzati, del versante meridionale del *Bric Bracalla*.

Nel caso di edifici isolati, sia rappresentati sia eventualmente non rappresentati sul supporto cartografico utilizzato e ricadenti in Classe IIIa, per i quali non sono ipotizzabili interventi di riassetto territoriale e quindi non inseriti in Classe IIIb l.s., saranno consentiti interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, ampliamenti igienico – funzionali e

pertinenze che non comportino la creazione di nuove unità abitative e non aumentino il carico antropico. Tali interventi dovranno in ogni caso essere realizzati solo in seguito a studi di compatibilità geomorfologica, in grado di valutarne la fattibilità, comprensivi d'indagini geologico – tecniche.

Dovrà in primo luogo essere considerato, ai fini della fattibilità, la tipologia ed il grado di “attività” dei fenomeni di dissesto presenti (**facendo sempre riferimento alle “Norme di Attuazione” del PAI, in particolare all’art. 9, e alla Circ. 7/LAP e s.m.i.**).

e) La Classe IIIb, suddivisa nelle relative sottoclassi, è stata assegnata a:

- settori edificati ricadenti nella **fascia soggetta a dissesti morfologici di carattere torrentizio (Ee) del Rio Torto**; risultano tali: **area cimiteriale; Fornaci**;
- settori edificati potenzialmente **coinvolgibili in eventi di esondazione da parte dei rii minori**; risultano tali:
 - **tratto intubato del Rio di Monte Pagliano (1) (Classe IIIb₄)**;
 - **tratto intubato e coperto a soletta del Rio del Castello di Rossana (2)**, limitatamente alla sede stradale direttamente interessata dall’opera di canalizzazione (**Classe IIIb₄**);
 - **tratto intubato del Rio di C. Bagnasco – Ruà Pilone (3)**, per una fascia di 10 m per parte (**Classe IIIb₂**);
 - **tratto intubato del Rio di Gherzino – Ruà Pilone (4)**, per una fascia di 10 m per parte (**Classe IIIb₂**);
 - **tratto intubato e coperto a soletta del Rio di Bric Blua – Ballatore (5), e Strada S. Bernardo** per una fascia di 10 m per parte o comprendente i settori + depressi (**Classe IIIb₂**).

Gli interventi di riassetto dovranno prevedere la realizzazione di interventi di sistemazione idraulica per l’adeguamento delle opere sottodimensionate.

Per un corretto dimensionamento e localizzazione di tali opere si dovrà valutare, tramite ulteriori analisi idrologiche e geomorfologiche sui bacini in oggetto, anche l’eventuale contributo alla piena derivante dal trasporto solido.

Per queste aree l'Amministrazione Comunale individuerà un "cronoprogramma" di dettaglio degli interventi di sistemazione necessari a garantire la mitigazione del rischio, nella fase attuativa del piano regolatore.

Si ricorda infine che tutti gli interventi di riassetto territoriale e di minimizzazione del rischio dovranno fare riferimento a quanto prescritto nelle "Norme di Attuazione" del PAI e nella Circ. 7/LAP e s.m.i..

12 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il lavoro realizzato permette di avere **un quadro esauriente delle caratteristiche geologico-morfologiche, idrogeologiche e geotecniche di tutto il territorio comunale** esaminato, come richiesto dalla Circ. PGR n.7/Lap del 8/5/96 e succ. mod ed int..

Sono state approfondite le segnalazioni contenute nella Cartografia PAI che, come i loro stessi Autori hanno più volte dichiarato, avevano principalmente lo scopo di provocare l'obbligo di approfondimenti estesi a tutto il Territorio Comunale, in modo che da una perimetrazione magari imprecisa, in scala 1:25.000, si giungesse ad un'analisi e conseguentemente ad una Sintesi in scala operativa.

In sostanza, la definizione di Classi di Rischio non intende penalizzare ulteriormente i territori montani, già poco generosi di comodità verso la popolazione residente, ma fornire ai Tecnici ed alle Amministrazioni lo strumento per una corretta Programmazione Territoriale.

Concludendo, sono da sconsigliare come scelte per l'espansione urbanistica le zone con **inclinazione superiore o uguale a 30°**, per evidenti limitazioni d'uso o necessità di costose opere accessorie di sostegno; presentano inoltre caratteristiche quasi ugualmente sfavorevoli all'edificazione le aree costituite da coltre detritica eluvio-colluviale, con spessore superiore al metro e con acclività superiore a 20°.

Per la piana di fondovalle i problemi maggiori sono di carattere idrogeologico e sono connessi con l'evoluzione dell'alveo del *Torrente Varaita* e del *Rio Torto*, per cui sarà necessario

il rispetto delle distanze previste in cartografia, nonché la realizzazione di periodici interventi di sistemazione, da attuarsi dopo apposita progettazione esecutiva.

Si consiglia infine la periodica pulizia delle sponde dei corsi d'acqua presenti nel territorio comunale, ciò soprattutto in prossimità delle zone abitate, nonché in corrispondenza di ponti o di qualsiasi altro punto ove vi sia restringimento dell'alveo (ovvero in corrispondenza di tratti intubati).

Un'accurata manutenzione in tal senso attenua i rischi d'ostruzione e di possibili fenomeni di esondazione.

A proposito degli interventi sopra descritti sommariamente, ci si augura che **venga rispettato quanto previsto nelle Norme di Attuazione del PAI**, non solo per quanto concerne Tutela e Salvaguardia, **ma anche per la prevista possibilità di accedere a Finanziamenti Regionali, soprattutto per le messa in sicurezza delle aree edificate classificate come “ Classe IIIb”**.

Si precisa infine che **le zone in Classe III, ad elevato rischio idrogeologico, adeguatamente cartografate nelle tavole allegate, sono da vincolare ai sensi dell'Art 30 - L.R. 56/77.**

13 – BIBLIOGRAFIA

AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO (1999): *Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B*. Piano Stralcio delle Fasce Fluviali – allegato alla deliberazione n.° 2/99 del 11/05/1999.

AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO (2000): *Evento alluvionale del 10 – 14 giugno 2000; Piemonte – Cuneo: campagna di sopralluoghi*.

AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO (2001): *Adozione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico per il Bacino Idrografico di rilievo nazionale del Fiume Po*. Atti del Comitato Istituzionale; Deliberazione n.18/2001.

AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO (2001): *Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

BIANCOTTI A., GALLO M., MENZIO G. (1983): *Carta della dinamica dei versanti; 1: 25.000 – Media e Bassa Valle Varaita*. CNR – Centro Studi sui Problemi dell'Orogeno delle Alpi Occidentali; Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino.

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA alla scala 1:100.000 (1971): *Fogli 78 - 79, Argentera - Dronero*. Servizio Geologico d'Italia.

DEMATTEIS A. (1991): *Studio idrogeologico della Valle Varaita nell'area compresa tra Sampeyre e Piasco (Provincia di Cuneo)*. Università degli Studi di Torino – Scienze Geologiche: Tesi inedita.

MAIONE U. (1988): *La sistemazione dei corsi d'acqua montani*. Ed. Bios.

REGIONE LOMBARDIA (2001): *D.G.R. 29 ottobre 2001- "approvazione direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art. 3 della L.R. 41/97"*.

REGIONE PIEMONTE / UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO (1998): *Distribuzione regionale di piogge e temperature*. Collana studi climatologici in Piemonte, volume 1.

REGIONE PIEMONTE – Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione (2000): *Eventi Alluvionali in Piemonte – 10 /14 giugno 2000.*

TROPEANO D., TURCONI L. (2002): *L'evento del 13 giugno 2000 nelle Alpi Occidentali: effetti sui versanti e nella rete idrografica.* CNR (IRPI) – GNDCI.

TROPEANO D., TURCONI L. (1999): *Valutazione del potenziale detritico in piccoli bacini delle Alpi Occidentali e Centrali.* CNR (IRPI) – GNDCI.

ALLEGATI